

W pętli, nad pętlą, poza pętlą

MACIEJ M. KASPEREK

Trzy określenia roli człowieka w systemach, które same wykrywają i zwalczają cele, weszły do codziennego języka branży. W dokumentach mają konkretne znaczenia, a każde z nich kosztuje inną liczbę sekund.

O systemach antydronowych mówi się, że człowiek jest w pętli, nad pętlą albo poza nią. Te określenia padają w ofertach, w debatach i w dokumentach państw, często bez wyjaśnienia, co znaczą. Ten tekst porządkuje je na podstawie dokumentów, które nadają im treść, i pokazuje, ile czasu kosztuje każda z trzech ról.

TRZY RÓLE

W pętli człowiek decyduje o każdym użyciu środka, a system tylko wykrywa i wskazuje cel. Nad pętlą system sam wybiera i zwalcza cel, a człowiek nadzoruje go i może przerwać działanie. Poza pętlą system po uruchomieniu działa bez nadzoru. Różnica między rolami leży w tym, kto podejmuje decyzję i ile czasu człowiek ma na jej zmianę.

CO MÓWIĄ DOKUMENTY

Najczęściej cytowany jest amerykański dokument. Dyrektywa Departamentu Obrony 3000.09 z 2023 roku wymaga, by systemy autonomiczne pozwalały dowódcom i operatorom zachować odpowiedni poziom ludzkiej oceny w decyzjach o użyciu siły. Nie wymaga człowieka w pętli w każdym scenariuszu. Definicja systemu autonomicznego obejmuje wprost systemy nadzorowane przez operatora, który może przerwać ich działanie, czyli rolę nad pętlą. Dyrektywa zwalnia też z dodatkowego przeglądu na najwyższym szczeblu pewną grupę systemów nadzorowanych przez operatora. Chodzi o systemy, które zwalczają cele materialne, by przechwytywać ataki wymagające natychmiastowej reakcji albo ataki saturacyjne na instalacje i ich personel. To niemal dokładnie opis obrony obiektu przed dronami.

Międzynarodowy Komitet Czerwonego Krzyża patrzy na to inaczej. W stanowisku z 2021 roku wezwał państwa do przyjęcia nowych, wiążących reguł. Proponuje zakazać systemów nieprzewidywalnych i wymierzonych bezpośrednio w ludzi, a pozostałe ściśle ograniczyć. Ten dwustopniowy podział trafił do prac ONZ.

Grupa ekspertów rządowych działająca przy Konwencji o zakazie lub ograniczeniu użycia pewnych broni konwencjonalnych przyjęła w 2019 roku jedenaście zasad przewodnich. Jedna z nich mówi, że odpowiedzialność za decyzje o użyciu broni musi pozostać przy człowieku, bo nie da się jej przenieść na maszynę. Zgromadzenie Ogólne ONZ przyjęło rezolucje o autonomicznych systemach uzbrojenia w 2023 roku głosami 152 państw i w 2024 roku głosami 166 państw. Trzecią przyjęło 1 grudnia 2025 roku głosami 164 państw. Robocza wersja przyszłego instrumentu prawnego, rozwijana przez tę samą grupę ekspertów, opiera się na podziale na zakazy i ograniczenia. O dalszych krokach zdecyduje konferencja przeglądowa konwencji w dniach od 16 do 20 listopada 2026 roku.

Wszystkie te dokumenty dotyczą wojny i międzynarodowego prawa humanitarnego. Ochrona elektrowni czy rafinerii w czasie pokoju podlega prawu krajowemu.

CO MÓWIĄ PRZEPISY TRZECH PAŃSTW

Polskie Prawo lotnicze wymienia osoby uprawnione do zniszczenia drona, w tym pracowników specjalistycznych uzbrojonych formacji ochronnych. Czeski projekt ustawy wymaga, by wyznaczony pracownik najpierw ustalił, że lot jest nieuprawniony, w miarę możliwości ostrzegł pilota i ocenił proporcjonalność. Łotewska ustawa pozwala strażnikowi działać bez ostrzeżenia, na podstawie własnej oceny zagrożenia. Wszystkie trzy teksty zakładają, że decyduje i działa człowiek, i żaden nie przewiduje wprost urządzenia, które samo rozstrzyga o użyciu środka. Grzegorz Matyasik z Instytutu Wschodniej Flanki zauważa, że polski wymóg decyzji operatora, pomyślany jako zabezpieczenie legalności, staje się zarazem główną słabością operacyjną systemu.

ILE KOSZTUJE KAŻDA ROLA

Model budżetu czasu pozwala porównać trzy role na tym samym celu. W pętli system automatycznie sprawdza, czy lot jest uprawniony, potem człowiek potrzebuje na decyzję w medianie 45 sekund, a strażnik ją wykonuje. Nad pętlą reguła jest ustalona zawczasu, a system strzela, jeśli człowiek nie zgłosi weta w wyznaczonym oknie czasowym. Poza pętlą tego okna nie ma. Tabela pokazuje szansę, że procedura zdąży, zanim cel średniej prędkości pokona odległość wykrycia.

Odległość wykrycia	W pętli	Nad pętlą, weto 20 s	Nad pętlą, weto 10 s	Nad pętlą, weto 5 s	Poza pętlą
2 km	81,8%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
1 km	12,6%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
500 m	0,0%	0,0%	99,2%	100,0%	100,0%
300 m	0,0%	0,0%	0,0%	21,5%	99,6%

Model poglądowy, cel lecący 21 metrów na sekundę, 20 000 losowań na komórkę przy stałym ziarnie losowania. Kod tabeli jest w paczce modelu do pobrania.

