



Aizsardzība pret bezpilota lidaparātu sistēmām

Rokasgrāmata par bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) radītā riska novērtējumu un principiem ēku, vietu fiziskai aizsardzībai



JRC tehniskais ziņojums

Karlos, V. | Larcher, M.

Šī publikācija ir Kopīgā pētniecības centra (JRC), Eiropas Komisijas zinātnes un zināšanu dienesta, tehnisks ziņojums. Tā mērķis ir sniegt uz pierādījumiem balstītu zinātnisku atbalstu Eiropas politikas veidošanas procesam. Šīs publikācijas saturs ne vienmēr atspoguļo Eiropas Komisijas nostāju vai viedokli. Ne Komisija, ne jebkura persona, kas rīkojas tās vārdā, nav atbildīga par šīs publikācijas iespējamo izmantošanu. Lai iegūtu informāciju par šajā publikācijā izmantoto datu metodoloģiju un kvalitāti, kuru avots nav ne Eurostat, ne citi Komisijas dienesti, lietotājiem jāsažinās ar norādīto avotu. Kartēs izmantotie apzīmējumi un materiālu noformējums nenozīmē nekāda Eiropas Savienības viedokļa paušanu par jebkuras valsts, teritorijas, pilsētas vai apgabala vai to iestāžu juridisko statusu vai par to robežu vai norobežojumu noteikšanu.

Kontaktinformācija

Vārds: Vasilis Karlos
Adrese: Eiropas Komisijas
Kopīgais pētniecības centrs
Via Enrico Fermi, 2749
21027 Ispra (VA)
ITĀLIJA

Tālrunis: +39 03 32 78 59 34

E-pasts: vasileios.karlos@ec.europa.eu

jrc-public-spaces@ec.europa.eu

ES zinātnes centrs

<https://joint-research-centre.ec.europa.eu>

Dati un rīki terorisma apkarošanai

<https://counterterrorism.ec.europa.eu>

JRC132967

EUR 31458 EN

Drukāt ISBN 978-92-68-06615-7 ISSN 1018-5593 doi:10.2760/758582 KJ-NA-31-458-EN-C

PDF ISBN 978-92-68-01267-3 ISSN 1831-9424 doi:10.2760/969680 KJ-NA-31-458-EN-N

Luksemburga: Eiropas Savienības Publikāciju birojs, 2023 ©

Eiropas Savienība, 2023



Eiropas Komisijas dokumentu atkalizmantošanas politika ir īstenota ar Komisijas 2011. gada 12. decembra Lēmumu 2011/833/ES par Komisijas dokumentu atkalizmantošanu (OV L 330, 14.12.2011., 39. lpp.). Ja vien nav norādīts citādi, šī dokumenta atkalizmantošana ir atļauta saskaņā ar Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) licenci. (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Tas nozīmē, ka atkārtota izmantošana ir atļauta, ja tiek norādīta atbilstoša autorība un visas izmaiņas.

Lai izmantotu vai reproducētu fotoattēlus vai citus materiālus, kas nepieder Eiropas Savienībai, atļauja ir jāprasa tieši no autortiesību īpašniekiem. Eiropas Savienībai nepieder autortiesības attiecībā uz šādiem elementiem:

12., 24., 63. lpp.: © unsplash.com

47., 48. lpp.: © Apvienoto Nāciju Organizācijas Drošības un aizsardzības departaments (UNDSS), Fiziskās drošības nodaļa 47. lpp.: © Window Gard BV

51. lapa: © Moritz Hupf auf, Minhenes Bundesvēra universitāte

Kā citēt šo ziņojumu: Karlos, V. un Larcher, M., Aizsardzība pret bezpilota lidaparātu sistēmām – Rokasgrāmata par bezpilota lidaparātu sistēmu riska novērtējumu un principiem ēku un vietu fiziskai nostiprināšanai, Kopīgais pētniecības centrs, Eiropas Savienības Publikāciju birojs, Luksemburga, 2023, doi:10.2760/969680, JRC132967.

Aizsardzība pret bezpilota lidaparātu sistēmām

Rokasgrāmata par bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) radītā riska novērtējumu un principiem ēku, vietu fiziskai aizsardzībai

JRC tehniskais ziņojums

Karlos, V. | Larcher, M.

Saturs

Kopsavilkums.....	4
Ievads.....	5
1. Bezpilota lidaparātu (UAS) pārskats un kategorizācija	7
2 Riska novērtējums	11
Pārskats.....	12
Ļaunprātīgas bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS) izmantošanas identificēšana.....	13
2.3. UAS radītā riska analīze.....	17
Varbūtības noteikšana.....	17
2.3.1.1Ievainojamību identificēšana un uzbrukuma scenāriju izstrāde.....	17
2.3.1.2Draudu novērtējums vietējā līmenī.....	19
2.3.1.3Varbūtības novērtējums.....	21
Seku novērtējums.....	23
2.4 Riska novērtējums.....	25
3 Fiziska nostiprināšanās pret ar bezpilota lidaparātiem saistītiem draudiem	27
Salīdzinājums ar C-UAS tehnoloģijām.....	28
3.1 C-UAS tehnoloģiju izklāsts.....	29
3.1.1Atklāšana, izsekošana un identifikācija.....	30
3.2 Pārtveršanas/neitralizēšanas tehnoloģijas.....	31

3.3 Fiziskās sacietēšanas pasākumi.....	34
Sprādzienizturīgi logi/fasādes.....	34
Prettriecienu plēves.....	37
Laminēts stikls.....	41
Noķeršanas sistēmas.....	44
Apkārējās/nesošās sienas.....	47
Augšējā grīdas plāne.....	49
Tīkls/žogi.....	50
Ēkas ārējās apšuvums.....	52
Vājināšanās risinājumi.....	55
Slēpšana un pārvietošana.....	57
Pārpozicionēšanas darbības.....	57
Slēpšanas darbības.....	58
3.3.1 Izpratnes veidnāšana, ģeogrāfiskā norobežošana un identifikācijas potenciāls.....	60

4 Secinājumi

63

Atsauces.....	65
Saīsinājumu saraksts.....	67
Attēlu saraksts.....	68
Tabulu saraksts.....	70

Kopsavilkums

Šīs rokasgrāmatas mērķis ir sniegt norādījumus drošības un tiesībsargsardzības iestāžu amatpersonām, ēku/teritoriju īpašniekiem, norises vietu organizatoriem, valsts organizācijām, inženieriem un citām ieinteresētajām personām, kas ir atbildīgas par infrastruktūras un sabiedrisko telpu aizsardzību pret pieaugošajiem starptautiskajiem draudiem, ko rada bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS), ko parasti dēvē par droniem, ļaunprātīga izmantošana. Galvenā uzmanība tiek pievērsta ieteikumiem par stabilu un izmantojamu pieeju nemilitārās infrastruktūras un sabiedrisko telpu fiziskai aizsardzībai pret šo bezrobežu parādību. Tajā tiek risināti trūkumi, kas radušies šādu drošības risinājumu izstrādē, un tās mērķis ir izveidot vienkāršu, pašpietiekamu rokasgrāmatu, kas palīdzētu izvēlēties atbilstošus pasākumus, kas spēj mazināt un/vai atturēt potenciālus uzbrukumus.

Lai palīdzētu novērtēt attiecīgo risku, ir ilustrēta detalizēta analītiskā procedūra, lai identificētu potenciālo mērķu vājās vietas un aprēķinātu parametrus, kas ietekmē bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) vadīta uzbrukuma iespējamību un tā sekas. Neskatoties uz to, ka tīša ļaunprātīga dronu izmantošana Eiropā ir reta parādība, tiešās (piemēram, ievainojumi, nāves gadījumi, traucējumi) un netiešās (piemēram, psiholoģiskās, ekonomiskās, politiskās) sekas var būt nesamērīgi augstas. Tā rezultātā tiek piedāvāta metodoloģiska pieeja, kas atvieglo uzbrukuma scenāriju izstrādi atkarībā no pārbaudāmā resursa ievainojamībām, palīdzot tos salīdzināt pēc smaguma pakāpes un notikuma varbūtības.

Tiek sniegti ieteikumi par fiziskas aizsardzības pasākumu ieviešanu, kas varētu efektīvi novērst novērtēto apdraudējumu. Šie pasākumi ir gan fiziski aizsardzības pasākumi, gan slēpšanas vai maskēšanas centieni, lai padarītu mērķi mazāk pievilcīgu. Šāda pieeja pārvar daudzus bezpilota lidaparātu sistēmu pretdarbības (C-UAS) tehnoloģiju juridiskos un operacionālos trūkumus un nodrošina dažādas metodes objekta nodrošināšanai efektīvā, lētā, vienkāršā un daudzfunkcionālā veidā.

Šī rokasgrāmata ir būtiska Eiropas Komisijas C-UAS paketes iniciatīvas sastāvdaļa, kas tika izziņota kā pamatdarbība saskaņā ar Komisijas paziņojumu "Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota lidaparātu ekosistēmai Eiropā".¹ Šajā paketē ir iekļauts īpašs paziņojums par C-UAS (United-Uas — bezpilota lidaparātu sistēmu), kurā izklāstītas galvenās idejas ES turpmākajai politikai attiecībā uz to, kā risināt potenciālos draudus, ko rada bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS). Komisijas pastāvīgās vēlmes sniegt pastāvīgu praktisku atbalstu ES dalībvalstīm un privātā sektora ieinteresētajām pusēm ietvaros JRC ir izstrādājis divas rokasgrāmatas; pirmā attiecas uz piecu fāžu pieeju, lai novērtētu C-UAS risinājuma vajadzības un to, kā to sākt, definēt riskus, izstrādāt, ieviest un ekspluatēt, savukārt otrā (pašreizējā rokasgrāmata) ietver virkni ieteikumu, kā novērtēt risku, kas izriet no bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS) ļaunprātīgas izmantošanas, un tos papildina padomi par nemilitārās infrastruktūras fizisku nostiprināšanu pret šādiem draudiem.

1 "17. pamatdarbība: Komisija plāno pieņemt pret-dronu (C-UAS) apkarošanas paketi" Komisijas paziņojumā "Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota lidaparātu ekosistēmai Eiropā", COM(2022) 652 final.

Ievads

Bezpilota gaisa kuģu sistēma (UAS), ko parasti dēvē par "dronu", ietver gaisa kuģi, kas var darboties automatizētā veidā vai tikt vadīts attālināti bez cilvēka klātbūtnes gaisa kuģī vai tā iekšpusē, un ietver arī zemes vadības sistēmu un datu pārraides sistēmu, kas ļauj sazināties starp attālināti esošo operatoru un dronu. Lai gan droni sākotnēji tika izstrādāti ekspluatācijai militārā kontekstā, tie ir ieguvuši popularitāti rūpniecības, uzņēmējdarbības un patērētāju sektoros, pateicoties to daudzpusībai, tehnoloģiskajam progresam un samazinātajām iegādesizmaksām. To klātbūtne Eiropas debesīs pēdējos gados ir gandrīz eksponenciāli palielinājusies, jo rūpniecības nozares tos izmanto dažādām darbībām, tostarp topogrāfiskajai kartēšanai, kurjeru pakalpojumiem, pārbaudēm, ēdināšanai, novērošanai, ārkārtas situāciju reaģēšanai un mārketingam. Turklāt atpūtas UAS pārdošanas apjomi ir strauji pieauguši, jo sabiedrībai ir tieša piekļuve daudziem pieejamiem un uzticamiem risinājumiem, ko ražotāji reklamē kā lieliskus rīkus aerofotografēšanai un videoierakstu uzņemšanai. Vairākas jaunas tehnoloģijas ir ienākušas dronu sektorā, piemēram, 5G tīklu ieviešana, kas nodrošina ātrāku un stabilāku saziņu starp zemes vadības sistēmām un droniem, un mākslīgā intelekta ieviešana, kas ļauj bezpilota lidaparātu sistēmām (UAS) apstrādāt apkārtējo vidi, pieņemt reāllaika lēmumus lidojuma laikā un sniegt pilotam tūlītēju atgriezenisko saiti. Tomēr, pieaugot bezpilota lidaparātu skaitam un tehnoloģiju attīstībai, ir radušās arī bažas par ar drošību saistītiem draudiem.

Militārā joma ir atzinīgi novērtējusi to izmantošanu, pateicoties to noteiktām priekšrocībām (piemēram, attālināta vadība, izmaksu efektivitāte, mazs izmērs, cilvēka pilota trūkums), kas padara tos ārkārtīgi efektīvus kaujas laukā. Tā rezultātā droni ir kļuvuši par ierastu ieroci daudziem valstiskiem un nevalstiskiem dalībniekiem, padarot to biežu klātbūtni konfliktos nepārprotamu. Tiem jau ir izšķiroša nozīme mūsdienu karadarbībā, jo tos izmanto vai nu novērošanas nolūkos, vai gaisa triecienu veikšanai, un paredzams, ka šīs funkcijas nākotnē vēl vairāk attīstīsies.

Pēdējo gadu laikā Eiropā ir ziņots par lielu skaitu drošības un aizsardzības incidentu, kas saistīti ar bezpilota lidaparātu sistēmām (UAS), un daudzus no tiem izraisa dalībnieki ar noziedzīgiem vai teroristiskiem nodomiem. To tieša pieejamība, sarežģīta atklāšana (īpaši pilsētvidē) un vienkārša un attālināta pilotēšana ir īpašības, kas padara tos par pievilcīgu instrumentu agresoru rokās, kuri tos var izmantot preču kontrabandai, privātuma pārkāpumiem, pakalpojumu darbības traucēšanai, propagandas izplatīšanai vai pat ieroču izmantošanai ar granātām, improvizētām sprāgstvielām (IED) vai ķīmiskām, bioloģiskām, radioloģiskām vai kodolvielām (CBRN). Bieži sastopami piemēri ir nelegālu preču pārvadāšana cietumos un pāri valstu robežām, policijas darbību uzraudzība, kibernetiskie uzbrukumi, privātuma pārkāpumi, izmantojot attēlu un video ierakstīšanu, un pilotējamās gaisa satiksmes traucēšana. Turklāt pēdējos gados ES ir izjaukti vairāki terora akti, kuros UAS tika izmantotas kā daļa no uzbrukuma plānošanas. Ir arī paustas bažas par datiem, kas tiek apkopotīti no UAS, piemēram, kritiskās infrastruktūras attēliem, un par to, vai dronu ražotājiem ir piekļuve šāda veida informācijai.

