

DOI: 10.4467/29567610PIB.26.008.23480

dr Elżbieta Ważna

Pomorska Szkoła Wyższa w Starogardzie Gdańskim

ORCID: 0000-0002-9174-4376

elzbieta.wazna@twojestudia.pl

ROLA INNOWACJI TECHNOLOGICZNYCH W PODNOSZENIU EKONOMICZNEJ EFEKTYWNOŚCI DZIAŁAŃ POSZUKIWAWCZYCH OSÓB ZAGINIONYCH

THE ROLE OF TECHNOLOGICAL INNOVATION IN IMPROVING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF SEARCH OPERATIONS FOR MISSING PERSONS

Streszczenie

Artykuł podejmuje analizę wpływu innowacji technologicznych na efektywność ekonomiczną systemów poszukiwań osób zaginionych. Omówiono w nim zastosowanie nowoczesnych rozwiązań, takich jak drony, systemy lokalizacji GPS, analiza danych przestrzennych (GIS) oraz narzędzia oparte na sztucznej inteligencji, w kontekście optymalizacji kosztów i skracania czasu działań poszukiwawczych. Wskazano, że wykorzystanie innowacyjnych technologii pozwala na bardziej racjonalne alokowanie zasobów, zwiększenie skuteczności operacyjnej oraz ograniczenie wydatków ponoszonych przez służby ratownicze i administracje publiczną.

Słowa kluczowe: innowacje technologiczne, efektywność ekonomiczna i kosztowa, zarządzanie kryzysowe, sztuczna inteligencja, drony

Abstract

This article analyzes the impact of technological innovations on the economic efficiency of missing persons search systems. It discusses the use of modern solutions, such as drones, GPS location systems, geographic information systems (GIS), and artificial intelligence-based tools, in the context of optimizing costs and reducing search times. It is pointed out that the use of innovative technologies allows for a more rational allocation of resources, increased operational efficiency, and reduced expenses incurred by rescue services and public administrations.

Keywords: technological innovations, economic and cost efficiency, crisis management, artificial intelligence, drones

Wprowadzenie

Zaginienia osób stanowią złożony problem społeczny, prawny i organizacyjny, który dotyka niemal każdego państwa na świecie¹. Skala zjawiska, obejmująca zarówno zaginięcia krótkotrwałe, jak i długoterminowe, generuje poważne konsekwencje dla rodzin, służb publicznych i całego systemu bezpieczeństwa państwa. Każda akcja poszukiwawcza wymaga znacznych zasobów czasowych, finansowych i instytucjonalnych a ich efektywność w dużej mierze zależy od dostępnych narzędzi oraz poziomu koordynacji działań². W tym kontekście rozwój technologiczny staje się kluczowym czynnikiem mogącym wpłynąć na poprawę skuteczności działań poszukiwawczych.

W ostatnich latach obserwuje się intensywny rozwój innowacyjnych technologii, takich jak systemy geolokalizacyjne, analiza danych w czasie rzeczywistym, sztuczna inteligencja czy wykorzystanie dronów i sensorów środowiskowych³. Narzędzia te nie tylko skracają czas dotarcia do informacji, ale również umożliwiają bardziej precyzyjne planowanie i realizację akcji poszukiwawczych⁴. Ich implementacja może prowadzić do ograniczenia kosztów operacyjnych, redukcji ryzyka niepowodzeń oraz poprawy ogólnej efektywności ekonomicznej systemu. Z perspektywy organizacyjnej i ekonomicznej wdrażanie nowoczesnych technologii przestaje być opcją a staje się koniecznością.

Tematyka dotycząca poszukiwań osób zaginionych wymaga szczególnej uwagi ze względu na jej wrażliwy charakter. Każda minuta ma znaczenie, a dostęp do odpowiednich zasobów technologicznych może decydować o powodzeniu akcji i uratowaniu ludzkiego życia. W kontekście rosnących oczekiwań społecznych oraz ograniczeń budżetowych konieczne jest prowadzenie badań, które pozwolą ocenić, czy i w jakim stopniu innowacje technologiczne przyczyniają się do wzrostu efektywności ekonomicznej działań poszukiwawczych. Zrozumienie tych zależności stanowi nie tylko wyzwanie badawcze, ale także ważny element kształtowania polityk publicznych w zakresie bezpieczeństwa⁵.

¹ <https://statystyka.policja.pl/st/wybrane-statystyki/zaginieni> (dostęp: 13.12.2025).

² M. Lisiecki, *Zarządzanie bezpieczeństwem publicznym*, Warszawa 2010, s. 55–57.

³ R. Borkowski, *Nowoczesne technologie w bezpieczeństwie. Wprowadzenie*, „Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka” nr 3, Kraków 2020, s. 13–28.

