



**CENTRUM
POLITYK
PUBLICZNYCH**

Potencjał województwa małopolskiego w obszarze technologii podwójnego zastosowania „*dual-use*”

**Justyna Bugaj
Zofia Gródek-Szostak
Agata Niemczyk**

Małopolska Szkoła Administracji Publicznej

Kraków 2026

Spis treści

WSTĘP	4
ROZDZIAŁ I. WPROWADZENIE DO TECHNOLOGII PODWÓJNEGO ZASTOSOWANIA Z PERSPEKTYWY NAUKI I BADAŃ NAUKOWYCH	6
1.1. Ogólne informacje na temat analizy bibliometrycznej „ <i>dual-use</i> ”	8
1.2. Analiza trendów badawczych dotyczących „ <i>dual-use</i> ” w literaturze naukowej	15
1.3. Perspektywa polityczno-społeczna prowadzonej analizy bibliometrycznej	18
1.4. Podsumowanie analizy bibliometrycznej dotyczącej „ <i>dual-use</i> ” w literaturze naukowej	20
ROZDZIAŁ II. CHARAKTERYSTYKA TECHNOLOGII PODWÓJNEGO ZASTOSOWANIA – WYBRANE ZAGADNIENIA Z PERSPEKTYWY UCZELNI	23
2.1. Modele współpracy uniwersytetu i źródła technologii <i>dual-use</i>	24
2.2. Zarządzanie <i>dual-use</i> w instytucjach naukowych	27
2.3. Podsumowanie uwarunkowań rozwoju technologii <i>dual-use</i> w kontekście akademickim i regionalnym	31
ROZDZIAŁ III. UWARUNKOWANIA ROZWOJU TECHNOLOGII <i>DUAL-USE</i> W MAŁOPOLSCE	33
3.1. Potencjał gospodarczy i przemysłowy regionu	33
3.2. Potencjał kapitału ludzkiego Małopolski	38
3.3. Potencjał demograficzny Małopolski	41
3.4. Potencjał inwestycyjny Małopolski	42
3.5. Potencjał infrastruktury transportowej w Małopolsce	45
ROZDZIAŁ IV. MOŻLIWOŚCI ROZWOJU MAŁOPOLSKI W ZAKRESIE <i>DUAL-USE</i> W OPINII EKSPERTÓW	48
4.1. Ramy strategiczne rozwoju <i>dual-use</i> w województwie małopolskim	52
4.2. Ekosystem innowacji <i>dual-use</i> w województwie małopolskim	60
4.3. Przyszłość technologii <i>dual-use</i> w województwie małopolskim	67
ZAKOŃCZENIE	72
BIBLIOGRAFIA	74
ZAŁĄCZNIK	80
SPIS RYSUNKÓW	83
SPIS TABEL	83
SPIS WYKRESÓW	83

Recenzenci

prof. dr hab. inż. Henryk Gurgul

dr hab. Andrzej Raszkowski prof. UEW

Autorzy

Justyna Bugaj

Zofia Gródek-Szostak

Agata Niemczyk

Korekta i skład: Marcin Kukietka

Wydawca



Małopolska Szkoła Administracji Publicznej

Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie

ul. Rakowicka 16 | 31-510 Kraków

www.msap.uek.krakow.pl

© MSAP UEK, Kraków 2026

ISBN 978-83-89410-99-3

Wstęp

W dobie cyfrowej transformacji i rosnących wyzwań geopolitycznych, technologie podwójnego zastosowania (*dual-use technologies*), obejmujące m.in. sztuczną inteligencję, nanotechnologie, zaawansowane materiały, cyberbezpieczeństwo, systemy satelitarne i robotykę (drony), zyskują strategiczne znaczenie w skali globalnej i regionalnej. Ich rozwój jest postrzegany jako kluczowy element budowy odpornej i suwerennej gospodarki, zdolnej sprostać nowym zagrożeniom bezpieczeństwa i konkurencji międzynarodowej.

Współczesne środowisko geopolityczne charakteryzuje się wysokim stopniem niepewności, wynikającym z eskalacji konfliktów regionalnych, rywalizacji mocarstw oraz rosnącej liczby zagrożeń hybrydowych. Kryzysy energetyczne, cyberataki, dezinformacja oraz militaryzacja nowych technologii stają się kluczowymi wyzwaniami dla bezpieczeństwa państw i regionów. W tym kontekście technologie podwójnego zastosowania (*dual-use technologies*) – obejmujące rozwiązania możliwe do wykorzystania zarówno w sektorze cywilnym, jak i militarnym – nabierają strategicznego znaczenia. Ich rozwój jest nie tylko kwestią innowacyjności gospodarki, ale również fundamentem odporności systemów bezpieczeństwa narodowego i europejskiego.

Region małopolski ma szczególne predyspozycje do pełnienia znaczącej roli w tej transformacji. Dzięki silnemu zapleczu badawczo-rozwojowemu – obejmującemu aktywność wiodących uczelni, politechnik, instytutów badawczych – oraz dynamicznemu środowisku przedsiębiorczości, region dysponuje potencjałem pozwalającym na efektywny rozwój i wdrażanie technologii *dual-use*. Seminarium eksperckie z 13 listopada 2025 r. poświęcone potencjałowi Małopolski w tym zakresie podkreśliło zarówno mocne strony (np. bogatą infrastrukturę B+R i sieci współpracy), jak i bariery rozwojowe, takie jak regulacje eksportowe i brak zharmonizowanych mechanizmów transferu technologii.

Na poziomie instytucjonalnym polityka rozwoju *dual-use* znajduje odzwierciedlenie w pierwszych krajowych inicjatywach, takich jak ogłoszony w sierpniu 2025 r. Program Ministra Rozwoju i Technologii „Wsparcie kompetencji w obszarze innowacji *dual-use*” na lata 2025–2029. Program obejmujący ścieżki akceleracji, sieci mentoringu oraz *venture building*, ma na celu wzmocnienie interoperacyjności sektora nauki, przedsiębiorstw i obronności, ułatwiając zarówno komercjalizację innowacji, jak i adaptację technologii cywilnych do potrzeb militarnych.

Na poziomie europejskim strategia Unii Europejskiej akcentuje znaczenie *dual-use* we wzmacnianiu konkurencyjności, odporności i autonomii technologicznej Europy. Komisja Europejska – m.in. poprzez Białą Księgę z 2024 r. oraz Ramy finansowania *dual-use* w kolejnych programach badawczych – stwarza podstawy instytucjonalne dla wsparcia tego typu technologii. Równocześnie, inicjatywy takie jak REGDUALOSA badają skuteczność polityk regionalnych w integracji przemysłu obronnego z procesami innowacyjnymi, stanowiąc modelowe studium dla Małopolski i innych regionów UE.

W tym kontekście województwo małopolskie, dysponujące silnym zapleczem naukowo-badawczym, rozwiniętą infrastrukturą B+R oraz dynamicznym ekosystemem przedsiębiorczości, ma potencjał, aby stać się istotnym ogniwem w krajowym i europejskim

systemie bezpieczeństwa technologicznego. Integracja regionu z krajowymi i europejskimi strukturami innowacji obronnych, a także rozwój technologii *dual-use* w obszarach takich jak sztuczna inteligencja, cyberbezpieczeństwo, robotyka czy technologie materiałowe, może znacząco wzmocnić zarówno zdolności obronne, jak i konkurencyjność gospodarki.

Celem niniejszej publikacji jest **analiza potencjału województwa małopolskiego w obszarze technologii podwójnego zastosowania, ze szczególnym uwzględnieniem roli regionu w systemie bezpieczeństwa narodowego oraz jego integracji z europejskimi i krajowymi strukturami innowacji obronnych**. Opracowanie obejmuje identyfikację kluczowych zasobów i kompetencji, ocenę mechanizmów współpracy międzysektorowej i międzyregionalnej oraz wskazanie rekomendacji strategicznych dla rozwoju ekosystemu *dual-use* w perspektywie długoterminowej.

Rozdział I. Wprowadzenie do technologii podwójnego zastosowania z perspektywy nauki i badań naukowych

Pojęcie *dual-use* (podwójnego zastosowania) odnosi się do zachowania, w którym wiedza, technologie, produkty lub rezultaty badań naukowych mogą być różnie i często wielokrotnie wykorzystywane zarówno w celach pokojowych i społecznie pożądanych, jak i w sposób potencjalnie szkodliwy, nieetyczny lub zagrażający bezpieczeństwu jednostek, społeczeństw czy państw. Myślenie w kategoriach *dual-use* wykształciło się stopniowo, wraz z rosnącą świadomością, że postęp naukowo-technologiczny, choć zasadniczo ukierunkowany na poprawę jakości życia, niesie ze sobą także ryzyko nadużyć oraz pierwotnie niezamierzonych konsekwencji.

Historycznie refleksja nad *dual-use* ma swoje źródła w doświadczeniach XX wieku, w szczególności w rozwoju technologii militarnych, badań jądrowych oraz chemicznych i biologicznych, których zastosowania cywilne współistniały z destrukcyjnym potencjałem militarnym. Z czasem problematyka ta zaczęła wykraczać poza obszar bezpieczeństwa międzynarodowego i kontroli zbrojeń, obejmując coraz więcej dziedzin, takich jak biotechnologia, informatyka, sztuczna inteligencja, inżynieria materiałowa, a także nauki społeczne i badania nad zachowaniami ludzkimi i organizacyjnymi. Współcześnie myślenie o *dual-use* stanowi integralny element debaty o odpowiedzialności nauki, etyce badań oraz relacjach między wiedzą, władzą i społeczeństwem.

Determinanty zjawiska *dual-use* mają charakter wielowymiarowy i obejmują zarówno czynniki technologiczne, instytucjonalne, jak i społeczno-kulturowe. Do kluczowych należy dynamiczny rozwój technologii o charakterze ogólnym (*general-purpose technologies*), które mogą być łatwo adaptowane do różnych celów i kontekstów. Im większa uniwersalność i dostępność danej technologii, tym trudniej jednoznacznie ograniczyć jej zastosowanie wyłącznie do intencji pierwotnie zakładanych przez twórców. Istotnym czynnikiem jest tutaj również globalizacja badań naukowych oraz otwartość obiegu wiedzy, sprzyjająca szybkiemu transferowi informacji, ale jednocześnie ograniczająca możliwość kontroli nad dalszym wykorzystaniem rezultatów badań.

Kolejną determinantą *dual-use* jest presja ekonomiczna i konkurencyjna, zarówno w sektorze publicznym, jak i prywatnym. Finansowanie badań, komercjalizacja wyników oraz współpraca z przemysłem mogą sprzyjać akcentowaniu efektywności i innowacyjności kosztem pogłębionej refleksji nad długofalowymi skutkami społeczno-etycznymi. Równie istotną rolę odgrywają uwarunkowania polityczne i regulacyjne, w tym zróżnicowane systemy prawne oraz odmienne standardy etyczne obowiązujące w poszczególnych krajach i regionach świata.

Rosnąca świadomość wyzwań związanych z problematyką *dual-use* prowadzi do systematycznego wzmocnienia zdolności instytucji naukowych do identyfikacji i zarządzania tym zjawiskiem. Trudność w jednoznacznym rozróżnieniu między zastosowaniami pożadanymi a potencjalnie niepożadanymi, szczególnie na wczesnych etapach badań podstawowych,

wskazuje na konieczność włączania refleksji nad możliwymi konsekwencjami społecznymi i etycznymi już na etapie projektowania badań. Ocenę ryzyka *dual-use* należy traktować jako proces ciągły, a nie jednorazowe działanie, uzupełniane i aktualizowane w miarę postępu prac badawczych oraz zmian kontekstu społeczno-politycznego. Dodatkowo fakt, że wiele potencjalnych zagrożeń ujawnia się dopiero na etapie wdrożeń, przemawia za potrzebą rozwijania elastycznych i adaptacyjnych mechanizmów zarządzania ryzykiem, zdolnych do reagowania na nieprzewidywalne skutki postępu naukowego. W tym celu zasadne jest promowanie podejść interdyscyplinarnych, łączących kompetencje techniczne z wiedzą z zakresu etyki, prawa, nauk społecznych i bezpieczeństwa. W efekcie również integracja zagadnień *dual-use* z codzienną praktyką badawczą oraz kulturą organizacyjną instytucji naukowych nabiera coraz większego znaczenia. Systemy zarządzania ryzykiem nie powinny funkcjonować wyłącznie jako formalny wymóg proceduralny, lecz jako element spójnej strategii instytucjonalnej, obejmującej edukację, dialog społeczności akademickiej i współodpowiedzialność. Włączenie problematyki *dual-use* do polityk badawczych, programów kształcenia oraz procesów ewaluacyjnych sprzyjać będzie budowaniu trwałej kultury refleksyjności i odpowiedzialności.

Przyjęcie normatywnego podejścia do zagadnienia *dual-use* pozostaje w ścisłej zgodności z koncepcją *Responsible Research and Innovation* (RRI)¹, która zakłada, że procesy badawcze i innowacyjne powinny być projektowane oraz realizowane w sposób świadomy, refleksyjny i społecznie odpowiedzialny. RRI dostarcza ram pojęciowych i operacyjnych umożliwiających systematyczne uwzględnianie potencjalnych konsekwencji badań, w tym ich możliwych podwójnych zastosowań, już na wczesnych etapach cyklu badawczego. W tym sensie *dual-use* nie jest jedynie ryzykiem wymagającym kontroli, lecz integralnym elementem odpowiedzialnego zarządzania wiedzą i innowacją. Z perspektywy RRI szczególnego znaczenia nabierają takie zasady jak antycypacja, refleksyjność, inkluzywność oraz zdolność reagowania. Antycypacja sprzyja identyfikowaniu potencjalnych scenariuszy wykorzystania wyników badań, zarówno pozytywnych, jak i problematycznych; refleksyjność wzmacnia zdolność badaczy i instytucji do krytycznej oceny własnych założeń i celów; inkluzywność umożliwia włączanie różnych interesariuszy w dialog dotyczący kierunków rozwoju nauki; natomiast responsywność pozwala na modyfikowanie działań badawczych w odpowiedzi na nowe informacje i zmieniające się uwarunkowania społeczne. Zastosowanie tych zasad w praktyce badawczej sprzyja lepszemu rozpoznaniu i zarządzaniu wyzwaniami *dual-use*, bez naruszania autonomii nauki. Włączenie problematyki *dual-use* w ramy RRI umożliwia również instytucjonalizację odpowiedzialności w sposób systemowy, a nie wyłącznie proceduralny. Zamiast traktować ocenę ryzyka jako zewnętrzny wymóg regulacyjny, podejście to sprzyja jej integracji z kulturą organizacyjną uczelni i ośrodków badawczych. W rezultacie *dual-use* staje się jednym z kluczowych obszarów realizacji idei odpowiedzialnych badań i innowacji, wspierając rozwój nauki, która nie tylko generuje wiedzę i rozwiązania technologiczne, lecz także aktywnie uczestniczy w kształtowaniu społecznie pożądanego kierunku rozwoju. Instytucje naukowe powinny zatem aktywnie inwestować w rozwój kompetencji badaczy w obszarze odpowiedzialnych badań i innowacji tak, aby byli oni przygotowani do świadomej oceny potencjalnych implikacji swoich działań. Szczególne znaczenie nabiera potrzeba wypracowania równowagi między autonomią badań naukowych

¹ Guidelines for responsible research and innovation, www.great-project.eu/Deliverables10 [29.12.2025], Gianni R., Goujon P. (2013) „Analytical Grid: Current Theory and Practice (in RRI)” GREAT Project.

a mechanizmami kontroli i regulacji. Autonomia akademicka powinna być postrzegana nie jako wartość sprzeczna z odpowiedzialnością, lecz jako warunek jej dojrzałego realizowania. Odpowiednio zaprojektowane ramy regulacyjne powinny wspierać badaczy w podejmowaniu świadomych decyzji, dostarczając jasnych wytycznych, narzędzi analitycznych oraz przestrzeni do refleksji, zamiast jedynie nakładać ograniczenia administracyjne. W tym sensie zarządzanie problematyką *dual-use* powinno wzmacniać zaufanie do nauki oraz jej społecznej legitymizacji.

W konsekwencji *dual-use* należy traktować nie tylko jako źródło potencjalnych zagrożeń, lecz także jako impuls do redefinicji standardów prowadzenia badań naukowych. Przyjęcie normatywnego podejścia do tego zagadnienia umożliwi rozwój nauki, która pozostaje innowacyjna, a jednocześnie świadoma swoich społecznych konsekwencji i zobowiązań wobec dobra wspólnego. W tym kontekście zagadnienie *dual-use* staje się nie tylko problemem technicznym czy regulacyjnym, lecz przede wszystkim wyzwaniem systemowym i kulturowym, wymagającym refleksji nad rolą nauki w społeczeństwie, odpowiedzialnością badaczy oraz sposobami integrowania etyki, bezpieczeństwa i innowacyjności.

1.1. Ogólne informacje na temat analizy bibliometrycznej „*dual-use*”

Przedstawione dotychczas ujęcie problematyki *dual-use*, osadzone w ramach *Responsible Research and Innovation*, wskazuje na rosnące znaczenie odpowiedzialnego zarządzania wiedzą oraz refleksji nad społecznymi konsekwencjami badań naukowych. Jednocześnie ujawnia potrzebę uporządkowania i pogłębienia wiedzy na temat tego, w jaki sposób zagadnienie *dual-use* było dotychczas konceptualizowane, analizowane i problematyzowane w literaturze naukowej. Stąd zdecydowano się na zastosowanie analizy bibliometrycznej, która umożliwi ilościową ocenę zakresu, struktury i ewolucji publikacji naukowych poświęconych *dual-use*. Metoda ta pozwala na identyfikację zmian w intensywności zainteresowania badawczego, wskazanie kluczowych obszarów tematycznych oraz określenie, w jakich dziedzinach nauki problematyka ta była podejmowana najczęściej². Analiza bibliometryczna stanowi tym samym użyteczne narzędzie do mapowania pola badawczego oraz do wstępnej diagnozy stopnia jego dojrzałości i spójności oraz pełni nie tylko funkcję deskryptywną, lecz także analityczną i krytyczną³. Pozwala uchwycić, w jakim stopniu refleksja nad *dual-use* rozwijana się równolegle do zmian technologicznych, politycznych i instytucjonalnych, a także jakie obszary badawcze były dotychczas uprzywilejowane, a które pozostają relatywnie słabo rozpoznane. Z tego względu w niniejszym raporcie zdecydowano się na zastosowanie podejścia bibliometrycznego, umożliwiającego ilościową i strukturalną analizę dorobku naukowego dotyczącego *dual-use*.

Podstawą przeprowadzonej analizy była baza danych Scopus, uznawana za jedno z najbardziej kompleksowych źródeł informacji bibliograficznej i cytowań publikacji naukowych. Wyszukiwanie przeprowadzono w dniu 22 grudnia 2025 roku z użyciem frazy „*dual-use*”, bez ograniczeń do określonych dyscyplin czy typów publikacji. Umożliwiło to uzyskanie kompleksowej informacji na temat sposobów obecności tego pojęcia w literaturze naukowej.

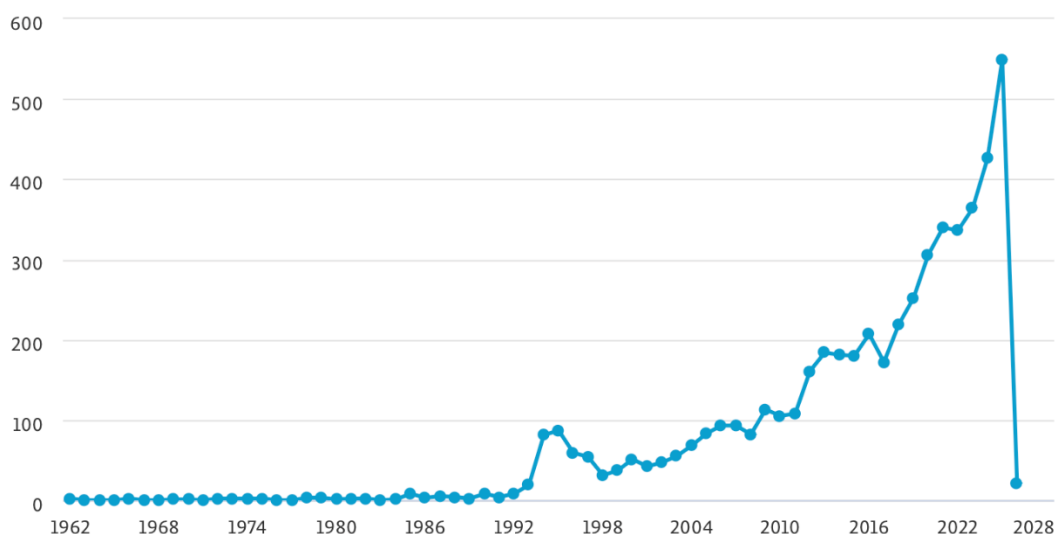
² Zupic I., Cater T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472; Lenart-Gansiniec R. (2021). *Systematyczny przegląd literatury w naukach społecznych*. Scholar, Warszawa.

³ Liao H., Tang M., Luo L., Li Q., Chiclana F., Zeng X. (2018). A Bibliometric Analysis and Visualization of Medical Big Data Research, *Sustainability*, 10(166).

Takie podejście pozwoliło na uchwycenie zarówno głównych nurtów badawczych, jak i obszarów, w których *dual-use* pojawia się w sposób bardziej rozproszony lub kontekstowy.

Celem przeprowadzonej analizy bibliometrycznej było zatem nie tylko ilościowe przedstawienie dorobku naukowego dotyczącego *dual-use*, lecz także opracowanie propozycji do dalszych badań. Uzyskane wyniki stanowią zatem punkt wyjścia do identyfikacji dominujących perspektyw badawczych, potencjalnych luk w literaturze oraz kierunków dalszych badań, które zostały omówione w kolejnych częściach. W tym etapie badań analizie poddano tytuły, słowa kluczowe oraz abstrakty. W kolejnym, do wizualizacji wyników wykorzystano oprogramowanie R.

Wykres 1. Liczba wyszukanych dokumentów związanych z *dual-use* od 1962 r.



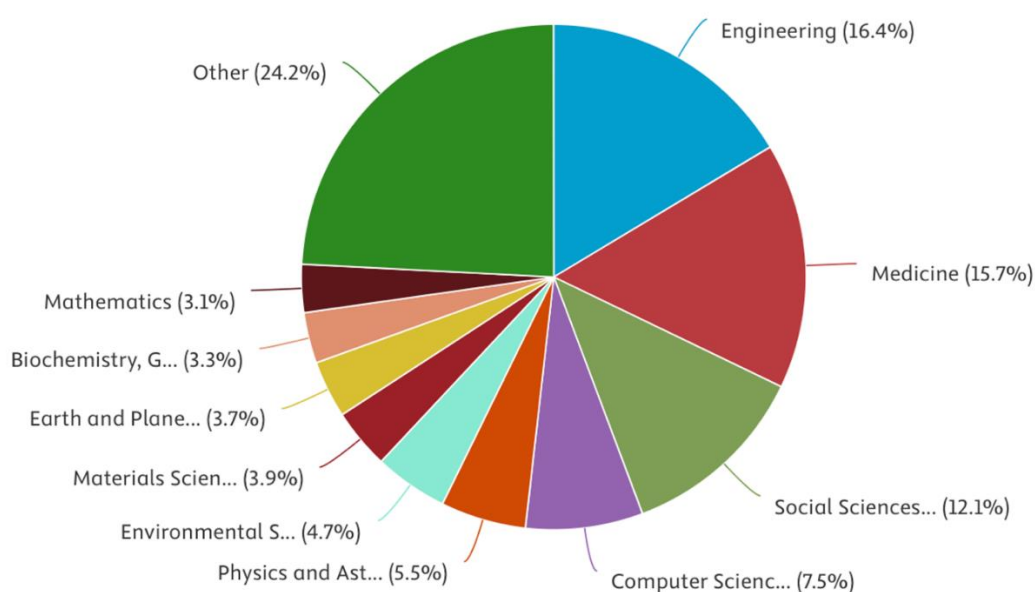
Źródło: opracowanie własne na podstawie Scopus.

Wyniki wyszukiwania wskazały na 5 274 rekordy⁴ (wykres 1), co – biorąc pod uwagę skalę i znaczenie problematyki *dual-use* w debacie o odpowiedzialności nauki i technologii – może być uznane za liczbę zaskakująco umiarkowaną. Pierwsza publikacja zawierająca analizowaną frazę pochodzi z 1962 roku, co koresponduje z okresem intensywnego rozwoju technologii o potencjale militarnym oraz narastającej refleksji nad etycznymi konsekwencjami badań naukowych w kontekście zimnej wojny. Analiza dynamiki liczby publikacji wskazuje na systematyczny, a w ostatnich latach wyraźnie przyspieszający wzrost zainteresowania tym zagadnieniem w literaturze naukowej. Już w 1994 roku w bazie Scopus odnotowano 88 dokumentów, co potwierdza, że *dual-use* funkcjonowało jako rozpoznawalny, choć niszowy obszar refleksji, silnie związany z debatami nad bezpieczeństwem i regulacją badań. W kolejnych latach liczba publikacji rosła stopniowo, osiągając 207 dokumentów w 2016 roku oraz 340 w 2021 roku, co można wiązać z rozwojem technologii o charakterze ogólnego zastosowania oraz rosnącą rolą zagadnień etycznych i *governance* w badaniach naukowych. Największy przyrost odnotowano w 2025 roku (549 dokumentów), co jednoznacznie wskazuje na dynamiczną intensyfikację zainteresowania problematyką *dual-use* w ostatnim okresie. Taka koncentracja publikacji w najnowszych latach sugeruje, że zagadnienie to coraz częściej traktowane jest jako samodzielny przedmiot analiz, a nie jedynie kontekst rozważań prowadzonych w ramach innych

⁴ Jak wpisano frazę ("*dual-use*" AND *technology*) uzyskano tylko 1 563 wyników, w przypadku użycia frazy ("*dual-use*" AND *research*) liczba również była bardzo mała i wynosiła 1 639 rekordów.

pojęć. Jednocześnie dane te potwierdzają, że relatywnie niska łączna liczba publikacji wynika nie z marginalności problemu, lecz z jego interdyscyplinarnego i rozproszonego charakteru oraz stosunkowo późnej konsolidacji jako odrębnego pola badawczego. Zjawisko to można zatem interpretować jako efekt kumulacji kilku czynników: przyspieszenia rozwoju technologii o charakterze ogólnego zastosowania, wzrostu znaczenia badań interdyscyplinarnych, a także rosnącej presji instytucjonalnej na uwzględnianie aspektów etycznych, bezpieczeństwa i odpowiedzialności w działalności badawczej. Wzrost liczby publikacji świadczy również o stopniowym przesuwaniu problematyki *dual-use* z obszaru wąsko rozumianych studiów nad bezpieczeństwem do szerszej debaty dotyczącej relacji między nauką, społeczeństwem i polityką.

