

Michał Świeczkowski
Port Morski w Gdyni

TECHNOLOGICZNA ODPOWIEDŹ STRUKTUR BEZPIECZEŃSTWA PORTU NA ZAGROŻENIA ZE STRONY BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW PO- WIETRZNYCH

STRESZCZENIE

W artykule, autor postara się udowodnić tezę, na podstawie analiz przeprowadzonych dla Portu Gdynia, że systemy antydrone są najlepszą odpowiedzią technologiczną struktur bezpieczeństwa portu na zagrożenia ze strony bezzałogowych statków powietrznych. We wstępie krótkiej analizie zostanie poddany globalny oraz polski rynek dronów, co pozwoli zobrazować skalę zjawiska, z którym muszą się zmierzyć służby odpowiedzialne za szeroko rozumiane bezpieczeństwo portów. Następnie przeanalizowany zostanie katalog zagrożeń jakie zostały zidentyfikowane dla portu morskiego w Gdyni ze strony bezzałogowych statków powietrznych. W kolejnej części artykułu zostaną opisane najciekawsze i najskuteczniejsze, wg autora, systemy antydrone ze szczególnym uwzględnieniem systemu wybranego przez Port Gdynia, omówieniem nietypowej metodyki wdrożenia wybranych rozwiązań oraz implikacji związanych z próbą zabezpieczenia portu morskiego przed nieautoryzowanymi lotami bezzałogowych statków powietrznych.

Słowa kluczowe:

bezpieczeństwo, bezpieczeństwo portów morskich, bezzałogowe statki powietrzne, drony, systemy antydrone

WSTĘP

Rynek bezzałogowych statków powietrznych, obecnie, jest niezwykle dynamicznie rozwijającym się sektorem światowej gospodarki. Szacuje się, że w latach 2017 - 2026 na globalnym rynku pojawi się 55,8 mln dronów cywilnych. Dla ukazania potencjału rozwojowego zagadnienia warto wskazać, że

wartość omawianego rynku, w latach 2017 - 2026., będzie równa ekwiwalentowi rocznego PKB Litwy i Łotwy i wg. szacunków Teal Group Corporation wyniesie 73,5 mld dolarów amerykańskich. Należy również zaznaczyć, że szybki wzrost zastosowania dronów do celów cywilnych jest stymulowany przez rozwój technologii wojskowych oraz zapotrzebowanie na nową generację powietrznych platform bojowych, które to czynniki napędzają rozwój rynku. Wypracowane na potrzeby armii rozwiązania są dostosowywane do potrzeb oraz wdrażane na rynek cywilny, na którym wg. analiz wyróżniają się trzy sektory, wykazujące największą gotowość do wykorzystania tak zaawansowanych bezzałogowych systemów latających: sektor administracji publicznej, sektor komercyjny (przedsiębiorstwa) oraz sektor konsumencki (hobbyści). Również w Europie rynek dronów jest niezwykle prężnie rozwijającą się gałęzią gospodarki. Wg. szacunków w ciągu dekady (2017- 2026) wykorzystanie dronów na Starym Kontynencie, w szczególności przez władze centralne i jednostki samorządu terytorialnego, będzie na poziomie porównywalnym z USA.¹ Na światowej mapie dronów Polska zajmuje szczególne miejsce. Taki stan rzeczy determinowany jest przez trzy synergiczne czynniki. Przede wszystkim drony zawdzięczają swoją popularność oraz dostępność przychylniej polityce prowadzonej przez rząd. Ponadto Polska Agencja Żeglugi Powietrznej oraz Urząd Lotnictwa Cywilnego podjęły szereg inicjatyw popularyzujących nie tylko bezzałogowe statki powietrzne ale również bezpieczeństwo operatorów oraz wspólnej przestrzeni powietrznej, które zapewniają niezwykle dojrzałe regulacje prawne². Drugim z czynników jest, stanowiąca innowację na skalę światową, aplikacja DroneRadar, która pozwala operatorom dronów na uzyskanie wiarygodnej informacji na temat przestrzeni powietrznej, w której planują swoje misje oraz zakazach i obostrzeniach w niej panujących.³ Ponadto operatorzy mogą dobrowolnie notyfikować loty dronów co pozwala instytucjom, korzystającym z aplikacji na zasadach administratora, na sprawniejszą koordynację operacji w konkretnych strefach lotów. Ostatnim elementem układanki jest duża dostępność chińskich dronów, produkowanych seryjnie, których użycie nie jest objęte szczególnymi restrykcjami. Duża otwartość regulatora oraz przystępność zaawansowanych technologicznie narzędzi (drony oraz aplikacja DroneRadar) spowodowały, że „środowisko dronowe” w Polsce uległo swojego rodzaju integracji oraz konsolidacji, co pozwoliło na dalszy rozwój technologii

¹ Polski Instytut Ekonomiczny, *Biała Księga Rynku Bezzałogowych Statków Powietrznych*, Warszawa 2019.