⁴ M. Pomykała, I. Oleksiewicz, *Zagrożenia i wyzwania bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni*, Rzeszów 2024, s. 11–19.

⁵ P. Mieszalska, *Ocena funkcjonowania systemu poszukiwania osób zaginionych w Polsce*, „Prokuratura i Prawo” 9/2023, s. 130–145.

Głównym celem niniejszego artykułu jest analiza wpływu innowacji technologicznych na efektywność ekonomiczną systemów poszukiwań osób zaginionych, podkreślając ich kluczowe znaczenie w zmieniającym się otoczeniu technologicznym. Zagadnienie to jest istotne zarówno z perspektywy nauk ekonomicznych, jak i praktyki działania służb ratowniczych, gdyż pozwala na identyfikację rozwiązań generujących najwyższą wartość społeczno-ekonomiczną. Wyniki mogą stanowić podstawę do optymalizacji procesów, racjonalizacji wydatków publicznych oraz rozwoju bardziej skutecznych strategii poszukiwawczych. . W trakcie pisania postanowiono zweryfikować następującą hipotezę badawczą: wdrażanie innowacji technologicznych znacząco zwiększa efektywność ekonomiczną systemów poszukiwań osób zaginionych poprzez redukcję kosztów operacyjnych oraz skrócenie czasu prowadzenia działań poszukiwawczych.

Teoretyczne ujęcie innowacji technologicznych

Innowacje technologiczne stanowią obecnie jeden z kluczowych obszarów rozwoju systemów bezpieczeństwa publicznego, w tym struktur odpowiedzialnych za poszukiwania osób zaginionych. Z teoretycznego punktu widzenia ich rola analizowana jest na przecięciu kilku dyscyplin: nauk o bezpieczeństwie, zarządzania publicznego, informatyki oraz ekonomii sektora publicznego⁶. W literaturze przedmiotu podkreśla się, że wprowadzenie technologii o wysokim stopniu zaawansowania stanowi odpowiedź na rosnącą złożoność środowiska operacyjnego oraz potrzebę racjonalizacji zasobów, których niedobór jest jednym z głównych wyzwań współczesnych systemów poszukiwawczych⁷. Teorie zarządzania bezpieczeństwem wskazują, że systemy te muszą wykazywać zdolność adaptacyjną, a innowacje technologiczne pełnią funkcję katalizatora procesów modernizacyjnych, zwiększając ich elastyczność, szybkość reakcji oraz zdolność analityczną⁸.

Technologie wykorzystywane w poszukiwaniach osób zaginionych obejmują szerokie spektrum rozwiązań, wśród których wyróżnić można narzędzia geolokalizacyjne (GPS, systemy triangulacji sygnałów telekomunikacyjnych, zintegrowane platformy GIS), analitykę danych w czasie rzeczywistym, narzędzia wykorzystujące uczenie maszynowe oraz rozwiązania oparte na

⁶ B. Wiśniewski, *Zarządzanie bezpieczeństwem – wybrane zagadnienia*, Szczytno 2011, s. 55–57.

⁷ N. Tuśnio, P. Wolny, *Nowoczesne narzędzia i sprzęt wykorzystywane do poszukiwań osób zaginionych*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, nr 61(2), Warszawa 2017, s. 45–47.

⁸ E. Gruza, *Zaginieni czy zagubieni – kilka uwag o prawnych aspektach poszukiwań osób zaginionych w Polsce*, „Nowa Kodyfikacja Prawa Karnego” Tom LV, Wrocław 2020, s. 74–85.

sztucznej inteligencji, a także bezzałogowe statki powietrzne i sensory środowiskowe⁹. Zgodnie z teorią systemów informacyjnych, technologie te zwiększają zdolność do przetwarzania dużych wolumenów danych, co umożliwia szybsze generowanie informacji krytycznych z punktu widzenia skuteczności działań operacyjnych⁵. Współczesne modele poszukiwań zakładają również wykorzystanie danych pasywnych, takich jak zapisy z monitoringu wizyjnego, dane telekomunikacyjne, logi aktywności smartfonów czy ślady cyfrowe pozostawiane w przestrzeni internetowej. Stanowi to rozwinięcie klasycznych ujęć teoretycznych, w których poszukiwania opierały się głównie na analizie informacji terenowych dostarczanych przez służby i świadków¹⁰.