Wykres 2. Wyszukane dokumenty w podziale na deklarowany obszar badań



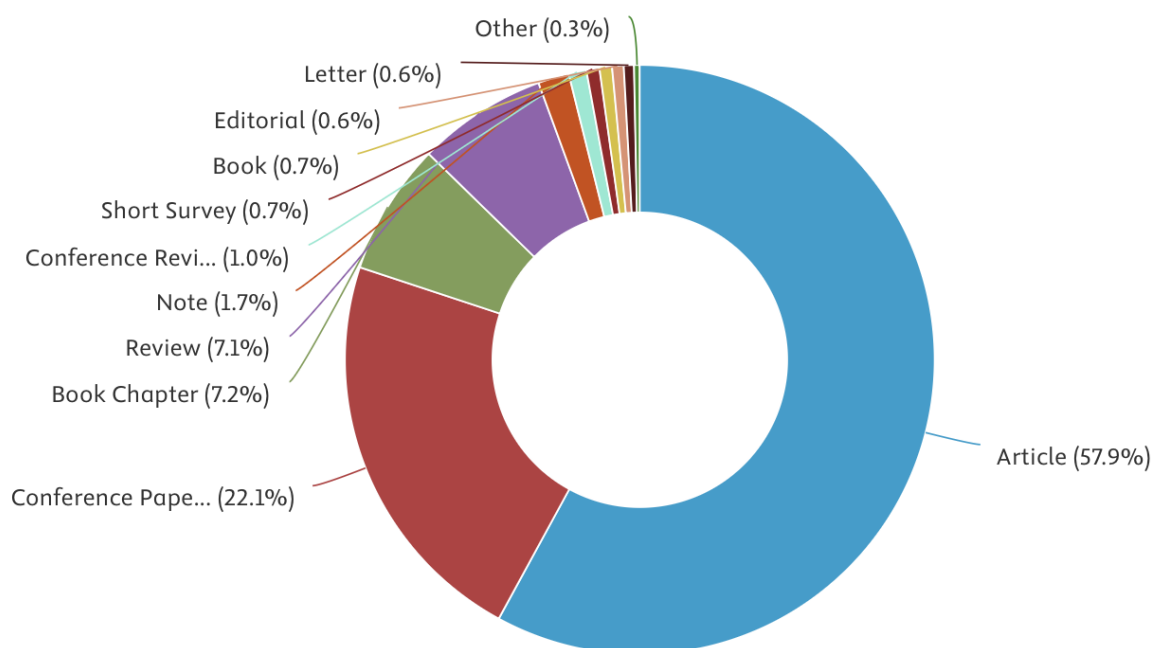
Źródło: opracowanie własne na podstawie Scopus.

Wykres 2 ukazuje rozproszenie problematyki *dual-use* pomiędzy wiele obszarów wiedzy, co jednoznacznie potwierdza interdyscyplinarny charakter tego zagadnienia. Największy udział publikacji przypada na inżynierię (16,4%) oraz medycynę (15,7%), co wskazuje, że refleksja nad *dual-use* najsilniej zakorzeniona jest w obszarach bezpośrednio powiązanych z rozwojem technologii, infrastruktury technicznej oraz badań biomedycznych. Są to jednocześnie dziedziny, w których potencjalne korzyści społeczne współistnieją z wysokim ryzykiem nadużyć, co historycznie sprzyjało wcześniejszemu podejmowaniu problematyki podwójnego zastosowania. Istotny udział nauk społecznych (12,1%) oraz nauk informatycznych (7,5%) wskazuje na stopniowe rozszerzanie refleksji nad *dual-use* poza perspektywę czysto techniczną czy biologiczną. Włączenie nauk społecznych sugeruje rosnące zainteresowanie zagadnieniami governance, etyki, regulacji oraz społecznych konsekwencji wykorzystania wiedzy. Z kolei obecność informatyki odzwierciedla znaczenie technologii cyfrowych, algorytmów i systemów informacyjnych jako nowych obszarów o wyraźnym potencjale *dual-use*, szczególnie w kontekście cyberbezpieczeństwa, sztucznej inteligencji czy przetwarzania danych. Relatywnie mniejsze udziały takich dziedzin jak fizyka i astronomia (5,5%), nauki o środowisku (4,7%), materiałoznawstwo (3,9%), nauki o Ziemi (3,7%), biochemia i genetyka (3,3%) czy matematyka

(3,1%) nie oznaczają braku znaczenia *dual-use* w tych obszarach, lecz raczej wskazują na fragmentaryczność i kontekstowy charakter obecności tego pojęcia w tej literaturze. W wielu z tych dziedzin problematyka *dual-use* pozostaje istotna, jednak bywa ujmowana w odmiennych perspektywach terminologicznych lub analizowana w bardziej wyspecjalizowanych kontekstach badawczych.

Na szczególną uwagę zasługuje kategoria „Other” (24,2%), która obejmuje niemal jedną czwartą wszystkich publikacji. Tak wysoki udział tej kategorii potwierdza wcześniejszy wniosek o rozproszeniu konceptualnym *dual-use* oraz jego obecności w licznych, często niszowych lub interdyscyplinarnych obszarach badawczych. Wskazuje to, że *dual-use* nie funkcjonuje jako spójna domena jednej dyscypliny, lecz jako przekrojowy problem pojawiający się na styku różnych pól wiedzy. Wykres 2 wzmacnia tezę, że relatywnie niska łączna liczba publikacji dotyczących *dual-use* nie wynika z marginalności zagadnienia, lecz z jego wielodyscyplinarnego i rozproszonego charakteru. *Dual-use* jest problemem obecnym w wielu dziedzinach, często traktowanym jako implikacja badań, a nie ich główny przedmiot.

Wykres 3. Typy wyszukanych dokumentów



Źródło: opracowanie własne na podstawie Scopus.

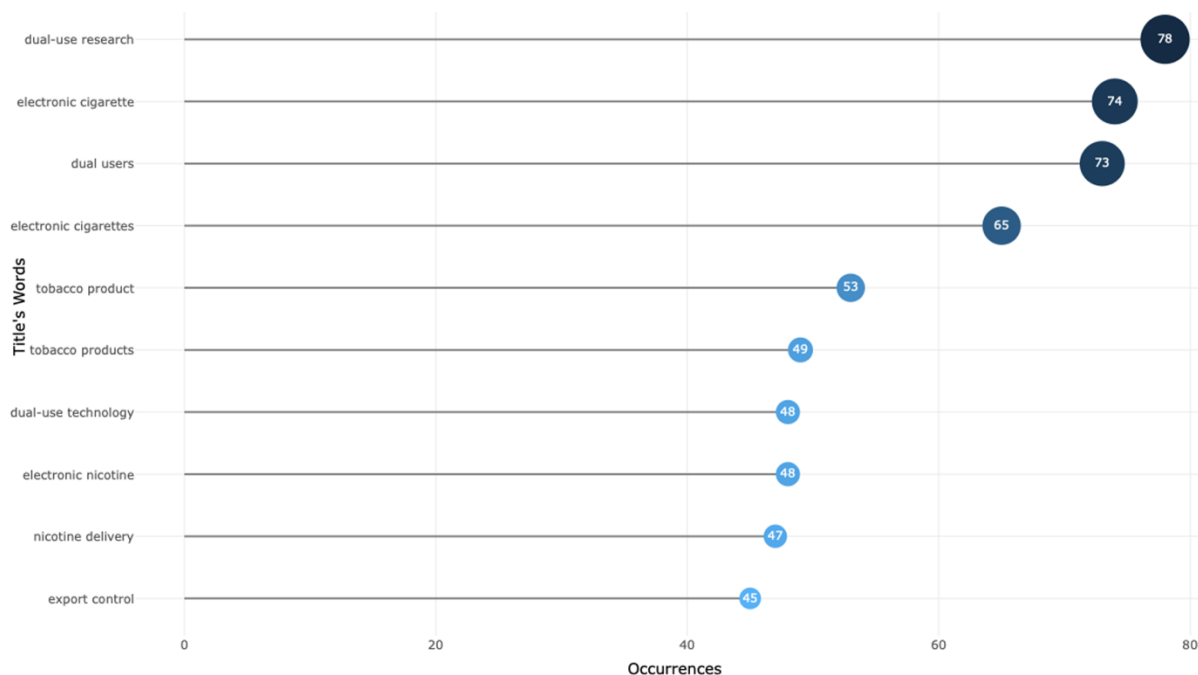
Wykres 3 przedstawia strukturę publikacji dotyczących problematyki *dual-use* według typu dokumentu, ujawniając wyraźną dominację artykułów naukowych, które stanowią 57,9%. Wskazuje to, że refleksja nad *dual-use* rozwija się przede wszystkim w ramach klasycznej komunikacji naukowej, opartej na artykułach recenzowanych, publikowanych w czasopiśmie naukowych. Taki rozkład oznacza, że zagadnienie to jest stopniowo instytucjonalizowane jako przedmiot badań akademickich, a nie jedynie jako temat debat eksperckich, raportów czy dokumentów politycznych.

Drugą co do wielkości kategorią są referaty konferencyjne (22,1%), co świadczy o istotnej roli konferencji naukowych jako przestrzeni wczesnej wymiany idei, testowania nowych podejść interpretacyjnych oraz reagowania na dynamicznie zmieniające się uwarunkowania technologiczne i społeczne. Znaczący udział tej kategorii może być interpretowany jako przejaw relatywnie niskiego stopnia dojrzałości pola badawczego, w którym wiele koncepcji i problemów pozostaje jeszcze na etapie eksploracyjnym, zanim zostaną rozwinięte w pełnowymiarowe publikacje artykułowe. Z kolei zauważalny udział rozdziałów w książkach (7,2%) oraz książek (0,7%) wskazuje, że *dual-use* pojawia się również w bardziej syntetycznych i refleksyjnych formach wypowiedzi naukowej, jednak nie stanowi jeszcze dominującego tematu monografii. Może to potwierdzać wcześniejszy wniosek o fragmentaryczności i rozproszeniu refleksji nad *dual-use*, która częściej jest omawiana jako jeden z wątków szerszych analiz dotyczących etyki badań, bezpieczeństwa czy zarządzania innowacjami, niż jako samodzielny przedmiot kompleksowych opracowań książkowych.

Obecność przeglądów literatury (7,1%) ma szczególne znaczenie z perspektywy rozwoju pola badawczego. Wskazuje ono na rosnącą potrzebę porządkowania istniejącego dorobku, identyfikacji głównych nurtów badawczych oraz luk poznawczych. Jednocześnie relatywnie niewielki udział tej kategorii sugeruje, że *dual-use* wciąż znajduje się na etapie konsolidacji, a liczba systematycznych syntez pozostaje ograniczona w stosunku do potencjału i złożoności zagadnienia. Pozostałe typy dokumentów, takie jak *notes*, *short surveys*, *conference reviews*, *editorials*, *letters* oraz kategoria „*other*”, mają charakter marginalny ilościowo. Ich obecność świadczy jednak o tym, że *dual-use* pojawia się także w formach krótszych, bardziej opiniotwórczych lub reaktywnych, co może odzwierciedlać bieżące dyskusje wywoływane przez konkretne wydarzenia, kontrowersje technologiczne lub zmiany regulacyjne.

W zestawieniu z wcześniejszymi wynikami analizy bibliometrycznej wykres 4 wzmacnia tezę, że *dual-use* funkcjonuje jako pole badawcze o charakterze rozproszonym i interdyscyplinarnym, w którym dominują publikacje artykułowe i konferencyjne, natomiast brakuje jeszcze szeroko zakrojonych, kanonicznych opracowań monograficznych. Struktura typów dokumentów potwierdza, że zagadnienie to jest intensywnie dyskutowane, lecz wciąż pozostaje w fazie konceptualnego porządkowania i metodologicznego ugruntowywania, co uzasadnia potrzebę dalszych, pogłębionych badań oraz syntez teoretycznych.

Wykres 4. Częstość słów w tytułach analizowanych rekordów



Źródło: opracowanie własne, program R, dane Scopus.

Wykres 4 ukazuje najczęściej występujące terminy w tytułach analizowanych publikacji. Najczęściej pojawiające się frazy, takie jak *dual-use research*, *electronic cigarette*, *dual users* oraz *electronic cigarettes*, wskazują, że znaczna część literatury identyfikowanej przy użyciu frazy „*dual use*” odnosi się do badań nad jednoczesnym lub alternatywnym używaniem różnych produktów (np. papierosów tradycyjnych i elektronicznych), a nie wyłącznie do klasycznego rozumienia *dual-use* jako podwójnego zastosowania wiedzy czy technologii w kontekście bezpieczeństwa i etyki badań. Obecność terminów takich jak *tobacco product*, *tobacco products*, *electronic nicotine* oraz *nicotine delivery* potwierdza silne zakorzenienie analizowanego pojęcia w obszarze badań zdrowotnych i regulacyjnych, szczególnie w kontekście polityki antynikotynowej i zdrowia publicznego. Jednocześnie relatywnie niższa częstość występowania pojęć bardziej bezpośrednio kojarzonych z klasyczną problematyką *dual-use*, takich jak *dual use technology* czy *export control*, wskazuje na nierównomierne rozłożenie znaczeń terminu „*dual-use*” w literaturze naukowej.

Wyniki te mają istotne implikacje interpretacyjne. Po pierwsze, potwierdzają, że termin „*dual-use*” funkcjonuje w literaturze co najmniej w dwóch odmiennych znaczeniach: jako kategoria odnosząca się do podwójnego zastosowania technologii lub wiedzy (np. cywilnego i militarnego) oraz jako pojęcie opisujące wzorce użytkowania produktów, zwłaszcza w badaniach medycznych i zdrowia publicznego. Po drugie, wyjaśniają one częściowo relatywnie niską liczbę publikacji dotyczących *dual-use* w sensie normatywno-etycznym, wskazując, że znaczna część wyników wyszukiwania dotyczy odmiennych problemów badawczych. W konsekwencji wykres ten wzmacnia wcześniejszy wniosek, że analiza literatury dotyczącej *dual-use* wymaga precyzyjnego rozróżnienia kontekstów pojęciowych oraz świadomego podejścia metodologicznego. Jednocześnie podkreśla on potrzebę dalszego zawężania i konceptualnego porządkowania badań nad *dual-use* w rozumieniu odpowiedzialnych badań

i innowacji tak, aby oddzielić je od innych, semantycznie zbliżonych, lecz merytorycznie odmiennych obszarów badawczych.

Wykres 5. Częstość występowania słów kluczowych w analizowanych dokumentach



Źródło: opracowanie własne, program R, dane Scopus.

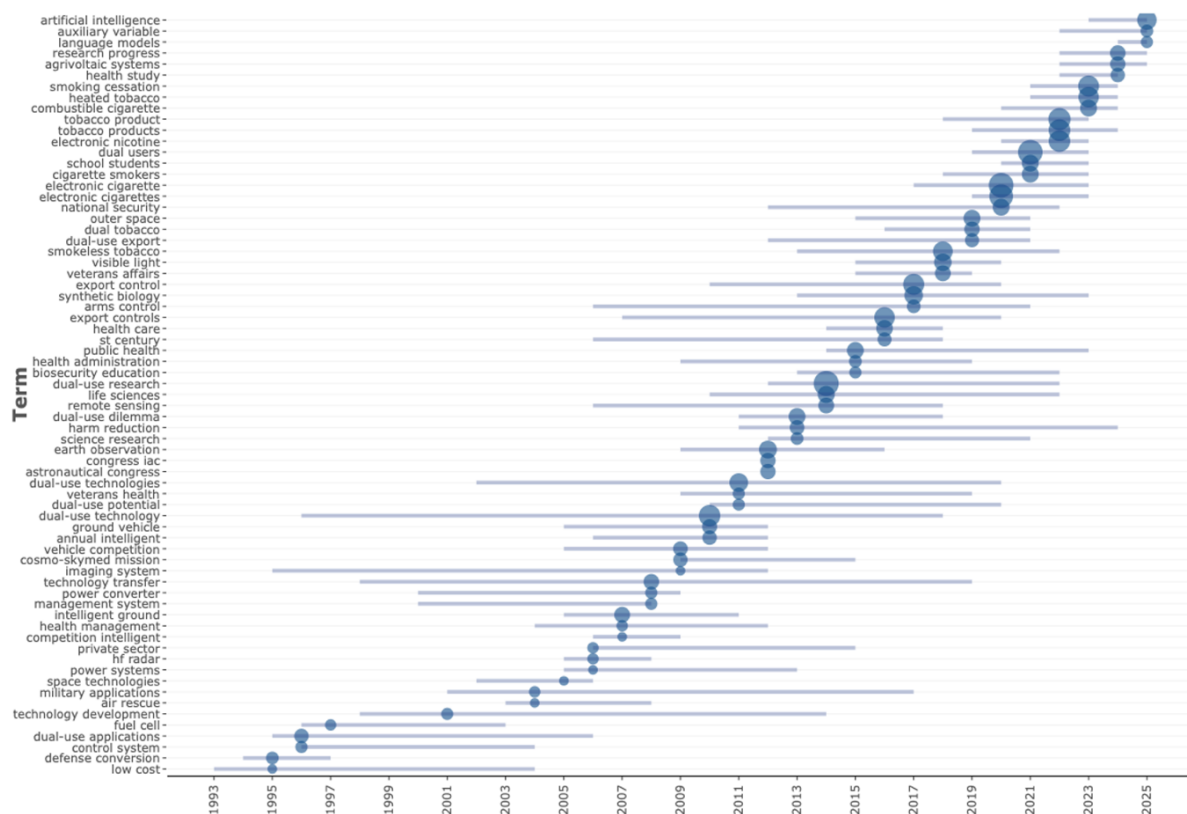
Przedstawiona chmura (wykres 5) słów kluczowych zdefiniowanych przez autorów analizowanych rekordów jednoznacznie potwierdza wieloznaczność i semantyczne rozwarstwienie pojęcia „*dual-use*” w literaturze naukowej, które było sygnalizowane we wcześniejszych etapach analizy bibliometrycznej. Najbardziej eksponowane hasła, takie jak *dual-use research*, *dual users*, *electronic cigarettes*, *electronic nicotine*, *tobacco products* oraz *nicotine delivery*, wskazują, że znaczna część publikacji identyfikowanych za pomocą frazy „*dual-use*” odnosi się do badań z zakresu zdrowia publicznego, w szczególności do analiz wzorców używania produktów nikotynowych (np. jednoczesnego korzystania z papierosów tradycyjnych i elektronicznych). Jednocześnie obecność terminów takich jak *export control*, *export controls*, *national security*, *artificial intelligence*, *risk assessment* czy *dual-use technology* potwierdza istnienie drugiego, wyraźnie odmiennego nurtu badawczego, odpowiadającego klasycznemu rozumieniu *dual-use* jako podwójnego zastosowania wiedzy, technologii lub wyników badań w kontekstach cywilnych i potencjalnie szkodliwych lub militarnych. Jednak relatywnie mniejsza wizualna dominacja tych pojęć w chmurze słów sugeruje, że nurt ten stanowi mniejszościową, choć konceptualnie kluczową część analizowanych dokumentów.

Zestawienie obu tych grup słów kluczowych potwierdza brak jednorodności pojęciowej w obrębie badań identyfikowanych jako „*dual-use*”. Autorzy wykorzystują ten sam termin do opisu zjawisk o odmiennym charakterze epistemologicznym, metodologicznym i normatywnym. W konsekwencji literatura dotycząca *dual-use* w sensie odpowiedzialności badań i innowacji pozostaje rozproszona i częściowo „ukryta” w zbiorach publikacji, w których pojęcie to pełni funkcję deskryptywną (np. wzorce konsumpcji) a nie analityczno-normatywną.

1.2. Analiza trendów badawczych dotyczących „*dual-use*” w literaturze naukowej

Analiza trendów badawczych dotyczących zagadnienia *dual-use* w literaturze naukowej została przedstawiona ze szczególnym uwzględnieniem ich ewolucji w ujęciu czasowym oraz tematycznym. Umożliwia identyfikację dominujących obszarów zainteresowania badawczego, zmian w sposobie konceptualizacji pojęcia *dual-use* oraz przesunięć akcentów pomiędzy poszczególnymi dziedzinami nauki. W oparciu o wyniki analizy bibliometrycznej możliwe jest również uchwycenie momentów intensyfikacji badań oraz wyłaniających się nowych tematów, co pozwala lepiej zrozumieć dynamikę rozwoju tego pola badawczego i jego aktualne kierunki.

Wykres 6. Zróżnicowanie tematyczne badań związanych z *dual-use* na podstawie analizy abstraktów



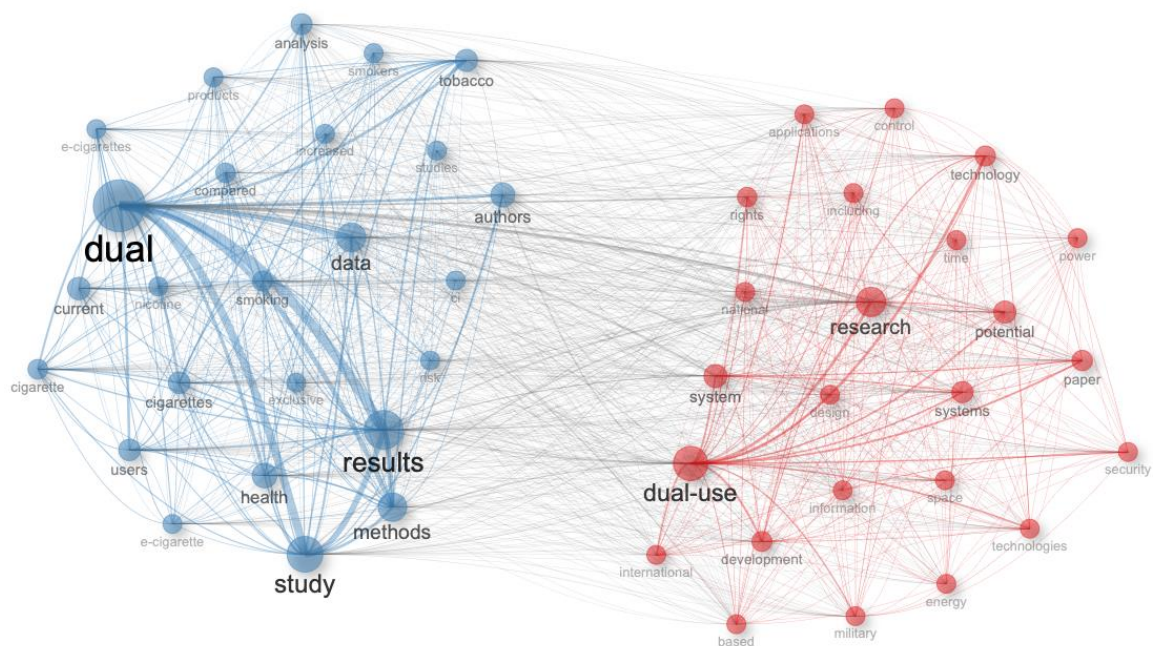
Źródło: opracowanie własne, program R, dane Scopus.

Wykres 6 ukazuje ewolucję tematów badawczych powiązanych z pojęciem *dual-use*, pozwalając prześledzić, w jaki sposób zmieniało się znaczenie i zakres tego terminu w literaturze naukowej na przestrzeni lat. Najwcześniejsze tematy, pojawiające się w latach 60. i 70. XX wieku, koncentrują się wokół zagadnień technologicznych i bezpieczeństwa, co koresponduje z myśleniem o *dual-use* w kontekście zimnej wojny, kontroli technologii oraz zastosowań militarnych. W tym okresie *dual-use* funkcjonuje przede wszystkim jako kategoria silnie powiązana z transferem technologii i bezpieczeństwem państwa. W kolejnych dekadach widoczna jest stopniowa dywersyfikacja tematów, obejmująca obszary takie jak inżynieria, technologie przemysłowe, ocena ryzyka czy *governance*. Jednocześnie tematy te utrzymują się na osi przez dłuższy czas, co sugeruje, że refleksja nad *dual-use* rozwija się wolno i kumulatywnie. Ten etap odpowiada fazie rozproszonej instytucjonalizacji pojęcia, w której *dual-use* nie stanowi jeszcze wyraźnie wyodrębnionego pola badawczego. Punkt zwrotny następuje w drugiej dekadzie

XXI wieku, kiedy na wykresie zaczynają dominować tematy związane z elektronicznymi papierosami, nikotyną, zdrowiem publicznym oraz wzorcami używania produktów. To przesunięcie tematyczne potwierdza wcześniejsze ustalenia wynikające z analizy słów kluczowych i najczęściej występujących terminów: pojęcie *dual-use* zostaje w tym okresie silnie przejęte przez badania medyczne i epidemiologiczne, gdzie oznacza jednoczesne lub alternatywne używanie różnych produktów. Zjawisko to prowadzi do semantycznego „rozmycia” pojęcia *dual-use*, zwiększając liczebność publikacji, lecz jednocześnie utrudniając identyfikację literatury odnoszącej się do jego klasycznego, normatywnego znaczenia.

W ostatnim czasie (wykres 6) pojawiają się także tematy takie jak sztuczna inteligencja, technologie cyfrowe, *risk assessment*, *export control* czy *national security*, które sygnalizują ponowne rozszerzenie refleksji nad *dual-use* w kierunku nowych technologii o charakterze ogólnego zastosowania. Wskazuje to na równoległe funkcjonowanie dwóch głównych nurtów badawczych: jednego, silnie zakorzenionego w zdrowiu publicznym oraz drugiego, związanego z odpowiedzialnością badań, regulacjami i bezpieczeństwem.

Wykres 7. Sieci relacji między frazami w analizowanych abstraktach



Źródło: opracowanie własne, program R, dane Scopus.

Przedstawiony wykres 7 sieciowy fraz występujących w abstraktach analizowanych publikacji ujawnia wyraźną dwubiegunową strukturę dyskursu naukowego dotyczącego *dual-use*. Sieć składa się z dwóch silnie zagęszczonych klastrów, połączonych licznymi, lecz relatywnie słabszymi relacjami, co wskazuje na współistnienie odmiennych, choć częściowo przenikających się nurtów badawczych. Pierwszy klaster (oznaczony kolorem niebieskim) koncentruje się wokół terminów takich jak *dual*, *study*, *results*, *methods*, *data*, *health*, *users*, *cigarettes*, *e-cigarettes* oraz *smoking*. Struktura ta jednoznacznie wskazuje na dominację badań empirycznych z zakresu zdrowia publicznego, w których pojęcie *dual* odnosi się do wzorców jednoczesnego lub alternatywnego używania produktów, w szczególności wyrobów tytoniowych i elektronicznych papierosów. Centralna pozycja słów takich jak *study* i *results* sugeruje silne

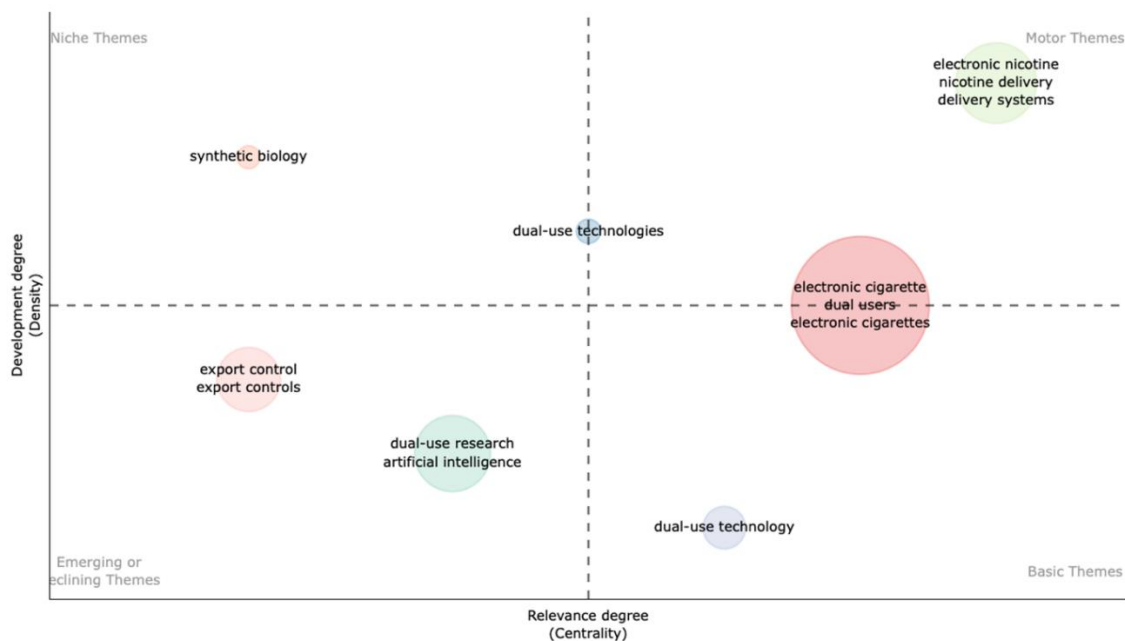
zakorzenie tego nurtu w badaniach ilościowych i epidemiologicznych, koncentrujących się na analizie danych oraz wyników badań populacyjnych.