² Polski Fundusz Rozwoju, *Wprowadzenie do zagadnienia wykorzystania Bezzałogowych Statków Powietrznych w samorządzie terytorialnym*, Warszawa 2019

³ P.Rutkowski, M. Zych, S. Kosieliński, T. Drozdowski, *Zastosowanie usług świadczonych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych (usługi BSP) dla wzrostu skuteczności i efektywności oraz jakości świadczenia usług publicznych przez samorząd terytorialny*, Instytut Mikromakro, Warszawa 2018

bsp oraz technologii pozwalających na zarządzanie przestrzenią powietrzną, przy aktywnym udziale interesariuszy.

ZAGROŻENIA ZE STRONY BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH

Dynamiczny rozwój sektora bezzałogowych statków powietrznych otwiera przed zainteresowanymi podmiotami szeroki wachlarz usług, do których realizacji można wykorzystać drony. Należy jednak pamiętać, że oprócz szans i możliwości bezzałogowe platformy latające niosą ze sobą cały katalog nowych zagrożeń, które można podzielić na cztery kategorie: zagrożenie terrorystyczne, zagrożenie szpiegostwem, wypadki oraz działalność przestępcza. W niniejszym akapicie autor omówi wyszczególnione kategorie zinterpretowane przez pryzmat analiz wykonanych dla portu morskiego w Gdyni.

Zagrożenie terrorystyczne

Obecne możliwości techniczne dronów, w zależności od parametrów konkretnej platformy, pozwalają na udźwignięcie ładunków o różnej wadze. Organizacjom o charakterze terrorystycznym daje to zupełnie nowe możliwości wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych do przenoszenia improwizowanych ładunków wybuchowych. Doskonałym przykładem opisywanego działania jest nieudany zamach na prezydenta Wenezueli, który przeprowadzono 4 sierpnia 2018 roku. Podczas jednego z publicznych przemówień, do sceny, na której występował prezydent Nicolas Maduro, zbliżyły się dwa drony, które nie mogąc przedostać się bliżej (prawdopodobne problemy z łącznością radiową) wybuchły lub zostały zdalnie zdetonowane⁴. Do dużo poważniejszego w skutkach ataku terrorystycznego, do ataku przyznała się rebeliancka, szyicka grupa Huti, przy pomocy dronów doszło 14 września bieżącego roku w Arabii Saudyjskiej. Dwa drony uderzyły w rafinerię koncernu Aramco, będącą jedną z największych obiektów tego typu na świecie, wywołując dwa groźne pożary⁵. Przywołane przykłady ukazują zupełnie nowe spektrum wykorzystania dronów przez organizacje terrorystyczne. Mając na uwadze dywersyfikację sposobów działania terrorystów, również dla portu morskiego w Gdyni ten rodzaj zagrożenia przybrał zupełnie nowy wymiar. Przede wszystkim Port Gdynia

⁴ Adam Haertle, *Śmiercionośne drony – analiza niedawnego ataku w Wenezueli*, 09.08.2018r. [dostęp 19.10.2019r.], <<https://zaufanatrzeciastrona.pl/post/smiercionosne-drony-analiza-niedawnego-ataku-w-wenezueli/>>