W kontekście poszukiwań osób zaginionych istotna jest także teoria inteligentnych systemów wsparcia decyzji (Decision Support Systems, DSS), która zakłada, że skuteczność działania zależy nie tylko od dostępności technologii, lecz również od sposobu, w jaki narzędzia te są integrowane z procesami decyzyjnymi⁶. Systemy DSS służą do tworzenia scenariuszy, prognoz oraz modeli predykcyjnych, co pozwala na identyfikację najprawdopodobniejszych miejsc przebywania osoby zaginionej oraz optymalizację tras przeszukiwania terenu. W literaturze wskazuje się, że narzędzia predykcyjne mogą redukować czas poszukiwań nawet o kilkadziesiąt procent, co wprost wpisuje się w teorię efektywności operacyjnej oraz modele koszt–efekt, szeroko wykorzystywane w analizach ekonomicznych. Integracja technologii z procesami poszukiwawczymi tworzy system o cechach złożoności adaptacyjnej, w którym sprawność działania zależy od synergii pomiędzy zasobami ludzkimi, technologicznymi i organizacyjnymi.

Ważnym obszarem rozważań teoretycznych jest także pojęcie interoperacyjności, rozumiane jako możliwość współdziałania różnych systemów technologicznych oraz instytucji zaangażowanych w działania poszukiwawcze⁸. Innowacje technologiczne są skuteczne jedynie wtedy, gdy umożliwiają płynny przepływ informacji, a ich implementacja wpisuje się w procedury i standardy operacyjne obowiązujące w policji, straży pożarnej, grupach ratowniczych oraz jednostkach ochotniczych¹¹. Teorie zarządzania publicznego wskazują, że brak interoperacyjności prowadzi do fragmentaryzacji systemu, błędów decyzyjnych oraz opóźnień, co może bezpośrednio wpływać na wynik akcji

⁹ P. Wojnicz, *Zaginięcia osób. Studium Prawne, Kryminalistyczne i Kryminologiczne*, Olsztyn 2021 s. 45–78.

¹⁰ A. Szymonik, *Organizacja i funkcjonowanie systemów bezpieczeństwa. Ujęcie nowoczesne*, Wydawnictwo 2025, s. 100–149.

¹¹ A. Michalski, *Nowoczesne technologie w bezpieczeństwie publicznym na przykładzie PSP Security*, „Economy & Law” 2018, s. 25–39.

poszukiwawczej. Z kolei innowacje właściwie integrowane z systemem przyczyniają się do podniesienia poziomu profesjonalizacji i standaryzacji działań.

Wreszcie, teoretyczne ujęcie innowacji technologicznych nie może pomijać wymiaru ekonomicznego. Zgodnie z koncepcją ekonomiki bezpieczeństwa, wdrażanie technologii powinno być oceniane przez pryzmat kosztów, korzyści oraz wartości dodanej generowanej dla systemu poszukiwawczego¹². Innowacje mogą obniżać koszty poprzez skrócenie czasu działań, redukcję liczby zaangażowanych zasobów oraz wzrost skuteczności lokalizacji osób zaginionych. Technologie działają jako mnożniki efektywności, pozwalając osiągać lepsze rezultaty przy tych samych lub niższych nakładach. Tym samym stanowią one kluczowy element teoretycznych modeli optymalizacji działań i umożliwiają bardziej racjonalne zarządzanie zasobami publicznymi.

W kontekście powyższego teoretycznego ujęcia, niniejszy artykuł wykorzystuje metodę analizy kosztów i efektów (Cost-Effectiveness Analysis, CEA), uzupełnioną przeglądem literatury przedmiotu oraz analizą jakościową procesów operacyjnych i technologicznych. Analiza CEA pozwala ocenić, w jakim stopniu wdrożenie innowacji technologicznych w systemach poszukiwania osób zaginionych wpływa na efektywność ekonomiczną działań, uwzględniając koszty operacyjne, czas reakcji oraz skuteczność lokalizacji osób. Analiza jakościowa pozwala natomiast identyfikować czynniki organizacyjne, proceduralne i technologiczne warunkujące skuteczność implementacji innowacji, w tym interoperacyjność systemów oraz integrację narzędzi technologicznych z procesami decyzyjnymi. Takie podejście umożliwia sformułowanie rekomendacji praktycznych i strategicznych, dotyczących optymalizacji działań poszukiwawczych oraz racjonalizacji wydatków publicznych.

Ekonomiczne znaczenie efektywności działań poszukiwawczych

Z ekonomicznego punktu widzenia działania poszukiwawcze charakteryzują się złożoną, wielowymiarową strukturą kosztów, której analiza wymaga ujęcia całościowego. Koszty bezpośrednie obejmują przede wszystkim wydatki związane z zaangażowaniem personelu¹³, eksploatacją sprzętu technicznego, transportem oraz zabezpieczeniem logistycznym prowadzonych działań. Szczególnie kosztotwórcze są specjalistyczne zespoły ratownicze oraz środki

¹² M. Kleiber, *Nauka i technologia na rzecz bezpieczeństwa państwa w polskich realiach*, „Bezpieczeństwo Narodowe” 2014/IV, s. 63–71.