Drugi klaster (oznaczony kolorem czerwonym) skupia się wokół pojęć takich jak *dual-use*, *research*, *technology*, *systems*, *security*, *control*, *development*, *military*, *energy* oraz *information*. Ten zbiór terminów odpowiada klasycznemu, normatywno-technologicznemu rozumieniu *dual-use* jako podwójnego zastosowania wiedzy, technologii i systemów w kontekstach cywilnych oraz potencjalnie szkodliwych lub militarnych. Obecność pojęć związanych z bezpieczeństwem, kontrolą i rozwojem technologii wskazuje na refleksję osadzoną w ramach *governance*, regulacji oraz odpowiedzialności badań.

Relacje pomiędzy tymi dwoma klastrami są widoczne, lecz wyraźnie słabsze niż powiązania wewnątrz nich, co sugeruje ograniczony stopień integracji obu nurtów badawczych. Pojęcia takie jak *research* czy *technology* pełnią funkcję węzłów pośrednich, jednak nie prowadzą do pełnej konceptualnej konwergencji. W praktyce oznacza to, że literatura empiryczna dotycząca zdrowia publicznego oraz literatura normatywno-regulacyjna funkcjonują w dużej mierze równolegle, wykorzystując podobne terminy, lecz nadając im odmienne znaczenia analityczne.

W kontekście przedstawionych dotychczas analiz (słów kluczowych autorów oraz trendów tematycznych) wykres relacji fraz w abstraktach również dostarcza dodatkowego, silnego potwierdzenia tezy, że *dual-use* nie stanowi jednorodnej kategorii pojęciowej w literaturze naukowej. Jednocześnie wyraźna separacja klastrów wskazuje na istotny potencjał badawczy związany z ich przyszłą integracją. W szczególności podejścia takie jak *Responsible Research and Innovation* mogą stanowić ramę umożliwiającą połączenie empirycznych analiz użytkowania technologii z refleksją normatywną nad ich społecznymi i etycznymi konsekwencjami. W tym sensie analiza relacji fraz z abstraktów nie tylko mapuje istniejący dyskurs, lecz także identyfikuje kluczowe obszary wymagające dalszej konceptualizacji i dialogu interdyscyplinarnego.

Wykres 8. Mapa tematyczna analizowanych rekordów



Źródło: opracowanie własne, program R, dane Scopus.

Mapa tematyczna (wykres 8) przedstawia strukturę badań nad zagadnieniem *dual-use* w układzie dwuwymiarowym, gdzie oś pozioma (*centrality*) odzwierciedla znaczenie danego tematu dla całego pola badawczego, natomiast oś pionowa (*density*) wskazuje stopień jego wewnętrznego rozwoju i dojrzałości konceptualnej. Taki układ pozwala zidentyfikować zarówno tematy dominujące, jak i niszowe, a także obszary wschodzące lub tracące na znaczeniu. W prawym górnym kwadrancie, określanym jako *Motor Themes*, znajdują się zagadnienia związane z *electronic nicotine*, *nicotine delivery* oraz *delivery systems*. Ich wysoka centralność i wysoki stopień rozwoju wskazują, że są to obecnie najsilniej ugruntowane i napędzające całe pole badawcze tematy. Obserwacja ta jest spójna z wcześniejszymi wynikami analizy słów kluczowych i trendów tematycznych, które pokazały dominację w literaturze badań nad produktami nikotynowymi i elektronicznymi systemami dostarczania substancji. W tym kontekście pojęcie *dual-use* funkcjonuje przede wszystkim w znaczeniu deskryptywnym, odnoszącym się do wzorców użycia produktów, a nie do normatywnego problemu podwójnego zastosowania technologii.

Prawy dolny kwadrant, obejmujący *Basic Themes*, zawiera tematy takie jak *electronic cigarette*, *dual users* oraz *electronic cigarettes*, a także *dual-use technology*. Wysoka centralność przy jednocześnie niższym poziomie rozwoju wskazuje, że są to pojęcia znaczące dla analizowanej literatury, lecz często wykorzystywane w sposób szeroki i niespecyficzny. Ich obecność w tej części mapy potwierdza, że termin „*dual use*” pełni w wielu badaniach rolę pojęcia operacyjnego, pozbawionego pogłębionej refleksji teoretycznej. Lewy górny kwadrant, obejmujący *Niche Themes*, reprezentowany jest m.in. przez *synthetic biology*. Tematy te cechują się wysokim stopniem rozwoju, lecz niską centralnością, co oznacza, że są dobrze rozwinięte wewnątrz, ale marginalne z punktu widzenia całego pola badawczego. W kontekście *dual-use* jest to szczególnie istotne, ponieważ syntetyczna biologia stanowi klasyczny przykład technologii o wysokim potencjale podwójnego zastosowania, który jednak pozostaje słabo zintegrowany z dominującym nurtem literatury identyfikowanej przy użyciu terminu „*dual-use*”.

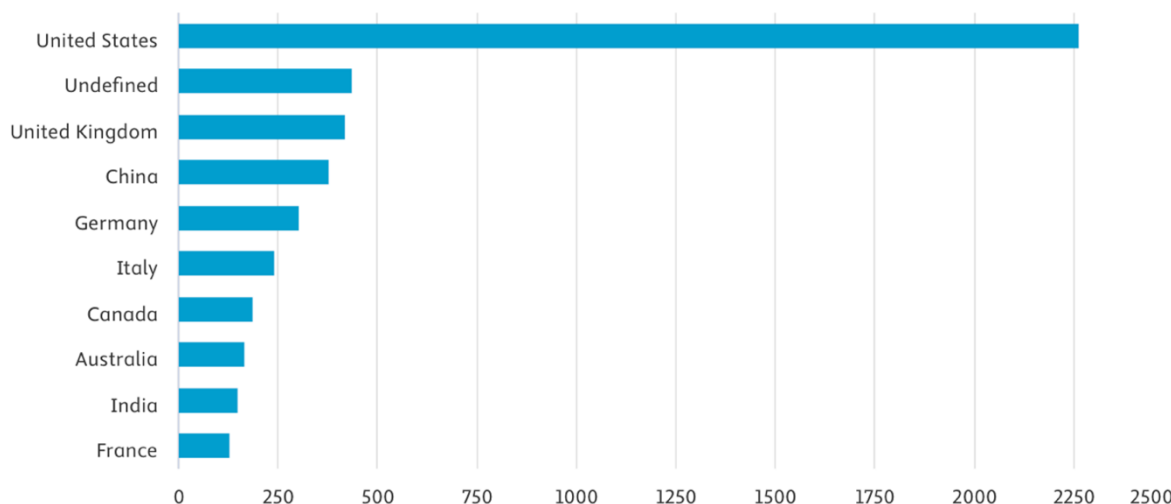
Lewy dolny kwadrant, określanym jako *Emerging or Declining Themes*, obejmuje m.in. *export control*, *export controls*, a także *dual-use research* oraz *artificial intelligence*. Ich niska centralność i niski poziom rozwoju sugerują, że są to tematy albo wschodzące, wymagające dalszej eksploracji, albo tracące widoczność w analizowanej literaturze. W świetle wcześniejszych analiz należy je interpretować raczej jako niedoreprezentowane, a nie marginalne merytorycznie. To właśnie w tym obszarze lokuje się klasyczne, normatywne rozumienie *dual-use*, związane z bezpieczeństwem, regulacjami, odpowiedzialnością badań oraz nowymi technologiami o charakterze ogólnego zastosowania. Centralne położenie kategorii *dual-use technologies* wskazuje na jej potencjalną rolę pomostu pojęciowego pomiędzy różnymi nurtami badawczymi. Jednocześnie jej umiarkowana centralność i rozwój sugerują, że integracja technicznego, społecznego i normatywnego rozumienia *dual-use* pozostaje wciąż niepełna.

1.3. Perspektywa polityczno-społeczna prowadzonej analizy bibliometrycznej

Uzupełnieniem przeprowadzonej analizy bibliometrycznej jest perspektywa geograficzna i instytucjonalna (wykres 9), która pozwala osadzić wyniki badań nad *dual-use* w szerszym kontekście politycznym, społecznym i strategicznym ostatniej dekady. Analiza dorobku naukowego wskazuje na wyraźną koncentrację badań w określonych krajach i ośrodkach,

co odzwierciedla globalne nierówności w potencjale badawczym, ale także zróżnicowane priorytety polityczne i regulacyjne związane z rozwojem technologii o podwójnym zastosowaniu.

Wykres 9. Perspektywa geograficzna analizowanych rekordów



Źródło: opracowanie własne, program R, dane Scopus.

Na szczególną uwagę zasługuje dominująca rola Stanów Zjednoczonych, które w analizowanym okresie stanowią główne centrum tworzeniu wiedzy dotyczącej *dual-use*. Pozycja ta jest ściśle powiązana z rozbudowanym ekosystemem badań naukowych finansowanych ze środków publicznych oraz z silnym sprzężeniem zwrotnym między nauką, polityką, bezpieczeństwem, zdrowiem publicznym i regulacją rynku technologii. W ostatnich dziesięciu latach, naznaczonych nasileniem rywalizacji geopolitycznej, rozwojem technologii o charakterze ogólnego zastosowania oraz doświadczeniami globalnych kryzysów zdrowotnych, *dual-use* stało się istotnym elementem strategicznego zarządzania wiedzą i innowacją.

Istotną rolę w rozwoju badań nad *dual-use* odgrywają również inne państwa o ugruntowanych systemach nauki i technologii, w szczególności kraje Europy Zachodniej, Chiny, Kanada oraz Australia. Ich obecność w literaturze naukowej wskazuje na rosnące znaczenie problematyki podwójnego zastosowania technologii w kontekście międzynarodowym, przy jednoczesnym zróżnicowaniu podejść regulacyjnych i instytucjonalnych. Widoczny jest przy tym kontrast pomiędzy modelami scentralizowanego finansowania badań, charakterystycznymi dla Stanów Zjednoczonych, a bardziej rozproszonymi, programowymi mechanizmami wsparcia badań, typowymi dla Unii Europejskiej, często osadzonymi w ramach koncepcji *Responsible Research and Innovation*.

Analiza instytucjonalna wskazuje ponadto na silną rolę publicznych agencji finansujących badania, zwłaszcza w obszarach zdrowia publicznego, regulacji produktów oraz nauk biomedycznych. Potwierdza to wcześniejsze wnioski dotyczące dominacji nurtu zdrowotnego w literaturze identyfikowanej za pomocą pojęcia *dual-use*, ale jednocześnie ujawnia strategiczne znaczenie badań finansowanych przez państwo w obszarach o wysokim potencjale ryzyka społecznego i regulacyjnego. W tym kontekście *dual-use* funkcjonuje nie tylko jako kategoria analityczna, lecz także jako narzędzie porządkowania relacji między innowacją, bezpieczeństwem i odpowiedzialnością instytucjonalną.

Łącznie wyniki te wskazują, że rozwój badań nad *dual-use* jest silnie uzależniony od kontekstu politycznego, społecznego i instytucjonalnego, w którym funkcjonują systemy nauki i innowacji. Dominacja określonych krajów i ośrodków badawczych odzwierciedla nie tylko ich potencjał naukowy, lecz także strategiczne postrzeganie technologii o podwójnym zastosowaniu jako kluczowego elementu bezpieczeństwa, konkurencyjności i zarządzania ryzykiem. Tym samym problematyka *dual-use* jawi się jako obszar badań o wyraźnie politycznym i społecznym zakorzenieniu, co dodatkowo wzmacnia zasadność dalszych analiz integrujących perspektywy technologiczne, normatywne i *governance* w ramach odpowiedzialnych badań i innowacji.

1.4. Podsumowanie analizy bibliometrycznej dotyczącej „*dual-use*” w literaturze naukowej

Przeprowadzona analiza bibliometryczna literatury dotyczącej zagadnienia *dual-use*, oparta na danych z bazy Scopus, ujawnia jego złożony, wielowymiarowy i silnie zróżnicowany charakter. Zestawienie wyników uzyskanych na podstawie dynamiki publikacji, struktury dziedzinowej, typów dokumentów, analizy słów kluczowych autorów, trendów tematycznych, mapy tematycznej oraz analizy fraz z abstraktów pozwala na sformułowanie kilku spójnych i pogłębionych wniosków dotyczących sposobu funkcjonowania pojęcia *dual-use* w literaturze naukowej.

Po pierwsze, analiza liczby publikacji w czasie wskazuje na stopniowy, lecz wyraźnie przyspieszający wzrost zainteresowania problematyką *dual-use*, szczególnie w ostatniej dekadzie. Już w połowie lat 90. XX wieku pojęcie to było obecne w literaturze naukowej w sposób zauważalny, jednak jego dynamiczny rozwój następuje dopiero po 2018 roku, osiągając kulminację w ostatnich latach. Tendencja ta potwierdza, że *dual-use* nie jest zagadnieniem nowym, lecz stosunkowo późno skonsolidowanym jako odrębny przedmiot systematycznych badań. Jednocześnie koncentracja największej liczby publikacji w ostatnim czasie wskazuje, że pole to znajduje się obecnie w fazie intensywnej ekspansji, a nie stabilnej dojrzałości teoretycznej.

Po drugie, struktura dziedzinowa publikacji oraz analiza typów dokumentów potwierdzają wyraźnie interdyscyplinarny, lecz jednocześnie rozproszony charakter badań nad *dual-use*. Dominacja artykułów naukowych i referatów konferencyjnych przy relatywnie niewielkim udziale monografii i prac syntetyzujących sugeruje, że refleksja nad *dual-use* rozwija się głównie w formie fragmentarycznych analiz osadzonych w ramach poszczególnych dyscyplin, a nie jako spójne pole teoretyczne. Wskazuje to na ograniczoną liczbę opracowań o charakterze integrującym i konceptualizującym, co ma istotne implikacje dla dalszego rozwoju badań.

Po trzecie, analiza najczęściej występujących słów, chmura słów kluczowych, autorów oraz analiza fraz z abstraktów jednoznacznie ujawniają wieloznaczność pojęcia *dual-use* w literaturze naukowej. Wyniki te wskazują na współistnienie co najmniej dwóch odmiennych nurtów badawczych. Pierwszy, dominujący ilościowo, związany jest z badaniami nad zdrowiem publicznym i wzorcami używania produktów, w szczególności wyrobów nikotynowych i elektronicznych systemów dostarczania substancji, gdzie termin *dual* odnosi się do jednoczesnego lub alternatywnego korzystania z różnych produktów. Drugi nurt, znacznie mniej

liczny, odpowiada klasycznemu rozumieniu *dual-use* jako podwójnego zastosowania wiedzy, technologii lub wyników badań w kontekście bezpieczeństwa, etyki i regulacji. Dwubiegunowa struktura sieci pojęć w abstraktach, przy ograniczonej liczbie powiązań między tymi nurtami, potwierdza niski poziom ich konceptualnej integracji. To semantyczne rozwarstwienie pojęcia stanowi kluczowe wyjaśnienie zarówno relatywnie niskiej łącznej liczby publikacji, jak i ich rozproszenia tematycznego.

Po czwarte, analiza trendów tematycznych oraz mapa tematyczna dostarczają pogłębionego obrazu ewolucji pola badawczego. Wskazują one, że dominujące obecnie tematy – szczególnie związane ze zdrowiem publicznym – pełnią funkcję „motorów” badań nad *dual-use*, podczas gdy klasyczne zagadnienia takie jak kontrola eksportu, bezpieczeństwo narodowe, syntetyczna biologia czy sztuczna inteligencja lokują się w obszarach niszowych lub wschodzących. Oznacza to, że tematy o najwyższym potencjale normatywnym i regulacyjnym pozostają relatywnie słabo reprezentowane w głównym nurcie literatury identyfikowanej za pomocą terminu „*dual use*”, mimo ich kluczowego znaczenia dla debaty o odpowiedzialnych badaniach i innowacjach.

Łącznie uzyskane wyniki prowadzą do wniosku, że *dual-use* nie funkcjonuje obecnie jako jednorodne i spójne pole badawcze, lecz jako pojęcie przekrojowe, używane w różnych kontekstach dyscyplinarnych i znaczeniowych. Jego widoczność w literaturze jest w dużej mierze determinowana przez dominację jednego obszaru tematycznego, co ogranicza ekspozycję klasycznego, normatywnego rozumienia *dual-use*. Tym samym analiza bibliometryczna nie tylko mapuje istniejący dorobek naukowy, lecz także ujawnia istotne luki poznawcze i potrzebę dalszej konceptualizacji. W tym kontekście zasadnym kierunkiem dalszych badań jest integracja refleksji nad *dual-use* w ramach szerszych podejść, takich jak *Responsible Research and Innovation*, które umożliwiają połączenie perspektyw technologicznych, społecznych i normatywnych. Przeprowadzona analiza bibliometryczna stanowi podstawę do dalszych analiz jakościowych oraz do formułowania rekomendacji dotyczących zarządzania ryzykiem, odpowiedzialności instytucjonalnej i roli nauki w kształtowaniu społecznie pożądanym kierunków rozwoju technologicznego.

W kontekście przeprowadzonej analizy bibliometrycznej mapa tematyczna potwierdza kluczowy wniosek, że dominacja jednego obszaru tematycznego (zdrowie publiczne i produkty nikotynowe) przestania inne, konceptualnie fundamentalne wątki *dual-use*, takie jak *governance*, kontrola eksportu, sztuczna inteligencja czy odpowiedzialność badań. Jednocześnie identyfikuje ona przestrzeń dla dalszych badań, w szczególności w kierunku integracji klasycznego rozumienia *dual-use* z założeniami *Responsible Research and Innovation* oraz współczesnymi wyzwaniami technologicznymi.

Wyniki przeprowadzonej analizy bibliometrycznej wskazują na konieczność ponownego przemyślenia sposobów kształtowania polityki naukowej oraz roli szkolnictwa wyższego w kontekście badań i innowacji o charakterze *dual-use*. Zidentyfikowane rozproszenie pojęciowe, dominacja wybranych obszarów tematycznych oraz silne uwarunkowanie badań przez kontekst polityczny i instytucjonalny generują szereg implikacji o charakterze systemowym.

Po pierwsze, na poziomie polityki naukowej zasadne jest wyraźniejsze konceptualne i regulacyjne uporządkowanie problematyki *dual-use*. Wykonana analiza pokazuje, że pojęcie to funkcjonuje w literaturze w odmiennych znaczeniach, co utrudnia zarówno porównywalność

badania, jak i projektowanie spójnych instrumentów wsparcia. W konsekwencji polityki badawcze powinny dążyć do precyzyjnego rozróżniania badań nad *dual-use* w sensie normatywno-regulacyjnym (bezpieczeństwo, etyka, governance) od badań, w których termin ten ma charakter deskryptywny. Takie rozróżnienie sprzytałoby bardziej adekwatnemu projektowaniu programów finansowania, ewaluacji projektów oraz mechanizmów zarządzania ryzykiem.

Po drugie, koncentracja badań nad *dual-use* w określonych krajach i instytucjach wskazuje na potrzebę wzmocnienia zdolności analitycznych i regulacyjnych systemów nauki w innych regionach, w szczególności w krajach o słabszym potencjale badawczym. Polityka naukowa powinna wspierać rozwój międzynarodowych konsorcjów badawczych, które nie tylko transferują wiedzę i technologie, lecz także sprzyjają dyfuzji standardów odpowiedzialnych badań i innowacji. W tym kontekście szkolnictwo wyższe odgrywa kluczową rolę jako przestrzeń budowania kompetencji refleksyjnych i etycznych, niezbędnych do świadomego prowadzenia badań o podwójnym zastosowaniu.

Po trzecie, dominacja finansowania publicznego w obszarach badań o wysokim potencjale *dual-use* implikuje potrzebę ściślejszego powiązania polityki naukowej z mechanizmami odpowiedzialności i przejrzystości. Państwo, jako główny inwestor w badania o znaczeniu strategicznym, powinno nie tylko regulować ich rezultaty, lecz także aktywnie wspierać tworzenie ram instytucjonalnych umożliwiających wczesną identyfikację ryzyk oraz ich systematyczne monitorowanie. W tym sensie *dual-use* powinno być traktowane jako element zarządzania portfelem badań, a nie wyłącznie jako problem etyczny na etapie wdrożeń.

Z perspektywy szkolnictwa wyższego uzyskane wyniki wskazują na konieczność integracji problematyki *dual-use* z programami kształcenia, zwłaszcza na poziomie studiów doktoranckich i kształcenia badaczy. Wieloznaczność i rozproszenie pojęcia *dual-use* ujawnione w analizie literatury sugerują, że kompetencje w tym zakresie nie mogą być ograniczone do wąsko rozumianej wiedzy technicznej. Uczelnie powinny rozwijać interdyscyplinarne formy kształcenia, łączące nauki techniczne i przyrodnicze z perspektywą prawną, społeczną i etyczną tak, aby przyszli badacze byli przygotowani do świadomego funkcjonowania w obszarach obarczonych podwyższonym ryzykiem etycznym i bezpieczeństwa.

Wreszcie, wyniki analizy wzmocniają zasadność osadzenia polityki naukowej i strategii uczelni w ramach koncepcji *Responsible Research and Innovation*. RRI oferuje spójne podejście do *dual-use* i procesów zarządzania badaniami, partycypacją interesariuszy oraz długofalową odpowiedzialnością społeczną nauki. W praktyce oznacza to potrzebę włączania zagadnień *dual-use* do strategii instytucjonalnych uczelni, systemów ewaluacji badań oraz kryteriów doskonałości naukowej, nie jako elementu restrykcyjnego, lecz jako czynnika wzmocniającego społeczną legitymizację nauki.

Podsumowując, przeprowadzona analiza bibliometryczna wskazuje, że problematyka *dual-use* powinna stać się integralnym elementem polityki naukowej i szkolnictwa wyższego, rozumianym nie tylko jako obszar regulacji, lecz także jako przestrzeń kształtowania odpowiedzialnej kultury badawczej. Odpowiedź na zidentyfikowane wyzwania wymaga działań skoordynowanych na poziomie systemowym, instytucjonalnym i edukacyjnym tak, aby rozwój nauki i technologii pozostawał spójny z wartościami społecznymi, bezpieczeństwem i długofalowym interesem publicznym.

Rozdział II. Charakterystyka technologii 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 – 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.

W odpowiedzi na powyższe, współczesne uniwersytety, które działając w warunkach intensywnych przemian technologicznych, społecznych i geopolitycznych, również znacząco zmieniają sposób realizacji swoich misji oraz zakres swoich odpowiedzialności⁵. W rezultacie tradycyjne rozróżnienia między sferą 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 bezpieczeństwa publicznego i obronnego. W konsekwencji technologiczna, instytucjonalna oraz aksjologiczna 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.

⁵ Altbach Ph. (2011). The past, present, and future of research University, *Economic and Political Weekly*, APRIL 16-22, 2011, 65–73. Nie jest to jednak przedmiotem tej publikacji. Zobacz też: Szewior K. (2021). *Uniwersytet (w) sieci*, Uniwersytet Warszawski, Oficyna Wydawnicza Aspra-JR, Warszawa, s. 45–94; 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_finansowania.pdf [28.11.2025].

Geneza pojęcia *dual-use* jest ściśle związana z dynamicznymi przemianami, jakie zachodziły w nauce, technologii i strukturach państwowych od XX wieku, 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 przetomowym, 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* zostało wzmocnione przez globalizację oraz rosnącą dostępność zaawansowanej infrastruktury badawczej, umożliwiającą szybki transfer i adaptację technologii. Pojawienie się sektorów opartych na wiedzy – takich jak biotechnologia, informatyka czy nanonauki – dodatkowo zwiększyło prawdopodobieństwo powstawania rozwiązań wielofunkcyjnych, nierzadko trudnych 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. Jest znacznie starszy i związany z długotrwałymi przekształceniami funkcji uniwersytetu, sposobów jego finansowania, zakresu jego współpracy z państwem oraz roli, jaką nauka zaczęła odgrywać w gospodarce i systemie bezpieczeństwa⁶. 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.

2.1. Modele współpracy uniwersytetu i źródła technologii *dual-use*

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

⁶ Bugaj J. (2025). *Planowanie strategiczne rozwoju uniwersytetu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, pozycja w druku, Kraków.

praktyczne – szczególnie militarne czy komercyjne – były relatywnie rzadkie i trudne do szybkiej implementacji.

Sytuacja ta uległa zasadniczej 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 Clarka⁷, który opisał uczelnię jako podmiot aktywnie zarządzający swoją strategią, elastyczny w reagowaniu na zmiany oraz zdolny do poszerzania źródeł finansowania⁸. 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 oraz do organizacji, w której kluczowe znaczenie mają kompetencje menedżerskie, strategiczne planowanie i partnerstwa zewnętrzne. Wtedy też zaczęły pojawiać się 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 Leydesdorffa⁹. 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 technologicznych¹⁰. W tym modelu *dual-use* staje się niejako efektem ubocznym samej logiki

⁷ 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, Maidenhead, Berkshire; Clark B. (1998). *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*. Oxford, UK, New York: Pergamon.

⁸ Rybkowski R. (2015). Autonomia a rozliczalność. Polskie wyzwania. *Nauka i Szkolnictwo Wyższe*, 1(45), 95–115. Zobacz też: Salmi J. (2007). Autonomy from the State vs Responsiveness to Markets. *Higher Education Policy*, 20, 223–242; Nokkala T., Bladh A. (2014). Institutional Autonomy and Academic Freedom in the Nordic Context – Similarities and Differences. *Higher Education Policy*, 27, 1–21.