Przy wykryciu z odległości dwóch kilometrów każda rola na ogół zdąża. Przy jednym kilometrze człowiek w pętli zdąża już tylko w co ósmym przypadku, a system nadzorowany nadal w każdym losowaniu. Przy 500 metrach za długie jest nawet dwudziestosekundowe okno weta. Przy 300 metrach zdąża prawie wyłącznie system poza pętlą. Im krócej trwa okno weta, tym mniej czasu ma człowiek, żeby zrozumieć, co system zamierza zrobić, i go zatrzymać.

KOSZT CZASU I KOSZT KONTROLI

Każda rola ma dwa koszty. Człowiek w pętli daje najpełniejszą kontrolę i kosztuje najwięcej czasu. Człowiek nad pętlą oszczędza czas, ale jego kontrola zależy od długości okna weta. Poza pętlą czas jest najkrótszy, a kontrola człowieka kończy się w chwili uruchomienia. Dokumenty różnią się w ocenie, gdzie leży rozsądna równowaga. Departament Obrony traktuje nadzorowaną autonomię wobec celów

materialnych w obronie instalacji jako przypadek standardowy, a Czerwony Krzyż chce ścisłych granic. Przepisy krajowe w regionie wciąż zakładają człowieka, który decyduje. Wybór roli dla konkretnego obiektu jest więc pytaniem prawnym i politycznym, a nie tylko technicznym.

Kod modelu i dane wejściowe (ZIP, Python)

Deklaracja konfliktu interesów. Autor jest założycielem zespołu startupowego Silesian Advanced Systems, który rozwija autonomiczny system antydronowy. System ma działać w roli, którą ten tekst nazywa nadzorem nad pętlą, z wetem człowieka w trybie automatycznym. Daje to autorowi bezpośredni interes w tym temacie. Tekst opisuje pojęcia i ich koszt czasowy na podstawie wymienionych źródeł i opublikowanego modelu, bez oceny konkretnych rozwiązań.

ŹRÓDŁA

1. CCW GGE LAWS (Grupa ekspertów rządowych ds. nowych technologii w obszarze śmiercionośnych autonomicznych systemów uzbrojenia). 2019. Guiding Principles, w: raport spotkania państw stron konwencji, CCW/MSP/2019/9. <https://digitallibrary.un.org/record/3856241>
2. DefenseScoop. 2023. „Pentagon Updates Guidance for Development, Fielding and Employment of Autonomous Weapon Systems.” 25 stycznia. <https://defensescoop.com/2023/01/25/pentagon-updates-guidance-for-development-fielding-and-employment-of-autonomous-weapon-systems/>
3. Digital Watch Observatory. 2026. „GGE on Lethal Autonomous Weapons Systems.” dig.watch. <https://dig.watc h/processes/gge-laws>
4. Grozījumi Apsardzes darbības likumā. 2025. Latvijas Vēstnesis, przyjęte 18 grudnia 2025 r., w mocy od 20 stycznia 2026 r. likumi.lv, id 365606. <https://likumi.lv/ta/id/365606>
5. ICRC (Międzynarodowy Komitet Czerwonego Krzyża). 2021. „ICRC Position on Autonomous Weapon Systems.” 12 maja. <https://www.icrc.org/en/document/icrc-position-autonomous-weapon-systems>
6. ICRC. 2026. „Advocacy Paper. A Key Opportunity to Prevent the Development of Unacceptable Autonomous Weapons.” Czerwiec. <https://www.icrc.org/en/article/advocacy-paper-key-opportunity-prevent-development-unacceptable-autonomous-weapons>
7. Matyasik, Grzegorz. 2026. „Czy obiekty infrastruktury krytycznej są chronione przed dronami?” Instytut Wschodniej Flanki, 27 lipca. <https://wschodniaflanka.pl/czy-obiekty-infrastruktury-krytycznej-sa-chronione-przed-dronami/>
8. Ministerstvo vnitra ČR. 2026. Návrh zákona, kterým se mění některé zákony s cílem posílit odolnost subjektů kritické infrastruktury proti bezpilotním systémům, wraz z uzasadnieniem. eKLEP KORNDW7JRL1U, 21 lipca. <https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/KORNDW7JRL1U>
9. Rzeczpospolita Polska. 2002. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze, tekst jednolity Dz.U. 2025 poz. 1431, art. 156ze. <https://eli.gov.pl/eli/DU/2025/1431/ogl>
10. UNODA (Biuro ONZ ds. Rozbrojenia). 2025. „Briefing by the Chair of the CCW GGE on LAWS on the Margins of the First Committee.” Październik. <https://disarmament.unoda.org/en/updates/briefing-chair-ccw-gge-laws-margins-first-committee>
11. U.S. Department of Defense. 2023. DoD Directive 3000.09, Autonomy in Weapon Systems. 25 stycznia. <https://www.esd.whs.mil/Portals/54/Documents/DD/issuances/dodd/300009p.PDF>
12. Zgromadzenie Ogólne ONZ. 2023. Rezolucja 78/241, Lethal Autonomous Weapons Systems. 22 grudnia. <https://digitallibrary.un.org/record/4033027>
13. Zgromadzenie Ogólne ONZ. 2024. Rezolucja 79/62, Lethal Autonomous Weapons Systems. 2 grudnia. <https://docs.un.org/en/A/RES/79/62>
14. Zgromadzenie Ogólne ONZ. 2025. Rezolucja 80/57, Lethal Autonomous Weapons Systems. 1 grudnia. <https://digitallibrary.un.org/record/4095989>

wersja do druku, aktualna wersja online: <https://silesianadvanced.systems/analyses/loop-roles/?lang=pl>