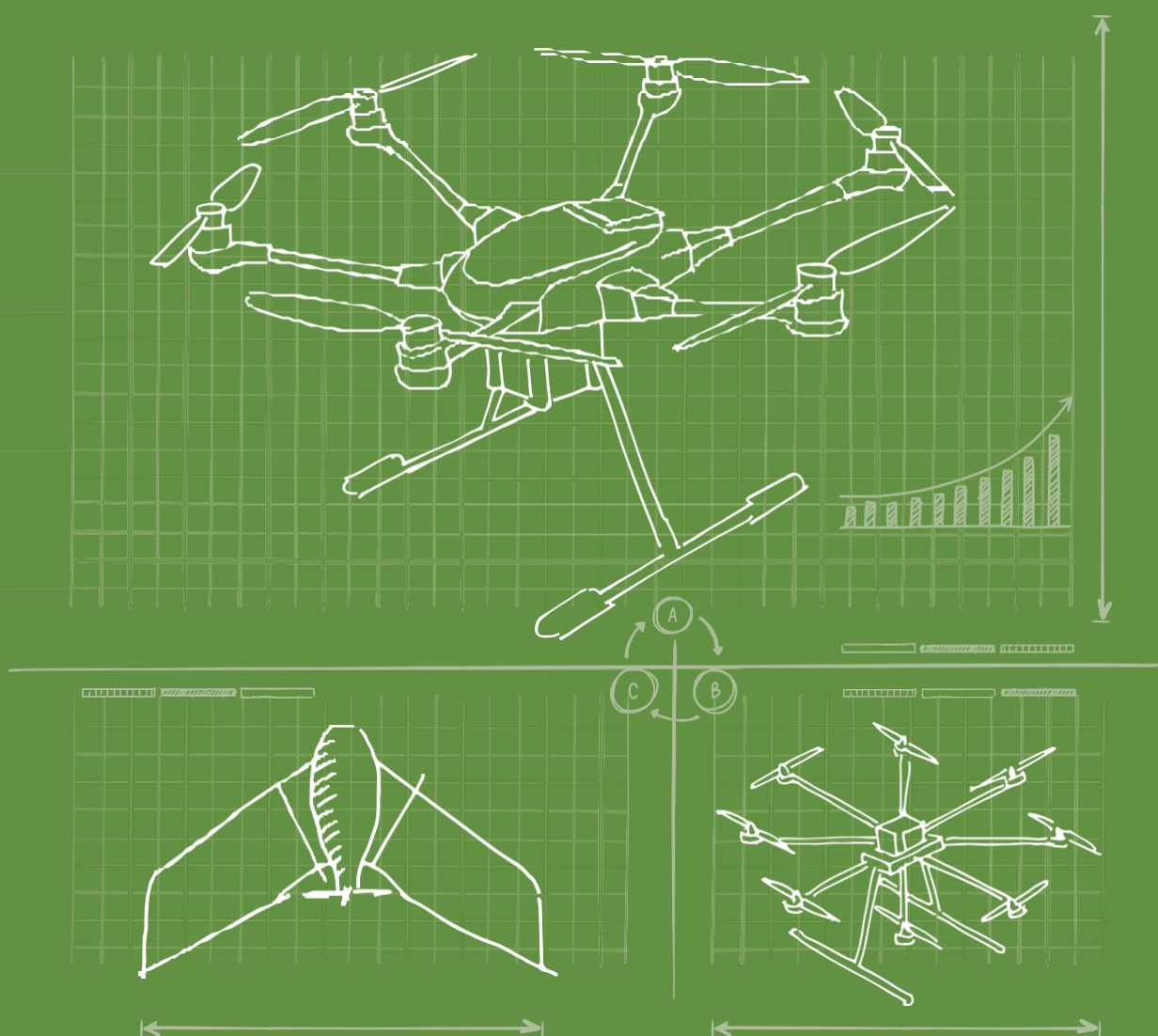
Cīņa pret drošības apdraudējumiem, ko rada bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) izmantošana noziedzīgiem un teroristiskiem aktiem, ir ārkārtīgi sarežģīta, un dažādu risinājumu kombinācija var izrādīties visefektīvākā pieeja. ES jau ir spērusi konkrētus soļus, lai risinātu šos steidzamos jautājumus, iekļaujot bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) drošības apdraudējumus dažādos dokumentos, piemēram, rīcības plānā sabiedrisku telpu aizsardzības atbalstam (Eiropas Komisija, 2017) un ES terorisma apkarošanas programmā (Eiropas Komisija, 2020), savukārt pētniecības un inovāciju projektiem, kuros tiek pētīti ar UAS drošību saistīti jautājumi, ir piešķirti vairāki līdzekļi. Turklāt Komisijas paziņojumā "Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota lidaparātu ekosistēmai Eiropā" (Eiropas Komisija, 2022) kā pamatdarbība tika noteikta īpaša Eiropas programma dronu apkarošanai. Ir izveidots arī tiesiskais regulējums attiecībā uz pilotu licencēšanu un gaisa kuģu reģistrāciju, centieni ir vērsti uz bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) satiksmes pārvaldības integrēšanu gaisa satiksmes pārvaldībā.

Līdz ar pieejamo bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) skaita pieaugumu ir izstrādāts plašs gan sarežģītu, gan vienkāršu risinājumu klāsts, kas spēj atklāt, identificēt, izsekot, neitralizēt vai mazināt potenciālu ar UAS saistītu draudu sekas. Lai gan ir grūti panākt pareizo līdzsvaru starp dažādiem komerciāli pieejamajiem risinājumiem, tiesībaizsardzības iestādēm un objektu vai pasākumu operatoriem/īpašniekiem ir svarīgi apzināties katra pasākuma iespējas, ierobežojumus un prasības. Šī rokasgrāmata sniedz ieskatu dažādos fiziskās aizsardzības pasākumos, koncentrējoties uz to tipoloģiju, veikspēju, izaicinājumiem un ierobežojumiem, vienlaikus izstrādājot to piemērotību atkarībā no izstrādātajiem draudu scenārijiem.

Kā tiks parādīts, lielāko daļu no apskatītajiem gadījumiem privātie īpašnieki un struktūras var izmantot arī civilā vidē bez jebkādiem juridiskiem ierobežojumiem. Tas rada lielas priekšrocības salīdzinājumā ar daudziem bezpilota lidaparātu sistēmu (C-UAS) tehnoloģiski modernākajiem risinājumiem, kurus likumīgi var izmantot tikai tiesībaizsardzības iestādes, kā rezultātā ar drošību saistīta incidenta gadījumā reakcijas laiks ir ļoti ilgs.

1

Bezpilota lidaparātu sistēmu pārskats un kategorizācija



Bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) vienkāršība, pielāgojamība un relatīvi zemās izmaksas ir veicinājušas to plašu izmantošanu dažādās nozarēs un daudzos dažādos pielietojumos. To konstrukcijai un iespējām ir svarīga loma potenciālo uzbrukuma scenāriju izstrādē un līdz ar to arī aizsardzības stratēģijas izveidē, jo pretpasākumi reti ir efektīvi pret visiem UAS veidiem. Piemēram, to lidojuma spējas, tostarp maksimālā krāvnese, izturība, darbības rādiuss, manevrētspēja un ātrums, var ievērojami ietekmēt iespējamās sekas nesadarbīga ielaušanās gadījumā, jo to nodomi paliek nezināmi.

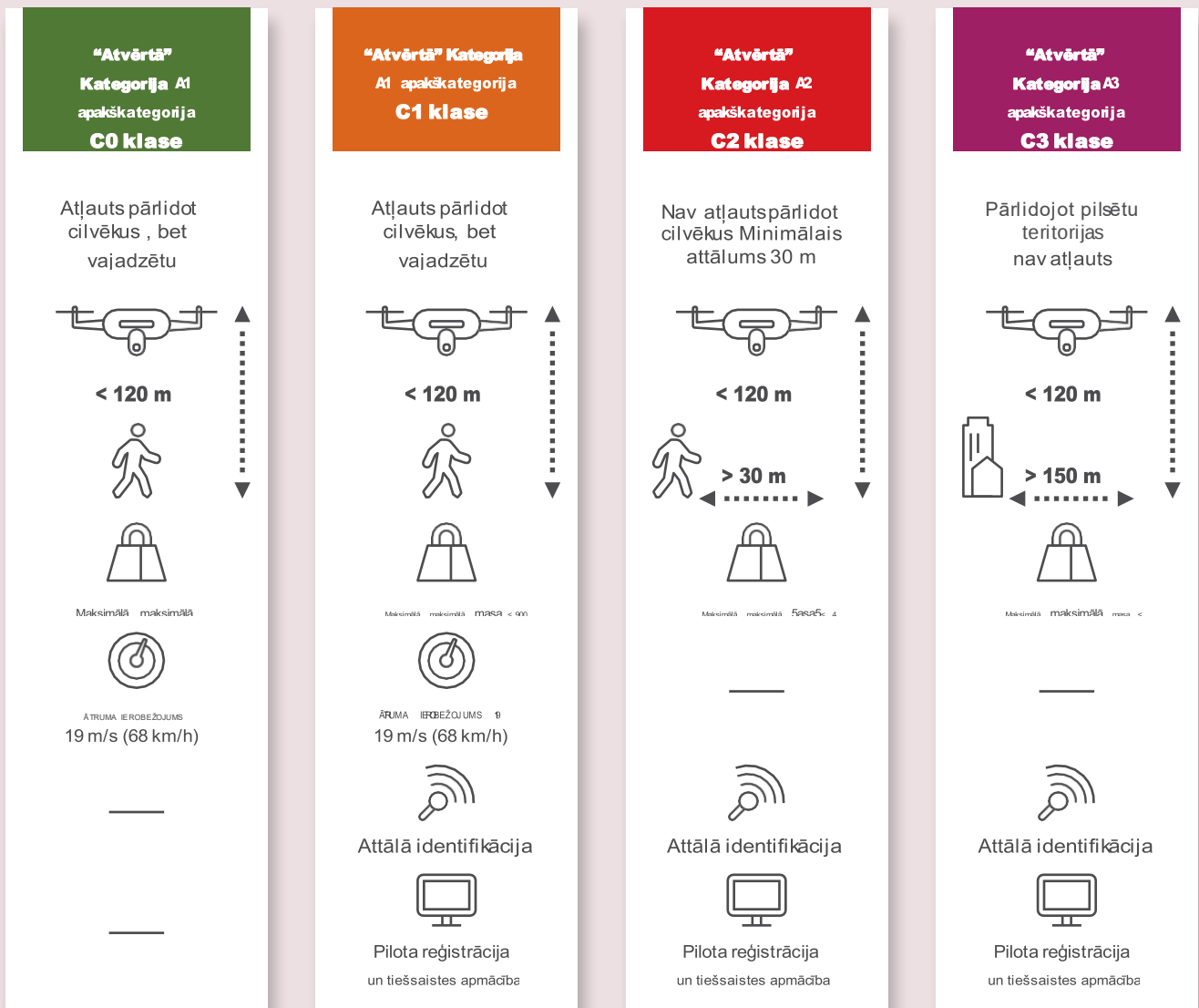
Galvenās bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) kategorijas ir vertikālās pacelšanās/nosēšanās sistēmas (kuras ir pieejamas ar rotējošiem spāniem) un fiksētu spānu sistēmas. Vertikālās pacelšanās/nosēšanās risinājumi ir kļuvuši par vispopulārāko kategoriju, pateicoties to pielāgojamībai pilsētvidē, to planēšanas potenciālam un spējai pacelties praktiski no jebkuras vietas. Tos parasti darbina iebūvēti akumulatoru bloki vai pat iekšdedzes dzinēji, un to maksimālā pacelšanās masa (MTOM) ietver to krāvnese, korpusu un motorus. MTOM ir svarīgs parametrs, kas jāņem vērā, ģenerējot potenciālus uzbrukuma scenārijus, kas ietver bīstamu kravu pārvadāšanu. Lidojuma laiks ievērojami atšķiras atkarībā no drona veida (piemēram, fiksētu spānu sistēmas, kas aprīkotas ar iekšdedzes dzinējiem, var lidot stundām ilgi) un pārvietotās krāvnese (jo lielāka krava, jo īsāks lidojuma laiks).

Reaģējot uz drošības un aizsardzības jautājumiem, ko rada bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) izmantošanas izplatība, Komisija pieņēma vairākas regulas, kas nosaka kopīgus noteikumus to darbībai un projektēšanai. Rezultātā Regula (ES) 2018/1139 noteica trīs ekspluatācijas kategorijas (atvērtā, specifiskā un sertificētā) attiecībā uz riska līmeni. 2019. gadā divās Komisijas regulās tika noteiktas bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) projektēšanas un ražošanas prasības (ES 2019/945) un to lietošanas noteikumi (ES 2019/947). Šajās regulās ir ierosināta arī bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) kategorizēšanas sistēma atkarībā no maksimālās pacelšanās masas (MTOM), maksimālā sasniedzamā ātruma un maksimālā augstuma virs pacelšanās punkta, un tajās ir aprakstīti detalizēti ekspluatācijas un tehniskie noteikumi, kas jāievēro ražotājiem, operatoriem un ES dalībvalstīm. Īpašas bažas drošības nolūkos rada bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS), kas iekļauti "atklāto/zema riska lidojumu" kategorijā, jo tie ir paredzēti arī plašai sabiedrībai. 1. attēlā ir sniegts pārskats par bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) raksturojumiem un ierobežojumiem, kas jāievēro operatoriem un ražotājiem. Turklāt Komisija paziņojumā "Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota lidaparātu sistēmu ekosistēmai Eiropā" (Eiropas Komisija, 2022. g.) paziņoja par mērķtiecīgāku rīcību bezpilota lidaparātu sistēmu pretdarbības (C-UAS) jomā.