⁵ Konrad Siwik, *Drony zaatakowały największą rafinerię na świecie. Ujawniono nagrania z pożaru*, 14.09.2019r., [dostęp 19.10.2019r.], <<https://innpoland.pl/154849,atak-dronow-na-rafinerie-w-arabii-saudyjskiej-plonely-dwie-instalacje/>>

pełni rolę portu podwójnego przeznaczenia co oznacza, że pełni rolę gospodarza dla floty NATO. Ponadto do portu wpływają statki wycieczkowe. Podczas zawinięć największych z nich, uwzględniając pasażerów oraz obsługującą statek załogę, jednorazowo wysiada na nabrzeże ponad 5,5tys. osób. Strategie organizacji terrorystycznych nastawione są na ataki mające charakter symboliczny lub zabicie i zranienie jak największej ilości ludzi. Biorąc pod uwagę ww. uwarunkowanie, zamach na okręty wojenne NATO lub turystów z całego świata wysiadających ze statku wycieczkowego, wydają się wręcz książkowym, potencjalnym działaniem terrorystów. Dodatkowo ataki na rafinerię w Arabii Saudyjskiej wyraźnie wskazują, że infrastruktura krytyczna państw, której operatorem w przypadku Rzeczypospolitej Polski jest Zarząd Morskiego Portu Gdynia S.A., oraz terminale znajdujące się na terenie portu zajmujące się np. przeładunkiem i składowaniem środków chemicznych, również mogą stać się celem ataków.

Zagrożenie szpiegostwem

Bezzałogowe statki powietrzne, nawet te sprzedawane komercyjnie, mają możliwość wyposażenia w wysokiej jakości kamery (również podczerwieni) oraz różnego rodzaju czujniki i sensory. Doskonałym przykładem jest niezwykle popularny dron, chińskiej firmy DJI będącej niekwestionowanym liderem rynku dronów na świecie (wg. raportu Drone Insight Industry z 2019r., do DJI należy 78,8% cywilnego rynku dronów w USA⁶) model Phantom 4 Pro. Ww. dron kosztuje ok. 6000 zł i jest ogólnodostępny w sklepach specjalizujących się w sprzedaży bezzałogowych statków powietrznych. Ten seryjnie produkowany quadcopter wyposażony jest w aparat o rozdzielczości 20 megapixeli, a jego kamera nagrywa obraz w jakości 4k, z prędkością 60 klatek na sekundę. Dodatkowo posiada system transmisji obrazu, który umożliwia przesył obrazu na żywo na odległość nawet 7km, bez względu na warunki atmosferyczne⁷. Podany przykład oraz specyfikacja wybranych parametrów, komercyjnego drona, którego może nabyć każdy, pokazują jak wielkie możliwości inwigilacji dostarczają bezzałogowe statki powietrzne. Samo pojęcie szpiegostwa należy w tym miejscu rozpatrywać w dwóch aspektach. Pierwszym z nich jest szpiegostwo wrogich służb, które mogą chcieć pozyskać informację np. o: rozmieszczeniu infrastruktury krytycznej obcego państwa, topografii strategicznych dla obronności i gospodarki państwa podmiotów czy przeładunkach i transportach wojskowych realizowanych przy wykorzystaniu podmiotów

⁶ Michał Zawadzak, *Dji niekwestionowanym liderem rynku w USA*, 01.10.2019r. [dostęp: 19.10.2019r.], <<http://www.swiatdronow.pl/dji-niekwestionowanym-liderem-rynku-w-usa/>>

⁷ <https://megadron.pl/pl/products/dji-phantom-4-pro-8183.html>, [dostęp: 19.10.2019r.]

cywilnych. Drugim aspektem jest szpiegostwo przemysłowe (gospodarcze), które polega na „niejawnym i nielegalnym działaniu związanym z inwigilacją konkurencji w celu uzyskania przewagi rynkowej. Stanowi rodzaj działań wywiadowczych prowadzonych w celach komercyjnych, w odróżnieniu od tych działań wywiadowczych, które prowadzone są przez państwa dla zabezpieczenia swoich interesów narodowych”⁸. Morski port w Gdyni jest narażony na oba ww. zagrożenie. Ze względu na fakt bycia portem podwójnego przeznaczenia oraz operatorem infrastruktury krytycznej RP, może być obiektem zainteresowania obcych służb. Dodatkowo, zgodnie z Rozdziałem 1, art. 2, pkt. 3, Ustawy z dnia 20 grudnia 1996r. o portach i przystaniach morskich (Dz. U. 1997 Nr 9 poz. 44)⁹, jest portem o podstawowym znaczeniu dla gospodarki narodowej oraz pełni ważne zadania dla obronności Państwa co również może być czynnikiem determinującym działania inwigilacyjne służb wywiadowczych innych krajów. Ponadto wiele operacji technologicznych portu odbywa się „pod gołym niebem” stwarzając doskonałe warunki do kradzieży tajemnic handlowych przy pomocy drona. Obserwacja portu pod kątem zawijających statków konkretnych armatorów oraz ilości i rodzaju przeładowywanych towarów może być niezwykle cenne w aspekcie szpiegostwa przemysłowego.

