

Každá metoda má svou zónu

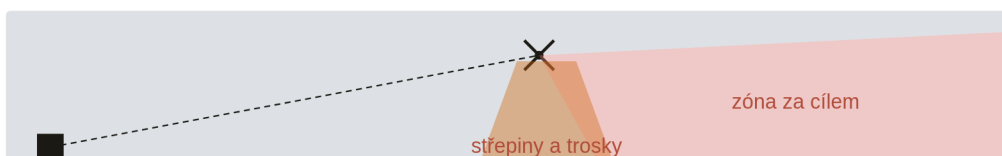
MACIEJ M. KASPEREK

Debaty o zneškodňování dronů obvykle končí u dosahu a ceny jednoho výstřelu. Každá metoda ale potřebuje prostor, v němž je její použití bezpečné, a právě tento prostor určuje její skutečné meze.

Nad vojenským letištěm nebo na prázdné střelnici je volba prostředku proti dronům hlavně otázkou účinnosti. Nad rafinerií, teplárnou nebo obytnou čtvrtí přichází druhá otázka, často důležitější než první. Co se stane se střelou, která mine, s paprskem, který letí dál, nebo se signálem, který dorazí tam, kam nemá? Každá metoda odpovídá jinak a každá potřebuje jinou zónu, v níž nemají být lidé, letadla ani citlivá elektronika. Tento text tyto zóny porovnává a čísla uvádí jen tam, kde je zveřejnil výrobce, armáda nebo úřad. Kde taková data nejsou, říká to rovnou.

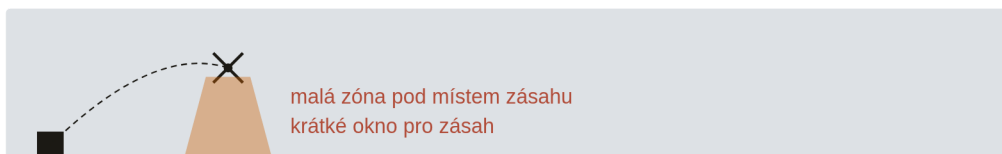
Kanón

zóna za cílem



Sít', krátký dosah

zóna pod místem



Laser

zóna podél paprsku



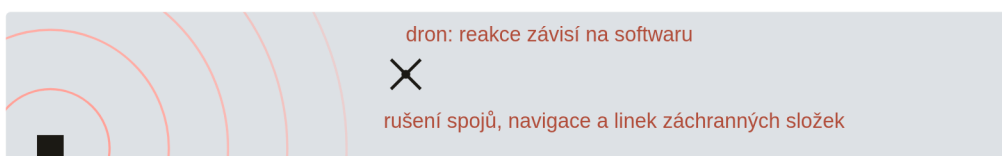
Mikrovlny

zóna kolem zářiče



Rušení

zóna v éteru



Zóny, které vyžaduje každá z pěti metod, ve schématu bez měřítka. Čtverec je zářič, křížek dron, barva zóna, v níž nemají být lidé.

KANÓNY: ZÓNA ZA CÍLEM

Protiletadlový kanón vystřeluje střely, které po minutě letí dál a dopadají daleko za cílem. Moderní programovatelná munice se roztrhne poblíž dronu a vyvrhne oblak wolframových podstřel, což zvyšuje šanci na zásah. Podstřely i střepiny přesto dopadají na zem a minutá střela běžné munice letí ještě dál. Za

cílem a pod ním tak vzniká zóna, která má být prázdná nebo pod kontrolou. Nad průmyslovým areálem se to zajišťuje obzvlášť těžko. Svaz průmyslu a dopravy ČR ve stanovisku k návrhu zákona označil kinetický zásah nad průmyslovým podnikem za krajně nebezpečný.