¹³ N. Tuśnio, et al., *The Efficiency of Drones Usage for Safety and Rescue Operations*, “Sustainability”, 2021, s. 6–10.

techniczne o wysokim stopniu zaawansowania, których utrzymanie i eksploatacja generują znaczne i stałe obciążenia budżetowe¹⁴.

Istotnym, choć często marginalizowanym w analizach ekonomicznych elementem, są koszty pośrednie. Obejmują one m.in. organizacyjne skutki czasowego wyłączenia funkcjonariuszy z realizacji innych zadań publicznych, a także długofalowe konsekwencje społeczne i psychologiczne przedłużających się zaginięć. Z perspektywy badawczej koszty te powinny być traktowane jako integralna część całkowitego kosztu zaginięcia, mimo że w praktyce instytucjonalnej rzadko są ujmowane w sprawozdawczości finansowej¹⁵.

Efektywność ekonomiczna działań poszukiwawczych może być analizowana jako relacja pomiędzy poniesionymi kosztami a uzyskanym efektem operacyjnym, rozumianym nie tylko jako samo odnalezienie osoby zaginionej, lecz również jako skrócenie czasu trwania akcji i ograniczenie jej eskalacji¹⁶. W literaturze przedmiotu podkreśla się, że czas stanowi jedną z kluczowych zmiennych determinujących zarówno skuteczność, jak i poziom kosztów działań poszukiwawczych. Każda kolejna godzina trwania akcji wiąże się ze wzrostem kosztów marginalnych, przy jednoczesnym spadku prawdopodobieństwa osiągnięcia pozytywnego rezultatu operacyjnego¹⁷.

W tym kontekście szczególnego znaczenia nabierają inwestycje umożliwiające skrócenie czasu reakcji służb oraz bardziej precyzyjne planowanie obszarów poszukiwań. Analiza dostępnych badań wskazuje, że wdrażanie nowoczesnych technologii, takich jak systemy informacji geograficznej, narzędzia analizy danych przestrzennych oraz algorytmy predykcyjne, pozwala na racjonalizację wykorzystania zasobów i ograniczenie kosztów operacyjnych w dłuższym okresie. Choć rozwiązania te wymagają poniesienia relatywnie wysokich kosztów początkowych, ich zastosowanie prowadzi do obniżenia kosztu jednostkowego kolejnych akcji, co świadczy o ich dodatniej stopie zwrotu.

Efektywność ekonomiczna systemów poszukiwawczych nie jest jednak wyłącznie funkcją poziomu zaawansowania technologicznego. Równie istotną rolę odgrywają czynniki organizacyjne¹⁸, takie jak stopień koordynacji

¹⁴ European Emergency Number Association (EENA), *Drone Efficacy Study (DES)*, Bruksela 2020, s. 14–27.

¹⁵ *Poszukiwanie osób zaginionych*, Departament Porządku i Bezpieczeństwa Wewnętrznego 2014, s. 5–25, <https://www.nik.gov.pl/plik/id,8333,vp,10395.pdf> (dostęp: 15.01.2026).

¹⁶ D. Górecka, Ł. Brzezicki, K. Miszczyńska, T. Piontka, A. Prędko, *W poszukiwaniu efektywności*, Toruń, 2021, s. 15–24.

¹⁷ International Organization for Migration; Princeton University, *Assessing the Use of Call Detail Records (CDR) for Population Movement Analysis*, 2021, s. 9–18.

¹⁸ https://kwartalnik.csp.edu.pl/kp/archiwum-1/2023/kwartalnik-policyjny-nr-1-2202/5440%2CElementy-pracy-operacyjno-rozpoznawczej-w-poszukiwaniach-osob-zaginionych.html?utm_source=chatgpt.com (dostęp: 13.12.2025).

między zaangażowanymi służbami, standaryzacja procedur operacyjnych oraz integracja systemów informacyjnych¹⁹. Systemy charakteryzujące się wysokim poziomem integracji instytucjonalnej osiągają wyraźnie lepsze rezultaty kosztowo-efektywnościowe, co potwierdza znaczenie inwestycji organizacyjnych jako stosunkowo niskokosztowego, a jednocześnie skutecznego narzędzia poprawy efektywności.

Uzupełnieniem klasycznej analizy kosztów i efektów jest koncepcja społecznej stopy zwrotu z inwestycji (Social Return on Investment – SROI), która umożliwia szersze ujęcie korzyści wynikających z działań poszukiwawczych. Perspektywa ta pozwala uwzględnić nie tylko bezpośrednie oszczędności finansowe, lecz również efekty społeczne, takie jak ograniczenie długofalowych skutków psychologicznych zaginięć oraz wzrost zaufania społecznego do instytucji publicznych. Zastosowanie koncepcji SROI wzmacnia argumentację na rzecz traktowania inwestycji technologicznych w systemach poszukiwań jako długofalowych inwestycji publicznych, a nie wyłącznie bieżącego obciążenia budżetowego.