Wypadki

W artykule została już omówiona rola Portu Gdynia jako gospodarza sił NATO, miejsca zawinięć statków wycieczkowych, przeładunku środków chemicznych czy operatora infrastruktury krytycznej. Warto również podkreślić, że na terenie portu morskiego w Gdyni odbywa się przeładunek paliw oraz materiałów niebezpiecznych. Mając na uwadze ww. czynniki oraz wybrane grupy przeładunkowe, bezałogowe statki powietrzne mogą stanowić zagrożenie nie tylko w sytuacji ataków terrorystycznych ale również wypadku. Drony osiągnęły szczyt popularności oraz dostępności. Niestety nie wszyscy operatorzy decydują się na zrobienie Świadectwa Kwalifikacji UAVO, które daje gwarancję znajomości przepisów dotyczących wykonywania lotów oraz podstaw ich praktycznego wykonywania. Wiele lotów wykonywanych jest w celach rekreacyjnych i sportowych, które to loty nie podlegają regulacjom nakazującym nabycie stosownych uprawnień, obligatoryjnie wymaganych w przypadku lotów komercyjnych. Na podstawie powyższych faktów można stwierdzić, że wśród rekreacyjnych, zwłaszcza niedoświadczonych operatorów, istnieje duża

⁸ płk rez. dr inż. Krzysztof Surdyk, mec. Robert Nogacki, *Szpiegostwo gospodarcze w Polsce i na świecie*, 12.05.2017r. [dostęp 20.10.2019r.], <<https://www.wywiad-gospodarczy.pl/szpiegostwo-przemyslowe-polska-swiat.html/>>

⁹ Ustawa o portach i przystaniach morskich z dnia 20 grudnia 1996r. (Dz. U. 1997 Nr 9 poz. 44)

szansa utraty kontroli nad dronem co przy braku znajomości procedur awaryjnych oraz praktyki ich wdrażania w sytuacji stresogennej, zwiększa zagrożenie wypadkiem.

Pomimo wysokiego poziomu zabezpieczeń podczas przeladunku materiałów niebezpiecznych, paliw czy środków chemicznych nie można wykluczyć sytuacji, w której spadający z wysokości np. 100m dron uderzając w infrastrukturę służącą do przeprowadzenia operacji technologicznych obciążonych wysokim ryzykiem lub sam statek, przewidując najgorszy możliwy scenariusz, przyczyni się do powstania poważnej awarii przemysłowej. Rozpatrując aspekt wypadków przy udziale bsp nie można zapomnieć o zawinięciach statków wycieczkowych, w przypadku których zagrożenie również należy rozpatrywać w dwóch aspektach. Pierwszym i najważniejszym jest upadek bezzałogowca na pasażera przebywającego na pokładzie statku lub nabrzeżu, co może doprowadzić do utraty zdrowia lub nawet życia. W drugim scenariuszu dron może spaść bezpośrednio na statek wycieczkowy uszkadzając go i powodując straty materialne.

Działalność przestępcza

Bezzałogowe statki powietrzne znalazły również zastosowanie w tak zwanej „szarej strefie”. Najczęściej drony wykorzystywane są do przemytu na wschodniej granicy Polski. Uwzględniając możliwości jakie zapewniają są idealnym narzędziem do przemytu małych pakunków tj. papierosów lub narkotyków. Dodatkowo, obecnie, prawo nie nakazuje rejestracji bsp, tak więc można wysłać „transport” i w razie niepowodzenia (np. namierzenia przez służby mundurowe) po prostu go porzucić. Port morski w Gdyni jest szczególnie nie tylko ze względu na pełnione funkcje, co zostało już podkreślone w artykule, ale również na swoje położenie – jest lądową granicą RP. Uwzględniając czynnik geograficzny, do katalogu zagrożeń dla Portu Gdynia, stwarzanych przez drony zdecydowanie można zaliczyć przemyt. Do portu zawijają jednostki handlowe z całego świata. Z pokładu jednostki stojącej na redzie czy zbliżającej się do portu bardzo łatwo wystartować drona, który zaprogramowany, pozbawiony oświetlenia oraz wszelkiego oznakowania, niepostrzeżenie wyląduje na lądzie przenosząc np. narkotyki. O ile wielowirnikowe bsp wytwarzają dźwięk przy poruszaniu, co w czasie nocnego lotu i tak jest nie do zidentyfikowania i namierzenia przez służby mundurowe, o tyle np. małe modele płatowe są praktycznie niesłyszalne. Ponadto konstrukcje takie jak np. „latające skrzydło”, możliwe do wykonania w warunkach domowych ze styropianu lub pianki, są bardzo tanie w wykonaniu, tak więc przemytnicy mogą zastosować taktykę wysłania kilku lub nawet kilkunastu dronów godząc się na pewne straty ale zapewniając idealny kamuflaż dla drona przenoszącego nielegalny ładunek.