1. attēls: UAS vispārīgās īpašības un UAS "atvērtās" kategorijas galvenās ekspluatācijas prasības saskaņā ar noteikumiem (ES)2019/945 un (ES)2019/947



Kravnesība / Diapazons / Efektivitāte





^



2.1 PĀRSKATS

Riska novērtējums drošības jomā ir vērsts uz to, lai identificētu apsveramos draudus, izstrādātu uzbrukumu scenārijus, noteiktu ievainojamības, novērtētu teroristu vai ļaunprātīgu aktu iespējamību un novērtētu to iespējamās sekas. Novērtēto risku pēc tam var novērst riska pārvaldības posmā, veicot atbilstošas intervences darbības, tostarp novēršanu, mazināšanu, sagatavotību, atjaunošanu un rekonstrukciju vai pielāgošanos. Apzināta ļaunprātīga bezpilota lidaparātu (UAS) izmantošana Eiropā ir reta, un vairumā gadījumu licencēti lietotāji ievēro spēkā esošos UAS noteikumus, regulējumus un tehniskos ierobežojumus. Tomēr par lielāko daļu incidentu, kas saistīti ar droniem, ir atbildīgas neapzinīgas un neuzmanīgas personas, savukārt nevajadzētu ignorēt nodomu veikt noziedzīgas un teroristiskas darbības. Šādu notikumu radītie traucējumi ir īpaši svarīgi sabiedriskām telpām, kritiskām iestādēm un iedzīvotāju tiesībām uz privātumu.

- Nezināši lietotāji: nav informēti par spēkā esošajiem noteikumiem un ierobežojumiem vai nepareizi tos interpretē.
- Neuzmanīgi lietotāji: ir informēti par spēkā esošajiem noteikumiem un ierobežojumiem, bet tos ignorē vainas, nolaidības vai tīšas rīcības dēļ.
- Noziedzīgi lietotāji: Neatkarīgi no tā, vai viņi zina vai nē, pastāvošos noteikumus un ierobežojumus, viņi apzināti izmanto bezpilota lidaparātus sistēmās (UAS), lai sasniegtu savus mērķus.

Dronu spēju attīstība rada nopietnas bažas par drošību Eiropā, tāpēc ir nepieciešama visaptveroša izpratne par parametriem, kas ietekmē ar drošību saistīta incidenta iespējamību un uzbrukuma iespējamās sekas, lai izveidotu stabilu riska novērtēšanas un riska pārvaldības sistēmu. Neatkarīgi no to biežuma, to tiešās sekas (piemēram, ievainojumi, nāves gadījumi un darbības traucējumi) un vēl jo vairāk netiešās sekas (piemēram, psiholoģiskās, ekonomiskās un politiskās) var būt nesamērīgi augstas.

Šajā sadaļā ierosinātā strukturētā pieeja bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) vadītu uzbrukumu riska novērtēšanai ir balstīta uz Starptautiskās standartizācijas organizācijas (ISO) 31000:2018 standarta vispārīgo riska novērtējuma definīciju: "Riska novērtējums ir vispārējs riska identificēšanas, riska analīzes un riska novērtēšanas process". Šāda apraksta mērķis ir riska procesā iekļaut gan dabas, gan cilvēka izraisītus apdraudējumus, pat ja joprojām pastāv nopietnas problēmas, novērtējot retu cilvēka izraisītu notikumu iespējamību un kvantificējot sekas cilvēka/sociālajā jomā.

Šeit analizētā bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) ļaunprātīga izmantošana ir tikai viens no līdzekļiem, ko uzbrucēji var izmantot, mērķējot uz individu, publisku telpu vai infrastruktūru. Tomēr var izšķirt dažādas uzbrukuma taktikas, kas izmanto bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) atšķirīgās iespējas. Lai atvieglotu novērtēšanu, tiek ierosināta uzbrukuma scenāriju izstrāde atkarībā no pārbaudāmā objekta ievainojamībām un izmantotās taktikas. 2. attēlā parādīti atšķirīgie analīzes posmi, kas veido riska novērtēšanas procesu.

- Draudu identificēšana ietver potenciālo uzbrukuma līdzekļu un metožu identificēšanu un ietver pašreizējo (ja tādi ir) aizsardzības pasākumu novērtēšanu, pārbaudāmā resursa ievainojamību identificēšanu pret apsvērtu bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) uzbrukuma taktiku un uzbrukuma scenāriju izstrādi.
- Riska analīze ietver identificētā uzbrukuma scenārija iespējamības un iespējamo seku novērtēšanu.
- Riska novērtējums ietver riska līmeņa novērtēšanu un lēmuma pieņemšanu par to, vai tas ir pieņemams vai nē.
- Riska apstrāde ietver novērtētā riska samazināšanas iespējamo pasākumu aprakstu un, ja tas tiek uzskatīts par piemērotu, izvēli.

Riska novērtējums



Riska novērtējuma rezultāts var būtiski atšķirties atkarībā no novērtējumu veicošā eksperta pieredzes un mērķiem. Ja nav pietiekamu datu, lai novērtētu uzbrukuma scenārija iespējamību un no tā izrietošās sekas, eksperti var izmantot kvalitatīvas metodoloģijas un izmantot savu spriedumu riska novērtēšanai. Tādēļ, lai mazinātu neobjektivitāti, ekspertiem ir jāpieņem noteiktām īpašībām, piemēram, skaidriem pierādījumiem par kompetenci terorisma riska novērtējumu veikšanā, interešu konflikta neesamībai, neitralitātei un nevainojamai reputācijai. Riska novērtējuma rezultāti pēc tam tiek paziņoti pārbaudāmā objekta īpašniekiem/operatoriem, parasti kopā ar norādījumiem par to precīzu interpretāciju, kuri ir atbildīgi par pieņemamā riska līmeņa robežvērtību noteikšanu un lemj par to, vai ir nepieciešama riska pārvaldība.

2.2 ĻAUNPRĀTĪGAS UAS IZMANTOŠANAS IDENTIFIKĀCIJA

Pirmais solis riska novērtēšanas procesā ir tādu terorisma draudu identificēšana, kas ir būtiski vērtējamajam objektam. Draudi tiek identificēti, precīzi nosakot taktiku, ko var izmantot agresori, un formulējot iespējamās uzbrukuma scenārijus. Draudi tiek vērsti pret mērķi – proti, personu vai cilvēku grupu, īpašumu, informāciju vai, plašāk, iestādi, valsti vai valstu grupu. Cilvēka radītu draudu un to materializēšanās iespējamības identificēšana ir sarežģīts uzdevums, jo atšķirībā no dabas katastrofām pieejamo datu ir maz, un tāpēc, mēģinot sasaistīt konkrētus draudus ar potenciālu mērķi, parasti ir iesaistīta liela subjektivitāte. Dati par pašreizējiem un jauniem draudiem, uzbrukuma nodomu un cita saistīta sensīva informācija var tikt pieprasīta no izlūkdienestiem un tiesībsargības iestādēm. Šāda informācija var būt arī dažādiem komerciāliem datu sniedzējiem, taču šo datu daudzums un kvalitāte ne vienmēr ir garantēta, īpaši vietējā līmenī. Plašāku informāciju par pieejamajiem datu avotiem, kas var atvieglot draudu identificēšanu, var atrast dokumentā "Drošība pēc projektēšanas: Sabiedrisko telpu aizsardzība pret teroristu uzbrukumiem" (Eiropas Komisija, 2022).

Šajā publikācijā uzmanība tiek pievērsta dažādām taktikām, ko var izmantot persona, kura jau ir nolēmusi izmantot bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS) vai nu kā līdzekli bīstamu/nelikumīgu kravu pārvadāšanai, vai kā ieroci. Kā jau minēts, to mazais izmērs, vieglā iegāde un modifikācijas potenciāls padara tos par ideālu instrumentu gan profesionāļiem, gan amatieriem, kā arī personām ar ļaunprātīgiem nodomiem, un rezultātā palielina attiecīgos drošības un aizsardzības riskus. Ir skaidrs, ka lielākā daļa bezpilota lidaparātu lietotāju ievēro aprakstītos noteikumus (ja vien viņi par tiem ir informēti), kas nozīmē, ka tie nerada drošības draudus. Gluži pretēji, personas ar ļaunprātīgiem nodomiem ekspluatē bezpilota lidaparātus nesadarbojoties.

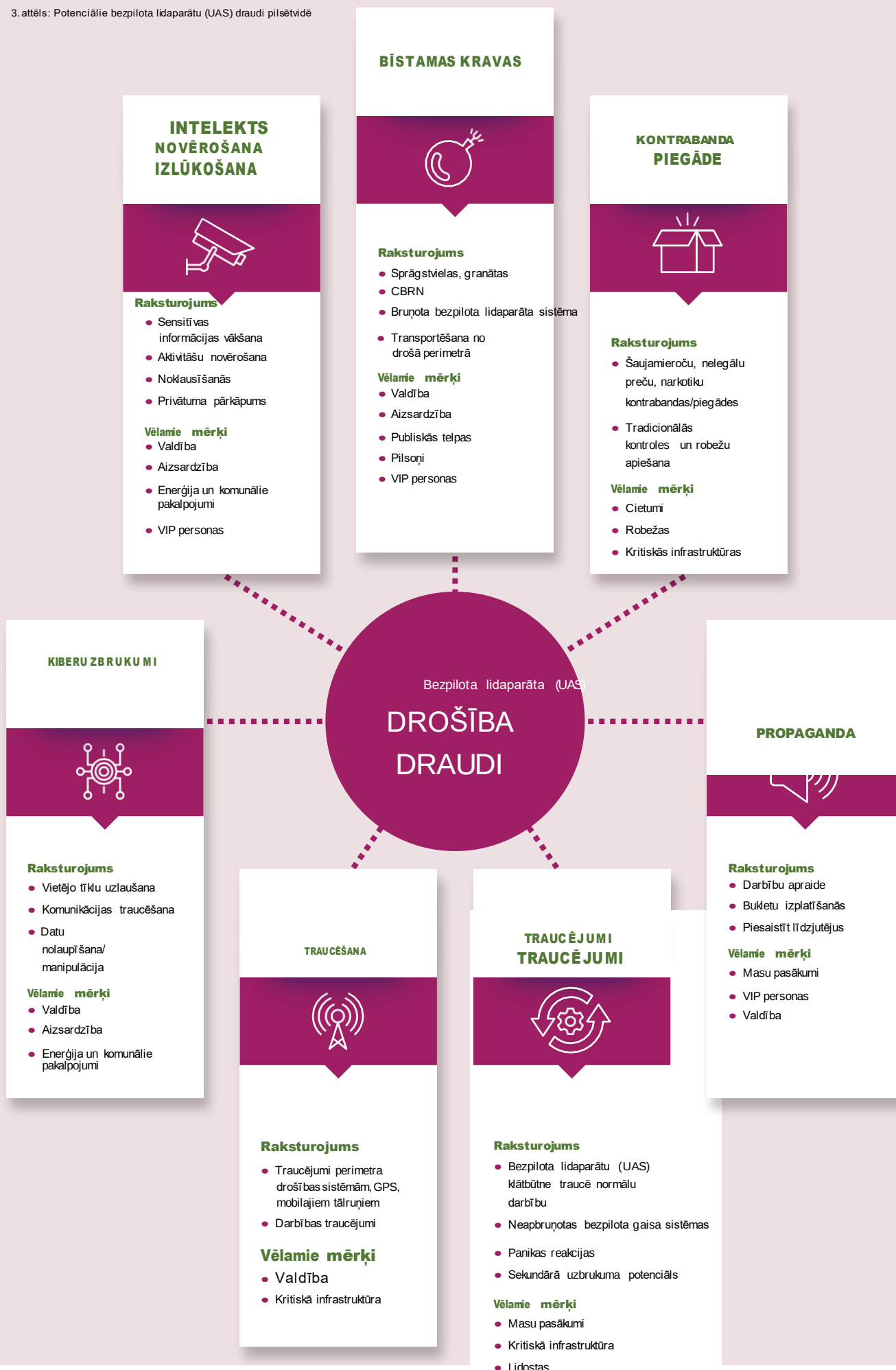
veidā un var būt vērsti pret dažādiem aktīviem ar dažādiem motīviem. Izmantotā taktika ir atkarīga no mērķa veida, tā ievainojamības un iesaistītā mērķa. Tādēļ, izvēloties atbilstošus pretpasākumus, kas nodrošina efektīvu mērķa vērtīgo aktīvu (piemēram, personu, ļoti svarīgu personu (VIP), datu) aizsardzību, ir jāņem vērā daudzi dažādi uzbrukuma scenāriji. Galvenās apdraudējumu kategorijas, kas pēdējos gados ir identificētas nemilitārā kontekstā, ir šādas.