Případovou studii nabízí válka na Ukrajině, kde systémy Gepard a Skynex dodané Německem s programovatelnou municí ráže 35 mm sestřelují drony typu Šáhid. Účinný dosah Skynexu se uvádí kolem čtyř kilometrů a veřejné odhady ceny jednoho zásahu se liší několikanásobně. Odhad připisovaný výrobcí činí kolem čtyř tisíc eur. Nezávislé analýzy uvádějí od několika do více než třiceti tisíc dolarů podle počtu vystřelených střel. Velikost zóny za cílem pro takové systémy v zastavěném území se nezveřejňuje.

SÍTĚ A PROSTŘEDKY KRÁTKÉHO DOSAHU: ZÓNA POD MÍSTEM ZÁSAHU

Prostředky krátkého dosahu, jako jsou vrhače sítí, hladkohlavňové zbraně nebo záchytné drony, mají malou zónu za cílem, protože jejich střely jsou pomalé a nedoletí daleko. Platí za to krátkým oknem pro zásah. Cíl je třeba zastavit v posledních desítkách nebo stovkách metrů a pod místem zásahu dopadá zachycený nebo zničený dron.

Nejlépe zdokumentovaným příkladem je britský vrhač SkyWall100. Výrobce uvádí dosah sto metrů a přebití trvající osm sekund. Střela vypustí síť a padák snese zachycený dron k zemi, přičemž části střely klesají na padáku i po minutě. Zóna pod místem zásahu je tedy malá a pod kontrolou. Dron letící rychlostí dvacet metrů za sekundu ale urazí sto metrů za pět sekund, takže na druhý výstřel není čas.

LASERY: ZÓNA PODÉL PAPRSKU

Paprsek výkonného laseru, který mine, letí dál, dokud nenarazí na překážku. Po celé této dráze ohrožuje oči. V laserové bezpečnosti se to měří nominální vzdáleností ohrožení oka, tedy vzdáleností, za níž expozice nepřekračuje maximální přípustnou expozici. Pro toho, kdo se dívá dalekohledem, je tato vzdálenost větší. Paprsek odražený od lesklého povrchu, například od okna, karoserie nebo samotného dronu, vytváří další zóny ohrožení. Střelníční předpisy proto vyžadují, aby paprsek končil na záchytu, který ho zastaví, uvnitř kontrolovaného prostoru a s kontrolovaným vzdušným prostorem nad ním.

Laser má i meze, které nejsou zónou, ale zužují jeho použití. Analýzy výzkumné služby Kongresu USA a amerického Government Accountability Office upozorňují, že déšť a mlha zkracují dosah a zhoršují kvalitu paprsku. Laser tedy není zbraní do každého počasí. Zasahuje jeden cíl v čase, potřebuje na něj několik sekund a další na přesun paprsku. Protokol IV Úmluvy o některých konvenčních zbraních zakazuje lasery konstruované k trvalému oslepení. U ostatních laserů zavazuje státy k veškerým možným opatřením předběžné opatrnosti.

Veřejně zdokumentovaným příkladem je britský laser DragonFire. Tamní ministerstvo obrany uvádí, že energie na jeden výstřel stojí asi deset liber a že systém zasáhne jednolibrovou minci z kilometru. Ve zkouškách v roce 2025 sestřelil drony letící rychlostí až 650 kilometrů za hodinu. Nominální vzdálenost ohrožení oka pro takové lasery ani jejich dosah za špatného počasí se nezveřejňují.

MIKROVLNY: ZÓNA KOLEM ZÁŘIČE

Výkonná mikrovlnná zbraň necílí do jednoho bodu. Ozařuje výsek prostoru a ruší nebo poškozuje elektroniku všeho, co je v něm. To je její největší přednost, protože působí na mnoho cílů najednou. Je to i její největší mez. Government Accountability Office podotýká, že zbraň se širokým paprskem působí na

všechna zařízení v dané oblasti, vlastní i cizí. Kolem zářiče a ve směru paprsku je proto nutná vylučovací zóna pro lidi, zvířata a elektroniku, i tu patřící sousedům areálu.