SYSTEMY ANTYDRONOWE

Dokonana w artykule analiza zagrożeń dla portu morskiego ze strony bezzałogowych statków powietrznych jednoznacznie wskazuje, że nie można bagatelizować tego nowego zjawiska. Dlatego struktury bezpieczeństwa Portu Gdynia po stworzeniu katalogu zagrożeń związanych z dronami zaczęły poszukiwania odpowiedzi technologicznej pozwalającej na zminimalizowanie ryzyka.

W niniejszym akapicie autor dokona przeglądu istniejących rozwiązań pozwalających na neutralizację bezzałogowych statków powietrznych oraz opiszę system wybrany przez Port Gdynia oraz metodologię jaka została zastosowana do jego wdrożenia. Parafrazując znane powiedzenie Francois Reblaisa, *natura abhorret vacuum*, można śmiało stwierdzić, że rynek nie znosi próżni. Dlatego też naturalną koleją rzeczy rozwój bezzałogowych statków powietrznych spowodował rozwój rynku systemów mogących zapobiegać nieautoryzowanym lotom dronów w określonym wolumenie przestrzeni powietrznej. Powstało wiele systemów antydronowych natomiast omówione zostaną, zdaniem autora artykułu, najciekawsze z nich.

Systemy do neutralizacji dronów można podzielić na dwie kategorie: systemy zakłócające oraz systemy fizycznie przeciwdziałające bezzałogowym statkom powietrznym. W drugiej kategorii bardzo popularnym rozwiązaniem są siatki unieruchamiające drony. Siatka może być wystrzelona z ręcznego urządzenia przypominającego karabinek szturmowy lub zrzucana bezpośrednio przez innego drona. Bezzałogowy statek powietrzny zostaje unieruchomiony przez specjalnie zaprojektowaną sieć oraz opada na ziemię na spadochronie, który jest integralną częścią rozwiązania. Zaletą opisywanego sposobu jest jego stosunkowo niski koszt oraz prostota. Dodatkowo spadochron bezpieczeństwa wydaje się być rozsądnym sposobem sprowadzenia drona na ziemię bez zagrożenia dla zdrowia i życia ludzi oraz uszkodzenia mienia jakie stwarza swobodny upadek zneutralizowanego bezzałogowca. Każdy medal ma jednak dwie strony. Ręczne działko ma ograniczony zasięg i może nie sprawdzić się w przypadku dronów utrzymujących wysoki pułap lotów. Dodatkowo zarówno ręczna wyrzutnia jak i dron zrzucający siatkę muszą trafić w cel, co może okazać bardzo trudnym zadaniem biorąc pod uwagę, że żaden operator namierzanego bezzałogowca nie będzie chciał stracić swojego urządzenia, co może przełożyć się na bardzo nieprzewidywalną trajektorię lotu.

Kolejnym fizycznym sposobem przeciwdziałania dronom są lasery dużej mocy. Są to rozwiązania mobilne w postaci kierunkowych działek przypominających zwykły karabin lub większe, montowane, np. jak rozwiązanie firmy Boeing, na ciężarówkach¹⁰. Sama technologia polega na wysłaniu wiązki lasera

¹⁰ Donovan Aleksander, *Drone Hunters: 9 of the Most Effective Anti-Drone Technologies for Shooting Drones out of the Sky*, 22.01.2019r. [dostęp 20.10.2019r.],

o dużej mocy, który ma zniszczyć elektronikę drona i doprowadzić do jego upadku. W ocenie autora opisywane rozwiązanie nacechowane jest dużym ryzykiem oraz jest trudne w zastosowaniu. Przede wszystkim zniszczony dron spada swobodnie co w środowisku zurbanizowanym lub przemysłowym stwarza duże zagrożenie wypadkiem z udziałem człowieka lub uszkodzenia mienia. Ponadto żeby zniszczyć elektronikę drona trzeba utrzymać go w wiązce lasera przez kilka sekund, co ze względu na nieprzewidywalność poruszania się bezzałogowca może nie być łatwe do osiągnięcia nawet w przypadku automatycznego namierzenia przez systemy laserowe.