- **Bīstamo kravu pārvietošana.** Tā kā bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) kravnesība pēdējos gados ir palielinājusies, pateicoties efektīvākiem motoriem un akumulatoriem, tos var viegli izmantot improvizētu sprāgstvielu (IED), granātu vai CBRN vielu pārvietošanai drošā perimetrā. Mūsdienu UAS spēj pārvadāt ievērojamas kravas lielos attālumos ar paaugstinātu precizitāti, izmantojot kameras un ģeogrāfiskās informācijas sistēmas ierīces, kā tas ir pierādīts mūsdienu kaujas laukos. Kravu var novietot interesējošā punktā, kas var atrasties paaugstinātā vietā (piemēram, ēkas jumtā), atbrīvot, izmantojot speciāli izstrādātu mehānismu, vai iedarbināt gaisā, upurējot UAS. UAS var pat apzināti pilotēt pret atklātu objektu "kamikadzes" uzbrukuma veidā. Potenciālie mērķi ir sabiedrība (piemēram, āra telpā), konkrēta persona (piemēram, iedarbinot kravu ārpus biroja vai transportlīdzekļa), informācijas glabāšanas iekārtu vai aktīva piedāvāto pakalpojumu apdraudēšana (piemēram, enerģētika, ekonomika, pārvalde, aizsardzība). Turklāt UAS var būt bruņota ar šaujamieročiem (vai citu šāviņu), kas īpaši vērsti pret atsevišķām personām (parasti VIP personām) un kam ir spēja viegli tuvoties mērķim.
- **Kontrabanda/piegāde.** Bezpilota lidaparātu (UAS) izmantošana aprīkojuma piegādei noteiktās vietās jau ir novērota vairākos gadījumos visā Eiropā, jo tie var viegli apiet tradicionālos kontroles punktus un īpaši aizsargājamā teritorijas. Piegādātais aprīkojums (piemēram, šaujamieročis) var nonākt tāda agresora īpašumā un to var izmantot šis uzbrucējs, kurš jau ir iekļuvis drošajā zonā, izmantojot parasto kontroles procedūru. Piemēram, dažādas kravas (piemēram, mobilie tālruņi, narkotikas, nelegālas preces, ieroči) jau ir piegādātas cietumos vai kontrabandas ceļā pārvestas pāri starptautiskajām robežām.
- **Izlūkošana, novērošana un rekognoscēšana.** Bezpilota lidaparātus (UAS) var izmantot arī informācijas vākšanai un darbību novērošanai, galvenokārt izmantojot kameras. Pieaugošās kameru tehnoloģiskās iespējas ļauj veikt darbības naktī vai novērot cilvēku kustības, izmantojot termiskos sensorus. Tas ļauj uzbrucējiem dokumentēt potenciālā mērķa ievainojamības no droša attāluma un izmantot tās uzbrukuma plānošanas laikā vai pat sniegt informāciju reāllaikā uzbrukuma laikā. Pēdējā laikā ir izstrādāti arī jaudīgi mikrofoni, kas ļauj noklausīties privātas/konfidenciālas sarunas. Turklāt privātus attēlus, ko uzņēmis drons, ielaužoties personu privātumā, var izmantot noziedzīgiem mērķiem, piemēram, krāpšanai vai šantāžai.
- **Kiberuzbrukumi.** Bezpilota lidaparāts (UAS) var radīt kibernetiskās drošības apdraudējumu, uzbrūkot vietējiem bezvadu tīkliem un traucējot saziņu, piegādājot ļaunprogrammatūru, nolaupot un/vai manipulējot ar sensitīviem datiem. To var izdarīt, ja tas ir aprīkots ar atbilstošu aprīkojumu (piemēram, tīkla vai radiofrekvenču (RF) skeneri) un tam izdodas iegūt piekļuvi bezvadu sistēmai, izmantojot tās ievainojamības. Turklāt bezpilota lidaparāts sistēmas (UAS) var kļūt par kiberuzbrukuma mērķi (t. i., UAS uzlaušanas), jo uzbrucēji var iegūt kontroli pār to un mainīt tā maršrutu, piekļūt tā datiem vai tos iznīcināt (piemēram, viltošana, manipulācijas un pakalpojuma atteikšana).

- **Traucējumu radīšana** Bezpilota lidaparātu sistēma (UAS), kas aprīkota ar atbilstošu elektronisko aprīkojumu, var tikt izmantota kā lokāls traucētājs, lai traucētu perimetra drošības sistēmām, GPS sistēmām vai mobilo tālrunu signāliem. Šī taktika var radīt papildu ievainojamības, ko var izmantot uzbrucējs, vai pat būtiski ietekmēt objekta (piemēram, lidostas) darbību.
- **Traucējumi un iejaukšanās.** Pat bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) klātbūtne var būt pietiekama, lai traucētu aktīva normālu darbību drošības problēmu dēļ, ko rada šāda darbība (piemēram, iejaukšanās civilajā aviācijā). Var tikt traucēti arī dažādi masu pasākumi pilsētu teritorijās, izraisot panikas reakcijas klātesošajā sabiedrībā, kas var izraisīt traumas/cietušos vai radīt labvēlīgus apstākļus sekundāram uzbrukumam (piemēram, novirzīt cilvēkus uz noteiktām vietām). Turklāt pat bez bīstamām kravām UAS var izraisīt traumas vai bojājumus, ja tā, parasti netīši, ietriecas sabiedrībā vai pret kādu konstrukciju.
- **Propaganda.** Bezpilota lidaparātus sistēmu (UAS) var izmantot arī protestētāji un teroristu grupas, lai ierakstītu savu rīcību, izplatītu skrejlapas vai citus materiālus publiskās vietās, cenšoties pastiprināt savus propagandas centienus. Filmēto saturu var pārraidīt tiešsaistē (pat tiešraides režīmā), lai piesaistītu līdzjutējus un veicinātu jaunu teroristu vai protestētāju vervēšanu, jo tas rada priekšstatu par veiksmīgu organizāciju ar apņēmīgiem biedriem.

Šīs apdraudējumu kategorijas, kas apkopotas 3. attēlā, nākotnē noteikti attīstīsies, jo daudzas ar dronu izmantošanu saistītās tehnoloģijas joprojām attīstās, savukārt to komerciālā, profesionālā un atpūtas izmantošana, domājams, pieaugs. Uzlabotas baterijas un motori nozīmēs ilgāku lidojuma laiku, lielāku kravnesību un lielāku darbības rādiusu, savukārt ātrāki mobilo sakaru tīkli (5G) un mākslīgā intelekta lietojumprogrammas nodrošinās tālsatiksmes saziņu un uzlabotu sadarbību starp droniem, kas veido baru.

3. attēls: Potenciālie bezpilota lidaparātu (UAS) draudi pilsētvidē



2.3 UAS RADĪTĀ RISKA ANALĪZE

2.3.1 Varbūtības noteikšana

2.3.1.1 Ievainojamību identificēšana un uzbrukuma scenāriju izstrāde

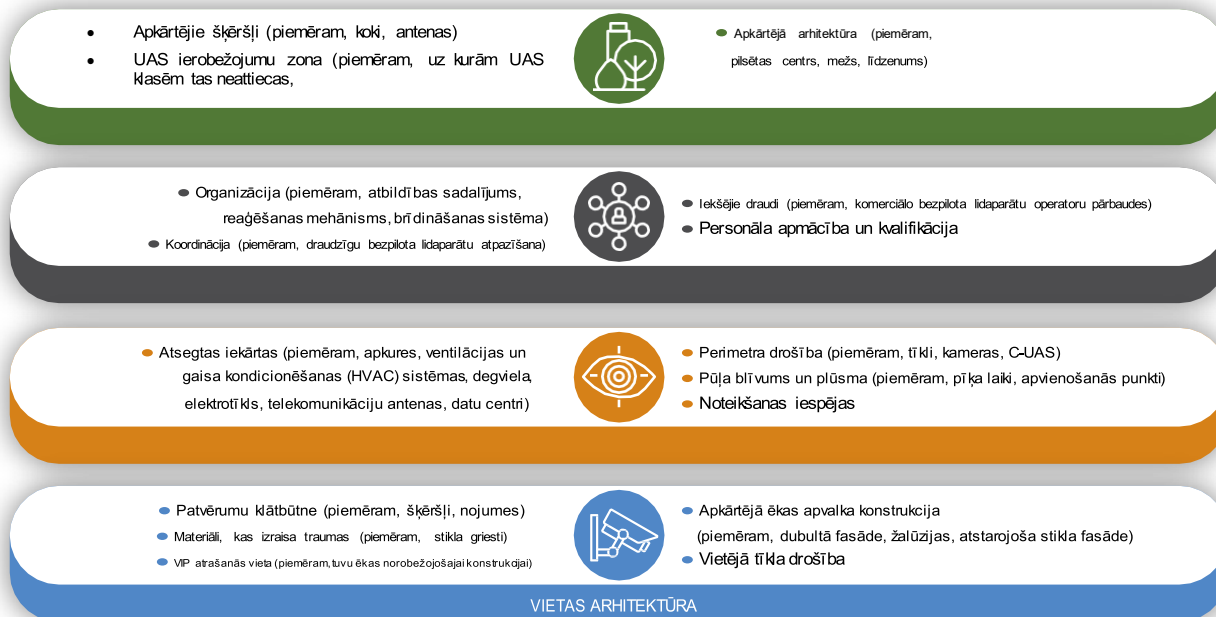
Ievainojamības ir potenciālo mērķu raksturīgās vājās vietas, kas var padarīt tos uzņēmīgus pret teroristu uzbrukuma sekām. Kritiska ievainojamību novērtēšana uzbrukuma scenāriju kontekstā palīdzēs lēmumu pieņēmējiem pieņemt pamatotus lēmumus par atturēšanos un mazināšanas pasākumiem, izstrādāt stratēģijas iedarbības samazināšanai un izstrādāt efektīvu ārkārtas situāciju pārvaldības plānu. Uzbrukuma scenāriji ir praktisks veids, kā ilustrēt to, kas varētu notikt nākotnē, un var būt noderīgi, jo tie seko iespējamiem notikumiem, kas jāparedz, izdarot rūpīgi pārdomātus pieņēmumus. Uzbrukuma scenārija izstrāde ietver incidenta un uzbrucēju darbības veida aprakstīšanu, ņemot vērā vispārējos apstākļus uzbrukuma laikā, identificējot ievainojamības un palīdzot novērtēt iespējamās sekas. Ir skaidrs, ka visi uzbrukuma scenāriji ir ticami, taču tie atšķiras pēc to rašanās iespējamības.

Katram izstrādātajam scenārijam jābūt pēc iespējas specifiskākam, ņemot vērā visus jau esošos pasākumus, un tam jābūt ar shematisku struktūru, kas atvieglo pamatotu lēmumu pieņemšanu par potenciāli nepieciešamajām darbībām. Tas var atšķirties taktikas, smaguma pakāpes, apjoma un ietekmes ziņā, un tas tiek noteikts uz ierobežotu laiku (piemēram, nākamajiem 3 vai 4 gadiem), jo tas regulāri jāpārvērtē, lai integrētu jauniegūtās zināšanas, tendences un straujo tehnoloģiju attīstību.

Lai identificētu ar bezpilota lidaparātiem sistēmu (UAS) saistītās infrastruktūras vai publiskas telpas ievainojamības, ir jāizpēta tādi faktori kā tās pieejamība, atrašanās vieta, forma un esošie aizsardzības pasākumi (ieejas pārbaudes, videonovērošana, bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) noteikšanas un identifikācijas iekārtas, apsardze, perimetra fiziskā aizsardzība, pārtveršanas pasākumi utt.). Aizsardzības pasākumi, ja tādi pastāv, ir jāidentificē, jāizvērtē un jāuzlabo, ja tie tiek uzskatīti par nepietiekamiem un novecojušiem attiecībā uz jauniem UAS draudiem. Šāda rūpīga izvērtēšana var atklāt atlikušos riskus, kas radušies pieņemto risinājumu nepietiekamības un/vai to sliktas ieviešanas vai darbības dēļ. Alternatīvi, pašreizējo pasākumu neefektivitāti var attiecināt uz neapmierinātām tehniskajām prasībām (piemēram, tehnoloģiskiem ierobežojumiem), ražotāja darbības vadlīniju neievērošanu, iekārtu atteici, nepietiekamu iekārtu apkopi, nepietiekamu operatoru apmācību, personāla trūkumu vai iekšējiem draudiem. Turklāt esošie pasākumi, ja tie tiek pareizi piemēroti, var ievērojami samazināt nepieciešamo budžetu aktīva drošības plāna uzlabošanai.

4. attēlā parādīts galveno jomu piemērs, kas jāpārbauda, lai veiktu pamatotu ievainojamību novērtējumu. Šāds novērtējums parasti tiek uzdots kvalificētiem ekspertiem, kuriem ir nepieciešamā pieredze, lai identificētu un dokumentētu ievainojamības šajās jomās, kas ir būtiska riska novērtēšanas procesa sastāvdaļa.

4. attēls: Ar bezpilota lidaparātiem saistītas ievainojamības kategorizācijas piemērs



Ievainojamības novērtējuma rezultātus var attēlot vērtēšanas sistēmas veidā, kā parādīts turpmāk, lai sniegtu vizuālu palīdzību riska novērtēšanas procesā.

1. tabula: Ievainojamības novērtējuma vērtējums

Ievainojamības vērtējums	Apraksts
Ļoti zems	Ir pieejami dažādi aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, mazināšana, pārtveršana), kas nodrošina pietiekamu aizsardzību pret pārbaudīto uzbrukuma scenāriju.
Zems	Pastāv vairāki aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, mazināšana, pārtveršana), lai gan ir identificētas dažas vājās vietas, kuras uzbrucējs varētu izmantot, izmantojot pārbaudīto uzbrukuma scenāriju.
Vidējs	Ir pieejami daži aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, mazināšana, pārtveršana), lai gan ir konstatētas ievērojamas (piemēram, zemāka aizsardzība nekā paredzēts) vājās vietas, kuras uzbrucējs varētu izmantot, izmantojot pārbaudīto uzbrukuma scenāriju.
Augsts	Esošie aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, mazināšana, pārtveršana) ir nepietiekami (piemēram, neefektīvas sistēmas), un agresori var viegli izmantot konstatētās vājās vietas.
Ļoti augsts	Aizsardzības pasākumu (piemēram, atklāšanas, mazināšanas, pārtveršanas) vai nu trūkst, vai arī tie ir ļoti nepietiekami (piemēram, pilnīgi neefektīvas sistēmas), un agresori var ļoti viegli izmantot konstatētās vājās vietas.