Mikrovlnná zbraň může pracovat ve dvou režimech, které se liší zónou. Narušení elektroniky dronu vyžaduje slabší pole a její trvalé spálení pole o řády silnější. Rušivý režim dokáže působit při intenzitách blízkých hodnotám přípustným pro lidi, takže jeho zóna je malá. Ničivý režim potřebuje zónu nesrovnatelně větší.

Odkud se tato zóna bere, ukazují normy ochrany zdraví. Pro kmitočty od 2 do 300 GHz stanovují pokyny ICNIRP z roku 2020 i polské nařízení z roku 2019 hodnotu 10 W/m² pro obyvatelstvo. Pokyny ICNIRP připouštějí 50 W/m² pro osoby vystavené v zaměstnání a obě hodnoty se průměrují v čase. Pro krátké impulsy polské předpisy připouštějí špičkovou hustotu výkonu až tisícinásobek referenční úrovně. Tyto normy chrání před ohřevem tkání a jsou psané pro lidi, přičemž zvíře v paprsku podléhá témuž mechanismu. V ničivém režimu intenzita v paprsku tyto normy mnohonásobně překračuje.

Mikrovlny pronikají hluboko do těla a mohou ohřívat tkáně dřív, než zareagují tepelné receptory v kůži. Místní ohniska ohřevu hrozí poškozením vnitřních tkání a kovové implantáty a implantované přístroje, jako jsou kardiostimulátory, je mohou zesilovat. Účinek závisí na intenzitě a době expozice. Nad civilním územím je vedlejší riziko ničivého režimu příliš velké. Je proto nutná zóna, do níž lidé nesmějí, a postupy přerušující vyzařování, jakmile se v ní někdo objeví.

Případovou studií je americký systém Leonidas, jehož výrobce zveřejnil výsledky zkoušek ze srpna 2025. Podle nich systém vyřadil všech 61 dronů, včetně roje 49 dronů jediným impulsem. Dosah výrobce neuvedl, napsal jen, že nová verze má více než dvojnásobný dosah oproti verzi z roku 2022. Poloměr vylučovací zóny pro lidi se rovněž nezveřejňuje.

RUŠENÍ : ZÓNA V ÉTERU

Rušení nemá zónu za cílem ani zónu podél paprsku v běžném smyslu. Má zato zónu v éteru, v níž ruší i to, co nemá. Důvodová zpráva k českému návrhu zákona varuje, že neobratné rušení může ochromit mobilní sítě, systémy záchranných složek a systémy využívající satelitní navigaci. Český návrh proto stávající zákaz rušení neruší. Polsko je od července 2026 povoluje, ale za podmínky. Provozovatel musí předem ohlásit zařízení s kmitočty, výkonem, polohou antén a sektory působení a poté hlásit každé použití. Ministr vnitra nebo ministr obrany může nařídit jeho přerušení. Český telekomunikační úřad v připomínkách upozornil, že rušení nefunguje proti dronům řízeným optickým vláknem, autonomním dronům ani dronům s inerciální navigací. Co se stane s rušeným dronem, závisí na jeho softwaru, takže zónu pod ním nelze předem vymezit.

SROVNÁNÍ

METODA	ZÓNA ZA CÍLEM	ZÓNA KOLEM ZÁŘIČE	VZDUŠNÝ PROSTOR NEBO ÉTER	ZÓNA POD MÍSTEM ZÁSAHU	CÍLŮ NAJEDNOU	OTEVŘENÝ PŘÍKLAD
Kanón s programovatelnou municí	ano, velká	ne	kontrola vzdušného prostoru	ano, střepiny a trosky	v dávkách, jeden po druhém	Skynex, dosah asi 4 km, cena zásahu v odhadech od asi 4 tis. eur do více než 30 tis. dolarů
Sítě a prostředky krátkého dosahu	malá	ne	místně	ano, malá a pod kontrolou	jeden, pak přebití	SkyWall100, dosah 100 m, přebití 8 s
Výkonný laser	ano, paprsek letí dál	ne	ano, ohrožení očí a letectví	ano, trosky	jeden, několik sekund na cíl	DragonFire, asi 10 liber energie na výstřel
Výkonné mikrovlny	ve směru paprsku	ano, lidé, zvířata, elektronika	ano	ano, trosky	mnoho najednou	Leonidas, 61 z 61 dronů, dosah nezveřejněn
Rušení	ne	ano, v éteru	ano, spoje a navigace	závisí na reakci dronu	mnoho, pokud na rušení reagují	Polsko, povinnost ohlásit zařízení i každé použití