Dużo bardziej zaawansowanymi technologicznie rozwiązaniami są systemy zakłócające drony. Wszystkie działają na takiej samej zasadzie wykorzystując systemy detekcji dronów oraz jammersy czyli zakłócacze. Opisywane rozwiązania mogą być ręczne tak jak np. ręczny neutralizator systemu „Jastrząb” firmy Hertz, mobilne montowane na samochodach czego przykładem jest system ICARX firmy Rada¹¹ lub w pełni stacjonarny jak np. system ctrl+sky oferowany przez polską firmę APS¹².

Port Gdynia zdecydował się na zastosowanie systemu w pełni stacjonarnego, nie decydując się jednak w chwili obecnej na żadnego konkretnego producenta. W przypadku projektu „Antydron”, rozpoczętego w 2018r. jako odpowiedź na zidentyfikowane zagrożenia ze strony bsp, zastosowano bardzo ciekawą metodologię dzieląc projekt na dwa etapy: etap badań i analiz oraz etap wdrożenia. Obecnie trwa przetarg mający na celu wyłonienie wykonawcy dla części badawczej. Zgodnie z założeniami, zawartymi w udostępnionej w ramach przetargu specyfikacji istotnych warunków zamówienia, badania mają na celu określenie najlepszej konfiguracji systemu antydronowego, dopasowanej do specyficznych warunków portowych. Aby tego dokonać analizy uwzględniają wiele czynników jak np.: badanie widma elektromagnetycznego częstotliwości radiowych wykorzystywanych na obszarze Portu Gdynia w celu ich koordynacji z urządzeniami zakłócającymi, profilowanie użytkowników dronów w celu ustalenia motywów lotów nad terenem Portu Gdynia oraz określenia odbiorców kampanii informacyjnej po implementacji systemu, określenie obszarów, w których najczęściej wykonywane są loty bsp co ma pozwolić na optymalne rozmieszczenie systemu antydronowego czy stworzenie procedur postępowania w przypadku incydentu z uczestnictwem drona oraz wiele innych. Będą to pierwsze tak kompleksowe badania przeprowadzone na terenie polskich por-

<<https://interestingengineering.com/drone-hunters-9-of-the-most-effective-anti-drone-technologies-for-shooting-drones-out-of-the-sky/>>

¹¹ Maksymilian Dura, *Systemy antydronowe – potrzebne ale odkładane w Polsce na później*, 18.09.2017r. [dostęp: 20.10.2019r.], <<https://www.defence24.pl/systemy-antydronowe-potrzebne-ale-odkladane-w-polsce-na-pozniej>>

¹² <https://apsystems.tech> [dostęp: 20.10.2019r.]

tów morskich, które swoje odzwierciedlenie znajdują w szeregu symulacji ,przeprowadzonych na specjalnie stworzonych wirtualnych mapach portu, mających potwierdzić skuteczność projektowanego systemu. Jest to o tyle innowacyjne podejście, że nie zdecydowano się na zakup gotowego rozwiązania, które wg każdego z producentów jest najlepszym dostępnym na rynku. Postanowiono najpierw bardzo dokładnie określić potrzeby portu aby następnie spersonalizować do nich system, a nie implementować rozwiązanie już istniejące mogące mieć wiele ograniczeń po wdrożeniu w specyficznym środowisku portowym.

Niezależnie od wyników badań oraz wdrożenia planowanego przez Port Gdynia, współczesne systemy zakłócające pracują na zasadach wspomnianych na początku akapitu czyli składają się z systemu detekcji dronów oraz urządzeń zakłócających ich pracę.