⁹ 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)

¹⁰ Cai Y. (2020). ‘Innovation in Innovation’: A Review of Henry Etzkowitz and Chunyan Zhou, The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship. *Minerva*, 58(4), 651–656.

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 dynamikę¹¹. Włączenie społeczeństwa obywatelskiego, mediów i kultury, a następnie środowiska naturalnego, powoduje, że ekosystem innowacji staje się wielopoziomowy, wielowątkowy i wielointeresariuszowy¹². Uczelnie stają się zatem nie tylko partnerami biznesu¹³ 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 publicznymi¹⁴. 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:

<https://doi.org/10.1007/s11024-020-09418-1>; Leja K. (2003). *Instytucja akademicka. Strategia, Efektywność, Jakość*, Wydział i Nauk Społecznych i Humanistycznych, Seria Monografii Nr 107, Gdańsk: Gdańskie Towarzystwo Naukowe; Wolszczak-Derlacz J. (2013). *Efektywność naukowa, dydaktyczna i wdrożeniowa publicznych szkół wyższych w Polsce – analiza nieparametryczna*, Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.

¹¹ 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]; Leydesdorff L., Park H.W., 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>; 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>

¹² *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].

¹³ Rybkowski R. (2019). Uniwersytet współpracujący. Nauka we współpracy ze społeczeństwem, s. 11–28, [w:] M. Banaś, F. Czech, M. Kotaczek (red.), *Współpraca uczelni wyższych i organizacji pozarządowych jako animatorów społeczeństwa obywatelskiego z wykorzystaniem potencjału dziedzictwa kulturowego*, Księgarnia Akademicka, Kraków.

¹⁴ 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]; *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> [29.11.2025].

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:
 - ukierunkowanie na efektywność i innowacyjność wspierające rozwój technologii praktycznych;
 - wzrost znaczenia interdyscyplinarności – domeny szczególnie podatnej na *dual-use*.

Z kolei, do obszarów technologicznych o najwyższym potencjale *dual-use* – charakteryzujących się szybkim tempem rozwoju, interdyscyplinarnością, możliwością zastosowań cywilnych i militarnych oraz najczęściej rozwijanych na uczelniach – zaliczyć 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.

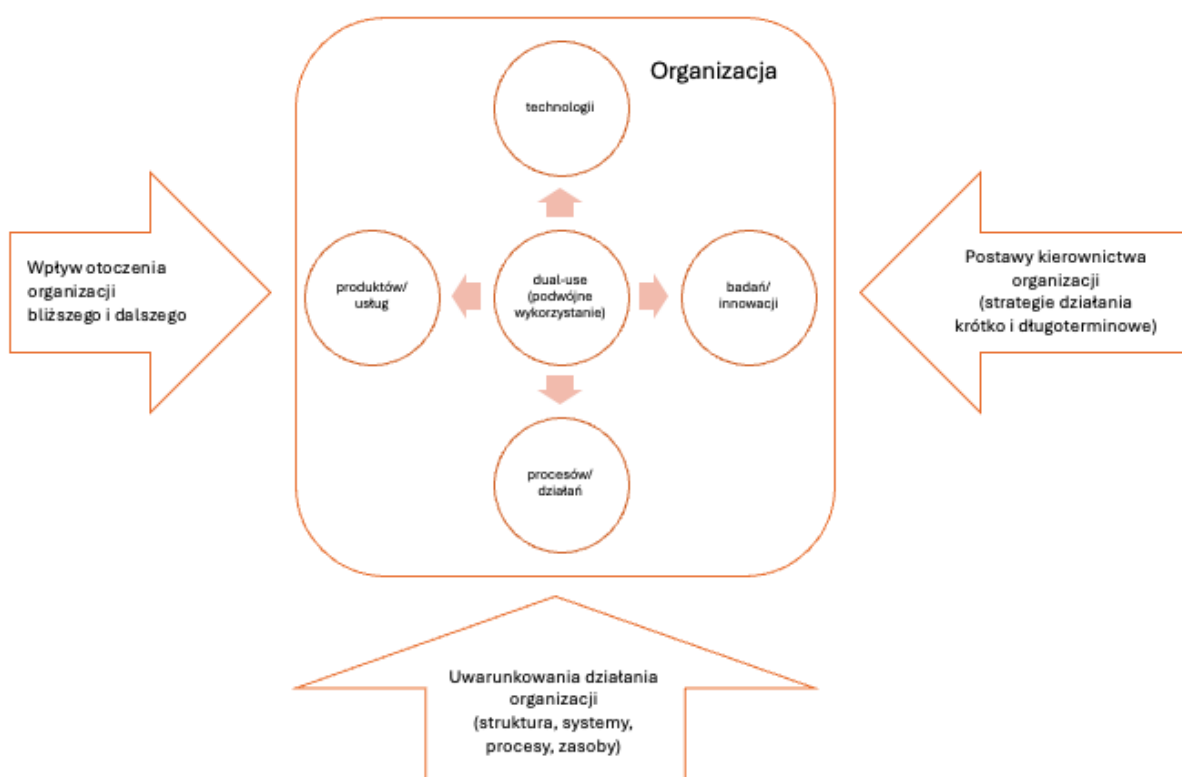
2.2. Zarządzanie *dual-use* w instytucjach naukowych

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. Model konceptualny elementów wpływających na *dual-use* z perspektywy organizacji



Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiony rysunek ma charakter modelu konceptualnego, który porządkuje zjawisko *dual-use* jako centralny mechanizm funkcjonowania organizacji w relacji do jej otoczenia oraz wewnętrznych uwarunkowań. W ujęciu metodycznym pozwala analizować *dual-use* nie jako odizolowany problem technologiczny, lecz jako zjawisko systemowe, przenikające różne obszary aktywności organizacyjnej. Centralne umiejscowienie *dual-use* wskazuje, że potencjał podwójnych zastosowań może dotyczyć czterech kluczowych domen: technologii, produktów i usług, procesów i działań oraz badań i innowacji. Model zakłada, że *dual-use* nie jest właściwością wyłącznie pojedynczego artefaktu (np. technologii), lecz relacją pomiędzy intencją, sposobem wykorzystania a kontekstem organizacyjnym i społecznym. Strzałki wewnętrzne sugerują dynamiczne sprzężenia zwrotne pomiędzy tymi domenami, co umożliwi prowadzenie analiz przekrojowych – np. identyfikację sytuacji, w których innowacja technologiczna generuje

nowe ryzyka *dual-use* w procesach operacyjnych lub w ofercie produktowej. Z kolei umiejscowienie organizacji w polu oddziaływań zewnętrznych (otoczenie bliższe i dalsze) oraz wewnętrznych (struktura, systemy, zasoby) pozwala traktować model jako ramę diagnostyczną, możliwą do wykorzystania w badaniach jakościowych, analizach strategicznych lub studiach przypadku.

Od strony metodologicznej rysunek ten wspiera podejście zgodne z *Responsible Research and Innovation*, umożliwiając jednoczesną analizę uwarunkowań technologicznych, instytucjonalnych i decyzyjnych. Może on stanowić podstawę do operacjonalizacji pojęcia *dual-use* w badaniach empirycznych, np. poprzez przypisanie wskaźników ryzyka, poziomu kontroli lub stopnia odpowiedzialności do poszczególnych obszarów modelu.

Z perspektywy praktyki zarządzania przedstawiony model wskazuje, że *dual-use* powinno być traktowane jako kwestia strategiczna, a nie wyłącznie techniczna lub etyczna. Kluczową rolę odgrywają tu postawy kierownictwa organizacji, w tym decyzje strategiczne podejmowane zarówno w perspektywie krótkoterminowej, jak i długoterminowej. To one determinują, czy potencjał podwójnego wykorzystania będzie świadomie identyfikowany, monitorowany i zarządzany, czy też pozostanie nieświadomym źródłem ryzyka. Model podkreśla dodatkowo, że skuteczne zarządzanie *dual-use* wymaga spójności pomiędzy strategią a codzienną praktyką organizacyjną. Uwarunkowania wewnętrzne – takie jak struktura organizacyjna, systemy decyzyjne, procedury, kompetencje pracowników oraz dostępne zasoby – stanowią fundament, który może zarówno wzmacniać zdolność organizacji do odpowiedzialnego działania, jak i ją ograniczać. Brak odpowiednich struktur lub jasnych zasad może prowadzić do sytuacji, w której innowacje lub technologie są wykorzystywane w sposób niekontrolowany lub sprzeczny z deklarowanymi wartościami organizacji. Jednocześnie model uwzględnia silny wpływ otoczenia zewnętrznego – regulacyjnego, rynkowego, społecznego i politycznego. Organizacje funkcjonujące w obszarach wrażliwych (np. badania naukowe, technologie cyfrowe, biotechnologia, sektor publiczny) muszą uwzględniać zmieniające się oczekiwania interesariuszy, presję regulacyjną oraz normy społeczne. W tym sensie *dual-use* staje się punktem styku między innowacyjnością a odpowiedzialnością, wymagającym świadomego balansowania pomiędzy rozwojem a kontrolą. W ujęciu praktycznym schemat ten może także służyć jako narzędzie samooceny organizacyjnej, wspierające identyfikację obszarów szczególnego ryzyka *dual-use* oraz projektowanie mechanizmów zarządzania, takich jak polityki wewnętrzne, procedury oceny ryzyka, szkolenia czy struktury nadzorcze. Może być również wykorzystywany w szkolnictwie wyższym i instytucjach badawczych jako rama do budowania kultury odpowiedzialnych badań i innowacji, integrującej perspektywę strategiczną, operacyjną i etyczną.

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 badawczych¹⁵. Z drugiej strony narasta presja na komercjalizację wyników

¹⁵ W przypadku Polski np. DIANA NATO (*Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic*), Grupa PFR, (Polski Fundusz Rozwoju), Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP), Narodowe Centrum Badań

badania 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 amerykański¹⁶, 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 polskiej 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 około 26 uczelni, które kształcą blisko 150 tys. studentów, co plasuje Małopolskę na drugim miejscu w kraju pod względem wielkości

i Rozwoju (NCBiR), Agencja Rozwoju Przemysłu (ARP), Sieć Badawcza Łukasiewicz, Stowarzyszenie Organizatorów Ośrodków Innowacji i Przedsiębiorczości, Porozumienie Akademickich Centrów Transferu Technologii (PACTT), zob. też: *Technologie dla obronności*, Raport PFR; Zub M., Rzeźnik G., Buczek K., Sadowiec W. (2022). *Monitoring aktywności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*, Raport miesięczny 4, lipiec, PARP.

¹⁶ Altbach Ph. (2011). The past, present, and future of research University, *Economic and Political Weekly*, APRIL 16–22), 65–73.

środowiska akademickiego¹⁷. Tylko w ostatnich latach rynek pracy został zasilony przez ponad 35 tys. absolwentów rocznie, co potwierdza stabilność i skalę edukacyjnej infrastruktury regionu¹⁸.

2.3. Podsumowanie uwarunkowań rozwoju technologii *dual-use* w kontekście akademickim i regionalnym

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*¹⁹. 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 tworzenia 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 przelomowych; 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.

¹⁷ Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2023/2024. Informacje sygnałne, Urząd Statystyczny w Krakowie (28.11.2025).

¹⁸ Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, „Małopolska – Technologies, Innovations, Business 2023”.

¹⁹ Regionalna Strategia Innowacji Województwa Małopolskiego 2030 (2021). Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Departament Nadzoru Właścicielskiego i Gospodarki, 25 lutego, www.malopolska.pl/userfiles/uploads/RG-X/Regionalna_Strategia_Innowacji_Wojewodztwa_Malopolskiego_2030.pdf (28.11.2025).

Dual-use nie jest ani zagrożeniem, ani szansą samą w sobie – jest konsekwencją naturalnych procesów, które kształtują rozwój współczesnych uniwersytetów i systemów innowacji²⁰. 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.

²⁰ *Technologie dla obronności*, Raport PFR; Zub M., Rzeźnik G., Buczek K., Sadowiec W. (2022). *Monitoring aktywności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*, Raport miesięczny 4, lipiec, PARP.

Rozdział III. 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 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 kulturowego²¹.

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.

W 2024 r. województwo zamieszkiwało 3,429 mln osób. W 2025 r. w rejestrze podmiotów gospodarki narodowej znajdowało się 514 453 jednostek (stan na październik 2025). Przeciętne zatrudnienie w sektorze przedsiębiorstw wynosiło 558,3 tys. osób (stan na październik 2025), a stopa bezrobocia rejestrowanego kształtowała się na poziomie 4,6%²², co potwierdza stabilną sytuację na rynku pracy oraz relatywnie wysoką chłonność regionalnej gospodarki.

3.1. Potencjał gospodarczy i przemysłowy regionu

O skali rozmiaru potencjału gospodarczego w Małopolsce przesądza wiele okoliczności. Liczba podmiotów gospodarki narodowej w rejestrze REGON w 2024 r. stanowiła 499,3 tys. i była większa o 3,8% w porównaniu z rokiem poprzednim²³, a w 2025 r. odnotowano dalszy wzrost o 3%. W 2024 r. w strukturze podmiotów gospodarki narodowej w rejestrze REGON dominowali reprezentanci sekcji handel, naprawa pojazdów samochodowych – 18,2% (wykres 10) (wzrost

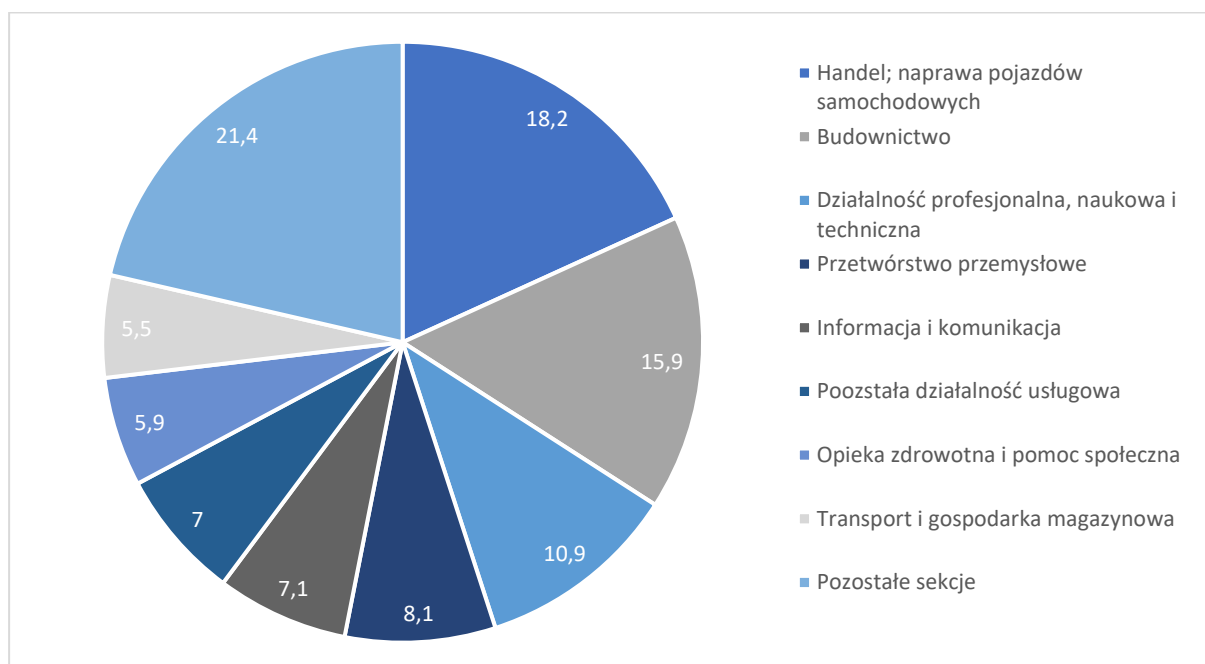
²¹Potencjał regionu (2025), Urząd Marszałkowski, Kraków, www.malopolska.pl/biznes/bizneswmalopolsce/potencjal-regionu

²² <https://krakow.stat.gov.pl/zakladka1/#> (dostęp 28.11.2025).

²³ Podmioty gospodarki narodowej w rejestrze REGON w województwie małopolskim. Stan na koniec 2024 r. (2025). Informacja sygnałna. US w Krakowie. 20.02.2025.

o 0,9% w porównaniu z 2023 r.); na przeciwległym końcu pod omawianym względem uplasował się transport i gospodarka magazynowa (5,5%), a także opieka zdrowotna i pomoc społeczna (5,9%). Mając na uwadze poszukiwanie potencjału dla rozwoju technologii *dual-use* zwraca uwagę liczba podmiotów gospodarki w sekcji działalność profesjonalna, naukowa i techniczna (10,9%) przetwórstwo przemysłowe (8,1%), informacja i komunikacja (7,1%).

Wykres 10. Podmioty gospodarki narodowej według wybranych sekcji PKD w 2024 r. (stan w dniu 31 grudnia)



Źródło: Podmioty gospodarki narodowej w rejestrze REGON w województwie małopolskim. Stan na koniec 2024 r. (2025). Informacja sygnałna. US w Krakowie, 20.02.2025.

Analizując podmioty gospodarki narodowej wg liczby pracujących zauważa się, że zdominowane są one przez mikroprzedsiębiorstwa (zatrudniające do 9 osób). W 2024 r. stanowiły one 485, 0 tys., tj. 97,1% ogólnej liczby jednostek w województwie. Było ich więcej o 3,9% niż rok wcześniej (tabela 1). Liczba podmiotów zatrudniających od 10 do 49 osób nieco się zmniejszyła w porównaniu do roku 2023. Reprezentowały one 2,4% wszystkich podmiotów gospodarki narodowej. Z kolei liczba podmiotów średnich i dużych, tj. zatrudniających 50 i więcej pracujących wyniosła 2,6 tys., tj. 0,5% ogółu liczby podmiotów w województwie.

Tabela 1. Podmioty gospodarki narodowej według przewidywanej liczby pracujących w województwie małopolskim w 2024 r. (stan na 31.12)

Lata	Ogółem	Podmioty o liczbie pracujących		
		9 i mniej	10-49	50 i więcej
2023	481 106	466 678	11 858	2 570
2024	499 310	484 972	11 768	2 570

Źródło: Podmioty gospodarki narodowej w rejestrze REGON w województwie małopolskim. Stan na koniec 2024 r. (2025). Informacja sygnałna. US w Krakowie, 20.02.2025.

W ślad za liczbą podmiotów kolejną kwestią, na którą należy zwrócić uwagę jest rynek pracy w badanym regionie, postrzegany przez pryzmat liczby pracujących oraz stopę bezrobocia.

Tabela 2. Liczba pracujących w poszczególnych sekcjach w Małopolsce w latach 2020, 2022, 2023

Wyszczególnienie	Liczba pracujących w latach		
	2020	2022	2023
OGÓŁEM	1 311 136	1 435 444	1 440 804
sektor publiczny	256 123	281 948	283 461
sektor prywatny	1 055 013	1 153 496	1 157 343
Rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo	106 169	148 734	144 230
Przemysł	250 359	267 073	265 563
w tym przetwórstwo przemysłowe	221 672	233 785	231 789
Budownictwo	109 833	117 175	116 066
Handel; naprawa pojazdów samochodowych	214 741	209 822	208 558
Transport i gospodarka magazynowa	68 271	65 629	65 625
Zakwaterowanie i gastronomia	36 630	40 972	40 883
Informacja i komunikacja	54 036	74 939	79 377
Działalność finansowa i ubezpieczeniowa	27 978	24 926	25 505
Obsługa rynku nieruchomości	15 567	14 092	14 442
Działalność profesjonalna, naukowa i techniczna	84 193	97 820	100 837
Administrowanie i działalność wspierająca	47 408	45 463	45 883
Administracja publiczna i obrona narodowa; obowiązkowe zabezpieczenia społeczne	47 138	68 330	69 376
Edukacja	116 780	116 374	118 307
Opieka zdrowotna i pomoc społeczna	84 829	88 825	90 522
Działalność związana z kulturą, rozrywką i rekreacją	15 850	17 839	18 164
Pozostała działalność usługowa	31 354	37 431	37 466

Źródło: Rocznik Statystyczny Województwa Małopolskiego 2024 (2024). US w Krakowie.

Dostępne publikowane dane (tabela 2) pozwalają stwierdzić, że najliczniejszą grupę pracujących w Małopolsce stanowią osoby reprezentujące sekcję przemysł (18%), handel naprawa pojazdów samochodowych (14%) oraz rolnictwo, leśnictwo, łowiectwo i rybactwo (10%). Korzystnym wskaźnikiem dla rynku małopolskiego jest wskaźnik stopy bezrobocia. Jego poziom jest relatywnie niski. Dane statystyczne wskazują, że w latach 2020, 2022, 2023 stopa bezrobocia w Małopolsce wynosiła odpowiednio: 2,7; 2,4 i 2,3.

Aby zidentyfikować kluczowe obszary działalności o ponadprzeciętnym potencjale *dual-use*, przeanalizowano strukturę zatrudnienia w poszczególnych działach PKD 2007 na poziomie 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*²⁴.

System ochrony zdrowia stanowi integralną część naszej gospodarki. Zdrowie jest tą wartością, o którą należy dbać, stąd ważne jest efektywne leczenie oraz profilaktyka zapobiegająca wszelkim zagrożeniom z tym związanym. Rola branży ochrony zdrowia w funkcjonowaniu społeczeństwa i gospodarki, a zwłaszcza jej kondycja, jest ogromna²⁵. Ujawnia się to również w stanie zaplecza infrastrukturalnego w postaci szpitali. Liczba szpitali w Małopolsce w 2023 r. stanowiła 7,7% wszystkich tego rodzaju placówek w Polsce. O ile liczba szpitali spadła w stosunku do 2020 r., to nie zmieniła się odnośnie do szpitali uzdrowiskowych i szpitalnych oddziałów ratunkowych.

Tabela 3. Stan szpitali w Małopolsce w latach 2020, 2022, 2023

Wyszczególnienie	2020	2022	2023
Szpitale ogólne	72	72	69
Szpitale uzdrowiskowe	5	6	6
Szpitalne oddziały ratunkowe	21	21	21

Źródło: Rocznik Statystyczny Województwa Małopolskiego 2024 (2024). US w Krakowie.

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.

Oceniając udział sektorów kluczowych dla technologii *dual-use* (jak np. IT/ICT, *life-sciences*, elektronika, mechatronika, lotnictwo, energetyka, przemysł obronny / poddostawcy) należy podkreślić niezaprzeczalną rolę Krakowa w tym względzie. Dowodzą tego m.in. wskaźniki pozycjonowania miasta²⁶ w rankingu European Cities and Regions of the Future 2024, gdzie Kraków (w zestawieniu dużych europejskich miast) został wyróżniony w następujących kategoriach:

1. miejsce w kategorii przyjazność biznesowa,
1. miejsce w kategorii kapitał ludzki i styl życia,
4. miejsce w zestawieniu ogólnym dużych miast – *overall*,
6. miejsce w kategorii potencjał gospodarczy.

²⁴ Małopolskie Obserwatorium Rozwoju Regionalnego 2025, materiały udostępnione podczas panelu eksperckiego 13.11.25 MSAP UEK.

²⁵ Niemczyk A., Adler D., Handzel J. A., Gródek-Szostak Z., Ochoa Siguencia L. (2023). Assessment of Selected Elements of Healthcare in the Opinion of Healthcare Workers. *Ekonomia – Wrocław Economic Review*, 4, 137–151.

²⁶ Na podstawie https://dlabiznesu.krakow.pl/start/210456,artykul,nagrody_i_wyroznienia.html (dostęp: 28.11.2025).

Z kolei we wrześniu 2025 r., zgodnie z najnowszym raportem Oxford Economics stolica Małopolski znalazła się w gronie najszybciej rozwijających się metropolii Europy. To ogromne wyróżnienie dla miasta, które w ostatnich latach intensywnie przyciąga nowe inwestycje, rozwija infrastrukturę i buduje pozycję ważnego ośrodka biznesowego. Wysoką pozycję miasta pozycjonuje również raport PwC Polska²⁷, zgodnie z którym w ostatniej dekadzie (2014–2024) w Krakowie najszybciej rozwijały się kapitały: atrakcyjności inwestycyjnej, ludzki, instytucjonalno-demokratyczny (ten ostatni rozumiany jako efektywność instytucji miejskich oraz aktywność społeczeństwa obywatelskiego).

Nie ulega wątpliwości, że Kraków jest silnym hubem IT. Raport Kraków IT Market Map 2025²⁸, przygotowany na podstawie danych z 335 przedsiębiorstw, w tym wyników ankiet od prawie 80 pracodawców IT, prezentuje rynek, który wciąż się rozwija – z szacowanym wzrostem zatrudnionych w sektorze IT o 3,5% rok do roku. Najwięcej specjalistów IT pracuje w branżach: IT Services & Consulting (28%), Software (21%) i Finanse (14%). Kraków jest siedzibą dla ponad 50 startupów AI i licznych centrów B+R rozwijających technologie sztucznej inteligencji.

Kraków 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, a największe z nich prezentuje rys. 2. Warto podkreślić, że 84% krakowskich specjalistów IT pracuje w firmach zagranicznych, w tym 40% w amerykańskich i 33% w europejskich.

Rysunek 2. 30 największych pracodawców IT w Krakowie



Źródło: MOTIFE Insights 2025.

Dynamika zmian otoczenia pozwoliła zaobserwować, że stolica Małopolski jeszcze do niedawna była europejskim liderem outsourcingu. Trafiła tu 1/5 wszystkich miejsc pracy

²⁷ PwC (2025). *Raport o stanie polskich metropolii: Kraków dogania stolicę*. www.pwc.pl/pl/media/2025/2025-07-15-raport-o-stanie-polskich-metropolii-krakow-dogania-stolice.html (dostęp: 28.11.2025).

²⁸ MOTIFE. (2025). *Krakow IT Market Report 2025*. MOTIFE, www.motife.com/insights/krakow-it-market-map-2025 (dostęp: 20.11.2025).

w usługach biznesowych w Polsce. Ogromny postęp w dziedzinie sztucznej inteligencji doprowadził do znaczącego przewartościowania w tym zakresie. Istotnym ograniczeniem uległy profesje podatne na automatyzację, które ustąpiły miejsca nowym rozwiązaniom wykorzystującym sztuczną inteligencję. Dostrzega się, że miasto przyjmuje charakter bardziej zaawansowanego modelu gospodarki; wzmacnia swoją pozycję jako centrum rozwoju AI. Kluczową inwestycją w tym obszarze jest otwarcie w 2025 r. Gala AI Factory przy ACK Cyfronet Akademii Górniczo-Hutniczej w 2025 roku²⁹; drugiego w Polsce centrum HPC (*High Performance Computing*) dedykowanego sztucznej inteligencji.

Bez wątplenia Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica jest liderem wsparcia możliwości aplikacyjnych AI w gospodarce, niemniej jednak z pomocą w tym względzie przychodzą także oferty innych uczelni proponujące kierunki związane np. z AI, co odpowiada potrzebom rynku.

Warto podkreślić, że rozwój gospodarczy, innowacje i konkurencyjność województwa małopolskiego są określone dokumentem strategicznym Strategia Rozwoju Województwa Małopolskiego 2030 (SR WM 2030; 2020) (Województwo Małopolskie nie posiada wyodrębnionej Strategii dedykowanej *stricte* rozwojowi *dual-use*, o czym szerzej w kolejnej części książki). 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 rozwoju.