DOSA H JE PŮL OTÁZKY

Žádná z těchto metod není nejlepší bez ohledu na místo. Kanón dostřelí daleko, ale potřebuje prázdko za cílem. Laser je levný na výstřel, ale potřebuje čistý vzduch a záchyt, který paprsek zastaví. Mikrovlny vyřadí celý roj, ale potřebují zónu bez lidí a bez cizí elektroniky. Prostředky krátkého dosahu mají nejmenší zóny, ale nechávají nejméně času. Rušení nic neničí, zato ruší všechno kolem a nefunguje na drony, které nic neposlouchají.

Ve městě a v prostředí s nebezpečím výbuchu je proto otázka zóny stejně důležitá jako otázka dosahu. Český návrh zákona vyžaduje od provozovatele analýzu rizik. Zóny popsané výše jsou přirozenou součástí takové analýzy, ať už provozovatel zvolí kteroukoli metodu.

Prohlášení o střetu zájmů. Autor je zakladatelem týmu Silesian Advanced Systems, který vyvíjí autonomní protidronový systém a chystá založení společnosti. Systém patří do rodiny kinetických prostředků krátkého dosahu, autor tak má na tématu obchodní zájem. Všechna čísla o systémech a normách pocházejí z otevřených zdrojů uvedených níže.

ZDROJE

1. Congressional Research Service. 2024. „Department of Defense Directed Energy Weapons: Background and Issues for Congress.“ R46925. Washington, DC: Library of Congress. https://www.everycrsreport.com/files/2024-07-11_R46925_4c1e5a38ad3d6906a3ea03e0972e08d8979659f3.html
2. Congressional Research Service. 2024. „Navy Shipboard Lasers: Background and Issues for Congress.“ R44175. Washington, DC: Library of Congress. https://www.everycrsreport.com/files/2024-12-19_R44175_edf2efc1093bf152f3a5189af495aa29fa452e3c.html