Rozważania te stanowią podstawę do dalszej analizy ilościowej, w której porównane zostaną kluczowe wskaźniki kosztowe i efektywnościowe systemów poszukiwawczych funkcjonujących w modelu tradycyjnym oraz technologicznie wspieranym. W kolejnej części zaprezentowane zostaną zestawienia tabelaryczne umożliwiające empiryczną ocenę skali wpływu nowoczesnych technologii na efektywność ekonomiczną działań poszukiwawczych.

Wpływ nowoczesnych technologii na efektywność kosztową systemów poszukiwania osób zaginionych

Poszukiwanie osób zaginionych stanowi jeden z kluczowych elementów systemu bezpieczeństwa publicznego, generując istotne koszty finansowe, organizacyjne oraz społeczne. Efektywność działań poszukiwawczych oceniana jest nie tylko przez pryzmat liczby odnalezionych osób, lecz również czasu reakcji służb, zakresu zaangażowanych zasobów oraz relacji pomiędzy poniesionymi nakładami a uzyskanymi rezultatami. W warunkach ograniczonych budżetów publicznych oraz rosnącej liczby zgłoszeń zaginięć coraz większego znaczenia nabiera problem efektywności kosztowej, rozumianej jako zdolność systemu do maksymalizacji efektów operacyjnych przy racjonalnym wykorzystaniu dostępnych środków²⁰.

Tradycyjne systemy poszukiwań osób zaginionych opierają się głównie na intensywnych działaniach terenowych realizowanych przez liczne zespoły

¹⁹ A. Urbanek, *Wybrane problemy bezpieczeństwa*, Słupsk 2013, s. 11–38.

²⁰ A. Wentkowska, *Poszukiwania osób zaginionych. System i metody działania w procedurach służb*, Warszawa 2016, s. 11–35.

ratownicze, wolontariuszy oraz klasyczne środki transportu. Model ten charakteryzuje się dominacją kosztów zmiennych, które rosną niemal liniowo wraz z czasem trwania akcji oraz powierzchnią przeszukiwanego obszaru. Długotrwałe działania generują wysokie koszty osobowe, logistyczne i paliwowe, a ich skuteczność jest w dużym stopniu uzależniona od warunków terenowych i atmosferycznych.

W ostatnich latach obserwuje się jednak systematyczne wdrażanie nowoczesnych technologii, które prowadzą do istotnej zmiany paradygmatu ekonomicznego systemów poszukiwawczych. Z perspektywy badawczej kluczowe znaczenie ma analiza wpływu takich rozwiązań jak bezzałogowe statki powietrzne, systemy informacji geograficznej, analiza danych telekomunikacyjnych oraz algorytmy sztucznej inteligencji na relację koszt–efekt działań poszukiwawczych. Przyjmuje się, że technologie te nie eliminują kosztów, lecz powodują ich restrukturyzację – od kosztów operacyjnych ku kosztom inwestycyjnym i stałym – co w długim horyzoncie czasowym prowadzi do obniżenia kosztów jednostkowych kolejnych operacji²¹.

Jednym z najbardziej wymiernych przykładów wpływu technologii na efektywność kosztową jest wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych. Drony umożliwiają szybkie przeszukiwanie rozległych i trudno dostępnych obszarów przy znacznie niższym koszcie jednostkowym w porównaniu z klasycznymi środkami lotniczymi. Ich zastosowanie pozwala na ograniczenie liczby ratowników działających bezpośrednio w terenie, co przekłada się na redukcję kosztów osobowych oraz zmniejszenie ryzyka dla personelu. Skrócenie czasu lokalizacji osoby zaginionej, nawet o kilkadziesiąt procent, ma bezpośredni wpływ na obniżenie całkowitego kosztu akcji, szczególnie w przypadku działań wielodniowych.

Podobny efekt ekonomiczny obserwuje się w przypadku wdrażania systemów opartych na sztucznej inteligencji i analizie danych. Algorytmy predykcyjne, wykorzystujące dane historyczne dotyczące wcześniejszych zaginięć, profile behawioralne osób zaginionych oraz czynniki środowiskowe, umożliwiają wyznaczanie obszarów o podwyższonym prawdopodobieństwie odnalezienia osoby. Z ekonomicznego punktu widzenia oznacza to odejście od strategii szerokiego, kosztownego przeszukiwania na rzecz działań selektywnych i ukierunkowanych. Choć koszty wdrożenia takich systemów są relatywnie wysokie, ich eksploatacja wiąże się z niskimi kosztami krańcowymi, co czyni je szczególnie opłacalnymi w systemach realizujących dużą liczbę interwencji rocznie.