3.2. Potencjał kapitału ludzkiego Małopolski

Jak podkreślano wcześniej, silnym filarem rozwoju nowoczesnej gospodarki w Małopolsce jest zaplecze akademickie oraz wyspecjalizowana infrastruktura badawcza. Małopolska posiada 26 uczelni (tabela 4), tj. 7,4% wszystkich w Polsce.

Tabela 4. Liczba szkół wyższych w Małopolsce i w Polsce w latach 2019-2024

Wyszczególnienie	Uczelnie ogółem					
	Lata					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
POLSKA	353	349	347	341	342	337
MAŁOPOLSKIE	28	27	26	25	26	25

Źródło: GUS (2026). *Bank Danych Lokalnych*, [online]: <https://bdl.stat.gov.pl> [dostęp: 12.12.2025].

Według stanu w dniu 31 grudnia 2024 r. w uczelniach mających siedzibę w województwie małopolskim kształciło się 152,0 tys. studentów, przy czym 131,8 tys. w uczelniach krakowskich. Mając to na uwadze ze względu na liczbę studentów w roku akademickim 2024/2025 w pierwszej piątce (stan w dniu 31 grudnia) wśród tych uczelni znalazły się:

- Uniwersytet Jagielloński (32 918 studentów);

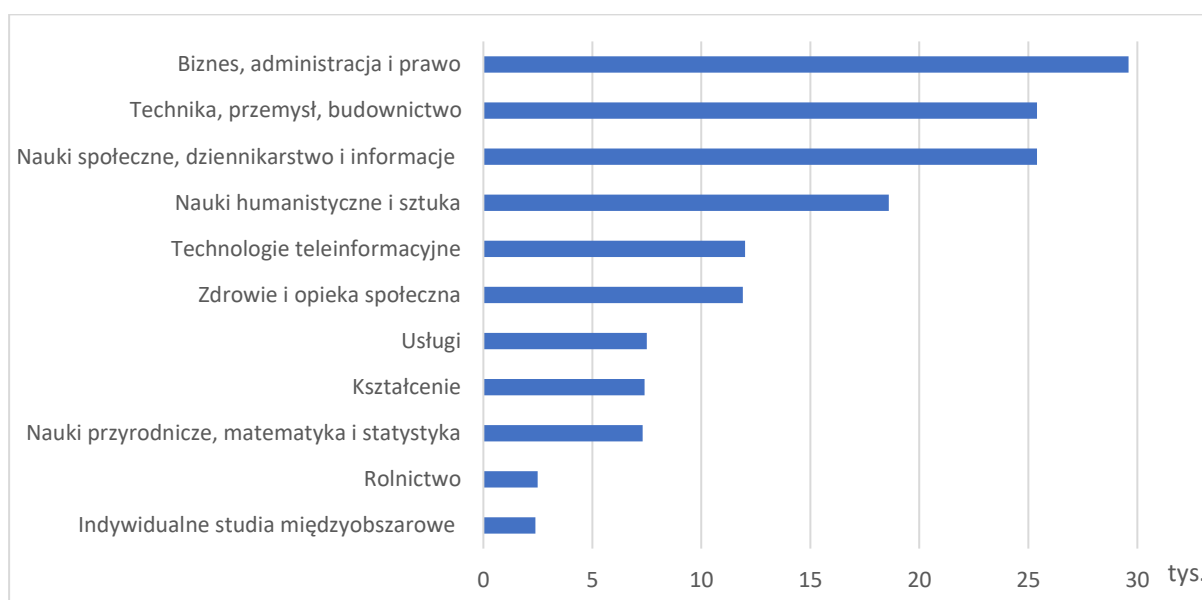
²⁹ www.agh.edu.pl/aktualnosci/detail/polska-uruchamia-gaia-ai-factory-nowy-europejski-osrodek-rozwoju-zaufanej-sztucznej-inteligencji (dostęp 15.12.2025).

- Uniwersytet Komisji Edukacji Narodowej (18 961 studentów);
- Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica (18 894 studentów);
- Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie (16 401 studentów);
- Politechnika Krakowska im. T. Kościuszki (11 350 studentów).

Aż dwie krakowskie uczelnie, tj. Uniwersytet Jagielloński i Akademia Górniczo-Hutnicza im. S. Staszica, znalazły się wśród liderów ogólnopolskiego rankingu szkół wyższych przeprowadzonego w 2025 roku, zajmując odpowiednio drugie oraz czwarte miejsce³⁰.

W Małopolsce kształcą się znaczna liczba studentów. W 2024 r. odnotowano ich wzrost o 2,4% w porównaniu do roku poprzedniego. Najwięcej studentów kształcą się w ramach kierunków studiów zaliczonych do grupy biznes, administracja i prawo – 29,6 tys. (wykres 11). Popularne były także kierunki z grup: technika, przemysł i budownictwo oraz nauki społeczne, dziennikarstwo i informacja, po 25,4 tys. studentów.

Wykres 11. Studenci według grup kierunków studiów w roku akademickim 2023/2024 (stan w dniu 31 grudnia)



Źródło: Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2024/2025 (2025). Informacje sygnałowe. US w Krakowie, 07.08.2025.

Bez odpowiedniej infrastruktury badawczej nie ma możliwości kształcenia na odpowiednim poziomie przyszłych kadr naukowych i naukowo-technicznych. Minister Nauki i Szkolnictwa Wyższego w 2025 r. przeprowadził przegląd Polskiej Mapy Infrastruktury Badawczej, która skupia najważniejsze projekty badawcze w kraju. W wyniku analizy z 70 instytucji pozostało 61 – uwzględniających stan inwestycji i ich znaczenie dla rozwoju nauki oraz innowacyjności gospodarki. W zbiorze tych podmiotów znalazła się infrastruktura badawcza z województwa małopolskiego (tabela 5), w szczególności mierze reprezentowana przez Akademię Górniczo-Hutniczą im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz Uniwersytet Jagielloński w Krakowie.

³⁰ Ranking Szkół Wyższych Perspektywy 2025. <https://2025.ranking.perspektywy.pl/ranking/ranking-uczelnia-akademickich> (dostęp: 12.12.2025).

Tabela 5. Strategiczna infrastruktura badawcza w województwie małopolskim (stan 2025 r.)

Nazwa infrastruktury	Charakter	Wnioskodawca
Nauki techniczne i energetyka		
Centrum wspierania innowacji w inżynierii materiałowej i nanotechnologii: hybrydowe nanomateriały do zastosowań specjalnych	Krajowa infrastruktura badawcza	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Krajowe Centrum Geotermii i Pomp Ciepła	Krajowa infrastruktura badawcza	Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
NSMET – Narodowa Sieć Metrologii Współrzędnościowej	Krajowa infrastruktura badawcza	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki
Nauki biologiczno-medyczne i rolnicze		
Centrum rozwoju nowych farmakoterapii zaburzeń ośrodkowego układu nerwowego – Cephares	Krajowa infrastruktura badawcza	Instytut Farmakologii im. Jerzego Maja Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
Centrum Rozwoju Terapii Chorób Cywilizacyjnych i Związanych z Wiekami (CDT-CARD)	Krajowa infrastruktura badawcza	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Centrum Wielopoziomowego Obrazowania Struktur Biologicznych	Krajowa infrastruktura badawcza	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Narodowa Kolekcja Bioróżnorodności Organizmów Współczesnych i Kopalnych IB PAN	Krajowa infrastruktura badawcza	Instytut Botaniki im. Władysława Szafera Polskiej Akademii Nauk w Krakowie
Nauki fizyczne i inżynieryjne		
ATOMIN 2.1 – Centrum badań materiałowych w skali ATOMowej dla INnowacyjnej gospodarki	Krajowa infrastruktura badawcza	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO)	Udział w międzynarodowym projekcie infrastruktury badawczej wpisanym na „mapę drogową” ESFRI	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
FAIR – Ośrodek Badań Antyprotonami i Jonami	Udział w międzynarodowym projekcie infrastruktury badawczej wpisanym na „mapę drogową” ESFRI	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS	Krajowa infrastruktura badawcza stanowiąca wkład w międzynarodowy projekt „CERIC-ERIC”	Uniwersytet Jagielloński w Krakowie
Cyfrowe infrastruktury badawcze		
Narodowa Infrastruktura Chmurowa PLGrid dla EOSC	Krajowa infrastruktura badawcza	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie
Narodowa Infrastruktura Superkomputerowa dla EuroHPC	Krajowa infrastruktura badawcza	Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Źródło: www.gov.pl/web/nauka/wyniki-przeglądu-polskiej-mapy-infrastruktury-badawczej, dostęp: 29.12.2025.

Potencjał technologiczny regionu dopełniają treści na temat parków technologicznych stanowiące zespoły wyodrębnionych nieruchomości wraz z infrastrukturą techniczną, utworzone w celu dokonywania przepływu wiedzy i technologii pomiędzy jednostkami naukowymi a przedsiębiorcami. Parki technologiczne są aktywne w budowaniu ekosystemu innowacji, nie

tylko udostępniając przestrzeń, ale oferując szerokie wsparcie doradcze, mentoringowe i organizując wydarzenia (np. hackathony). Nie można pominąć faktu, że zespoły te generują miejsca pracy w sektorze wysokich technologii i transferują znaczne środki jako pomoc publiczną. W Małopolsce są dwa parki technologiczne: Krakowski Park technologiczny oraz Life Science Park Kraków.

3.3. Potencjał demograficzny Małopolski

Województwo małopolskie zamieszkuje 3,429 mln osób (tabela 6). Z publikowanych danych Urzędu Statystycznego w Krakowie wynika, że w końcu 2024 r. liczba ludności województwa małopolskiego wyniosła 3 429,1 tys., co stanowiło 9,1% ogółu ludności Polski. W porównaniu z poprzednim rokiem liczba mieszkańców spadła o 548 osób³¹.

Tabela 6. Liczba ludności w województwie małopolskim w latach 2020, 2022, 2023

Wyszczególnienie	2020	2022	2023
OGÓŁEM	3 432 692	3 429 014	3 429 632
na 1 km ²	226	226	226
Mężczyźni	1 665 500	1 663 091	1 663 129
Kobiety	1 767 192	1 765 923	1 766 503
na 100 mężczyzn	106	106	106
Miasta	1 649 749	1 640 055	1 641 971
w % ludności ogółem	48,1	47,8	47,9
Wieś	1 782 943	1 788 959	1 787 661
w % ludności ogółem	51,9	52,2	52,1

Źródło: Rocznik Statystyczny Województwa Małopolskiego 2024 (2024). US w Krakowie.

W regionie obserwuje się zjawisko starzejącego się społeczeństwa, trendu ujawniającego się w całej Polsce. Systematycznie zmniejsza się populacja w wieku przedprodukcyjnym, ale i w wieku produkcyjnym, na rzecz ludności w wieku poprodukcyjnym (tabela 7). 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 roboczej³².

Tabela 7. Liczba ludności w wieku przedprodukcyjnym, produkcyjnym i poprodukcyjnym w województwie małopolskim w latach 2020, 2022-2023

Wyszczególnienie	2020	2022	2023
OGÓŁEM	3 432 692	3 429 014	3 429 632
W wieku przedprodukcyjnym	660 779	662 369	657 995
Mężczyźni	339 415	340 122	337 748
Kobiety	321 364	322 247	320 247
Miasta	276 779	279 839	279 749
Wieś	384 000	382 530	378 246
W wieku produkcyjnym	2 069 511	2 045 737	2 037 439
Mężczyźni	1 088 371	1 074 233	1 068 715
Kobiety	981 140	971 504	968 724

³¹ Stan i ruch naturalny ludności w województwie małopolskim w 2024 r. (2025). Informacje sygnałne. US w Krakowie, 29.05.2024.

³² Stan i ruch naturalny ludności w województwie małopolskim w 2023 r. (2024). Informacje sygnałne. US w Krakowie, 29.05.2024.

Wyszczególnienie	2020	2022	2023
Miasta	990 495	971 874	968 604
Wieś	1 079 016	1 073 863	1 068 835
W wieku poprodukcyjnym	702 402	720 908	734 198
Mężczyźni	237 714	248 736	256 666
Kobiety	464 688	472 172	477 532
Miasta	382 475	388 342	393 618
Wieś	319 927	332 566	340 580

Źródło: Rocznik Statystyczny Województwa Małopolskiego 2024. (2024). US w Krakowie.

Lukę, o której mowa wyżej, już wypełniają cudzoziemcy. Okazuje się, że Kraków jest liderem w kraju pod względem liczby imigrantów wykonujących pracę w zawodach wymagających wysokich kwalifikacji³³. Małopolski i krakowski rynek pracy charakteryzuje duża liczba wydanych dokumentów legalizujących wykonywanie pracy dla przedstawicieli grupy zawodowej określonej jako „specjaliści” (6 941). W grupie tej dominują wysoko wykwalifikowani pracownicy, tj.: „analitycy systemów komputerowych i programiści” (2 928), „specjaliści do spraw administracji i zarządzania” (1 036), „specjaliści do spraw sprzedaży, marketingu i public relations” (527) oraz „specjaliści do spraw baz danych i sieci komputerowych” (515). W przypadku zawodów informatycznych w pierwszej trójce obok Ukraińców oraz Białorusinów znaleźli się Indusi, stanowiący około ¼ tej grupy. W 2021 r. prawie 17,5% pracowników zagranicznych w Małopolsce i 27% pracowników zagranicznych w Krakowie reprezentowały osoby wykonujące prace wysoko wyspecjalizowane, zakwalifikowane do sekcji PKD: J (informacja i komunikacja), K (działalność finansowa i ubezpieczeniowa) i M (działalność profesjonalna, naukowa i techniczna). Najbardziej dynamiczny wzrost pracowników zagranicznych widoczny jest w branży informacyjno-komunikacyjnej: w 2019 roku w branży tej pracowało w województwie małopolskim 4,8 tys. pracowników zagranicznych, w 2021 roku prawie 8 tys.; w Krakowie wzrost był jeszcze większy – z 3,2 tys. do ponad 7 tys.³⁴

3.4. Potencjał inwestycyjny Małopolski

Analiza wydatków z budżetu małopolskiego pozwala rozpoznać najważniejsze obszary rozchodów (tabela 8). Spośród wydatków ogółem, które w 2024 roku były na poziomie 2,53 mld zł, co daje 736 zł w przeliczeniu na jednego mieszkańca, największa część budżetu małopolskiego – 37,3% została przeznaczona na transport i łączność. Dużą część wydatków z budżetu przeznaczona została na kulturę i ochronę dziedzictwa narodowego (14,3%) oraz administrację publiczną (13,5%). Wydatki inwestycyjne stanowiły 621,9 mln zł, tj. 24,6% wydatków ogółem. Suma dochodów do budżetu małopolskiego wyniosła w 2024 roku 2,87 mld zł, co daje 837 zł w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Największa część dochodów wygenerowały dochody od osób prawnych, fizycznych i od innych jednostek (56,4%). Duża część wpływów pochodziła z działań: 758 – różne rozliczenia (27%) 600 – transport i łączność (8,3%). W budżecie małopolskim wpływy z tytułu podatku dochodowego od osób fizycznych wynosiły 67,4 zł na

³³ *Diagnoza sytuacji migrantów w województwie małopolskim* (2023), Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków.

³⁴ *Ibidem*.

mieszkańca (8,0%), natomiast dochód z tytułu podatków dochodowych od osób prawnych wynosił 404 zł na mieszkańca (48,3%)³⁵.

Tabela 8. Wydatki budżetów jednostek samorządu terytorialnego według działów w 2024 r. – województwo małopolskie

Wyszczególnienie	Kwota wydatków (w mln)
OGÓŁEM	2 525,6
w tym:	
Rolnictwo i łowiectwo	67,8
Transport i łączność	941,5
Gospodarka mieszkaniowa	19,9
Administracja publiczna	341,3
Bezpieczeństwo publiczne i ochrona przeciwpożarowa	37,0
Oświata i wychowanie	142,0
Ochrona zdrowia	217,3
Pomoc społeczna	20,7
Pozostałe zadania w zakresie polityki społecznej	119,8
Edukacyjna opieka wychowawcza	32,6
Rodzina	5,7
Gospodarka komunalna i ochrona środowiska	24,9
Kultura i ochrona dziedzictwa narodowego	360,1
Kultura fizyczna	46,1

Źródło: obliczenia własne na podstawie: *Rocznik Statystyczny Województwa Małopolskiego 2024* (2024). US w Krakowie; *Budżety jednostek samorządu terytorialnego w województwie małopolskim w 2024 r.* (2025). Informacje Sygnalne. US w Krakowie, 09.2025.

Budżet Województwa Małopolskiego na 2025 rok określa dochody w wysokości około 3 041 231 tys. zł oraz wydatki w łącznej kwocie około 3 645 013 tys. zł (BIP, 2025). Budżet jednostek samorządu terytorialnego stanowi podstawę działań inwestycyjnych. O środki te zabiegają wszystkie samorządy doszukując się licznych benefitów z tego tytułu. Wystarczy wspomnieć, że inwestycje ujawniają efekty mnożnikowe dla gospodarki. W tym kontekście każdy samorząd podejmuje działania na rzecz pozyskania kapitału, szczególnie zagranicznego stwarzając dogodne warunki dla inwestorów. Kraków jest otwarty na przedsięwzięcia biznesowe, dlatego stara się tworzyć idealne warunki dla rozwoju małych i średnich przedsiębiorstw, z jednej strony oferując profesjonalną informację i doradztwo, z drugiej promując przedsiębiorczość i poznając potrzeby osób prowadzących własną działalność.

Wśród nowych przedsięwzięć na rynku krakowskim należy wskazać m.in. Klaster Innowacji Społeczno-Gospodarczych Zabłocie 20.22. W dawnych budynkach magazynowych, powstał innowacyjny miejski projekt, łączący sektor wiedzy i technologii z inkubacją przedsiębiorczości i aktywnością społeczną. Powstała wspólna przestrzeń jest szczególnie korzystna do działań i pracy dla start-upów, przedsiębiorców, organizacji pozarządowych i społecznych, środowisk twórczych oraz dla mieszkańców i lokalnej społeczności. Inkubator Przedsiębiorczości w Klastrze Innowacji Społeczno-Gospodarczych Zabłocie 20.22 to inicjatywa skierowana do osób zamierzających otworzyć własną działalność oraz do początkujących startup-ów. Celem Inkubatora Przedsiębiorczości jest wsparcie na początku drogi do przedsiębiorczości, w duchu

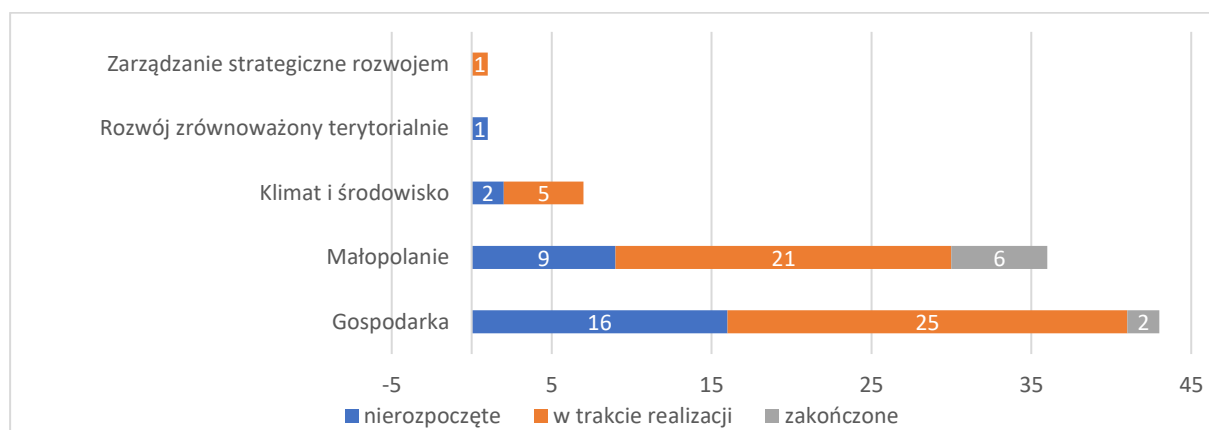
³⁵ Hałat P. (2025). *Wybrane dane dotyczące sytuacji społeczno-gospodarczej województwa małopolskiego: Dochody samorządów*. Raport, MSAP UEK, Kraków; *Budżety jednostek samorządu terytorialnego w województwie małopolskim w 2024 r.* (2025). Informacje Sygnalne. US w Krakowie, 09.2025.

społecznej współpracy i innowacyjności. Klaster oferuje także wsparcie dla inwestorów. W odpowiedzi na zainteresowanie firm, samorząd oferuje wszechstronne wsparcie projektom inwestycyjnym na wszystkich etapach; z pomocą w tym względzie przychodzi miejskie Centrum Wspierania Inwestorów i Innowacyjnej Gospodarki³⁶.

Kraków może pochwalić się również innymi znaczącymi inwestycjami. Brytyjski koncern Rolls-Royce, znany z działalności w sektorach obronnym, lotniczym, transportowym i energetycznym, ogłosił otwarcie w 2025 r. nowej placówki w Polsce, tj. w Krakowie. Netwrix, dostawca rozwiązań z zakresu cyberbezpieczeństwa skoncentrowanych na zagrożeniach dla danych i tożsamości, w 2025 r. otworzył nowe Netwrix Innovation Center (NIC) w Krakowie. Biuro ma stać się głównym europejskim centrum operacyjnym firmy i zapewniać klientom sprawniejsze i bardziej efektywne usługi z zakresu cyberbezpieczeństwa. Warto wspomnieć, że Hitachi Cyber i GlobalLogic otworzyli nowoczesne Centrum Operacji Bezpieczeństwa (SOC) w Krakowie, łącząc zaawansowaną technologię z ekspercką wiedzą w zakresie bezpieczeństwa oraz inżynierii cyfrowej (Urząd Miasta Krakowa, 2026).

Skalę inwestycji w całym badanym regionie potwierdza **Małopolski Plan Inwestycyjny**. To dokument obejmujący najważniejsze przedsięwzięcia planowane do realizacji przez Samorząd Województwa Małopolskiego oraz jego jednostki organizacyjne³⁷. Odnosi się do inwestycji infrastrukturalnych oraz działań bezpośrednio wspierających mieszkańców regionu, takich jak profilaktyka zdrowotna, edukacja, polityka rozwoju i promocja województwa, a wpisujące się w pięć obszarów MPI 2030, których poziom realizacji prezentuje wykres 12. Na koniec 2024 roku do MPI 2030 wpisanych było 88 projektów. Najwięcej projektów, bo 43, odnosiło się do obszaru Gospodarka, co znalazło również odzwierciedlenie w wartości projektów wpisujących się w ten obszar, tj. ponad 2,9 mld zł, przy czym wartość całego przedsięwzięcia to ponad 5,05 mld zł.

Wykres 12. Projekty zgodne ze statusem realizacji według obszarów MPI 2030



Źródło: Informacja dla Zarządu Województwa Małopolskiego o realizacji Małopolskiego Planu Inwestycyjnego 2030 oraz Małopolskiego Planu Inwestycyjnego na lata 2015-2023 (stan na 31 grudnia 2024 r.) (2024). Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków.

³⁶ Materiały wewnętrzne Wydziału ds. Przedsiębiorczości i Innowacji UMK.

³⁷ Informacja dla Zarządu Województwa Małopolskiego o realizacji Małopolskiego Planu Inwestycyjnego 2030 oraz Małopolskiego Planu Inwestycyjnego na lata 2015-2023 (stan na 31 grudnia 2024 r.) (2024), Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków.

Potencjał inwestycyjny Małopolski podsumuje ranking fDi Intelligence, który w 2023 r., i w 2024 r. za najlepszą specjalną strefę ekonomiczną w Europie dla innowacyjnych inwestycji przemysłowych uznał, wspomniany wcześniej Krakowski Park Technologiczny. O ile w 2023 r. został on określony najlepszą strefą w Europie w kategorii Industrial Champion dla zakładów produkcyjnych, to w 2024 r. w kategorii Future Innovation. Te nagrody to docenienie regionu jako strefy budującej swoją reputację w oparciu o nowoczesne technologie i fabryki przyszłości. Nagrody potwierdzają atrakcyjność warunków prowadzenia nowoczesnego biznesu w Małopolsce, które dostrzegają zagraniczni inwestorzy³⁸.

3.5. Potencjał infrastruktury transportowej w Małopolsce

Jednym z istotnych atutów Małopolski jest Międzynarodowy Port Lotniczy im. Jana Pawła II Kraków Balice zlokalizowany na obrzeżach stolicy województwa. To drugi znaczący polski port lotniczy. O jego randze świadczą wskaźniki natężenia ruchu pasażerskiego.

Tabela 9. Wybrane wskaźniki MPL Kraków Balice w latach 2019-2024

Wyszczególnienie	Lata					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Liczba pasażerów	8 410 817	2 592 972	3 072 074	7 394 038	9 404 611	11 080 383
Liczba operacji lotniczych	60 794	24 865	30 330	54 522	62 864	73 976
Liczba połączeń regularnych krajowych	5	5	5	8	8	6
Liczba połączeń regularnych zagranicznych	145	158	144	152	153	160
Liczba destynacji (portów)	114	116	115	120	124	130
Liczba destynacji (portów) czarterowych (z wyłączeniem lotów okazjonalnych)	9	6	7	6	9	11

Źródło: Berbeka J., Borodako K., Niemczyk A., Seweryn R. (2022). *Branża spotkań w Krakowie 2021*. Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie; Berbeka J., Borodako K., Niemczyk A., Seweryn R. (2023). *Branża spotkań w Krakowie 2022*. Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie; Berbeka J., Borodako K., Niemczyk A., Seweryn R. (2025). *Branża spotkań w Krakowie 2024*. Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.

Analizując liczbę: podróży, operacji lotniczych, regularnych połączeń krajowych i zagranicznych, destynacji (portów) oraz destynacji czarterowych w latach 2019-2024 (tabela 9) wyraźnie dostrzega się okresy fluktuacji popytu na przewozy pasażerskie będące konsekwencją ujawniających się zjawisk, a mających wpływ na jego kształt³⁹:

- 2019 rok – boom na wyjazdy turystyczne, na przewozy lotnicze;
- 2020 rok – redukcja w wyjazdach turystycznych za sprawą pandemii COVID-19 i wynikających z niej restrykcji, co skutkuje redukcją w liczbie operacji lotniczych;

³⁸ *Potencjał regionu* (2025). Urząd Marszałkowski, Kraków, www.malopolska.pl/biznes/bizneswmalopolsce/potencjal-regionu

³⁹ Seweryn R., Niemczyk A., Wawoczny M. (2023). *Plan komunikacji marketingowej turystyki dla województwa małopolskiego na lata 2025-2030*, na zlecenie Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego, Departament Turystyki.

- **północ-południe**, wyznaczona przez drogę krajową S7, łącząca południe Europy z portami morskimi w Gdańsku i Gdyni i stanowiąca część międzynarodowej drogi E77.

Sieć dróg krajowych w Małopolsce stanowi 1 451,2 km dróg (stan na październik 2024).