Najsukuteczniejsze dostępne rozwiązania wykrywania dronów oparte są na technologii wielosensorowej. Kolejne czujniki działają na zasadzie następujących po sobie barier niejako „uszczelniających” cały system. Nadrzędnym czujnikiem każdego z nich jest radar do wykrywania dronów, wyposażony w algorytmy pozwalające na ich rozpoznanie oraz klasyfikację. Do detekcji bsp można również wykorzystać sensor akustyczny, wykorzystujący matrycę mikrofonową pozwalającą na lokalizację źródła dźwięku w przestrzeni. Kolejnym rozwiązaniem służącym do wykrywania bezzałogowców są głowice optoelektroniczne pracujące w paśmie światła widzialnego oraz podczerwieni oraz kamery wizyjne rejestrujące nagrania wykrytych dronów. Ostatnim elementem komplementarnego systemu detekcji jest czujnik rf, czyli czujnik sygnału radiowego identyfikujący łączność WiFi pomiędzy operatorem i dronem. Dzięki zastosowaniu tego rozwiązania można również zakłócić pracę najpopularniejszych, konwencjonalnych dronów i zmusić je do powrotu do miejsca startu lub operatora, w zależności od zaprogramowanej opcji.

Urządzenia zakłócające są zazwyczaj w pełni zintegrowane z systemem detekcji. W zależności od potrzeb operacyjnych mogą być wyposażone w anteny działające kierunkowo, sektorowo lub dookólnie czyli zapewniając ochronę parasolową wyznaczonej strefy. Jammers zakłócają nie tylko łączność radiową pomiędzy dronem, a operatorem ale również sygnał gps przy pomocy którego drony określają swoją pozycję w przestrzeni.

IMPLIKACJE

Przykład Portu Gdynia doskonale pokazuje, że skuteczne zabezpieczenie obszaru przed nieautoryzowanymi lotami dronów nie ogranicza się jedynie do systemu antydronowego. Rozpoczęcie projektu „Antydron” było początkiem reakcji łańcuchowej implementowanych kolejno rozwiązań. Pierwszym kro-

kiem było wprowadzenie, przejrzystych oraz jednolitych dla wszystkich operatorów, procedur uzyskania zgody na loty bsp nad terenem Portu Gdynia. Warunkiem otrzymania pozwolenia jest spełnienie bardzo konkretnych wytycznych odnośnie wykonania lotu jak np. niewlatywanie bezpośrednio w światło pokładów statków, zgłoszenie lotu do wojskowej wieży kontroli lotów na lotnisku Babie Doły czy zalogowanie się do aplikacji DroneRadar. Równocześnie w wyznaczonych w procesie analizy pod kątem częstotliwości startów operatorów miejscach zostały rozmieszczone tablice informujące o zakazie lotów nad obszarem Zarządu Morskiego Portu Gdynia S.A. bez zgody zarządcy. Działaniem synergicznym było wprowadzenie terenów ZMPG S.A. do wcześniej opisanej w artykule aplikacji DroneRadar. Dzięki temu operatorzy dronów otrzymali jasną informację, że loty nad Portem Gdynia wymagają uprzedniej zgody zarządzającego terenami oraz jak można taką zgodę otrzymać. Ww. działania odniosły bardzo pozytywny skutek w postaci ograniczenia nieautoryzowanych lotów bsp, co potwierdziły obserwacje wykorzystania przestrzeni powietrznej podczas sezonu zawinięć statków wycieczkowych w 2018 i 2019 roku. Obecnie Port Gdynia uczestniczy w testach systemu DTM czyli systemu służącego do lokalnego zarządzania lotami dronów, będącego częścią systemu PANSA UTM dzięki któremu Polska Agencja Żeglugi Powietrznej ma zamiar kontrolować i koordynować loty bsp w całej Polsce.