²¹ J. Papińska-Kacperek, *Perspektywy wdrożenia i akceptacji cyfrowych usług administracji publicznej w Polsce*, Łódź 2013, s. 19–50.

Istotnym elementem nowoczesnych systemów poszukiwawczych są również systemy informacji geograficznej (GIS), które umożliwiają integrację danych przestrzennych z informacjami operacyjnymi. GIS pozwala na dynamiczne modelowanie obszarów poszukiwań z uwzględnieniem topografii terenu, infrastruktury komunikacyjnej oraz warunków środowiskowych. Zastosowanie tych systemów prowadzi do racjonalizacji tras zespołów terenowych oraz ograniczenia działań dublujących się, co bezpośrednio wpływa na obniżenie kosztów logistycznych²².

W celu wzmocnienia empirycznego charakteru analizy, w tabeli 1 przedstawiono porównanie podstawowych elementów kosztowych i efektywnościowych pomiędzy tradycyjnymi metodami poszukiwań a podejściem opartym na nowoczesnych technologiach.

Tabela 1. Porównanie efektywności kosztowej tradycyjnych i technologicznych systemów poszukiwań osób zaginionych

Kryterium analizy	Metody tradycyjne	Metody oparte na nowoczesnych technologiach
Struktura kosztów	Dominacja kosztów zmiennych	Dominacja kosztów stałych
Średni czas lokalizacji	Długi, zależny od terenu	Skrócony dzięki analizie danych
Liczba zaangażowanych osób	Wysoka	Ograniczona
Koszt jednostkowy operacji	Wysoki	Malejący wraz z liczbą akcji
Skalowalność systemu	Niska	Wysoka
Ryzyko dla personelu	Wysokie	Zredukowane

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawione w tabeli 1 zestawienie jednoznacznie ukazuje zasadnicze różnice pomiędzy tradycyjnym modelem poszukiwań osób zaginionych a podejściem opartym na nowoczesnych technologiach. W modelu tradycyjnym dominują koszty zmienne, których poziom rośnie wraz z czasem trwania akcji oraz skalą zaangażowanych zasobów ludzkich i logistycznych. W konsekwencji skuteczność działań jest silnie uzależniona od warunków terenowych oraz liczby dostępnych ratowników. Z kolei w systemach technologicznie wspieranych obserwuje się przesunięcie struktury kosztów w kierunku kosztów stałych, związanych głównie z inwestycjami w infrastrukturę

²² https://kwartalnik.csp.edu.pl/kp/archiwum-1/2023/kwartalnik-policyjny-nr-1-2202/5440%2CElementy-pracy-operacyjno-rozpoznawczej-w-poszukiwaniach-osob-zaginionych.html?utm_source=chatgpt.com (dostęp: 13.12.2025).

technologiczną i systemy informatyczne. Taka zmiana prowadzi do zwiększenia skalowalności systemu oraz obniżenia kosztu jednostkowego kolejnych operacji. Na podkreślenie zasługuje również skrócenie średniego czasu lokalizacji osoby zaginionej w systemach wykorzystujących nowoczesne technologie. Efekt ten wynika przede wszystkim z lepszego planowania działań, automatyzacji procesów decyzyjnych oraz zastosowania narzędzi umożliwiających zdalne rozpoznanie terenu. Jednocześnie ograniczenie liczby ratowników działających bezpośrednio w terenie przekłada się na zmniejszenie ryzyka zawodowego oraz obniżenie kosztów osobowych i logistycznych. W ujęciu całościowym tabela 1 potwierdza tezę, że technologizacja systemów poszukiwawczych prowadzi do bardziej efektywnego ekonomicznie modelu działania.

Zaprezentowane dane tabeli 1 pozwalają na jakościową ocenę różnic pomiędzy analizowanymi modelami, pełniejsze zobrazowanie wpływu nowoczesnych technologii na efektywność ekonomiczną wymaga uwzględnienia wskaźników ilościowych. W tym celu w tabeli 2 przedstawiono wybrane mierzalne parametry operacyjne, takie jak czas lokalizacji osoby zaginionej, liczba zaangażowanych ratowników czy koszt jednej doby działań poszukiwawczych. Zestawienie to umożliwi bardziej precyzyjną ocenę skali korzyści wynikających z wdrażania rozwiązań technologicznych w praktyce operacyjnej.