Przez Małopolskę przebiega główna linia kolejowa E30 (część transeuropejskiego korytarza TINA III) należąca do III Paneuropejskiego Korytarza Transportowego łączącego Niemcy, Polskę i Ukrainę. W Małopolsce funkcjonują również trzy linie Szybkiej Kolei Aglomeracyjnej (SKA). Rok 2024 w przewozach pasażerskich to 407,5 mln osób, które wybrały kolej jako środek transportu⁴⁰.

Dokonana analiza wskazuje na znaczący potencjał województwa małopolskiego. Według raportu Oxford Economics, o którym wspomniano wcześniej, Kraków znalazł się w gronie najszybciej rozwijających się metropolii Europy⁴¹. Analiza objęła 169 miast; w czołówce znalazły się Dublin i Valletta, a w pierwszej dziesiątce spośród polskich miast stolica Małopolski uplasowała się na siódmym miejscu, wyprzedzając wiele zachodnioeuropejskich metropolii. Ekspertki wskazują, że za sukces polskich miast odpowiada przede wszystkim dynamiczny rozwój sektora usług dla biznesu – od IT, przez centra finansowe, po outsourcing procesów. W Krakowie swoje siedziby otwierają międzynarodowe firmy, powstają nowe powierzchnie biurowe, a rosnąca liczba specjalistów przyciąga kolejne inwestycje. To właśnie te branże stały się fundamentem lokalnego wzrostu gospodarczego. Warto odnotować prognozy analityków z Oxford Economics na lata 2025–2040, które sygnalizują znaczne spowolnienie rozwoju polskich miast, głównie z powodu problemów demograficznych. Z 10 polskich metropolii obecnych w rankingu, w ścisłej czołówce prawdopodobnie pozostaną tylko cztery, a wśród nich stolica Małopolski, jako dobry prognostyk dla całego województwa.

⁴⁰ <https://businessinmalopolska.pl/pl/dlaczego-malopolska/polozenie-i-komunikacja> (dostęp 12.2025).

⁴¹ msn.com.pl (26.09.2025); www.msn.com/pl-pl/finanse/najpopularniejsze-artykuly/krakow-wsrod-liderow-rozwoju-w-europie-w-nowym-rankingu-prognozy-na-przyszlosc-nie-sa-jednak-dobre/ar-AA1Nm11J

Rozdział IV. Możliwości rozwoju Małopolski w zakresie *dual-use* w opinii ekspertów

Panel ekspertów jako narzędzie badawcze odgrywa kluczową rolę w procesie pozyskiwania pogłębionej wiedzy, szczególnie w obszarach charakteryzujących się wysoką złożonością, niepewnością i wielowymiarowością problemów. Jego istotą jest wykorzystanie wiedzy, doświadczenia i intuicji specjalistów w celu oceny, interpretacji oraz prognozowania zjawisk, które trudno uchwycić wyłącznie za pomocą metod ilościowych. Jak podkreślają Linstone i Turoff⁴², metody oparte na opinii ekspertów – w tym panele – są fundamentem badań foresightowych i analiz strategicznych, umożliwiając integrację różnych perspektyw oraz identyfikację trendów i scenariuszy rozwoju.

W literaturze przedmiotu⁴³ wskazuje się, że panel ekspertów jest nie tylko techniką gromadzenia danych, ale również platformą dialogu, która sprzyja generowaniu innowacyjnych rozwiązań poprzez konfrontację odmiennych punktów widzenia. Jego zaletą jest zdolność do redukcji asymetrii informacyjnej i wspierania procesów decyzyjnych w warunkach niepewności. W badaniach nad polityką publiczną, zarządzaniem innowacjami czy transformacją systemową, panele ekspertów stanowią narzędzie triangulacji, łącząc analizy ilościowe z jakościową oceną ekspercką⁴⁴.

Dobór metod⁴⁵ 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 panel ekspercki, umożliwiający wymianę opinii, dyskusję i konfrontację różnych perspektyw w celu pogłębionej diagnozy czynników wpływających na rozwój technologii *dual-use* w regionie.

⁴² Linstone H.A., Turoff M. (red.) (2002). *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley.

⁴³ Rowe G., Wright G. (2011). The Delphi technique: Past, present and future prospects: Introduction to the special issue. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1487–1490; Okoli C., Pawlowski S.D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15–29.

⁴⁴ Hsu C.-C., Sandford B.A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 12(10), 1–8.

⁴⁵ 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, 554–569.

Zastosowana procedura doboru uczestników badania opierała się na celowej selekcji, rekomendowanej w badaniach nad zagadnieniami interdyscyplinarnymi oraz w analizach wymagających wiedzy specjalistycznej⁴⁶. Kryteria doboru zostały określone w sposób pozwalający na zapewnienie różnorodności perspektyw i reprezentacji kluczowych środowisk instytucjonalnych funkcjonujących w regionalnym ekosystemie technologii podwójnego zastosowania. Uwzględniono następujące kategorie kwalifikacyjne:

1. Demograficzne (wiek, płeć), mające na celu ograniczenie efektów jednorodności grupowej i zwiększenie zasięgu możliwych interpretacji.
2. Profil zawodowy i doświadczenie eksperckie, obejmujące m.in. dotychczasowy udział w projektach badawczo-rozwojowych, zakres odpowiedzialności instytucjonalnej oraz znajomość procesów związanych z bezpieczeństwem, innowacjami i transferem technologii.
3. Typ reprezentowanej instytucji (podmioty administracji publicznej, jednostki naukowe, organizacje gospodarcze), co umożliwiło uwzględnienie zróżnicowanych ról systemowych w obszarze technologii *dual-use*.
4. Poziom kompetencji decyzyjnych – od operacyjnego po strategiczny – zapewniający dostęp do wiedzy dotyczącej zarówno implementacji rozwiązań, jak i procesów decyzyjnych kształtujących środowisko regulacyjne i instytucjonalne.

Celowy dobór respondentów był uzasadniony dodatkowo specyfiką badanego zagadnienia, które lokuje się na styku bezpieczeństwa narodowego, polityk publicznych, nauki, gospodarki oraz regulacji prawnych. Konieczność uwzględnienia tych perspektyw wymagała udziału osób zdolnych do holistycznej oceny regionalnego ekosystemu technologii podwójnego zastosowania.

Procedura badawcza przyjęła formę ustrukturyzowanego panelu eksperckiego, będącego narzędziem właściwym do analiz zagadnień charakteryzujących się wysokim poziomem złożoności, niejednoznacznością definicyjną oraz obecnością wielowymiarowych zależności między aktorami instytucjonalnymi⁴⁷. Badanie obejmowało cztery etapy:

1. Faza wprowadzająca – uczestnikom przedstawiono cel i zakres analizy, jak również zestaw definicji roboczych, których zastosowanie miało na celu minimalizację rozbieżności interpretacyjnych. Procedura ta odpowiada wymogom ujednolicania aparatu pojęciowego, zalecanego w pracy z grupami eksperckimi.
2. Etap indywidualnej diagnozy – przed dyskusją moderowaną eksperci zostali poproszeni o niezależną identyfikację zasobów, barier i uwarunkowań rozwoju technologii *dual-use* na poziomie regionalnym. Działanie to umożliwiło pozyskanie materiału wolnego od dynamiki grupowej i efektów dominacji.
3. Dyskusja panelowa – zogniskowana, moderowana wymiana opinii stanowiła zasadniczy element procedury. Umożliwiła konfrontację i uzupełnienie wcześniej zgłoszonych

⁴⁶ Etikan I., Musa S.A., Alkassim R.S. (2015). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>; Palinkas L.A., Horwitz S.M., Green C.A., Wisdom J.P., Duan N., Hoagwood K. (2015). Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42, 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>

⁴⁷ Rowe, G., & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353–375.

stanowisk, doprecyzowanie wątków problemowych, a także identyfikację rozbieżności wynikających z odmiennych umocowań instytucjonalnych oraz różnic funkcjonalnych pomiędzy organizacjami reprezentowanymi przez respondentów.

4. Walidacja wniosków – wyniki częściowe poddano procedurze walidacyjnej, polegającej na rekonsultacji z uczestnikami. Celem było ograniczenie ryzyka błędów interpretacyjnych, zapewnienie zgodności między rekonstrukcją materiału dokonaną przez badaczy a intencjonalną treścią wypowiedzi ekspertów oraz zagwarantowanie rzetelności procesu syntezy.

Opracowanie materiału odbyło się zgodnie z procedurą analizy tematycznej, stosowaną w badaniach jakościowych, w szczególności w metodach opartych na danych generowanych przez ekspertów. Proces analityczny obejmował:

1. Kodowanie otwarte – identyfikację jednostek znaczeniowych oraz elementów powtarzalnych w wypowiedziach.
2. Agregację tematyczną – grupowanie kodów w kategorie analityczne, obejmujące m.in. zasoby, bariery strukturalne, aspekty instytucjonalne, ryzyka oraz rekomendacje rozwojowe.
3. Analizę międzykategorialną – porównanie danych według typów instytucjonalnych oraz poziomów zarządzania, celem identyfikacji wzorców różnicujących ujęcia problemu.
4. Rekonstrukcję konsensusu i dysonansów – wyodrębnienie obszarów zgodności stanowisk oraz kwestii spornych, istotnych z punktu widzenia dalszej interpretacji.
5. Syntezę finalną – opracowanie spójnego modelu interpretacyjnego, uwzględniającego relacje pomiędzy kategoriami analitycznymi oraz osadzenie zjawiska w regionalnych i instytucjonalnych warunkach funkcjonowania technologii podwójnego zastosowania.

W analizie wykorzystano rangę kompetencji, polegającą na różnicowaniu siły interpretacyjnej poszczególnych wypowiedzi zgodnie z poziomem specjalizacji ekspertów w danym obszarze tematycznym. Pozwoliło to na zwiększenie precyzji interpretacji oraz podniesienie wartości heurystycznej formułowanych wniosków.

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 10). Dodatkowo, 18 listopada 2025 roku przeprowadzono wywiad indywidualny online (z wykorzystaniem platformy Teams) z przedstawicielem instytucji otoczenia biznesu (W9).

Tabela 10. 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, Menedżer ds. Współpracy
W9.	M	Przedstawiciel instytucji otoczenia biznesu

Źródło: opracowanie własne.

Przed panelem 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 11):

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.

W strukturze panelu wyodrębnione zostały dwie sesje:

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

Tabela 11. 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	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jak Państwo rozumiecie technologie podwójnego zastosowania w kontekście Małopolski? Jakie 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	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Jaką rolę odgrywają/mogą odgrywać uczelnie 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?

Sesja	Blok tematyczny	Pytania
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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.

Panel ekspercki został poprzedzony krótkim wprowadzeniem do dyskusji. W pierwszej kolejności 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 panelu, 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.

4.1. Ramy strategiczne rozwoju *dual-use* w województwie małopolskim

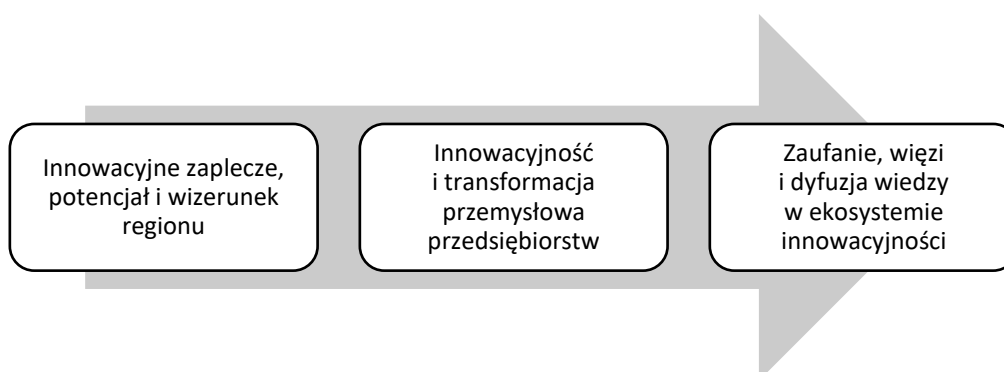
Rozwój technologii w ujęciu regionalnym jest uznawany za jedną z kluczowych determinant konkurencyjności gospodarki, innowacyjności przedsiębiorstw oraz zdolności adaptacyjnych wobec globalnych megatrendów. Współczesne podejście do polityki technologicznej wymaga nie tylko identyfikacji priorytetowych obszarów rozwoju, lecz również konstruowania spójnych ram strategicznych, które integrują perspektywy gospodarki, nauki, administracji publicznej oraz społeczeństwa obywatelskiego. Jak wskazują badania nad inteligentnymi specjalizacjami⁴⁸, skuteczną strategią rozwoju technologii w regionie powinna opierać się na analizie zasobów endogenicznych, potencjału innowacyjnego oraz mechanizmów współpracy w ramach ekosystemów innowacji.

⁴⁸ Foray D., Eichler M., Keller M. (2020). Smart Specialisation Strategies—Insights Gained from a Unique European Policy Experiment on Innovation and Industrial Policy Design. *Review of Evolutionary Political Economy*, 2, 83–103. <https://doi.org/10.1007/s43253-020-00026-z>; Ortega-Argilés R., McCann P. (2015). Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy. *Regional Studies*, 49(8), 1291–1302. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.799769>; Gródek-Szostak Z., Kajrunajtys D., Malik G., Chęcińska-Zauchka A. (2017). Działania administracji samorządowej w obszarze stymulowania inteligentnego rozwoju – studium województwa małopolskiego. *Europa Regionum*, t. 33, 49–58.

Ramy strategiczne pełnią funkcję mapy drogowej, wyznaczającej kierunki inwestycji, wspierającej procesy transferu wiedzy i technologii oraz umożliwiającej koordynację działań różnych interesariuszy. Ich znaczenie wzrasta w kontekście transformacji cyfrowej, rozwoju zielonej gospodarki oraz rosnącej roli technologii w rozwiązywaniu problemów społeczno-gospodarczych. Literatura przedmiotu podkreśla, że regionalne strategie technologiczne powinny charakteryzować się elastycznością, zdolnością adaptacyjną oraz opierać się na partycypacyjnym modelu zarządzania, co pozwala na skuteczne reagowanie na zmienne warunki otoczenia⁴⁹.

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 trzech obszarach strategicznych (rysunek 4.)

Rysunek 4. Strategiczne obszary interwencji RSI WM 2030



Źródło: opracowanie własne na podstawie dyskusji panelu ekspertów 13.11.2025 r.

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.

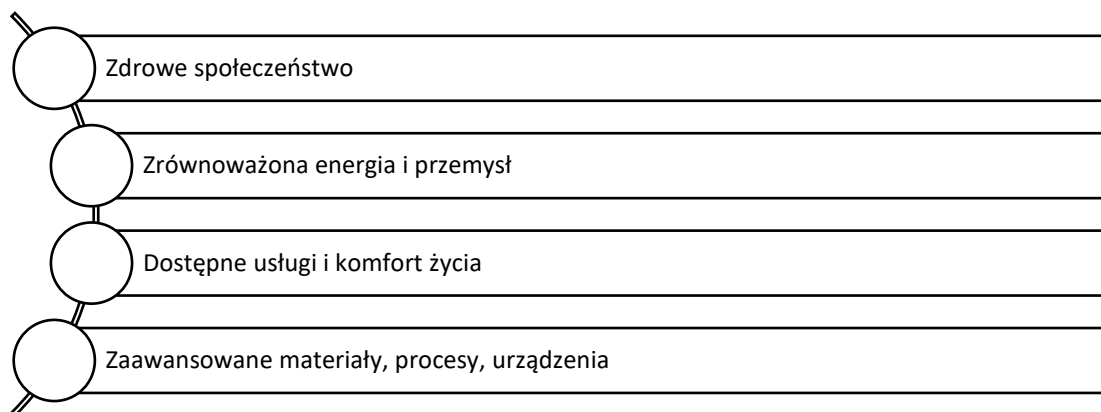
RSI WM 2030 podlega ciągłemu monitorowaniu w celu trafnego wdrażania istotnych zmian w strategii. Efekty dotychczasowych prac w zakresie zidentyfikowania potencjalnych zmian zostały zawarte w Uszczegółowieniu Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji (MIS), przyjętym przez Zarząd Województwa Małopolskiego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

⁴⁹ European Commission – Joint Research Centre (2021). *Implementing Smart Specialisation Strategies: Analysis of the Role of Regional Strategies in National Innovation Strategies* (JRC125959). Office for Publications of the European Union. <https://doi.org/10.2760/711198>; McCann P., Ortega-Argilés R. (2013). Modern regional innovation policy. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 6(2), 187–216. <https://doi.org/10.1093/cjres/rst007>

odkrywania na potrzeby wdrażania Regionalnej Strategii Innowacji Małopolska 2030”, który określił nowy porządek MIS, w wyniku czego z 7 dotychczasowych domen specjalizacyjnych wyodrębniono 4.

Głównymi argumentami przemawiającymi za redukcją MIS były poszukiwania interdyscyplinarnych, synergicznych połączeń między specjalizacjami, co umożliwić ma podejmowanie ambitnych wyzwań rozwojowych, a także podniesienie efektywności procesu zarządzania MIS i Procesu Przedsiębiorczego Odkrywania⁵⁰ (PPO).

Rysunek 5. Domeny Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji 2030



Źródło: opracowanie własne na podstawie dyskusji panelu ekspertów 13.11.2025 r.

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 (Uchwała nr 2538/24 Zarządu Województwa...) – 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 Zrównoważona energia i przemysł (Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, 2026), dla pozostałych dwóch obszarów nadal trwa proces wdrażania (Dostępne usługi i komfort życia, Zaawansowane materiały, procesy, urządzenia). W I kwartale 2026 r. 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

⁵⁰ Gródek-Szostak Z. (2019). Proces przedsiębiorczego odkrywania jako formuła wspierania innowacji w przedsiębiorstwie – studium województwa małopolskiego. *Studia i Prace WNEiZ US*, 55, 185–194; Gródek-Szostak Z., Niemczyk A., Niewiadomski M., Zamora P. (2022). Regionalne uwarunkowania implementacji Przemysłu 4.0 w sektorze MŚP – studium województwa małopolskiego, [w:] J. Nesterak, A. Wodecka-Hyjek (red.), *Wiedza, gospodarka, społeczeństwo: współczesne wyzwania i zrównoważony rozwój* (s. 87–93) Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk.

i interpretację danych, przedkładanie propozycji działań, projektów, konsultowanie zapisów dokumentów, regulaminów itp.

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

Województwo Małopolskie nie posiada wyodrębnionej Strategii dedykowanej *stricte* rozwojowi *dual use*. Zważając jednak na dynamiczne zmiany geopolityczne trwają prace nad aktualizacją obecnej Strategii Rozwoju Województwa Małopolskiego, które powinny się zakończyć w pierwszym półroczu 2026 r. Zapisy zaktualizowanej SRWM 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*.

Istotnym aktorem w strukturach administracji publicznej w województwie jest Małopolskie Obserwatorium Rozwoju Regionu UMWM, które zapewnia wsparcie dla rozwoju działalności innowacyjnej i uwalniania potencjału województwa. To przede wszystkim projektowanie rozwiązań wspierających innowacje. Problematyka *dual-use* jest zagadnieniem szczególnie istotnym, wymagającym ukierunkowanego wsparcia sprzyjającego rozwojowi tego typu technologii. Ten obszar znajdzie swoje odzwierciedlenie w opracowywanej Strategii Rozwoju Województwa Małopolskiego do 2030 r. Ważną rolę w zakresie kształtowania strategicznych ram dla rozwoju technologii *dual-use* odgrywa Miasto Kraków.

Urząd Miasta Krakowa (UMK) 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 model myślenia o *dual-use* już zafunkcjonował. Miasto myśli strategicznie, z ambicjami budowy metra, gdzie metro nie jest tylko rozpatrywane jako środek transportu, ale również jako schron (brak jest przepisów precyzujących parametry metra – schronu). W pracach nad strategią, silosy zostały przelamane, co oznacza odejście od tradycyjnego, sektorowego podejścia na rzecz integracji różnych obszarów wiedzy, kompetencji i zasobów. W praktyce oznacza to stworzenie mechanizmów współpracy między administracją publiczną, biznesem, środowiskiem naukowym oraz organizacjami społecznymi, co jest zgodne z koncepcją *quadruple helix*⁵¹. Dzięki temu proces formułowania strategii staje się bardziej inkluzywny i oparty na dialogu, a nie na izolowanych działaniach poszczególnych instytucji.

⁵¹ Carayannis E.G., Campbell D.F.J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41–69.

Jak wskazują badania, przełamywanie silosów sprzyja powstawaniu ekosystemów innowacji, w których przepływ wiedzy i technologii jest wielokierunkowy, a procesy decyzyjne stają się bardziej inkluzywne i adaptacyjne⁵². W literaturze podkreśla się, że integracja sektorów jest kluczowa dla realizacji celów zrównoważonego rozwoju i transformacji cyfrowej, co potwierdzają modele takie jak SCALE, promujące współprojektowanie i lokalne mechanizmy wdrożeniowe⁵³.

UMK pracował nad strategią horyzontalnie, integrując szereg interesariuszy. Rozmawiano o SPACE CITY i MEDICINE CITY. Podczas konferencji TECH ON podpisana została deklaracja (Miasto Kraków i 11 instytucji) współpracy w rozwoju w obszarach strategicznych interwencji, np. obszar Nowej Huty przeznaczony pod nowe technologie. W planach pozostaje zaproszenie Europejskiej Agencji Kosmicznej do Krakowa.

W pracach Grupy Roboczej GOSPODARKA podniesiono temat MEDICINE CITY, odnoszący się do wsparcia wykorzystania potencjału szpitali we współpracy z uniwersytetami oraz nowymi technologiami. Wskazano na istnienie licznych ośrodków wyprzedzających standardowe rozwiązania, co znalazło odzwierciedlenie w dokumentach strategicznych. Istotne znaczenie przypisano również obszarowi ICT i cyberbezpieczeństwa, akcentując potrzebę dalszej digitalizacji. Wszystkie te zjawiska są poddawane analizie wielokryterialnej tak, aby władzom miejskim zapewniać zaplecze. Istnieje konieczność zdefiniowania określonych parametrów uzasadniających podejmowane działania w mieście.

Identyfikując sektory gospodarki regionu mające największy potencjał w zakresie rozwoju technologii *dual-use* eksperci zwrócili uwagę na dwa kluczowe sektory: usługowy i przemysłowy.

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

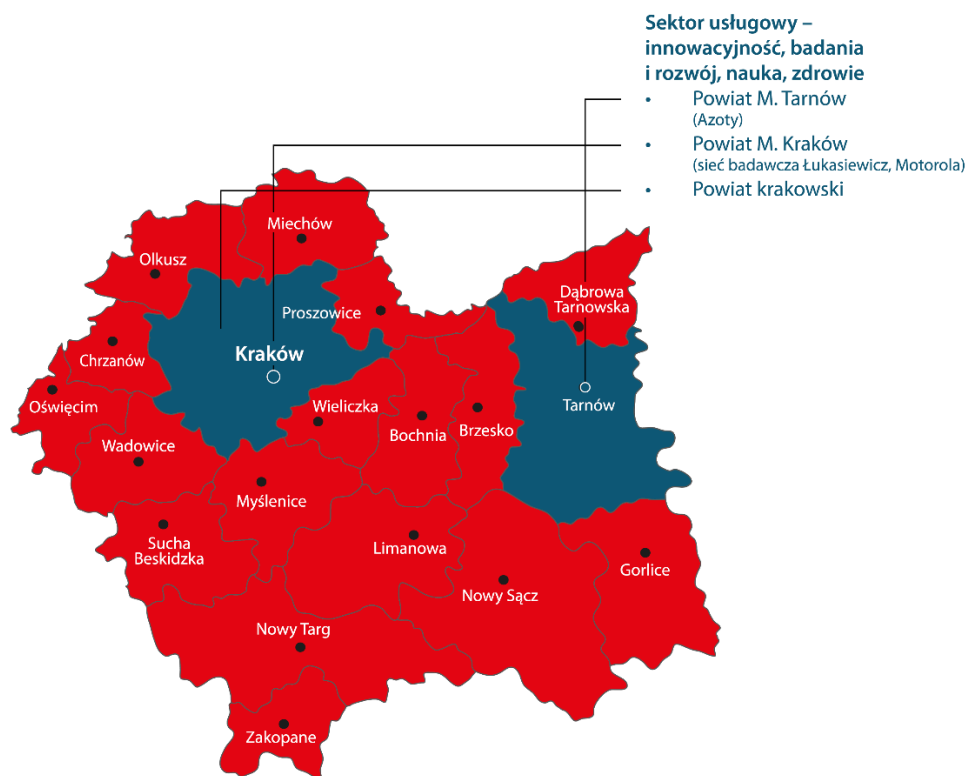
W tym sektorze wyszczególniono Sieć Badawczą Łukasiewicz, która rozpoczęła dwa strategiczne projekty badawczo-rozwojowe, które mają wzmocnić suwerenność Polski w produkcji amunicji. Związane są z opracowaniem krajowych technologii wytwarzania nitrocelulozy i nitroguanidyny – substancji niezbędnych do produkcji prochów wielobazowych i paliw raketowych, 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 zainteresowana jest 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 państwa⁵⁴.

⁵² Machado H.P.V., Sartori R., Rosa P.F.M. (2024). Beyond the Triple Helix Model: Scientific Production on the Quadruple and Quintuple Helix. *Journal of the Knowledge Economy*, 16, 5758–5791; Oliver A.L., Rittblat R., Menuhin J. (2025). From Silos to Synergies: A Nexus Framework for Innovation-Driven Sustainability Ecosystems. *Sustainability*, 17(14), 6239.

⁵³ Lah O. (2025). Breaking the silos: integrated approaches to foster sustainable development and climate action. *Sustain Earth Reviews*, 8, 1 <https://doi.org/10.1186/s42055-024-00102-w>

⁵⁴ <https://grupaazoty.com/aktualnosci/podpisanie-listu-intencyjnego-o-wspolpracy-dotyczacej-produkcji-materialow-wybuchowych>; <https://lukasiewicz.gov.pl/siec-badawcza-lukasiewicz-wzmacnia-suwerenosc-polski-w-produkcji-materialow-wybuchowych-i-amunicji>

Rysunek 6. Potencjał sektora usług w obszarze *dual-use* w Małopolsce



Źródło: opracowanie Paweł Wójcik UEK.

Eksperti podkreślili rolę centrów oprogramowania, np. obecność przedsiębiorstw takich jak Motorola Solutions Systems Polska Sp. z o.o. Przedsiębiorstwo to jest globalnym liderem w dziedzinie bezpieczeństwa publicznego i ochrony przedsiębiorstw.

Istotną rolę w tym zakresie odgrywają technologie kosmiczne, które oferują zakres zastosowań, obejmujących następujące obszary:

- 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.

2. Sektor przemysłowy – chemiczny, elektromaszynowy, górniczy 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, który obejmuje: Krakowską Fabrykę Kabli, Krakowską Fabrykę Aparatów Pomiarowych, Zakłady Materiałów Izolacyjnych w Zabierzowie, Zakład Kabli Przewodów Elektrycznych Telefonika S.A. oraz grupę Valeo (Skawina, Chrzanów, Trzebinia) produkującą części i podzespoły samochodowe.