3. Český telekomunikační úřad, Bezpečnostní informační služba, Ministerstvo obrany. 2026. Přípomínky k materiálu KORNDW7JRL1U. eKLEP, srpen. <https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/pripominky/KORNDW7JRL1U/>
4. Drone Warfare. 2026. „Counter-UAS Kinetic Defeat: Costs, Systems, Combat Data.“ 6. srpna. <https://drone-warfare.com/counter-uas/drone-defeat/>
5. Epirus. 2025. „Epirus' Leonidas High-Power Microwave Defeats 49-Drone Swarm, 100% of Drones Flown at Live-Fire Demonstration.“ Tisková zpráva, 10. září. <https://epirusinc.com/press-releases/epirus-leonidas-high-power-microwave-defeats-49-drone-swarm-100-of-drones-flown-at-live-fire-demonstration>
6. Euromaidan Press. 2025. „Rheinmetall's Skynex Guns Now Used to Wipe Out Russian Shaheds from Ukrainian Skies.“ 13. července. <https://euromaidanpress.com/2025/07/13/rheinmetalls-skynex-guns-now-used-to-wipe-out-russian-shaheds-from-ukrainian-skies-video-shows-flawless-kills/>
7. GAO (U.S. Government Accountability Office). 2023. „Science & Tech Spotlight: Directed Energy Weapons.“ GAO-23-106717. <https://www.gao.gov/products/gao-23-106717>
8. ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection). 2020. „Guidelines for Limiting Exposure to Electromagnetic Fields (100 kHz to 300 GHz).“ Health Physics 118 (5): 483–524. <https://www.icnirp.org/en/publications/article/rf-guidelines-2020.html>
9. Ministr zdravotnictví Polské republiky. 2019. Nařízení ministra zdravotnictví ze dne 17. prosince 2019 o přípustných úrovních elektromagnetických polí v prostředí. Sbírka zákonů 2019, položka 2448. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20190002448>
10. Ministerstvo vnitra ČR. 2026. Návrh zákona, kterým se mění některé zákony s cílem posílit odolnost subjektů kritické infrastruktury proti bezpilotním systémům, včetně důvodové zprávy. eKLEP KORNDW7JRL1U, 21. července. <https://odok.gov.cz/portal/veklep/material/KORNDW7JRL1U>
11. Ministerstvo obrany Spojeného království. 2025. „Boost for Armed Forces as New Laser Weapon Takes Down High-Speed Drones.“ Tisková zpráva, 20. listopadu. <https://www.gov.uk/government/news/boost-for-armed-forces-as-new-laser-weapon-takes-down-high-speed-drones>
12. Norsk luftvern. 2026. „American vs. European Short Range Air Defense.“ 22. března. <https://norskluftvern.com/2026/03/22/american-vs-european-short-range-air-defense/>
13. OSHA (Occupational Safety and Health Administration). b.d. „Radiofrequency and Microwave Radiation: Health Effects.“ Washington, DC. <https://www.osha.gov/radiofrequency-and-microwave-radiation/health-effects>
14. OpenWorks Engineering. 2018. „SkyWall Net Capture: Capture Drones, Protect Assets.“ Produktová brožura. https://openworksengineering.com/wp-content/uploads/2019/02/openworks_skywall-net-capture_2018_brochure.pdf
15. Protokol IV. 1995. Protokol o oslepujících laserových zbraních (Protokol IV k Úmluvě o některých konvenčních zbraních z roku 1980). Vídeň, 13. října. <https://ihl-databases.icrc.org/en/ihl-treaties/ccw-protocol-iv/article-1>
16. Polská republika. 2026. Zákon ze dne 29. května 2026, kterým se mění zákon o krizovém řízení a některé další zákony. Sbírka zákonů 2026, položka 815. <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20260000815/T/D202600815L.pdf>
17. Royal Navy. 2025. „£316m Deal for Royal Navy's First Laser Weapon after Successful High-Speed Drone Trials.“ 20. listopadu. <https://www.royalnavy.mod.uk/news/2025/november/20/20251120-dragonfire-trials>
18. Svaz průmyslu a dopravy ČR. 2026. Přípomínky k návrhu zákona o ochraně kritické infrastruktury před drony. 20. srpna. <https://www.spcr.cz/pripominky-k-navrhu-zakona-o-ochrane-kriticke-infrastruktury-pred-drony>
19. TIME. 2016. „This Bazooka Is Designed to Take Down Unwanted Drones.“ 4. března. <https://time.com/4247645/bazooka-captures-drones-skywall-100/>
20. United24 Media. 2025. „Germany's Drone Killer in Action: Ukraine Deploys Skynex to Destroy 7 Russian Shaheds Overnight.“ 12. července. <https://united24media.com/latest-news/germanys-drone-killer-in-action-ukraine-deploys-skynex-to-destroy-7-russian-shaheds-overnight-9842>

21. US Department of Defense. 2011. Department of Defense Handbook: Range Laser Safety. MIL-HDBK-828B. https://www.navsea.navy.mil/Portals/103/Documents/NSWC_Dahlgren/Laser/mil-hdbk_828B.pdf
22. Walling, Eileen M. 2000. „High Power Microwaves: Strategic and Operational Implications for Warfare.“ Occasional Paper 11. Maxwell AFB, AL: Center for Strategy and Technology, Air War College. <https://apps.dtic.mil/sti/tr/pdf/ADA425472.pdf>

Verze pro tisk, aktuální verze online: <https://silesianadvanced.systems/analyses/zones/?lang=cs>