2.3.1.2 Draudu novērtējums vietējā līmenī

Vispārēji pieņemtas metodoloģijas ieviešana konkrēta uzbrukuma scenārija iestāšanās iespējamības aprēķināšanai ir problemātiska, jo uzbrukumi bieži vien ir oportūnistiska rakstura un pieejamie dati parasti ir nepietiekami, jo īpaši tāpēc, ka tie tiek uzskatīti par sensitīviem un tos parasti glabā izlūkdienestī. Precīzu kvantitatīvu metodoloģiju trūkums incidenta iestāšanās iespējamības noteikšanai ir novedis pie kvalitatīvu novērtējumu ieviešanas, neskatoties uz raksturīgo lielo subjektivitātes un neobjektivitātes līmeni. Lai samazinātu šo subjektivitātes robežu, ir ieviesti vairāki rādītāji, kas saistīti ar katra pārbaudāmā aktīva īpašībām, un tie ir detalizēti analizēti publikācijā "Drošība pēc dizaina: Sabiedrisko telpu aizsardzība pret teroristu uzbrukumiem" (Eiropas Komisija, 2022). Šajā publikācijā analizētais process sniedz aktīvu un sabiedrisko telpu riska līmeņus daudziem dažādiem draudiem (piemēram, šaujamieročiem, transportlīdzekļu iebraukšanai, pašdarinātiem sprāgstvielām un bezpilota lidaparātiem).

Šajā rokasgrāmatā uzmanība tiek pievērsta tikai bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) ļaunprātīgai izmantošanai un dažādajām taktikām, kas izriet no to izmantošanas, kā aprakstīts iepriekš. Tas nozīmē, ka ierosinātajā analizē par pašsaprotamu tiek uzskatīts, ka agresors plāno izmantot bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS), lai veiktu uzbrukumu konkrētam mērķim, tādējādi izslēdzot cita veida draudus (piemēram, transportlīdzekļu taranēšanu, aktīvu šāvēju) un citus mērķus. Tā kā draudu veids (t. i., bezpilota lidaparātu izmantošana) un mērķis ir iepriekš izvēlēti, ieteicamā pieeja uzsver, cik svarīgi ir izstrādāt labi izstrādātus uzbrukuma scenārijus, izmantojot dažādas 3. attēlā parādītās taktikas, un visbeidzot novērtēt katra scenārija relatīvo risināšanās varbūtību. Varbūtība tiek klasificēta kā relatīva, jo tā tiek salīdzināta tikai attiecībā pret citām bezpilota lidaparātu (UAS) vadītām taktikām pret iepriekš noteiktu mērķi.

Lai kvantitatīvi noteiktu katra izstrādātā uzbrukuma scenārija relatīvo varbūtību, ir jānovērtē apdraudējuma līmenis apgabalā ap pārbaudīto potenciālo mērķi – tas ir sarežģīts uzdevums, jo attiecīgie dati parasti ir ierobežoti un bieži vien nav pieejami to sensitīvā rakstura dēļ. Lai atvieglotu šādu novērtējumu, no iepriekš minētās publikācijas tiek izvēlēts ierobežots skaits rādītāju, ņemot vērā tikai tos, kuru vērtība atšķiras atkarībā no izmantotās ar bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) saistītās taktikas.

Ieviestās vienkāršotās pieejas mērķis ir palīdzēt ieinteresētajām personām veikt relatīvo apdraudējumu sākotnējo novērtējumu, ja trūkst precīzāka izlūkdienestu vai attiecīgo iestāžu novērtējuma. Šeit pārbaudītie rādītāji katrai bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS) apdraudējuma kategorijai ir šādi.

- **Draudu vēsture.** Izskata informāciju par iepriekš ziņotiem, neveiksmīgiem vai novērstiem uzbrukumiem/draudiem, izmantojot katru konkrēto taktiku (ēkai, tās lietotājiem vai līdzīgās telpās). Ņem vērā teroristu grupu publiskos paziņojumus, kas vērsti pret civiliem mērķiem, un to motivāciju, īpaši, ja priekšroka tiek dota pētāmā uzbrukuma scenārijam.
- **Uzbrukuma sarežģītība/spēja.** Novērtē praktisko/tehnisko pieredzi, kas agresoram būtu nepieciešama, lai veiktu bezpilota lidaparāta vadītu uzbrukumu (piemēram, radītu IED vai CBRN vielu), un grūtības iegūt bezpilota lidaparātu.
piemēram, atkarībā no tā izmēra), ierocis vai tā izveidei nepieciešamās sastāvdaļas. Tiek izskatīti finanšu resursi, kas nepieciešami materiālu un citu būtisku elementu iegādei, kas varētu būt nepieciešami (piemēram, atbalsta infrastruktūra, sakaru tīkls, piegādes ķēde).
- **Pievilcība/motivācija.** Atkarīgs no mērķa pievilcības (piemēram, kultūras/religiķā/simboliskā nozīme, cilvēku apmeklētība) saistībā ar potenciālo uzbrukuma taktiku. Tas pēta, vai konkrēts darbības veids uzbrucējam šķiet pievilcīgāks, jo tam varētu būt lielāka ietekme aktīva funkciju dēļ (piemēram, savstarpēja atkarība ar citiem objektiem, blakus sekas valstij un sabiedrībai, publisku un/vai sensitīvu datu klātbūtne).

2. tabulā ir detalizēti aprakstīti ieviestie rādītāji un vērtēšanas kritēriji, kas jāievēro, piešķirot punktus. Tomēr šie vērtēšanas kritēriji neaptver visus dažādos faktorus, ko var izmantot, lai raksturotu konkrētas bezpilota lidaparātu (UAS) vadītas uzbrukuma taktikas apdraudējuma novērtējumu pret objektu.

2. tabula: Vērtēšanas kritēriji katram rādītājam

Piešķirtie punkti		1	2	3	4
Indikatori	Draudu vēsture	- Nav iepriekšēju draudu/paziņojumu - Iepriekšējais starptautiskais drošības incidents	- Draudi/paziņojumi starptautiskā līmenī - Iepriekšējs valsts drošības incidents	- Draudi/paziņojumi valsts līmenī - Salīdzinoši nesēn reģionālā drošība incidents	- Draudi/paziņojumi vietējā līmenī - Nesens vietējais drošības incidents
	Uzbrukuma sarežģītība / spēja	- Padziļinātas zināšanas nepieciešams - Ļoti grūti saražot/iegūt ierocis - Augstas materiālu izmaksas - Nepieciešams liels resursu daudzums	- Nepieciešama pieredze - Ieroci ir grūti izgatavot - Salīdzinoši augstas materiālu izmaksas - Nepieciešams ievērojams resursu skaits	- Nepieciešama neliela pieredze - Viegli izgatavojams ierocis - Zemas materiālu izmaksas - Nepieciešams neliels resursu skaits	- Nav nepieciešamas zināšanas - Viegli pieejams ierocis - Ļoti zemas materiālu izmaksas - Minimālais nepieciešamo resursu skaits
	Pievilcība / motivācija	- Nebūtiska ietekme valsts līmenī uzbrukuma gadījumā - Ļoti mazi iespējamie papildu zaudējumi (piem., blakus ērtības) - Nepievilcīgs mērķis	- Zināma ietekme valsts līmenī uzbrukuma gadījumā - Zems iespējamo blakusparādību skaits (piemēram, blakus esošie ērtības) - Zems mērķis pievilcība	- Būtiska ietekme valsts līmenī uzbrukuma gadījumā - Vidējs potenciāls papildu zaudējumi (piemēram, blakus esošās iekārtas) - Pievilcīgs mērķis	- Ļoti liela ietekme valsts līmenī uzbrukuma gadījumā - Augsts potenciāls blakus bojājumu risks (piemēram, blakus esošie ērtības) - Ļoti pievilcīgs mērķis

Lai noteiktu resursa relatīvo apdraudējuma novērtējumu attiecībā pret konkrētu bezpilota lidaparāta sistēmu (UAS) vadītu uzbrukuma taktiku, iepriekšminētajiem rādītājiem piešķirtie punkti tiek summēti un salīdzināti ar 3. tabulā sniegto skalu. Šī procedūra ir jāatkārto katram atsevišķam scenārijam, lai iegūtu salīdzinājumu starp dažādajām identificētajām taktikām. Turklāt katra scenārija ticamību ideālā gadījumā pārbauda izlūkdienesti un tiesībsardzības iestādes, jo tās var sniegt papildu informāciju par zināmiem apdraudējuma avotiem un jaunām teroristu darbību tendencēm.

3. tabula: Relatīvā apdraudējuma novērtējuma novērtējums

Draudu vērtējums	ĻOTI ZEMS	ZEMS	VIDĒJI	AUGSTS	KRITISKI
Kopējais punktu skaits (punktu summa)	3–4	5–6	7–8.	9.–10.	11.–12.

2.3.1.3 Varbūtības novērtējums

Lai noteiktu aktīva kritiskumu un riska līmeni pret dronu ļaunprātīgu izmantošanu, vērtētājam vispirms ir jānovērtē katra identificētā scenārija iestāšanās iespējamība un iespējamās sekas, ja šis scenārijs īstenojas. Šādā procesā tiek izmantoti iepriekš sniegto draudu un ievainojamību novērtējumu rezultāti. 4. tabulā sniegts piecu līmeņu bezpilota lidaparātu vadīta uzbrukuma iestāšanās iespējamības novērtējums, un tas ir jāizstrādā katram potenciālajam darbības veidam.

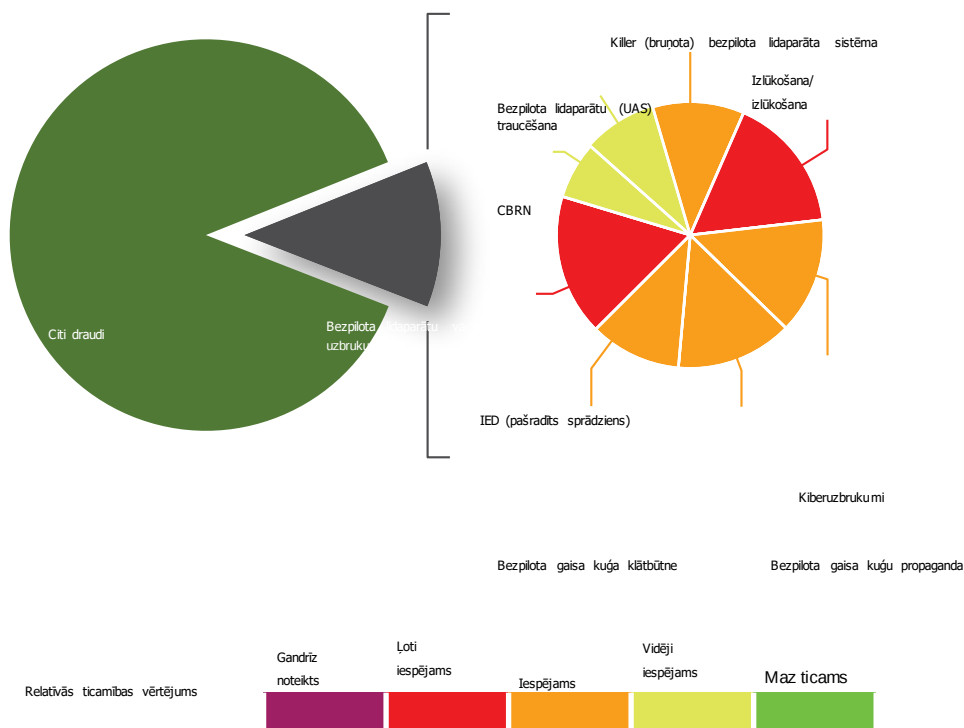
4. tabula: Bezpilota lidaparātu vadītu uzbrukumu relatīvās ticamības novērtējums

	Ievainojamība				
	Ļoti augsts	Augsts	Vidējs	Zems	Ļoti zems
Kritisks					
Augsts					
Vidējs					
Zems					
Ļoti zems					

	Gandrīz 7	Ļoti iespējams	Iespējams	Vidēji iespējams	Maz ticams 5
Relatīvās ticamības vērtējums					

Šāda procesa gala rezultāts būs līdzīgs 5. attēlā redzamajam piemēram, kas grafiski parāda iepriekš identificēto bezpilota lidaparātu (UAS) uzbrukuma taktiku relatīvo varbūtību pret pārbaudīto objektu. No attēla ir skaidrs, ka dažām bezpilota lidaparātu (UAS) uzbrukuma taktikām ir lielāka relatīvā varbūtība īstenoties nekā citi ir vērtīgs elements taktikai specifisku mazināšanas iespēju prioritāšu noteikšanai.

5. attēls: Bezpilota lidaparātu vadītas uzbrukuma taktikas relatīvā varbūtība





2.3.2 Seku novērtējums

Uzbrukuma sekas ir tieši saistītas ar mērķa objekta veidu un apstākļiem uzbrukuma laikā. Iepriekšējie incidenti ir parādījuši, ka tiešās, tūlītējās uzbrukuma sekas ir dažādas — sākot no ietekmes uz cilvēku dzīvību (piemēram, ievainojumi vai nāves gadījumi) līdz lieliem ekonomiskiem zaudējumiem (piemēram, remonta izmaksas un pakalpojumu pārtraukumi) un vides katastrofām. Netiešās, ilgtermiņa sekas ir grūtāk novērtēt, jo tās ietver politiskus/sociālus aspektus, piemēram, ietekmi uz iedzīvotāju psiholoģiju un (netiešās) ekonomiskās izmaksas, piemēram, ietekmi uz tūrisma nozari vai iestādes/uzņēmuma reputāciju. Neskatoties uz grūtībām precīzi kvantificēt vairākas katra veida saprātīgi sliktākā scenārija sekas

Ņemot vērā darbības veidu (īpaši tos, kas saistīti ar psiholoģiskām reakcijām), svarīgs riska novērtēšanas procesa elements ir potenciālu tūlītēju ekonomisko zaudējumu, īpašuma iznīcināšanas, piegādes ķēdes traucējumu un cilvēku dzīvības zaudēšanas novērtējums. Lai atvieglotu šo novērtējumu, vērtētājam ir jāatbild uz vairākiem jautājumiem, tostarp šādiem.