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

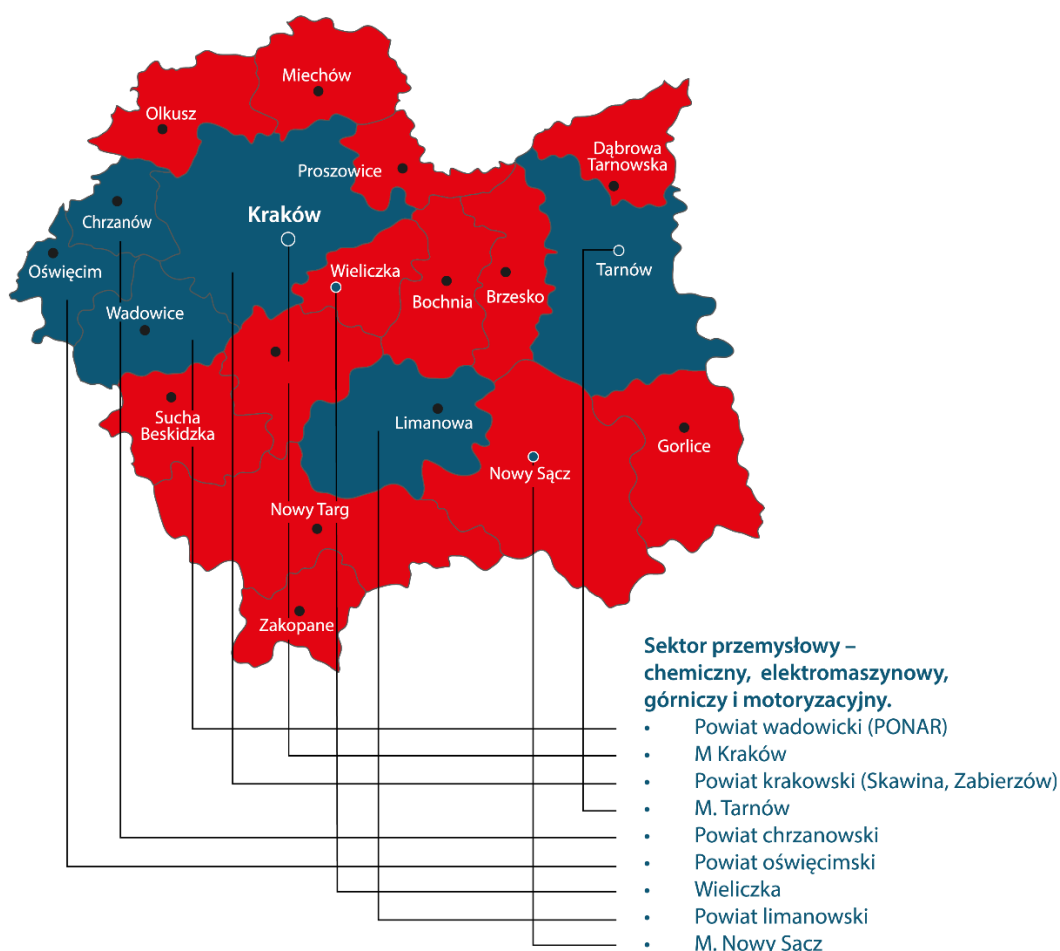
Przemysł chemiczny to z kolei kluczowy sektor gospodarki Małopolski, dzięki któremu prężnie działa produkcja: chemikaliów i wyrobów chemicznych; nawozów sztucznych i środków ochrony roślin; tworzyw sztucznych i wyrobów z gumy; kosmetyków, leków i innych produktów chemii specjalistycznej oraz wyrobów petrochemicznych.

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.

Rysunek 7. Potencjał sektora przemysłowego w obszarze *dual-use* w Małopolsce



Źródło: opracowanie Paweł Wójcik UEK.

Przemysł spożywczy i drzewny 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.

Podsumowując, ramy strategiczne rozwoju technologii *dual-use* w województwie małopolskim stanowią kluczowy element budowania regionalnej przewagi konkurencyjnej w obszarze innowacji o podwójnym zastosowaniu – cywilnym i obronnym. Ich opracowanie wymagało integracji perspektyw gospodarczych, naukowych i administracyjnych, a także przełamania tradycyjnych silosów instytucjonalnych poprzez wdrożenie modelu współpracy wielohelisyowej (*quadruple helix*). Strategia opiera się na analizie zasobów endogenicznych

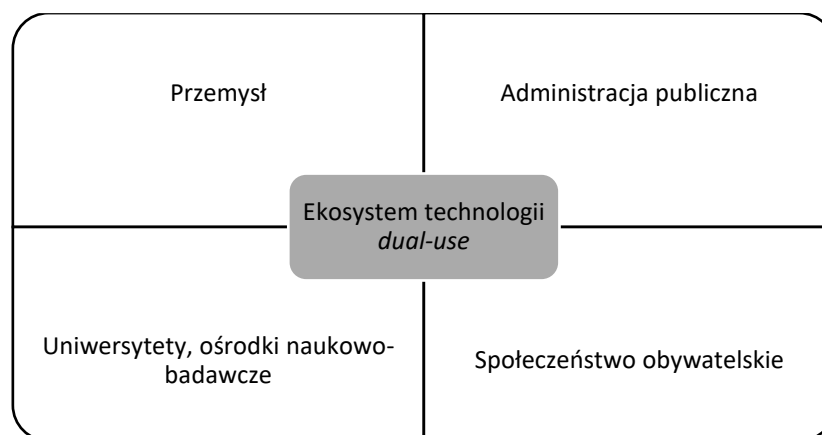
regionu, identyfikacji kluczowych technologii oraz mechanizmach transferu wiedzy i komercjalizacji wyników badań. Szczególny nacisk położono na adaptacyjność i elastyczność ram, umożliwiających reagowanie na dynamiczne zmiany w otoczeniu geopolitycznym i technologicznym. W kontekście transformacji cyfrowej, zielonej gospodarki oraz rosnącej roli bezpieczeństwa, ramy te pełnią funkcję mapy drogowej dla inwestycji, rozwoju kompetencji i budowy ekosystemów innowacji, wspierając jednocześnie realizację celów polityki krajowej i europejskiej w zakresie technologii *dual-use*, na co zwrócili uwagę eksperci W1; W2; W3; W7.

4.2. Ekosystem innowacji *dual-use* w województwie małopolskim

Ekosystem innowacji *dual-use* w województwie małopolskim stanowi złożoną strukturę powiązań pomiędzy podmiotami sektora publicznego, prywatnego, nauki oraz społeczeństwa obywatelskiego, której celem jest rozwój technologii o podwójnym zastosowaniu – cywilnym i obronnym. Współczesne podejście do budowy takich ekosystemów opiera się na koncepcji *Quadruple Helix*, zakładającej integrację wiedzy, zasobów i kompetencji w ramach sieci współpracy, co sprzyja transferowi technologii (rys. 7), komercjalizacji wyników badań oraz wzmacnianiu bezpieczeństwa technologicznego regionu⁵⁵.

Znaczenie ekosystemów *dual-use* rośnie w kontekście globalnych megatrendów, takich jak cyfryzacja, automatyzacja, rozwój technologii kosmicznych czy zielona transformacja, które wymagają synergii pomiędzy innowacjami cywilnymi a rozwiązaniami obronnymi. W literaturze podkreśla się, że skuteczny ekosystem innowacji powinien być oparty na mechanizmach współprojektowania (*co-creation*), otwartej innowacji oraz adaptacyjnych strategiach zarządzania, umożliwiającym reagowanie na zmienne warunki geopolityczne i technologiczne⁵⁶.

Rysunek 8. Ekosystem innowacji *dual-use*



Źródło: opracowanie własne.

⁵⁵ 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; Arnkil R., Järvensivu A., Koski P., Piirainen T. (2010). Exploring Quadruple Helix: Outlining user-oriented innovation models. *Work Research Centre Reports*, University of Tampere; Gródek-Szostak Z. (2023). *Upowszechnianie transferu technologii w sieci innowacji* (Seria: Zarządzanie). Wydawnictwo C.H. Beck.

⁵⁶ Keller M., Meissner D. (2023). Dual-use research and innovation: Governance challenges and policy responses. *Science and Public Policy*, 50(3), 456–468.

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 udział odnotowano jedynie w województwie mazowieckim, przy czym 22 podmioty w Małopolsce posiadają status instytucji naukowej.

Region wyróżnia się silnym zapleczem akademickim – obecnością renomowanych uczelni, instytutów badawczych oraz centrów transferu technologii – które prowadzą prace w obszarach takich jak: sztuczna inteligencja, robotyka, fotonika, biotechnologia, nanomateriały czy technologie informacyjne. Te dziedziny są fundamentem innowacji o charakterze *dual-use*, umożliwiając rozwój rozwiązań wspierających zarówno gospodarkę cywilną, jak i systemy bezpieczeństwa.

Tabela 12. Aktywność małopolskich uniwersytetów w obszarze *dual-use*

Lp.	Uczelnia	Aktywność w obszarze technologii <i>dual-use</i>
1.	Akademia Górniczo-Hutnicza	W murach uczelni 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: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Upstream – technologie wysyłane w przestrzeń kosmiczną (satelity, systemy raketowe); ▪ Downstream – przetwarzanie i wykorzystanie danych satelitarnych; ▪ Biomedical – wpływ warunków kosmicznych na organizm człowieka oraz systemy podtrzymania życia w kosmosie.
2.	Uniwersytet Jagielloński	Uniwersytet 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.
3.	Uniwersytet Andrzeja Frycza Modrzewskiego w Krakowie i Politechnika Krakowska	Uruchomiono kierunek Cyberbezpieczeństwo , który jest silnie powiązany z aktualnymi potrzebami rynku pracy. Specjaliści ds. cyberbezpieczeństwa są obecnie w czołówce najbardziej pożądanym zawodów zarówno w kraju jak i na świecie
4.	Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja (URK)	Wydział Biotechnologii i Ogrodnictwa , kształci w zakresie biotechnologii roślin, nowoczesnej technologii produkcji ogrodniczej, roślin leczniczych i prozdrowotnych, sztuki ogrodowej oraz winogrodnictwa i enologii.

Źródło: opracowanie na podstawie dyskusji panelu ekspertów 13.11.2025.

Analiza potencjału małopolskich ośrodków naukowych w tym obszarze pozwala zidentyfikować kluczowe kompetencje, bariery i możliwości współpracy z sektorem publicznym oraz prywatnym. W kontekście europejskich i krajowych strategii bezpieczeństwa technologicznego, a także programów finansowania badań i innowacji, Małopolska może stać się istotnym węzłem w sieci rozwoju technologii *dual-use*, wzmacniając konkurencyjność regionu i jego odporność na wyzwania przyszłości.

Centra Badawczo-Rozwojowe (CBR) pełnią strategiczną funkcję pomostu między sektorem akademickim, przemysłem a obronnością. Dzięki wspólnym laboratoriom i projektom,

umożliwiają transfer technologii od badań podstawowych do zastosowań wojskowych i cywilnych, scalając rozwiązania w obu obszarach. Dzięki infrastrukturze badawczej, prototypowniom oraz możliwości testowania technologii w realistycznych warunkach, CBR skracają czas wdrożeń, co jest krytyczne w kontekście technologii wymagających szybkiej adaptacji do zagrożeń bezpieczeństwa⁵⁷.

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*⁵⁸: 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.

W gronie małopolskich ośrodków badawczych wyszczególniono również Narodowe Centrum Promieniowania Synchrotronowego SOLARIS Uniwersytetu Jagiellońskiego oraz Centrum Cyklotronowe Bronowice. Centrum stanowi dział Instytutu Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie. Synchrotron SOLARIS jest obecnie największym w Polsce urządzeniem pracującym w trybie otwartego dostępu i umożliwiającym prowadzenie badań naukowych. Z kolei Centrum Cyklotronowe Bronowice 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 Krakowskim Parku Technologicznym (KPT) hub4industry – European Digital Innovation Hub. Ponadto wysoko rozwinięte działy B+R mają w regionie takie podmioty jak: ABB, Motorola, Google, Shell, Medtronic, Astor, Valeo, IBM, InPost, Comarch itd.

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 sztandarowych przykładów tj.:

- 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.

⁵⁷ European Commission (2025). *Unlocking the potential of dual-use research and innovation*. Brussels.

⁵⁸ www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/wykaz-cbr (dostęp: 29.12.2025).

- 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, skupiające interesariuszy z różnych sektorów, zainteresowanych współpracą w celu osiągnięcia swoich indywidualnych celów. Operatorem platformy jest Klaster LifeScience Kraków.

Technologie kosmiczne to obszar, który aktualnie jest 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 Europejskiej Sieci Regionów wykorzystującej 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 (OIW) w Małopolsce pełnią funkcje integratorów, tworząc platformy międzysektorowe, które umożliwiają transfer wiedzy i technologii pomiędzy uczelniami, instytucjami badawczymi, przedsiębiorstwami i administracją publiczną. Istotnym przykładem jest:

- 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.

Ważnym aktorem ekosystemu *dual-use* w Małopolsce jest Małopolska Agencja Rozwoju Regionalnego S.A. (MARR S.A.), która 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.

Wyzwaniem pozostaje skuteczność współpracy przedsiębiorcy – 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 przekierowanie 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 wyłączonej 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.

Eksperti zwrócili również uwagę na fakt, iż 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 co tak naprawdę potrzebuje. Jednym z kluczowych elementów potencjału województwa małopolskiego jest rozwijający się proces kastomizacji, wspierany przez aspiracje i postawy młodego pokolenia, co stwarza możliwości efektywnego wykorzystania nowoczesnych technologii. Technologia się nie wymyśla, technologia się rozwija. Mając na uwadze potencjał akademicki małopolski, istnieje możliwość tworzenia rozwiązań kastomizowanych na zamówienie. Tworzenie nowych funkcjonalności, nowych rozwiązań stanowi o sile Małopolski.

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 rozróżnić „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 postuluje się 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 został przez ekspertów uznany 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. Wiele wynalazków „umiera” z uwagi na brak zdiagnozowanego popytu lub niewłaściwą jego ocenę. W tym obszarze ważna jest proliferacja zagrożeń, rozumiana jako możliwość wykorzystania technologii cywilnych do celów wojskowych czy nawet terrorystycznych.

Ważnym aktorem w ekosystemie innowacji *dual-use* w Małopolsce jest KPT sp. z o.o. realizujący projekt DIANA⁵⁹. Program NATO DIANA (*Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic*) to inicjatywa NATO utworzona w czerwcu 2023 r., mająca na celu wspieranie rozwoju technologii *dual-use*. Program tworzy most między światem nauki, startupami, przemysłem a użytkownikami końcowymi w sektorze obronnym, oferując finansowanie, mentoring, dostęp do infrastruktury testowej oraz ścieżki wejścia na rynki państw sojuszu⁶⁰.

Rysunek 9. Sieć akceleratorów sieci DIANA



Źródło: www.diana.nato.int/accelerator-programme.html

FORT Kraków to inicjatywa w Małopolsce, która działa jako lokalny akcelerator i centrum testowe w ramach ekosystemu DIANA. Wspiera startupy i przedsiębiorstwa w rozwijaniu technologii *dual-use*, oferując szkolenia, mentoring i dostęp do laboratoriów. Jest regionalnym węzłem, który łączy lokalne zasoby (uczelnie, parki technologiczne, instytuty B+R) z globalną siecią DIANA. Dzięki temu technologie powstające w Małopolsce mogą być skalowane i wdrażane w projektach NATO. FORT Kraków wzmacnia pozycję Małopolski jako centrum innowacji obronnych, integrując lokalny ekosystem z międzynarodowymi programami

⁵⁹ NATO, DIANA, www.diana.nato.int

⁶⁰ European Commission (2025). *Making the most of EU Research and Innovation Investments: Rethinking dual use*. Brussels.

i umożliwiając transfer wiedzy oraz technologii. Sieć DIANA wyznacza strategiczne kierunki i standardy, a FORT Kraków zapewnia lokalne wsparcie operacyjne – od akceleracji startupów po testowanie technologii w warunkach zbliżonych do operacyjnych. Wspólnie tworzą pomost między nauką, biznesem i obronnością, umożliwiając rozwój technologii krytycznych (AI, cyber, drony, fotonika) w modelu *dual-use*.

Ekosystem *dual-use* w regionie jest dodatkowo wzmacniany przez krajowe programy wspierające rozwój kompetencji w obszarze innowacji obronnych, a także przez dostęp do funduszy europejskich (Horizon Europe, Europejski Fundusz Obrony). W rezultacie Małopolska staje się jednym z kluczowych ośrodków w Polsce, zdolnym do generowania i wdrażania technologii krytycznych, co przekłada się na budowę przewagi technologicznej, rozwój kompetencji wysokospecjalistycznych oraz integrację z globalnym ekosystemem innowacji obronnych co zgodnie podkreślili eksperci W1-W9.

4.3. Przyszłość technologii *dual-use* w województwie małopolskim

Małopolska dysponuje jednym z najsilniejszych w Polsce ekosystemów B+R i innowacji, który coraz wyraźniej ukierunkowuje się na technologie o podwójnym zastosowaniu (*dual-use*). Na potencjał regionu składają się: gęsta sieć ośrodków innowacji i współpracy (Krakowski Park Technologiczny, uczelniane CTT), wysoka koncentracja centrów R&D w biznesie, oraz rosnące powiązania międzynarodowe (program NATO DIANA, FORT Kraków) pozwalające na szybkie testowanie i skalowanie rozwiązań w obszarach AI, autonomii, cyber, fotoniki, energii i materiałów zaawansowanych⁶¹. Jednocześnie w Polsce uruchomiono krajowy program: „Wsparcie kompetencji w obszarze innowacji *dual-use*” (2025–2029), który wzmacnia akcelerację, *venture-building* i sieci mentorów – wprost korespondujące z regionalnymi ambicjami Małopolski i współpracą z DIANA⁶². W najbliższych latach (2026–2030) przewiduje się przyspieszenie rozwoju technologii *dual-use* w Małopolsce dzięki: integracji z siecią DIANA (akceleratory, *test-centres*), intensywniejszemu napływowi finansowania UE (Horizon Europe, EDF) i krajowego (#PFRDeepTech), oraz wykorzystaniu regionalnych specjalizacji i klastrów. Warunkiem sukcesu będzie koordynacja *governance* (*compliance*, eksport, ochrona danych), efektywny transfer technologii z uczelni i interfejs do użytkowników końcowych (wojsko/przemysł), a także zbudowanie kompetencji w obszarze „*dual-use by design*” i etyki badań⁶³.

Małopolska zbudowała spójny regionalny system innowacji. Równolegle, w Krakowie rozwijane są inicjatywy *dual-use* (np. działania KPT w AI, dronach, komunikacji odpornej na zakłócenia) oraz współpraca z NATO DIANA, co potwierdzają publiczne informacje i rozmowy z KPT o barierach legislacyjnych i rozwoju sieci akceleracyjnych. Zważając na olbrzymi potencjał regionu i najważniejsze obszary przemysłu, Małopolska ma potencjał do stania się liderem

⁶¹ https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/dual-use-technologies_en; <https://businessinmalopolska.pl/en>

⁶² www.gov.pl/web/rozwoj-technologiea/program-ministra-na-lata-20252029-wsparcie-kompetencji-w-obszarze-innowacji-dual-use

⁶³ European Commission (2024). *WHITE PAPER On options for enhancing support for research and development involving technologies with dual-use potential*. Brussels, 24.01.2024, COM (2024) 27 final.

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. Warto również zwrócić uwagę na bazę polskich przedsiębiorców sektora obronnego prowadzoną przez Ministerstwo Rozwoju i Technologii. Baza jest przedsięwzięciem niekomercyjnym. Podstawowym celem bazy jest promocja polskich przedsiębiorców sektora obronnego za granicą⁶⁴ (lista małopolskich przedsiębiorców wpisanych do bazy stanowi Załącznik nr 1).

AI i ML, autonomia, cyber-fizyczne bezpieczeństwo oraz CBRN, sensing i drony, materiały zaawansowane stanowią dominujące obszary w naborach DIANA i portfelach projektów UE, z wyraźną interakcją między sektorem cywilnym (np. IoT, energetyka) i wojskowym (ISR, odporność sieci)⁶⁵. Na podstawie dyskusji ekspertów przygotowano analizę SWOT wykorzystania potencjału *dual-use* w Małopolsce.

⁶⁴ <https://polishdefenceindustry.gov.pl/baza-przedsiębiorcow> (dostęp: 03.01.2025).

⁶⁵ www.nato.int/en/about-us/organization/nato-structure/defence-innovation-accelerator-for-the-north-atlantic-diana

Tabela 13. Analiza SWOT wykorzystania potencjału *dual-use* w Małopolsce

Mocne strony	Słabe strony
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Silny potencjał naukowo-badawczy i innowacyjność. ▪ Dobra dostępność komunikacyjna oraz korzystna lokalizacja w obrębie międzynarodowych szlaków tranzytowych. ▪ 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: w obrębie międzynarodowych szlaków tranzytowych (A4, S7), rozwinięty port lotniczy w Balicach, nowy terminal cargo. ▪ Dobrze rozbudowana sieć drogowa, która w połączeniu z potencjałem lotniska i sieci kolejowej umożliwi 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 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 siły roboczej oraz dogodnym warunkom naturalnym, przyrodniczym i klimatycznym. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Relatywnie niskie nakłady przedsiębiorstw na B+R – mimo wzrostu udziału, dominującą rolę odgrywają wydatki publiczne, przy relatywnie niskim udziale MŚP. ▪ Zanieczyszczenie powietrza i smog – problem środowiskowy, szczególnie w sezonie grzewczym, wpływa negatywnie na zdrowie i wizerunek regionu. ▪ Niewystarczająca komercjalizacja <i>dual-use</i> w sektorze MŚP wymaga wzmocnienia wsparcia, zwłaszcza w obszarze finansowania i dostępu do wiedzy eksperckiej. ▪ 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
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Globalna konkurencja – inne regiony i kraje intensywnie wspierają technologie <i>dual-use</i>, 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.

W perspektywie kreowania warunków przyszłego rozwoju technologii *dual-use* w Małopolsce, warto rozważyć 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. Warte rozważenia jest 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. Istotną rolę będzie odgrywać 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. Monitorowanie zmian w prawie unijnym i krajowym oraz informowanie o nich przedsiębiorców w regionie poprzez regularne aktualizacje, szkolenia, seminaria tak, aby przedsiębiorstwa/instytucje mogły reagować na zmiany (np. zmiany w liście *dual-use*, warunkach zezwoleń).

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

Przyszłość technologii *dual-use* w Małopolsce zależy od świadomego wykorzystania istniejącego potencjału B+R oraz od umiejętnego „wpięcia” regionalnych inicjatyw w transatlantycką sieć DIANA i programy UE. Połączenie silnego lokalnego zaplecza (uczelnie, KPT, FORT Kraków) z mechanizmami finansowania z globalnymi centrami testowania i walidacji technologii pozwoli regionowi przesunąć się z roli dostawcy kompetencji do roli generatora wdrożeń i eksportera krytycznych technologii. Warunkiem koniecznym jest sprawne zarządzanie zgodnością, etyką i bezpieczeństwem badań oraz budowa kadr zdolnych pracować w paradygmacie „*dual-use by design*”.

Zakończenie

W świetle przedstawionych rozważań wnioskuje się, że technologie *dual-use* zyskują obecnie na znaczeniu. Dowodzi tego analiza bibliometryczna, osiągająca swoje maksimum w 2025 r. Spośród obszarów badawczych najszerzej związanymi z przedmiotowym zagadnieniem są inżynieria i medycyna, tj. obszary bezpośrednio powiązane z rozwojem technologii, infrastruktury technicznej oraz badań biomedycznych. Co warto podkreślić nauki społeczne, nauki informatyczne, ale też i inne wpisują się w omawiane zagadnienie, choć w węższym zakresie. Pozwala to potwierdzić lansowaną w książce tezę, że *dual-use* funkcjonuje jako pole badawcze o charakterze rozproszonym i interdyscyplinarnym.

Rzeczony rozwój technologii *dual-use* jest silnie powiązany z kontekstem politycznym i instytucjonalnym, który kształtuje systemy innowacji. Regiony odgrywają tu kluczową rolę – nie tylko jako zaplecze badawcze, ale jako aktywni uczestnicy europejskich struktur bezpieczeństwa i innowacji. Małopolska, dzięki inteligentnym specjalizacjom, silnym ośrodkom akademickim i rozwijającemu się ekosystemowi startupów, ma potencjał stać się liderem w obszarze technologii podwójnego zastosowania. Przekonuje o tym przedstawiona statystyczna analiza potencjału regionu nakreślająca profil obszaru i jego możliwości w tym zakresie. Niezaprzeczalnym potwierdzeniem lansowanej tezy były również opinie ekspertów ujawniające zdolności regionalne w obszarze rozwoju technologii *dual-use* w Małopolsce.

Z podjętych w niniejszej publikacji treści wynika, że aby w pełni wykorzystać potencjał województwa w przedmiotowym temacie konieczna jest realizacja określonych działań. Wśród nich wskazuje się np. na tworzenie regionalnych centrów kompetencji integrujących naukę, biznes i administrację. Pewnego rodzaju benchmarkiem mogą być niemieckie regionalne centra kompetencji, które łączą uczelnie, MŚP i administrację w celu wdrażania innowacji cyfrowych, pokazując ich rolę jako katalizatorów rozwoju technologicznego w sektorze regionalnym⁶⁶. Innym rozwiązaniem wykorzystania potencjału regionalnego jest aktywne uczestnictwo w programach UE. Przykładem może być opisywana w literaturze współpraca w ramach PESCO (*Permanent Structured Cooperation*). To mechanizm w ramach Wspólnej polityki bezpieczeństwa i obrony UE (*Common Security and Defence Policy – CSDP*), ustanowiony na podstawie art. 42 ust. 6 Traktatu o Unii Europejskiej, a jego celem jest współpraca obronna między państwami członkowskimi UE, stąd podejmowane projekty rozwoju zdolności wojskowych, interoperacyjności i gotowości operacyjnej w takich obszarach jak cyberbezpieczeństwo, mobilność wojskowa, systemy bezzałogowe, medycyna wojskowa, szkolenia. PESCO 4 – grupa czterech krajów UE: Francja, Niemcy, Włochy i Hiszpania jest przykładem współpracy silnych państw w rozwijaniu zdolności obronnych⁶⁷. Analizując wykorzystanie potencjału Małopolski warto rozważyć także rozwój mechanizmów wsparcia dla MŚP i startupów w ramach polityki innowacyjnej. Tego rodzaju

⁶⁶ Braun M. (2024). Regional Competence Centers for Work-Related Research as Drivers of Innovation in the Digital Transformation – An Overview. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 78(3), 268–276; <https://doi.org/10.1007/s41449-024-00433-6>

⁶⁷ Dorosh L. (2025). “PESCO 4”: The Role of Member States’ Ambitions in the Implementation of Defence and Security Projects of the European Union. *SHV: Security and Defence Studies*, 11(1), 8–13. <https://doi.org/10.23939/shv2025.01.008>

działanie podkreślają m.in. Del i in.⁶⁸ Ujawniają skuteczność polityki UE w rozwijaniu mechanizmów wsparcia dla innowacyjnych przedsiębiorstw w sektorach wysokich technologii, w tym w obszarach o potencjale *dual-use*, poprzez granty i inwestycje kapitałowe.