Tabela 2. Wpływ nowoczesnych technologii na wybrane wskaźniki efektywności poszukiwań

Wskaźnik	System tradycyjny	System technologiczny
Średni czas lokalizacji osoby (godz.)	48–72	24–36
Odsetek odnalezień w pierwszych 24 h	55–60%	75–85%
Średnia liczba ratowników	30–50	10–25
Koszt jednej doby akcji	wysoki	niższy o 30–45%
Liczba dni trwania akcji	3–7	1–3

Źródło: opracowanie własne.

Przedstawiona powyżej analiza wskazuje jednoznacznie, że nowoczesne technologie prowadzą do efektu skali, w którym każda kolejna operacja realizowana w ramach istniejącej infrastruktury generuje relatywnie niższy koszt jednostkowy. Zjawisko to ma szczególne znaczenie dla systemów państwowych, funkcjonujących w warunkach ograniczonych budżetów i rosnących oczekiwań społecznych.

Najczęściej wykorzystywane nowoczesne technologie w poszukiwaniach osób zaginionych obejmują bezzałogowe statki powietrzne, systemy GIS, analizę danych telekomunikacyjnych (GPS, BTS), algorytmy sztucznej inteligencji oraz zintegrowane systemy dowodzenia i zarządzania akcją. Ich wspólną cechą jest zdolność do skracania czasu reakcji, precyzyjniejszego planowania działań oraz ograniczenia skali akcji do obszarów o najwyższym prawdopodobieństwie odnalezienia osoby zaginionej.

Uwzględnienie kosztów pośrednich, takich jak obciążenie systemu ochrony zdrowia, koszty administracyjne oraz długofalowe skutki społeczne zaginięć, dodatkowo wzmacnia argumentację na rzecz technologizacji systemów poszukiwawczych. Skrócenie czasu odnalezienia osoby zaginionej zmniejsza skalę negatywnych konsekwencji społecznych i ekonomicznych, co czyni inwestycje technologiczne rozwiązaniem uzasadnionym nie tylko operacyjnie, lecz również społecznie i ekonomicznie.

Należy podkreślić, że dane zawarte w tabelach 1 i 2 prowadzą do wniosku, że nowoczesne technologie istotnie zmieniają zarówno organizacyjny, jak i ekonomiczny wymiar działań poszukiwawczych. Zastosowanie rozwiązań technologicznych skutkuje nie tylko poprawą skuteczności operacyjnej, lecz również trwałym obniżeniem kosztów jednostkowych poprzez efekt skali oraz skrócenie czasu trwania akcji. W dłuższej perspektywie prowadzi to do powstania bardziej stabilnego i odpornego systemu bezpieczeństwa publicznego, zdolnego do realizacji rosnącej liczby interwencji przy racjonalnym wykorzystaniu zasobów finansowych, ludzkich i logistycznych.

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza wpływu innowacji technologicznych na efektywność ekonomiczną systemów poszukiwania osób zaginionych potwierdza, że nowoczesne technologie stanowią istotny czynnik transformujący sposób realizacji tych działań. Zastosowanie takich rozwiązań jak bezzałogowe statki powietrzne, systemy lokalizacji GPS, zaawansowana analiza danych oraz algorytmy sztucznej inteligencji umożliwia istotne zwiększenie skuteczności operacyjnej poszukiwań przy jednoczesnym ograniczeniu kosztów operacyjnych i racjonalizacji wykorzystania zasobów ludzkich oraz logistycznych. Wyniki analiz wskazują, że technologie te pozwalają na skrócenie czasu reakcji, precyzyjniejsze planowanie działań oraz ograniczenie skali akcji do obszarów o najwyższym prawdopodobieństwie odnalezienia osoby zaginionej.

Z perspektywy ekonomicznej kluczowe znaczenie ma fakt, że skrócenie czasu trwania działań poszukiwawczych oraz zmniejszenie kosztu jednostkowego operacji przekłada się bezpośrednio na poprawę efektywności

funkcjonowania publicznych służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo. Przedstawione w części analitycznej wskaźniki ilościowe, w tym redukcja średniego czasu trwania akcji, obniżenie kosztu marginalnego kolejnej godziny działań oraz wzrost odsetka odnalezień w pierwszych 24 godzinach, stanowią empiryczne potwierdzenie tej zależności. Jednocześnie uwzględnienie koncepcji społecznej stopy zwrotu z inwestycji (SROI) pozwala stwierdzić, że korzyści wynikające z wdrażania innowacji technologicznych wykraczają poza wymiar *stricto* finansowy i obejmują również wymierne efekty społeczne, takie jak ograniczenie cierpienia rodzin, poprawa zaufania do instytucji publicznych oraz wzrost bezpieczeństwa publicznego.