- Cik cilvēku var tikt nogalināti vai ievainoti pēc uzbrukuma, kurā izmantota bezpilota lidaparāta sistēmas (UAS) vadīta taktika?
- Kādi pakalpojumi var tikt traucēti uzbrukuma gadījumā? Cik ilgi ilgs traucējums? Vai ir pieejamas pakalpojumu rezerves kopijas un cik izmaksās remonts?
- Vai pastāv kāda kaskādes ietekme, kas rodas, savstarpēji saistot citus aktīvus vai pakalpojumus?
- Kādas ir paredzamās infrastruktūras bojājumu novēršanas izmaksas? Vai ir pieejami aizvietoņi?
- Vai aktīvs ietver kritiski svarīgus komunālos pakalpojumus vai sensitīvu informāciju, kas varētu būt apdraudēta? Kādas ir to zaudēšanas vai pakalpojumu pārtraukuma sekas?
- Vai pastāv iespēja, ka varētu rasties politiskas sekas, kaitējums organizācijas/ īpašnieka reputācijai un/vai drošības pārkāpumi (piemēram, personas datu pārkāpumi)?
- Kādas ir netiešās ekonomiskās izmaksas (piemēram, tūrisma nozarei) un kādas ir sekas iedzīvotāju psiholoģijai?

5. tabulā ir parādīta klasifikācija atkarībā no UAS ļaunprātīgas izmantošanas iespējamām sekām. Tiek ņemti vērā vairāki parametri, tostarp (bet ne tikai) cilvēku dzīvība, ekonomika, sabiedrība, vide un infrastruktūras bojājumi. To novērtējums balstās uz saprātīgi sliktāko scenāriju un var prasīt intensīvu zinātnisku analīzi, kas nozīmē, ka vērtētāja zināšanas var ievērojami uzlabot rezultātu precizitāti. Piešķirtā vērtējuma līmeņa rezultātā radušos seku apraksts un smagums var atšķirties no tabulā parādītā, jo tie ir atkarīgi no pārbaudāmā aktīva un tā nozīmīguma. Tāpēc ieteicams vispirms konsultēties ar aktīva īpašnieku/operatoru un galu galā pārskatīt un pielāgot 5. tabulā iekļauto ierosināto vērtējumu.

5. tabula: Seku vērtējums

SEKAS	SĪKĀKA INFORMĀCIJA
NENOZĪMĪGS	• Nav traumu vai datu noplūdes • Nav strukturālu/materiālu bojājumu • Netiek traucētas aktivitātes • Ļoti neliels reputācijas kaitējums • Nav ekonomiskas ietekmes un netiešu (piemēram, psiholoģisku) seku
NEZĪMĪGS	• Nelielas traumas • Nelieli strukturāli/materiāli bojājumi • Īstermiņa pakalpojumu pārtraukumi • Neliels reputācijas kaitējums • Ierobežota ekonomiskā ietekme un netiešas (piemēram, psiholoģiskas) sekas
VIDĒJI	• Traumas (bez dzīvības zaudējumiem) • Vidēji strukturāli/materiāli bojājumi (nerada draudus konstrukcijas stabilitātei) • Pakalpojumu sniegšanas pārtraukumi vidējā termiņā • Būtisks reputācijas kaitējums • Ievērojama ekonomiskā ietekme un netiešās (piemēram, psiholoģiskās) sekas • Drošības pārkāpums, kas neietekmē normālu darbību
KRITISKI	• Iespējama dzīvības zaudēšana un nopietni ievainojumi • Būtiski konstrukcijas/materiālie bojājumi (nerada draudus konstrukcijas stabilitātei) • Ilgstoši pakalpojumu pārtraukumi, kas prasa tūlītējus korektīvus pasākumus • Plaša mēroga reputācijas kaitējums • Liela ekonomiskā ietekme un būtiskas netiešas (piemēram, psiholoģiskas) sekas • Drošības pārkāpums, kam ir tiešas sekas darbībai
KATASTROFISKA	• Plaši cilvēku upuriem/smāgiem ievainojumiem • Plaši strukturāli/materiāli bojājumi, kas prasa tūlītēju iejaukšanos • Plaša mēroga reputācijas kaitējums (VIP iesaistīšanās) • Nepieņemami ilgtermiņa uzņēmējdarbības traucējumi • Ļoti liela ekonomiskā ietekme un smagas netiešas (piemēram, psiholoģiskas) sekas • Pilnīgs pakalpojumu zudums • Smagas politiskas sekas

2.4 RISKĀ NOVĒRTĒJUMS

Analīzes fāzes beigās rezultātus var paziņot karšu, līkņu, indikatoru, matricu vai citu piemērotu vizualizācijas metožu veidā. Visbiežāk izmantotā metode ir matrica, kur vienā arī ir attēlota pētāmā uzbrukuma scenārija relatīvā varbūtība, bet otrā — paredzamās sekas, kā parādīts 6. tabulā.

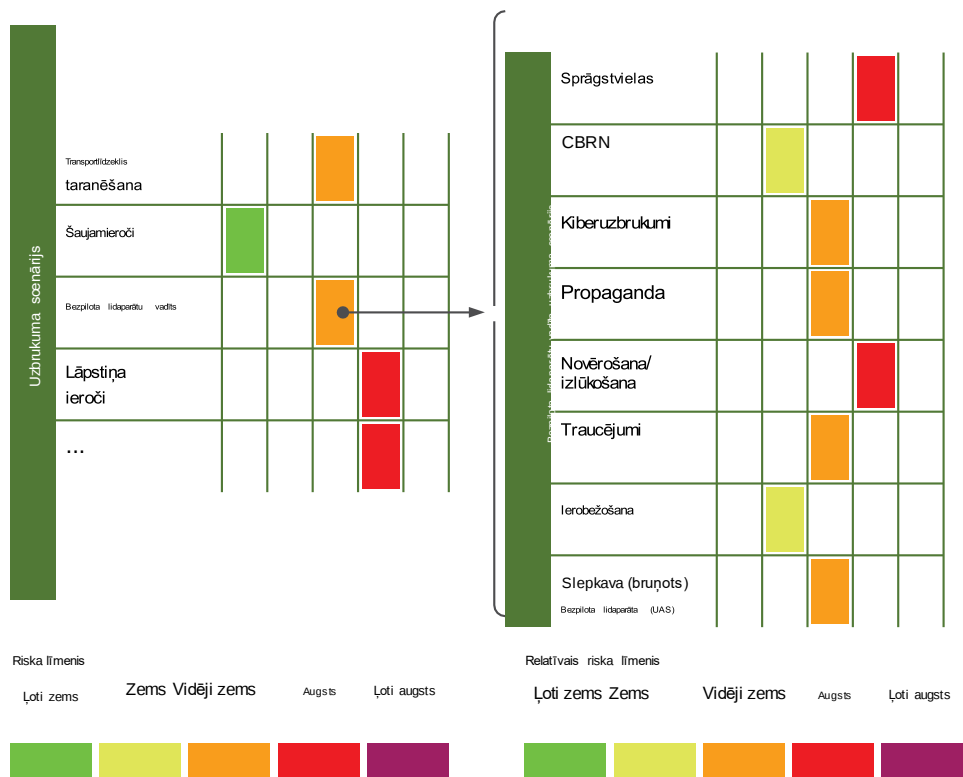
6. tabula: Relatīvā riska matrica

		Sekas				
Relatīvā varbūtība	Gandrīz droši	Katastrofāls	Kritisks	Vidējs	Neliels	Nenoizmīgs
	Ļoti iespējams					
	Iespējams					
	Vidēji iespējams					
	Maz ticams					

Relatīvie riska līmeņi	Ļoti augsts	Augsts	Vidēji zems	Zems	Ļoti zems

Piedāvātās riska analīzes rezultāts ir līdzīgs 6. attēlā redzamajam piemēram, kurā parādīts fiktīvs relatīvais risks identificētajām bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS) vadītājam uzbrukuma taktikām. Šajā piemērā redzamais attēls parāda, ka dronu uzbrukumi ir tikai viens no kopējā terorisma shēmas riska elementiem, kurā tiek ņemti vērā papildu uzbrukuma scenāriji, tostarp (bet ne tikai) transportlīdzekļu taranēšana, apšaušana un uzbrukumi ar asmeņieročiem. Tomēr pašlaik ierosinātais process ir vērtīgs, lai noteiktu dažādu ar UAS saistītu uzbrukuma scenāriju relatīvo risku, sniedzot ieinteresētajām personām informāciju par pieņemto (ja nepieciešams) aizsardzības pasākumu prioritāšu noteikšanu.

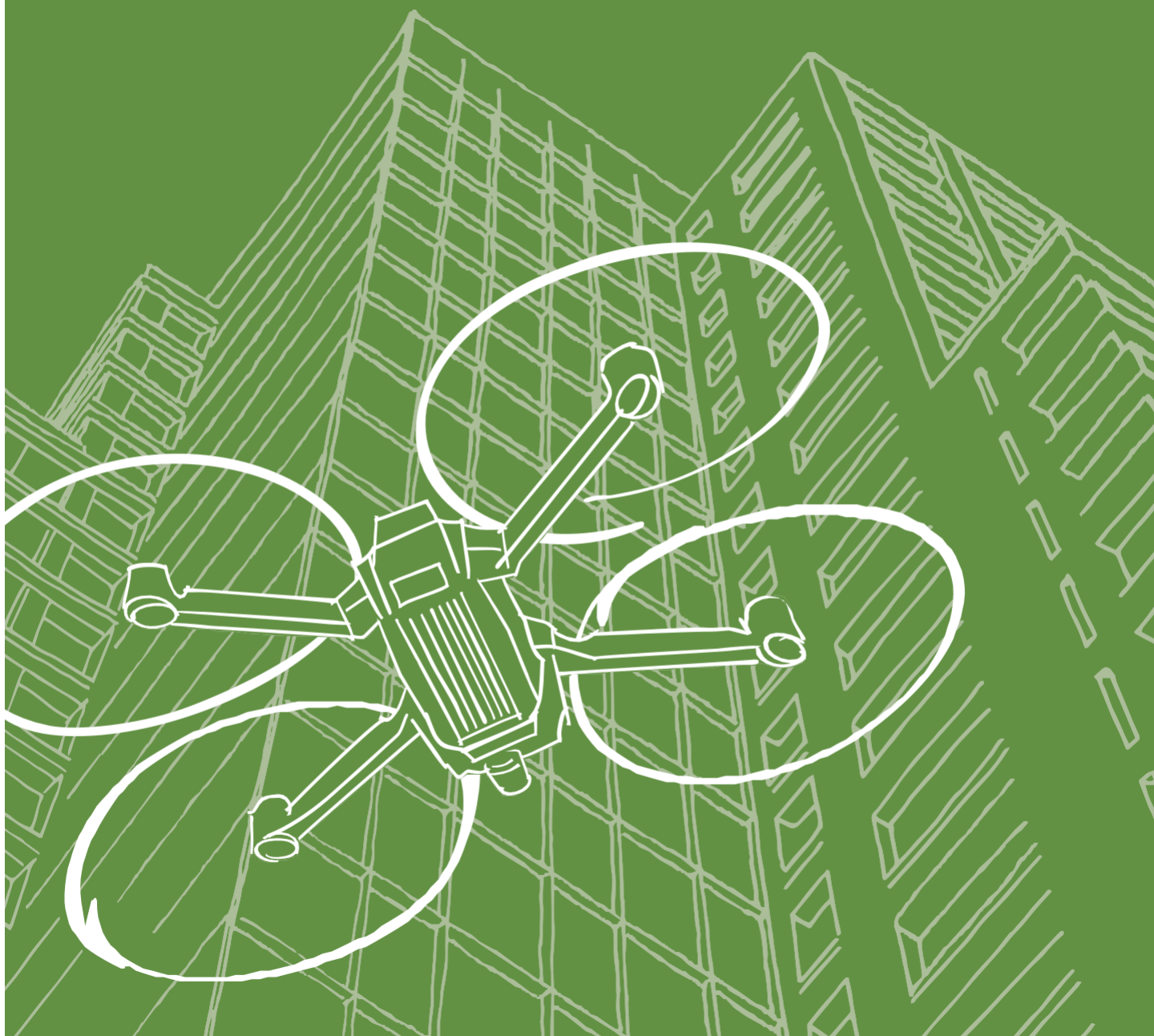
6. attēls:Bezpilota lidaparātu vadītas uzbrukuma taktikas relatīvā riska piemērs



Šīs analīzes rezultāti kalpo kā ievads dažādu uzbrukuma taktiku salīdzināšanai un atbilstošu darbību noteikšanai, kas var tikt uzskatītas par nepieciešamām. Tie var arī izcelt gadījumus, kad ir vēlamasaugstākas kārtas (kvantitatīvas) metodes, piemēram, izmaksu un ieguvumu analīze, lai palīdzētu noteikt prioritātes riska mazināšanas iespējām, ja pastāv augsts riska līmenis (Eiropas Komisija, 2022). Tā kā riska analīzes veicējs vairumā gadījumu nav atbildīgs par nepieciešamo darbību noteikšanu, īpaša uzmanība jāpievērš rezultātu pareizai paziņošanai lēmumu pieņēmējiem. Rezultātu interpretāciju var atvieglot personām, kas nav eksperti, izmantojot skaidrus norādījumus, kas uzsvēr nenoteiktības pakāpi, kas neizbēgami ir terorisma riska analīzes sastāvdaļa.