W rezultacie można stwierdzić, że przedstawione wyżej przykładowe działania nie tylko wzmacniają bezpieczeństwo narodowe, ale także budują konkurencyjność regionu w skali europejskiej. Regiony, takie jak Małopolska, mogą odgrywać istotną rolę poprzez rozwój kompetencji w obszarach inteligentnych specjalizacji, współpracę z krajowymi podmiotami obronnymi oraz aktywne uczestnictwo w projektach. Np. w ramach PESCO Polska uczestniczy w projektach w obszarze: mobilności wojskowej, cyberbezpieczeństwa, systemów bezzałogowych, wsparcia medycznego i logistycznego. Niemniej jednak podkreśla się potrzebę większej integracji z europejskimi strukturami innowacji⁶⁹.

Zaangażowanie, o którym mowa wyżej wzmacnia zdolności technologiczne Polski i umożliwia transfer wiedzy na poziomie regionalnym, co jest kluczowe dla budowania konkurencyjności i bezpieczeństwa w ramach europejskiej polityki obronnej. W tym obszarze jest szansa dla wzmocnienia roli Małopolski jako obszaru z ogromnymi możliwościami rozwoju technologii *dual-use*.

⁶⁸ Del Sorbo M., Faber C., Grazzi M., Matteucci F., Ruß M. (2025). Assessing changes in EU innovation policy programs: From SME Instrument to EIC Accelerator for start-up funding. *Economia e Politica Industriale – Journal of Industrial and Business Economics*, 52(2), 243–266. <https://doi.org/10.1007/s40812-025-00367-y>

⁶⁹ Gancarczyk M., Najda Janoszka M., Gancarczyk J., Hassink R. (2023). Exploring Regional Innovation Policies and Regional Industrial Transformation from a Coevolutionary Perspective: The Case of Małopolska, Poland. *Economic Geography*, 99(1), 51–80. <https://doi.org/10.1080/00130095.2022.2120465>

Bibliografia

- Altbach Ph. (2011). The past, present, and future of research University, *Economic and Political Weekly*, APRIL 16-22, 2011, 65–73.
- Arnkil R., Järvensivu A., Koski P., Piirainen T. (2010). Exploring Quadruple Helix: Outlining user-oriented innovation models. *Work Research Centre Reports*, University of Tampere.
- Berbeka J., Borodako K., Niemczyk A., Seweryn R. (2022). *Branża spotkań w Krakowie 2021*. Kraków: Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
- Berbeka J., Borodako K., Niemczyk A., Seweryn R. (2023). *Branża spotkań w Krakowie 2022*. Kraków: Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
- Berbeka J., Borodako K., Niemczyk A., Seweryn R. (2025). *Branża spotkań w Krakowie 2024*. Kraków: Fundacja Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie.
- BIP (2025). *Plan dochodów i wydatków budżetu Wojewody Małopolskiego na 2025 r.*
- Braun M. (2024). Regional Competence Centers for Work-Related Research as Drivers of Innovation in the Digital Transformation – An Overview. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft*, 78(3), 268–276; <https://doi.org/10.1007/s41449-024-00433-6>
- Bugaj J. (2025). *Planowanie strategiczne rozwoju uniwersytetu*. Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Krakowie, pozycja w druku, Kraków.
- 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>
- 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>
- Carayannis E.G., Campbell D.F.J. (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41–69.
- Clark B. (1998). *Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation*. Oxford, New York: Pergamon.
- 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, Maidenhead, Berkshire.
- Del Sorbo M., Faber C., Grazi M., Matteucci F., Ruß M. (2025). Assessing changes in EU innovation policy programs: From SME Instrument to EIC Accelerator for start-up funding. *Economia e Politica Industriale – Journal of Industrial and Business Economics*, 52(2), 243–266. <https://doi.org/10.1007/s40812-025-00367-y>
- Diagnoza sytuacji migrantów w województwie małopolskim* (2023). Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków.
- Dorosh L. (2025). “PESCO 4”: The Role of Member States’ Ambitions in the Implementation of Defence and Security Projects of the European Union. *SHV: Security and Defence Studies*, 11(1), 8–13. <https://doi.org/10.23939/shv2025.01.008>
- Etikan I., Musa S.A., Alkassim R.S. (2015). Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 1–4. <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>

- 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.
- European Commission – Joint Research Centre (2021). *Implementing Smart Specialisation Strategies: Analysis of the Role of Regional Strategies in National Innovation Strategies* (JRC125959). Office for Publications of the European Union. <https://doi.org/10.2760/711198>
- European Commission (2024). WHITE PAPER On options for enhancing support for research and development involving technologies with *dual-use* potential. Brussels, 24.1.2024 COM(2024) 27 final.
- European Commission (2025). *Making the most of EU Research and Innovation Investments: Rethinking dual use*. Brussels. <https://doi.org/10.2777/6637451>
- European Commission (2025). *Unlocking the potential of dual-use research and innovation*. Brussels. <https://doi.org/10.2777/5771805>
- Foray D., Eichler M., Keller M. (2020). Smart Specialisation Strategies–Insights Gained from a Unique European Policy Experiment on Innovation and Industrial Policy Design. *Review of Evolutionary Political Economy*, 2, 83–103. <https://doi.org/10.1007/s43253-020-00026-z>
- Gancarczyk M., Najda-Janoszka M., Gancarczyk J., Hassink R. (2023). Exploring Regional Innovation Policies and Regional Industrial Transformation from a Coevolutionary Perspective: The Case of Małopolska, Poland. *Economic Geography*, 99(1), 51–80. <https://doi.org/10.1080/00130095.2022.2120465>
- 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].
- Gródek-Szostak Z. (2019). Proces przedsiębiorczego odkrywania jako formuła wspierania innowacji w przedsiębiorstwie – studium województwa małopolskiego. *Studia i Prace WNEiZ US*, 55, 185–194.
- Gródek-Szostak Z. (2023). *Upowszechnianie transferu technologii w sieci innowacji* (Seria: Zarządzanie). Wydawnictwo C.H. Beck.
- Gródek-Szostak Z., Kajrunajtys D., Malik G., Chęcińska-Zaucha A. (2017). Działania administracji samorządowej w obszarze stymulowania inteligentnego rozwoju – studium województwa małopolskiego. *Europa Regionum*, t. 33, 49–58.
- Gródek-Szostak Z., Niemczyk A., Niewiadomski M., Zamora P. (2022). Regionalne uwarunkowania implementacji Przemysłu 4.0 w sektorze MŚP – studium województwa małopolskiego, [w:] J. Nesterak, A. Wodecka-Hyjek (red.), *Wiedza, gospodarka, społeczeństwo: współczesne wyzwania i zrównoważony rozwój* (s. 87–93). Instytut Nauk Ekonomicznych Polskiej Akademii Nauk.
- Guidelines for responsible research and innovation, www.great-project.eu/Deliverables10, [29.12.2025]; Gianni R., Goujon P. (2013). „Analytical Grid: Current Theory and Practice (in RRI)” GREAT Project.
- Hałat P. (2025). *Wybrane dane dotyczące sytuacji społeczno-gospodarczej województwa małopolskiego: Dochody samorządów. Raport*, MSAP UEK, Kraków.
- Hsu C.-C., Sandford B.A. (2007). The Delphi technique: Making sense of consensus. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 12(10), 1–8.

Informacja dla Zarządu Województwa Małopolskiego o realizacji Małopolskiego Planu Inwestycyjnego 2030 oraz Małopolskiego Planu Inwestycyjnego na lata 2015-2023 (stan na 31 grudnia 2024 r.) (2024). Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Kraków.

Podmioty gospodarki narodowej w rejestrze REGON w województwie małopolskim. Stan na koniec 2024 r. (2025). Informacje sygnałowe. US w Krakowie, 20.02.2025.

Budżety jednostek samorządu terytorialnego w województwie małopolskim w 2024 r. (2025). Informacje sygnałowe. US w Krakowie, 09.2025.

Stan i ruch naturalny ludności w województwie małopolskim w 2023 r. (2024). Informacje sygnałowe. US w Krakowie, 29.05.2024.

Stan i ruch naturalny ludności w województwie małopolskim w 2024 r. (2025). Informacje sygnałowe. US w Krakowie, 28.05.2025.

Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2024/2025 (2025). Informacje sygnałowe. US w Krakowie, 07.08.2025.

Keller M., Meissner D. (2023). *Dual-use research and innovation: Governance challenges and policy responses. Science and Public Policy*, 50(3), 456–468.

Lah O. (2025). Breaking the silos: integrated approaches to foster sustainable development and climate action. *Sustain Earth Reviews*, 8, 1 <https://doi.org/10.1186/s42055-024-00102-w>

Leja K. (2003). *Instytucja akademicka. Strategia, Efektywność, Jakość*, Wydział Nauk Społecznych i Humanistycznych, Seria Monografii Nr 107, Gdańsk: Gdańskie Towarzystwo Naukowe.

Lenart-Gansiniec R. (2021). *Systematyczny przegląd literatury w naukach społecznych*. Scholar, Warszawa.

Leydesdorff L., Park H.W., 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>

Liao H., Tang M., Luo L., Li C., Chiclana F., Zeng X.-J. (2018). A Bibliometric Analysis and Visualization of Medical Big Data Research. *Sustainability*, 10(1), 166. <https://doi.org/10.3390/su1001016>

Linstone H.A., Turoff M. (red.) (2002). *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley.

Machado H.P.V., Sartori R., Rosa P.F.M. (2024). Beyond the Triple Helix Model: Scientific Production on the Quadruple and Quintuple Helix. *Journal of the Knowledge Economy*, 16, 5758–5791.

Małopolskie Obserwatorium Rozwoju Regionalnego 2025, materiały udostępnione podczas panelu eksperckiego 13.11.25 MSAP UEK.

Materiały wewnętrzne Wydziału ds. Przedsiębiorczości i Innowacji UMK.

McCann P., Ortega-Argilés R. (2013). Modern regional innovation policy. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 6(2), 187–216. <https://doi.org/10.1093/cjres/rst007>

Ministerstwo Rozwoju i Technologii (2026). *Baza polskich przedsiębiorców sektora obronnego*, [online]: <https://polishdefenceindustry.gov.pl/baza-przedsiębiorcow> [dostęp: 31.05.2026].

Niemczyk A., Adler D., Handzel J.A., Gródek-Szostak Z., Ochoa Siguencia L. (2023). Assessment of Selected Elements of Healthcare in the Opinion of Healthcare Workers. *Ekonomia – Wrocław Economic Review*, nr 4, 137–151.

Nokkala T., Bladh A. (2014). Institutional Autonomy and Academic Freedom in the Nordic Context – Similarities and Differences. *Higher Education Policy*, 27, 1–21.

- Okoli C., Pawlowski S.D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15–29.
- Oliver A.L., Rittblat R., Menuhin J. (2025). From Silos to Synergies: A Nexus Framework for Innovation-Driven Sustainability Ecosystems. *Sustainability*, 17(14), 6239.
- Ortega-Argilés R., McCann P. (2015). Smart Specialization, Regional Growth and Applications to European Union Cohesion Policy. *Regional Studies*, 49(8), 1291–1302. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.799769>
- Palinkas L.A., Horwitz S.M., Green C.A., Wisdom J.P., Duan N., Hoagwood K. (2015). Purposeful Sampling for Qualitative Data Collection and Analysis in Mixed Method Implementation Research. *Administration and Policy in Mental Health and Mental Health Services Research*, 42, 533–544. <https://doi.org/10.1007/s10488-013-0528-y>
- 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.
- 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]
- PwC (2025). Raport o stanie polskich metropolii: Kraków dogania stolicę. www.pwc.pl/pl/media/2025/2025-07-15-raport-o-stanie-polskich-metropolii-krakow-dogania-stolice.html (dostęp: 28.11.2025).
- 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].
- Regionalna Strategia Innowacji Województwa Małopolskiego 2030, Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, Departament Nadzoru Właścicielskiego i Gospodarki, 25 lutego 2021.
- Rocznik Statystyczny Województwa Małopolskiego 2024* (2024). US Kraków, Kraków.
- Rowe G., Wright G. (2011). The Delphi technique: Past, present and future prospects – Introduction to the special issue. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(9), 1487–1490.
- Rybkowski R. (2015). Autonomia a rozliczalność. Polskie wyzwania. *Nauka i Szkolnictwo Wyższe*, 1(45), s. 95–115.
- 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.
- Salmi J. (2007). Autonomy from the State vs Responsiveness to Markets. *Higher Education Policy*, 20, 223–242.
- Seweryn R., Niemczyk A., Wawoczny M. (2023). *Plan komunikacji marketingowej turystyki dla województwa małopolskiego na lata 2025-2030*, na zlecenie Urzędu Marszałkowego Województwa Małopolskiego, Departament Turystyki.
- SR WM 2030 (2020). *Strategia Rozwoju Województwa „Małopolska 2030”*, Załącznik do uchwały nr XXXI/422/20 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 17 grudnia 2020 r.

- 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, 554–569.
- Szewior K. (2021). *Uniwersytet (w) sieci*, Uniwersytet Warszawski, Oficyna Wydawnicza Aspra-JR, Warszawa, 45–94.
- Szkolnictwo wyższe w województwie małopolskim w roku akademickim 2023/2024*, Urząd Statystyczny w Krakowie, informacje sygnałne (28.11.2025).
- Technologie dla obronności*, Raport PFR.
- Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego (2026), *Platforma „Zrównowazona energia i przemysł”*, [online] dostęp: <https://innowacyjna.malopolska.pl/pl/wiedza/platformy-specjalizacyjne/platforma-zrownowazona-energia-i-przemysl> [dostęp: 31.05.2026].
- Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, „*Małopolska – Technologies, Innovations, Business 2023*”.
- Wolszczak-Derlacz J. (2013). *Efektywność naukowa, dydaktyczna i wdrożeniowa publicznych szkół wyższych w Polsce – analiza nieparametryczna*, Gdańsk: Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Zub M., Rzeźnik G., Buczek K., Sadowiec W. (2022). *Monitoring aktywności badawczo-rozwojowej i innowacyjnej w ramach Krajowej Inteligentnej Specjalizacji*, Raport miesięczny 4, lipiec, PARP.
- Zupic I., Cater T. (2015). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429–472. <https://doi.org/10.1177/1094428114562629>

Netografia

- Urząd Miasta Krakowa, Kraków dla Biznesu, *Media o Krakowie* (dostęp: 31.05.2026). <https://dlabiznesu.krakow.pl/start/210458,artykul,media-o-krakowie.html>
- Uchwała nr 2538/24 Zarządu Województwa Małopolskiego z dnia 27 listopada 2024 r., BIP Województwa Małopolskiego (dostęp: 31.05.2026). <https://bip.malopolska.pl/>
- Biznes.lovekrakow.pl (2023). *Ponad 15 mln pasażerów. Lotnisko czeka rozbudowa* (dostęp: 25.10.2023). https://biznes.lovekrakow.pl/aktualnosci/ponad-15-mln-pasazerow-lotnisko-czeka-rozbudowa_52947.html
- <https://businessinmalopolska.pl/pl/dlaczego-malopolska/polozenie-i-komunikacja> (dostęp: 12.2025).
- https://dlabiznesu.krakow.pl/start/210456,artykul,nagrody_i_wyroznienia.html (dostęp: 28.11.2025).
- <https://grupaaazoty.com/aktualnosci/podpisanie-listu-intencyjnego-o-wspolpracy-dotyczacej-produkcji-materialow-wybuchowych> (dostęp: 29.12.2025).
- <https://lukasiewicz.gov.pl/siec-badawcza-lukasiewicz-wzmacnia-suwerennosc-polski-w-produkcji-materialow-wybuchowych-i-amunicji> (dostęp: 29.12.2025).
- <https://polishdefenceindustry.gov.pl/baza-przedsiębiorców> (dostęp: 03.01.2025).
- https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/industrial-research-and-innovation/dual-use-technologies_en (dostęp: 29.12.2025).
- MOTIFE. (2025). *Krakow IT Market Report 2025*. MOTIFE. www.motife.com/insights/krakow-it-market-map-2025 (dostęp: 20.11.2025).
- Potencjał regionu* (2025). Urząd Marszałkowski, Kraków. www.malopolska.pl/biznes/bizneswmalopolsce/potencjal-regionu

Ranking Szkół Wyższych Perspektywy 2025. <https://2025.ranking.perspektywy.pl/ranking/ranking-uczelnia-akademickich> (dostęp: 12.12.2025).

www.agh.edu.pl/aktualnosci/detail/polska-uruchamia-gaia-ai-factory-nowy-europejski-osrodek-rozwoju-zaufanej-sztucznej-inteligencji (dostęp: 15.12.2025).

www.gov.pl/web/nauka/wyniki-przeglądu-polskiej-mapy-infrastruktury-badawczej

www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/program-ministra-na-lata-20252029-wsparcie-kompetencji-w-obszarze-innowacji-dual-use (dostęp: 29.12.2025).

www.nato.int/en/about-us/organization/nato-structure/defence-innovation-accelerator-for-the-north-atlantic-diana (dostęp: 29.12.2025).

https://www.malopolska.pl/userfiles/uploads/RGX/Regionalna_Strategia_Innowacji_Wojewodztwa_Malopolskiego_2030.pdf (dostęp: 28.11.2025).

msn.com.pl (dostęp: 26.09.2025). www.msn.com/pl-pl/finanse/najpopularniejsze-artykuly/krakow-wsrod-liderow-rozwoju-w-europie-w-nowym-rankingu-prognozy-na-przyszlosc-nie-sa-jednak-dobre/ar-AA1Nml1J

<https://krakow.stat.gov.pl/zakladka1/#> (dostęp: 28.11.2025).

<https://businessinmalopolska.pl/en> (dostęp: 29.12.2025).

NATO, DIANA, www.diana.nato.int (dostęp: 29.12.2025)

www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/wykaz-cbr (dostęp: 29.12.2025)

www.frp.org.pl/images/publikacje/publication/krasp_2022.pdf (dostęp: 18.11.2025).

Załącznik

Załącznik 1. Lista małopolskich przedsiębiorców wpisanych do bazę polskich przedsiębiorców sektora obronnego jest Ministerstwo Rozwoju i Technologii

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

Tabela 14. Katalog małopolskich przedsiębiorców sektora obronnego

Lp.	Nazwa przedsiębiorstwa	Oferta
1.	ANDROPOL S.A., Andrychów	<p>Sektor działalności: Segment lądowy, Inne</p> <p>Sektor EDF: Innowacyjne technologie obronne, Materiały i komponenty, Walka lądowa</p> <p>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</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: tkaniny wielofunkcyjne; tkaniny mundurowe dla wojska polskiego, policji, straży granicznej i straży pożarnej; tkaniny mundurowe dla militarnych odbiorców z zagranicy</p>
2.	Ateneum M. Kogut, A. Zegiel spółka komandytowa, Kraków	<p>Sektor działalności: Segment lądowy</p> <p>Sektor EDF: Przetwarzanie i ochrona wojsk; mobilność, Walka lądowa</p> <p>Rodzaje produktów/usług oferowanych: bariery obronne</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: HESCO BASTION MIL 7</p>
3.	BOLMA Maciej Błaż, Laskowa	<p>Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy</p> <p>Sektor EDF: Biotechnologia, Czynniki ludzkie, systemy mobilne, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Obrona przed bronią masowego rażenia (CBRN), Przetwarzanie i ochrona wojsk, reakcja medyczna, Walka lądowa, Walka powietrzna</p> <p>Rodzaje produktów/usług oferowanych: drzwi samochodowe, mocowanie zbiorników paliw, ostony tarcz hamulcowych, panel podłogi</p>
4.	DISKUS Polska sp. z o.o. / ProDevice, Wieliczka	<p>Sektor działalności: Segment lądowy, Elektronika</p> <p>Sektor EDF: Cyber, Innowacyjne technologie obronne, Technologie przetomowe</p> <p>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</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: demagnetyzer dysków, degausser, niszcarka nośników danych, deflasher, walizka na nośniki danych, szafa na nośniki danych, szuflada rack na nośniki danych</p>

Lp.	Nazwa przedsiębiorstwa	Oferta
5.	Dragon Winch / Abilus Group sp. z o.o., Balice	<p>Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy</p> <p>Sektor EDF: systemy wsparcia mobilności lądowej, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Przetwarzanie i ochrona wojsk, Walka lądowa, Walka powietrzna</p> <p>Rodzaje produktów/usług oferowanych: hydrauliczne, indywidualne projekty dedykowane m.in. dla wojska, przemysłowe, przenośne i ręczne, wyciągarki elektryczne</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: seria Truck w tym wyciągarki elektryczne o max. uciążu 30000lb (DWT30000HD); seria Hidra w tym wyciągarki dedykowane dla wojska o max. uciążu 66000 lb (DWHI660HD); seria EN w tym wyciągarki elektryczne oraz hydrauliczne zgodne z normą PN EN 14492-2</p>
6.	Grupa Azoty Compounding sp. z o.o., Tarnów	<p>Sektor działalności: Inne</p> <p>Sektor EDF: Materiały i komponenty</p> <p>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</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: Modyfikowane odmiany tworzyw: Tarnamid (PA 6), Tarnamid A3 (PA 6.6), Tarnoprop (PP), Tarnodur A (PBT), POM C. Ponadto oferujemy nową linię zrównoważonych odmian Tarnamid PIR oraz Tarnoprop PIR, zawierających co najmniej 30% surowców z recyklingu. Branże: automotive, RTV i AGD, elektronika, budownictwo, kolejnictwo</p>
7.	HOMSA sp. z o.o., Kraków	<p>Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy, Elektronika</p> <p>Sektor EDF: Innowacyjne technologie obronne, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Przestrzeń kosmiczna, Przetwarzanie, ochrona wojsk i mobilność, Sensory, Symulacje i szkolenia, Technologie przetomowe, Walka lądowa, Walka morską</p> <p>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 i inne</p>

Lp.	Nazwa przedsiębiorstwa	Oferta
8.	HUSAR Winch/ Kwella sp. z o.o., Jawiszowice	<p>Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy</p> <p>Sektor EDF: Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Przetwarzanie, ochrona wojsk i mobilność, Walka lądowa, Walka powietrzna</p> <p>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</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: Wyciągarki elektryczne o uciążu 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 uciążu pionowego</p>
9.	Kloden sp. z o.o., Kraków	<p>Sektor działalności: Inne</p> <p>Sektor EDF: Cyber, Odporność energetyczna i transformacja środowiskowa</p> <p>Rodzaje produktów/usług oferowanych: consulting, executive search, recruitment, talent acquisitions</p>
10.	Zakłady Mechaniczne „Tarnów” SA. Tarnów	<p>Sektor działalności: Segment morski, Segment powietrzny, Segment lądowy, Elektronika</p> <p>Sektor EDF: Innowacyjne technologie obronne, Materiały i komponenty, Obrona powietrzna i przeciwrakietowa, Symulacje i szkolenia, Walka lądowa, Walka powietrzna</p> <p>Rodzaje produktów/usług oferowanych: granatniki, karabinki, moduły, moździerz, moździerze, MWS-15, PGZ, przeciwlotnicze, systemy przeciwlotnicze, uzbrojenie, uzbrojenie strzelecki, uzbrojenie strzeleckie</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: Samopowtarzalne karabinki 5,56 mm, samopowtarzalne karabiny wyborowe 7,62mm 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-rakietowego, systemy kontenerowe</p>
11.	Zastaw sp. z o.o., Andrychów	<p>Sektor działalności: Segment lądowy</p> <p>Sektor EDF: Przetwarzanie, ochrona wojsk i mobilność</p> <p>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</p> <p>Przykładowe produkty/usługi: Przyczepy i naczepy w tym o zastosowaniu wojskowym</p>

Źródło: Ministerstwo Rozwoju i Technologii (2026).

Spis rysunków

Rysunek 1. Model konceptualny elementów wpływających na dual-use z perspektywy organizacji	28
Rysunek 2. 30 największych pracodawców IT w Krakowie.....	37
Rysunek 3. Mapa połączeń z MPL Kraków Balice (2025).....	46
Rysunek 4. Strategiczne obszary interwencji RSI WM 2030	53
Rysunek 5. Domeny Małopolskich Inteligentnych Specjalizacji 2030	54
Rysunek 6. Potencjał sektora usług w obszarze dual-use w Małopolsce	57
Rysunek 7. Potencjał sektora przemysłowego w obszarze dual-use w Małopolsce	59
Rysunek 8. Ekosystem innowacji dual-use	60
Rysunek 9. Sieć akceleratorów sieci DIANA	66

Spis tabel

Tabela 1. Podmioty gospodarki narodowej według przewidywanej liczby pracujących w województwie małopolskim w 2024 r. (stan na 31.12).....	34
Tabela 2. Liczba pracujących w poszczególnych sekcjach w Małopolsce w latach 2020, 2022, 2023	35
Tabela 3. Stan szpitali w Małopolsce w latach 2020, 2022, 2023	36
Tabela 4. Liczba szkół wyższych w Małopolsce i w Polsce w latach 2019-2024.....	38
Tabela 5. Strategiczna infrastruktura badawcza w województwie małopolskim (stan 2025 r.)	40
Tabela 6. Liczba ludności w województwie małopolskim w latach 2020, 2022, 2023	41
Tabela 7. Liczba ludności w wieku przedprodukcyjnym, produkcyjnym i poprodukcyjnym w województwie małopolskim w latach 2020, 2022-2023.....	41
Tabela 8. Wydatki budżetów jednostek samorządu terytorialnego według działów w 2024 r. – województwo małopolskie.....	43
Tabela 9. Wybrane wskaźniki MPL Kraków Balice w latach 2019-2024	45
Tabela 10. Kody ekspertów	51
Tabela 11. Struktura zagadnień panelu eksperckiego	51
Tabela 12. Aktywność małopolskich uniwersytetów w obszarze dual-use	61
Tabela 13. Analiza SWOT wykorzystania potencjału dual-use w Małopolsce	69
Tabela 14. Katalog małopolskich przedsiębiorców sektora obronnego	80

Spis wykresów

Wykres 1. Liczba wyszukanych dokumentów związanych z dual-use od 1962 r.	9
Wykres 2. Wyszukane dokumenty w podziale na deklarowany obszar badań	10
Wykres 3. Typy wyszukanych dokumentów.....	11
Wykres 4. Częstość słów w tytułach analizowanych rekordów	13
Wykres 5. Częstość występowania słów kluczowych w analizowanych dokumentach	14
Wykres 6. Zróżnicowanie tematyczne badań związanych z dual-use na podstawie analizy abstraktów....	15
Wykres 7. Sieci relacji między frazami w analizowanych abstraktach	16
Wykres 8. Mapa tematyczna analizowanych rekordów	17
Wykres 9. Perspektywa geograficzna analizowanych rekordów.....	19
Wykres 10. Podmioty gospodarki narodowej według wybranych sekcji PKD w 2024 r. (stan w dniu 31 grudnia).....	34
Wykres 11. Studenci według grup kierunków studiów w roku akademickim 2023/2024 (stan w dniu 31 grudnia).....	39
Wykres 12. Projekty zgodne ze statusem realizacji według obszarów MPI 2030	44