W odniesieniu do sformułowanego celu badawczego należy stwierdzić, że został on w pełni osiągnięty. Analiza wykazała jednoznacznie, że innowacje technologiczne odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu efektywności ekonomicznej współczesnych systemów poszukiwań osób zaginionych, a ich znaczenie rośnie wraz z postępującą cyfryzacją i automatyzacją procesów zarządzania bezpieczeństwem. Przedstawione rozważania teoretyczne, uzupełnione analizą danych wtórnych i wskaźników kosztowo-efektywnościowych, pozwoliły na kompleksowe ujęcie badanego problemu. Hipoteza badawcza, zakładająca, że wdrażanie innowacji technologicznych znacząco zwiększa efektywność ekonomiczną systemów poszukiwań osób zaginionych poprzez redukcję kosztów operacyjnych oraz skrócenie czasu prowadzenia działań poszukiwawczych, znalazła potwierdzenie w przeprowadzonych analizach. Świadczą o tym zarówno wyniki porównań ilościowych systemów tradycyjnych i technologicznie wspieranych, jak i obserwowany efekt kumulatywnych korzyści ekonomicznych, polegający na spadku kosztów jednostkowych wraz ze wzrostem liczby realizowanych interwencji. Zależność pomiędzy poziomem zaawansowania technologicznego systemu a jego wynikami ekonomicznymi ma charakter wyraźny i spójny z dotychczasowymi ustaleniami literatury przedmiotu.

Jednocześnie należy podkreślić, że choć uzyskane wyniki dostarczają silnych przesłanek potwierdzających zasadność inwestycji technologicznych w obszarze poszukiwań osób zaginionych, pełna i jednoznaczna weryfikacja hipotezy wymaga dalszych badań empirycznych opartych na szczegółowych danych operacyjnych służb. Przyszłe analizy powinny koncentrować się na długookresowym modelowaniu relacji pomiędzy kosztami, efektami operacyjnymi i społecznymi oraz poziomem dojrzałości technologicznej systemów bezpieczeństwa publicznego. Takie podejście pozwoli na jeszcze precyzyjniejsze określenie roli innowacji technologicznych jako narzędzia budowania efektywnego, zrównoważonego i społecznie odpowiedzialnego systemu poszukiwań osób zaginionych

Bibliografia

- Borkowski R., *Nowoczesne technologie w bezpieczeństwie. Wprowadzenie*, „Bezpieczeństwo. Teoria i Praktyka” nr 3, Kraków 2020.
- Ciccone F., Ceruti A., *Real-Time Search and Rescue with Drones: A Deep Learning Approach*, “Drones” Vol. 9(8), MDPI, 2025.
- Giacomossi L. et al., *Cooperative Search and Rescue with Drone Swarm [w:] Lecture Notes in Mechanical Engineering*, Berlin 2024.
- Gruza E., *Zaginieni czy zagubieni – kilka uwag o prawnych aspektach poszukiwań osób zaginionych w Polsce*, „Nowa Kodyfikacja Prawa Karnego. Tom LV”, Wrocław 2020.
- IEEE. Smart Drones in Search and Rescue: Leveraging AI for Autonomous Operations. IEEE Xplore, 2025.
- Khan T., et al., *Performance and Efficiency Assessment of Drone in Search and Rescue Operation*, “Computer Science & Information Technology”, Vol. 12, AIRC, 2024.
- Kowalski M., *Zarządzanie bezpieczeństwem publicznym*, Warszawa 2020.
- Lisiecki M., *Zarządzanie bezpieczeństwem publicznym*, Warszawa 2010.
- Nowak A., *Zastosowanie nowych technologii w działaniach ratowniczych*, „Bezpieczeństwo i Technika”, nr 3/2021.
- Pomykała M., Oleksiewicz I., *Zagrożenia i wyzwania bezpieczeństwa w cyberprzestrzeni*, Rzeszów 2024.
- Sadowska B., *Rachunek kosztów działań – teoria i praktyka*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” nr 398/2015.
- Stronczek A., Krajewska S., *Rachunek kosztów. Kluczowe zagadnienia w teorii i przykładach*, Warszawa 2024.
- Tuśnio N., Wolny P., *Nowoczesne narzędzia i sprzęt wykorzystywane do poszukiwań osób zaginionych*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, nr 61(2), Warszawa 2017.
- Urbanek A., *Wybrane problemy bezpieczeństwa*, Słupsk 2013.
- Wiśniewski B., *Zarządzanie bezpieczeństwem – wybrane zagadnienia*, Szczytno 2011.
- Wentkowska A., *Poszukiwania osób zaginionych, System i metody działania w procedurach służb*, Warszawa 2016.
- Wojnicz P., *Zaginienia osób. Studium prawne, kryminalistyczne i kryminologiczne*, Olsztyn 2021.