Fiziska aizsardzība pret ar bezpilota lidaparātiem saistītiem draudiem

3



3.1 SALĪDZINĀJUMS AR PRETDARBĪBAS (C-UAS) TEHNOLOĢIJĀM

Bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS) apsvēršana kā potenciāls drauds nemilitārām ēkām un sabiedriskām telpām ir relatīvi jauna, un to izraisījusi šādu sistēmu lielā izplatība civilajā jomā. Tradicionāli fiziskā aizsardzība koncentrējas uz uzbrukuma scenārijiem, kur uzbrucēji mēģina iekļūt ēkā vai nodarīt kaitējumu, izmantojot uzbrukumus no zemes. Tas nozīmē, ka objektos, kas potenciāli pakļauti teroristu uzbrukumiem, aizsardzības pasākumi galvenokārt ir veikti apakšējiem stāviem, jo augstākie ēku līmeņi tika uzskatīti par nepieejamiem vai ar relatīvi zemām sekām. Gaisa uzbrukumu destruktīvais potenciāls, izmantojot bezpilota lidaparātus (UAS), un autonomo sistēmu eskalācija ir likusi drošības amatpersonām apsvērt jaunu uzbrukumu taktiku un pārskatīt savas reaģēšanas iespējas. Izmantojot bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS), uzbrucējiem tagad ir iespēja piekļūt ēku zonām, kas tika uzskatītas par nepieejamām, ņemot vērā tikai uzbrukumus no zemes, piemēram, iekšpagalmiem, artrijiem, augšējiem stāviem un VIP zonu un biroju tuvumam.

Izmantojot 3. sadaļā sniegto riska novērtējumu, var identificēt aktīvu ievainojamības un sniegt ieskatu par atbilstošām mazināšanas stratēģijām. Lielākā daļa šeit aprakstīto fizisko aizsardzības drošības pasākumu nav īpaši izstrādāti uzbrukumiem, izmantojot bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS), bet ir efektīvi arī pret šādiem draudiem. Šie fiziskie aizsardzības pasākumi var būt vērsti ne tikai uz aktīva aizsardzība, bet arī uz tā slēpšanu vai maskēšanu, lai aizsegtu tiešu skatu vai padarītu to mazāk pievilcīgu.

7. attēlā ir apkopotas dažas no galvenajām fizisko aizsardzības drošības pasākumu priekšrocībām izmaksu, lietojamības un efektivitātes ziņā.

Daudzu bezpilota lidaparātu sistēmu pret darbības (C-UAS) risinājumu izmantošana privātajām ieinteresētajām personām ir aizliegta, jo to darbība ir paredzēta tikai tiesībaizsardzības iestādēm. Līdz ar to negaidīta drošības incidenta gadījumā privātie operatori nevar palauties uz ātru policijas iejaukšanos, jo tās reakcijas laiks var būt pārāk lēns, ņemot vērā, ka droni var pārvarēt lielus attālumus dažu sekunžu laikā. No otras puses, fizisko drošības pasākumu ieviešana parasti nav ierobežota tikai ar konkrētām struktūrām, un nav juridisku jautājumu par to izmantošanu. Tā kā tiem parasti trūkst elektronisku un/vai kustīgu daļu, tiem ir nepieciešama ierobežota un salīdzinoši lēta apkope, un nav nepieciešams, lai īpaši operatori tos aktivizētu pēc tam, kad ir novērtēts (parasti dažu sekunžu laikā), vai tuvojošā UAS rada draudus. Tas nozīmē arī to, ka šīs sistēmas neietekmē elektronisko daļu iespējamās kļūmes un to darbība nav atkarīga no elektrības vai citiem enerģijas avotiem, tāpēc tās neietekmē strāvas padeves pārtraukumi.

Viens no svarīgākajiem fiziskās aizsardzības pasākumu aspektiem ir to daudz funkcionalitāte, jo katrs risinājums var būt efektīvs pret dažādām bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) uzbrukuma taktikām. Lielākā daļa šo pasākumu ir ekonomiski, salīdzinot ar C-UAS tehnoloģijām, un, tā kā tie kalpo vairākiem mērķiem un to paredzamie ieguvumi ir daudzi, sākotnējās izmaksas varētu būt vieglāk attaisnojamas. Turklāt daudzi no piedāvātajiem risinājumiem nav pastāvīga rakstura un tos var viegli noņemt, ja samazinās riska līmenis vai ja nākotnē tiek izvēlēta alternatīva aizsardzības pieeja. To pastāvīgā darbība un pasīvais raksturs nozīmē, ka tos var viegli kombinēt ar citiem pret darbības (C-UAS) risinājumiem un darboties kā pēdējās iespējas sistēmas, ja citi pasākumi nespēj pārtvert ļaunprātīgu UAS. Ja tie ir redzami, tos var arī harmoniski integrēt apkārtējā telpā saskaņā ar drošības principiem, neskatoties uz to augsto atturēšanas potenciālu.

FIZISKĀ AIZSARDZĪBA



Bezpilota lidaparātu (UAS) ļaunprātīga izmantošana var izpausties dažādos veidos, piemēram, to izmantošana ieroču aprīkošanā ar sprāgstvielām, izlūkošanai un spiegošanai, priekšmetu kontrabandai cietumos, kibernetiskumu veikšanai vai propagandas kampaņu atbalstam.

Plašāka informācija par uzbrukuma scenāriju veidošanu un riska novērtēšanas procesu ir analizēta 3. sadaļā. Nākamajās sadaļās tiks sniegti fiziskās aizsardzības pasākumi, kas ir efektīvi pret dažādām uzbrukuma taktikām, sniedzot padomus par uzstādīšanas procedūrām un noteikto aizsardzības līmeni.

3.2 C-UAS TEHNOLOĢIJU IZKLĀSTS

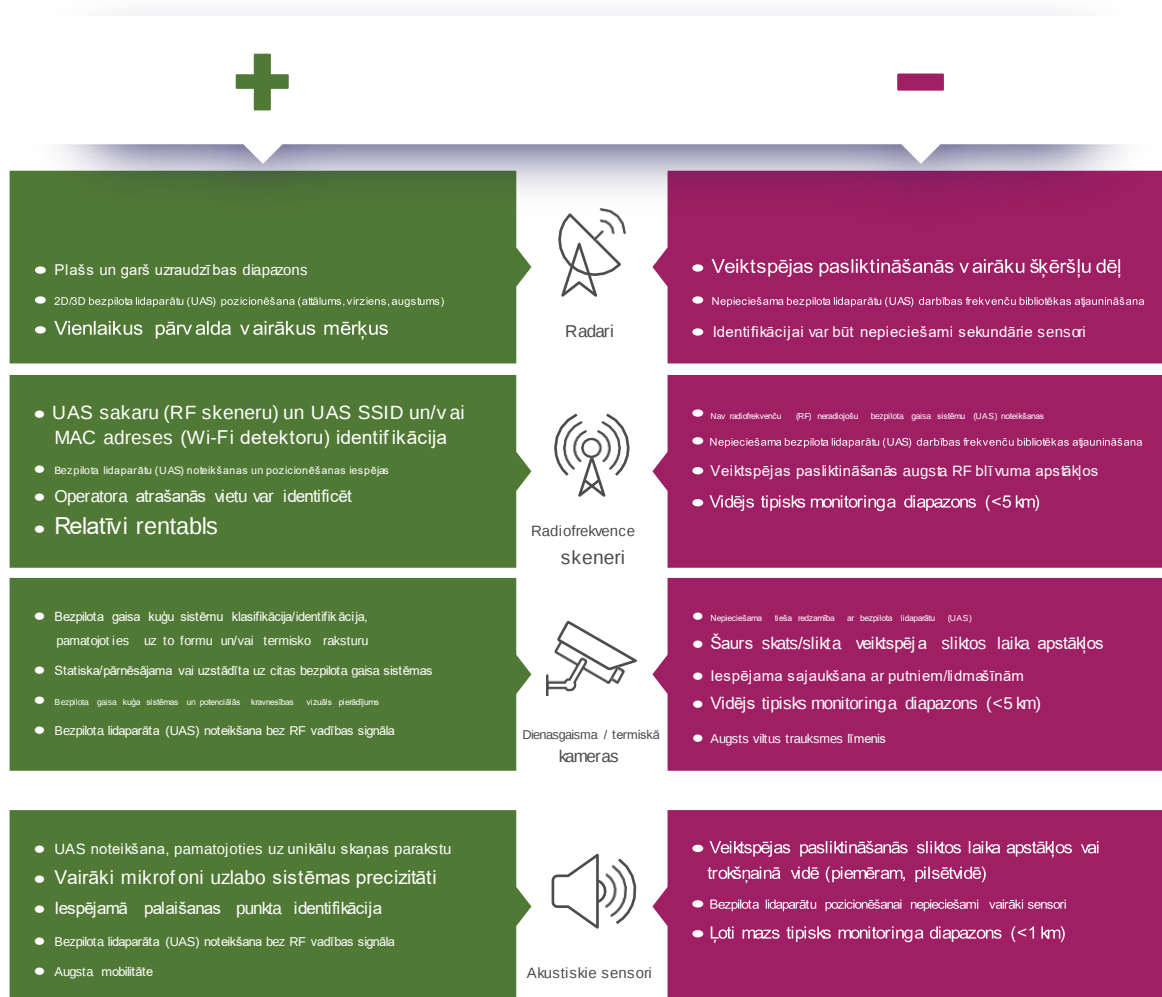
Pēdējos gados ir pastiprinājušies centieni rast efektīvus pretpasākumus un aizsargāt pārbaudāmo objektu no draudiem, ko rada bezpilota lidaparātu (UAS) ļaunprātīga izmantošana. Ir ieviestas dažādas tehnoloģijas, kas mazina ļaunprātīgu bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) risku, taču tās jāuzskata tikai par vienu no elementiem, kas veido aktīva aizsardzības stratēģiju, un noteikti ne par vienīgo iespēju.

Šajā sadaļā sniegts īss pieejamo tehnoloģisko risinājumu kopsavilkums, jo šīs vadlīnijas koncentrējas uz tādu aizsardzības risinājumu norādīšanu, kas piedāvā aizsardzību pret iepriekš aprakstīto darbības veidu. Tomēr pašreizējā pārskata mērķis ir sniegt lasītājam plašu ieskatu pieejamajos risinājumos, lai reaģētu uz pieaugošajiem ar bezpilota lidaparātiem saistītajiem draudiem. Plašāku informāciju par pieejamajām tehnoloģijām drošības plāna izveidei var atrast kritiskās infrastruktūras un sabiedrisko telpu aizsardzības rokasgrāmatā (Hansen un Pinto Faria, 2023).

Var izšķirt divas plašas pretpasākumu kategorijas. Pirmā attiecas uz sistēmām, kas spēj atklāt, izsekot un identificēt ienākošās bezpilota lidaparātu sistēmas (atklāšanas, izsekošanas un identifikācijas sistēmas), savukārt otrā ietver kinētiskus vai elektroniskus efektorus, kas tiek aktivizēti, lai pārtvertu potenciālus dronu ielaušanās gadījumus. Vispiemērotākā risinājuma izvēle un ieviešana ir sarežģīts uzdevums, jo daudzām no šīm sistēmām ir zināmi ierobežojumi, ja tām jādarbojas pilsētvidē. Piemēram, pretpasākumu ieviešana, kas jau ir veiksmīgi piemēroti ienākošo bezpilota lidaparātu pārtveršanai militāros konfliktos, ne vienmēr ir ieteicama pilsētvidē un pārpildītās vietās, jo to izmantošana var radīt papildu kaitējumu apkārtējiem objektiem vai sabiedrībai/personām. Tā rezultātā risinājumu izstrāde, ko var droši izmantot civilā vidē, rada vienu no lielākajām bažām pretdarbības (C-UAS) nozarē.

3.2.1 Atklāšana, izsekošana un identifikācija

Ienākošo bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) noteikšana, izsekošana un identifikācija pilsētvidē var būt sarežģīts uzdevums to mazā izmēra, mazā vai lielā ātruma un nelielā augstuma dēļ. Šādu tehnoloģiju galvenais mērķis ir sniegt lietotājam reāllaika, uzticamu informāciju par ienākošo bezpilota lidaparātu (UAS) īpašībām. Atklāšanu var panākt, izmantojot radaru vai radiofrekvenču (RF) skenerus, kas var identificēt UAS izstarotos radioviļņus. Turklāt kameras un elektroniskās vai akustiskās identifikācijas sistēmas var sniegt informāciju par UAS izmēru un tās potenciālo kravu, kā arī izsekot tās kustībām. UAS veida, operatora identitātes un pacelšanās vietas identificēšana ir sarežģītāka, jo tai nepieciešama specializēta informācija par UAS radiofrekvenču (RF) parakstu. Visām uz sensoriem balstītām sistēmām ir noteikti ierobežojumi, kas ir detalizēti jāapsver, pirms tiek izvēlēts risinājums, kas tiek uzskatīts par piemērotu aizsargājamajam objektam/publiskajai telpai. Piemēram, putnu atšķiršana no maziem, lēna ātruma UAS var izrādīties diezgan sarežģīta, izraisot viltus trauksmes signālus tāpēc ir izstrādāti īpaši algoritmi, lai pārvarētu šo trūkumu. Operatora identificēšana un tā saskaņošana ar konkrētu nekooperatīvu bezpilota lidaparātu (UAS) parasti ir atkarīga no tā, vai UAS raksturlielumi (frekvences un protokoli) ir iekļauti noteikšanas iekārtu datubāzē un vai operators ir reģistrēts. Vairāku sensoru iesaistīšana var palielināt noteikšanas varbūtību un precizitāti, īpaši pilsētvidē, taču tas parasti nozīmē augstākas iegādes izmaksas. 8. attēlā sniegts pārskats par dažām no visbiežāk izmantotajām noteikšanas tehnoloģijām, apkopojot dažas no to priekšrocībām un ierobežojumiem.