WNIOSKI

Podsumowując, konsekwencją dynamicznego rozwoju sektora bezzałogowych statków powietrznych jest nowy katalog zagrożeń dla portów morskich. Struktury odpowiedzialne za bezpieczeństwo portów muszą sprostać niespotykanym do tej pory wyzwaniom. Starając się zminimalizować ryzyko, które niesie ze sobą szeroki wachlarz zastosowań dronów oraz ich duża dostępność nie mogą skupiać się jedynie na rozwiązaniach bezpośrednich. Przykład Portu Gdynia pokazuje, że bezpośredni kontakt z operatorami dronów, podnoszenie ich świadomości na temat zagrożeń jakie stwarzają oraz przejrzyste regulacje mogą przyczynić się do większej kontroli przestrzeni powietrznej nad konkretnym obiektem. Należy jednak zaznaczyć, że działania opisane w ramach implikacji, czyli tzw. pośrednie, niezależnie od ich dużej wagi oraz skuteczności, służą jedynie do kontroli oraz koordynacji lotów w przypadku operatorów, którzy dobrowolnie logują się do aplikacji DroneRadar i zgłaszają swoje loty zarządcy terenu. Mając na uwadze ludzką ignorancję oraz zagrożenie szpiegostwem i aktami terroryzmu, w ocenie autora artykułu, systemy antydronowe są najlepszą odpowiedzią technologiczną struktur bezpieczeństwa portu na zagrożenia ze strony bezzałogowych statków powietrznych.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Polski Instytut Ekonomiczny, *Biała Księga Rynku Bezzałogowych Statków Powietrznych*, Warszawa 2019;
- [2] Polski Fundusz Rozwoju, *Wprowadzenie do zagadnienia wykorzystania Bezzałogowych Statków Powietrznych w samorządzie terytorialnym*, Warszawa 2019;
- [3] Rutkowski P., Zych M., Kosieliński S., Drozdowski T., *Zastosowanie usług świadczonych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych (usługi BSP) dla wzrostu skuteczności i efektywności oraz jakości świadczenia usług publicznych przez samorząd terytorialny*, Instytut Mikromarko, Warszawa 2018;
- [4] Haertle A., *Śmiercionośne drony – analiza niedawnego ataku w Wenezueli*, 09.08.2018r. [dostęp 19.10.2019r.], <<https://zaufanatrzeciastrona.pl/post/smiercionosne-drony-analiza-niedawnego-ataku-w-wenezueli/>>;
- [5] Siwik K., *Drony zaatakowały największą rafinerię na świecie. Ujawniono nagrania z pożaru*, 14.09.2019r. [dostęp 19.10.2019r.], <https://innpoland.pl/154849,atak-dronow-na-rafinerie-w-arabii-saudyjskiej-plonely-dwie-instalacje/>>;
- [6] Zawadzak M., *Dji niekwestionowanym liderem rynku w USA*, 01.10.2019r. [dostęp: 19.10.2019r.], <<http://www.swiatdronow.pl/dji-niekwestionowanym-liderem-rynku-w-usa/>>;
- [7] <https://megadron.pl/pl/products/dji-phantom-4-pro-8183.html>, [dostęp: 19.10.2019r.];
- [8] płk rez. dr inż. Surdyk K., mec. Nogacki R., *Szpiegostwo gospodarcze w Polsce i na świecie*, 12.05.2017r. [dostęp 20.10.2019r.], <https://www.wywiad-gospodarczy.pl/szpiegostwo-przemyslowe-polska-swiat.html/>>;
- [9] Ustawa o portach i przystaniach morskich z dnia 20 grudnia 1996r. (Dz. U. 1997 Nr 9 poz. 44);
- [10] Donovan A., *Drone Hunters: 9 of the Most Effective Anti-Drone Technologies for Shooting Drones out of the Sky*, 22.01.2019r. [dostęp 20.10.2019r.], <<https://interestingengineering.com/drone-hunters-9-of-the-most-effective-anti-drone-technologies-for-shooting-drones-out-of-the-sky/>>;
- [11] Dura M., *Systemy antydronowe – potrzebne ale odkładane w Polsce na później*, 18.09.2017r. [dostęp: 20.10.2019r.], <https://www.defence24.pl/systemy-antydronowe-potrzebne-ale-odkladane-w-polsce-na-pozniej>>
- [12] <https://apsystems.tech> [dostęp: 20.10.2019r.]

TECHNOLOGICAL RESPONSE OF PORT SECURITY TO THREATS POSED BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

ABSTRACT

In the article author described technological response of port security structures to threats posed by unmanned aerial vehicles. In the beginning author presented world and polish drone market to show take scale of the issue. Then identified threats from unmanned aerial vehicles and adapted to conditions of Port of Gdynia Authority S.A. Afterwards author presented selected, current anti-drones systems and implications related to attempt to secure port against UAV. Based of analysis and solutions applied and planed by Port of Gdynia Authority S.A. author proved that anti-drones systems are the best response of seaports for threats from unmanned aerial vehicles.

Key words:

security, port security, unmanned aerial vehicles, drones, anti-drone systems