3.2.2. Pārtveršanas/neitralizēšanas tehnoloģijas

Atkarībā no informācijas, ko sniedz noteikšanas, izsekošanas un identifikācijas sistēmas, drošības operatoram ir jāizlemj par pareizu rīcību, kas aptver gan bezdarbību (piemēram, viltus trauksmi), gan iestāžu informēšanu un jebkādu tehnoloģiju/procedūru aktivizēšanu, kas atspējo vai likvidē tuvojošās bezpilota lidaparāta sistēmas (UAS) darbību, tādējādi mazinot vai novēršot potenciālos draudus. Incidenta gadījumā, īpaši, ja tas ir uzbrukums, lēmumu pieņemšanas procesam pieejamais laiks ir ārkārtīgi ierobežots, jo drons dažu minūšu laikā var veikt ļoti lielus attālumus. Ir vairākas dažādas metodes, kā traucēt UAS lidojumu, katrai no tām ir atšķirīgi ierobežojumi un juridiskie/normatīvie ierobežojumi. Populāras kinētiskās pārtveršanas tehnoloģijas ietver: uz enerģiju balstītus ieročus (lāzerus, lieljaudas mikroviļņus un elektromagnētiskos impulsus), kas iznīcina UAS elektroniku, tīklus, kas tiek palaisti vai nu no zemes, vai no cita drona, mazus šāviņus, kas līdzīgi kaujas laukos izmantotām raķetēm, un vienreizējās lietošanas dronus, kas saduras ar tuvojošos draudu. Dažos gadījumos šim nolūkam tika izmantoti arī apmācīti putni. Tomēr šī metode tiek pakāpeniski pārtraukta, jo tika atklāts, ka tā ne vienmēr ir efektīva reālos apstākļos, un pārtveršanas akts varētu savainot darbojošos putnu. Dažu iepriekš minēto kinētiskās pārtveršanas tehnoloģiju blakusparādība ir nekontrolēta avārija.

Bezpilota lidaparātu sistēmas (UAS), kas var radīt briesmas sabiedrībai, īpaši pilsētvidē.

Lai samazinātu bezpilota lidaparāta (UAS) avārijas risku, nekinētiskās pārtveršanas sistēmas ir paredzētas, lai traucētu drona sakaru spējas. Tās ietver radiofrekvenču (RF) un globālās navigācijas sistēmas traucētājus, kas kavē saziņu starp...

UAS un attiecīgi vai nu operatora, vai satelīta savienojums. Galvenā problēma šo sistēmu izmantošanas laikā ir drona reakcija pēc saziņas pārtraukšanas, jo tas varētu planēt uz vietas, atgriezties sākotnējā pacelšanās pozīcijā vai pat droši nolaisties. Arī viltošanas mērķis ir pārņemt kontroli pār apdraudošo UAS, traucējot tā saziņas vai navigācijas savienojumu.

Viens no visizplatītākajiem veidiem, kā mēģināt aizsargāt objektu/publisku telpu pret ļaunprātīgām bezpilota lidaparātu (UAS), ir "bezlidojumu" zonu ieviešana, izmantojot apkārtējās gaisa telpas zonas norobežošanas rīku (t. i., ģeofencingu, ko nedrīkst jaukt ar "ģeogrāfisko apzināšanos"). Izmantojot šo metodi, UAS un tās lietotāja identifikācijai un nodomiem nav prioritātes, jo jebkāda UAS piekļuve ir aizliegta.

Šo pieeju ir pieņēmušas lielākā daļa civilo lidostu un kritisko infrastruktūru, kā arī apgabalos, kuros notiek lieli notikumi. Ģeofencēšana izmanto pozicionēšanas tehnoloģijas (piemēram, GPS, Wi-Fi, Bluetooth), lai noteiktu precīzu drona atrašanās vietu un aizliegtu tam iebraukt ierobežotajā zonā. Platuma un garuma punkti, kas veido ģeofencēšanas zonas, ir iestrādāti bezpilota lidaparāta (UAS) programmatūrā, kas nozīmē, ka ražotāju pienākums ir atjaunināt UAS programmatūru saskaņā ar zonas operatoru vai ieinteresēto personu ieteikumiem. Tas prasa regulārus atjauninājumus, kurus, pirmkārt, ražotāji ne vienmēr ir gatavi veikt un, otrkārt, UAS lietotājiem ir jāpieņem. Ja viens no šiem diviem nosacījumiem netiek izpildīts, ģeofencēšana kā aizsardzības pasākums nav efektīvs. Turklāt kompetenti un apņēmīgi uzbrucēji var atspējot šos ģeofencēšanas noteiktos elektroniskos ierobežojumus un joprojām piekļūt jutīgām/aizliegtām zonām.

9. attēlā ir apkopotas minētās pārtveršanas/neitralizācijas tehnoloģijas koncentrējoties uz šo sistēmu galvenajām priekšrocībām un ierobežojumiem. Daudzi ražotāji piedāvā sistēmas, kas apvieno dažādas tehnoloģijas, lai samazinātu ierobežojumus un uzlabotu pārtveršanas iespējas.



- Cilvēka radīti vai stacionāri risinājumi
- Efektīvs pretabūnomām GNSS navigācijas bezpilota lidaparātu sistēmām (UAS)
- Vidējas izmaksas risinājumi
- Fokusa mērķauditorijas atase
- Neredzamu "žogu" izveide



RF traucētāji

- Neparedzama bezpilota lidaparāta (UAS) reakcija pēc traucēšanas
- Traucējumi tuvumā esošām elektroniskām ierīcēm
- Var būt nepieciešama tieša redzamība
- Relatīvi īss darbības rādiuss
- Ar to izmantošanu saistītie juridiskie jautājumi

- Stacionāru bezpilota lidaparātu nodrošināšana
- Vidējas izmaksas risinājumi
- Bezpilota lidaparāti parasti nolaizas kontrolētā veidā.



Viltošānās

- Nav efektīvs pret mājās būvētām bezpilota lidaparātu sistēmām un šifrētu saziņu
- Nav efektīvs pret visiem bezpilota lidaparātu modeļiem
- Var traucēt tuvumā esošām elektroniskām ierīcēm
- Īss darbības rādiuss

- Stacionāri, pārnēsājami vai uz bezpilota gaisa sistēmas (UAS) montēti risinājumi
- Izmaksu diferenciācija atkarībā no veida
- Pusautomātiskajiem risinājumiem ir laba precizitāte
- Uz bezpilota lidaparāta uzstādītie tīkli var darboties lielos attālumos



Izvietojams tīkli

- Ierobežots darbības rādiuss (palaižams no zemes) un ilgs pārlādēšanas laiks
- Nepieciešama skaidra redzamība, laba šaušanas prasme (ja palaiž no zemes)
- Nav efektīvs pret ātrgaitas bezpilota lidaparātiem (UAS)
- Traumu risks bezpilota lidaparāta avārijas gadījumā

- "Tūlītēja reakcija
- Diskrēti pretpasākumi
- Liels darbības rādiuss
- Efektīvs pret maziem, ātri pārvietojamiem bezpilota lidaparātiem (UAS)
- Efektīvs pret bariem (lieljaudas mikroviļņi, elektromagnētiskie impulsi)



Lāzeri, HPM, EMP

- Veselības risks atbrīvotās enerģijas un bezpilota lidaparāta atlūzu dēļ
- Traucējumi tuvumā esošām elektroniskām ierīcēm
- Augstas cenas risinājumi
- Ar to izmantošanu saistītie juridiskie jautājumi

- Efektīvs pret lieliem, lēni pārvietojamiem bezpilota lidaparātiem (UAS)
- Pierādīta efektivitāte kaujas laukā



Vienreizlietojams
Bezpilota lidaparāti, šāviņi

- Traumu risks no bezpilota gaisa sistēmas atlūzām/brakus bojājumiem
- Neefektīvs pret maziem, ātri pārvietojamiem bezpilota lidaparātiem (UAS)
- Augstas cenas risinājumi
- Ar to izmantošanu saistītie juridiskie jautājumi

- Saplūst ar lauku vidi
- Zems papildu bojājumu risks
- Precīzs risinājums



Plēsīgie putni

- Ilgstoša un intensīva apmācība
- Īpašas aprūpes prasības/paaugstinātas izmaksas
- Ne vienmēr efektīvi reālu incidentu laikā un pret lieliem bezpilota lidaparātiem
- Iespējama putnu trauma
- Ierobežots pieejamo putnu skaits

- Iepriekš ielādēta bezpilota lidaparāta navigācijas programmatūra
- Efektīvs pret visiem droniem (ko vada likumpakausīgi lietotāji)
- Neredzamu "žogu" izveide
- Lēti risinājumi



Ģeofencēšana

- Var viegli ignorēt
- Efektivitāte ir atkarīga no bezpilota lidaparātu sistēmas programmatūras atjauninājumiem.
- Nepilnīga lidojumu aizlieguma zonu izveide dalībvalstīs
- Nav (vēl) obligāti

3.3 FIZISKĀS SACIETINĀŠANAS PASĀKUMI

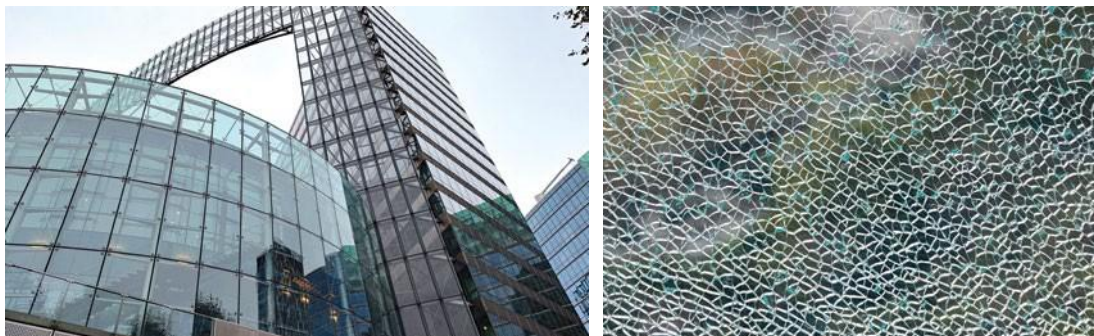
3.3.1 Sprādzienizturīgi logi/fasādes

Mūsdienu komerciālām ēkām un biroju kompleksiem raksturīgas plašas stikla fasādes, kuru mērķis ir nodrošināt lielāku caurspīdīgumu un dienasgaismu ēkas kodolā. Lai gan šādas fasādes ir projektētas tā, lai izturētu ekstremālus laikapstākļus, tās nespēj izturēt ārēja sprādziena ietekmi, jo īpaši tāpēc, ka tās būs pirmā ēkas daļa, ko skars izplatošais sprādziena vilnis. Tā rezultātā stikla plīsumam seko stikla šķembu veidošanās, kas to lielā ātruma dēļ varbūt letālas.

Lai gan bīstamas bezpilota lidaparāta (UAS) potenciālā sprādzienbīstamā krava ir relatīvi ierobežota, tā spēja nokļūt ļoti tuvu ēkas norobežojošajai konstrukcijai var izraisīt būtiskas sekas radītā sprādziena viļņa un sekojošā stikla plīsuma dēļ.

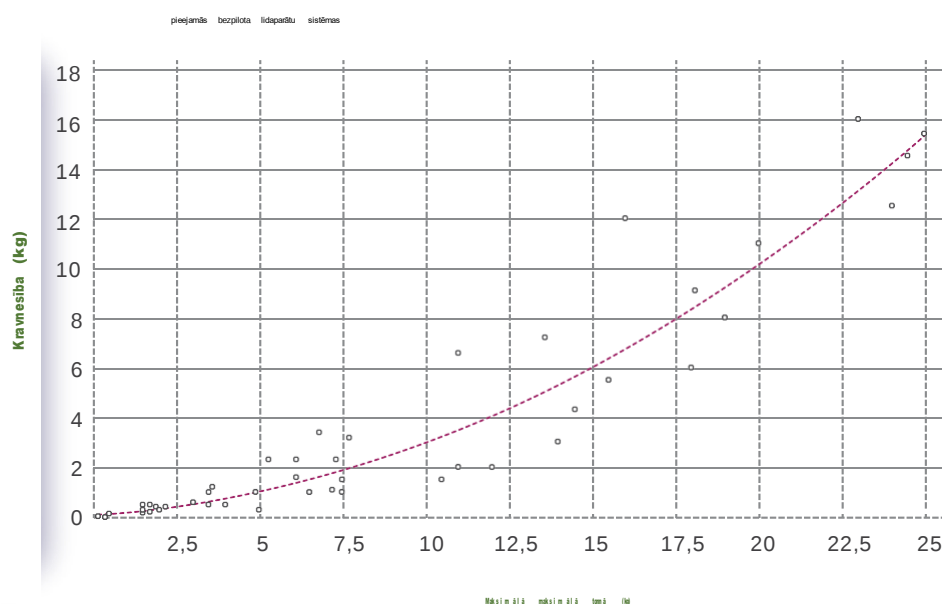
Cilvēka ķermenis nav izturīgs pret ātri pārvietojošu stikla šķembu iekļūšanu, un līdz ar to sprādziens ārpus neaizsargāta loga var izraisīt plašus ievainojumus un vairākus nāves gadījumus. Turklāt citi radītie strukturālie atlūzas, piemēram, tās, kas atdalījušās no loga rāmja vai telpas iekšpuses, kā arī materiāli, kas cēlušies no bumbas čaulas un tās iekšpuses (piemēram, skrūves, naglas), var izraisīt papildu ievainojumus. Tādēļ var secināt, ka logu elementu konstrukcija ar paaugstinātu izturību pret sprādzieniem vai šķembu apturēšanas mehānismu ieviešana var samazināt attiecīgo ievainojumu skaitu līdz minimumam.

10. attēls: Tipiska ēkas stikla fasāde (pa kreisi) un rūdītā stikla bojājums bez fragmentiem atdalīšanās (pa labi)



Kā minēts JRC ziņojumā (Larcher et al., 2018), bezpilota lidaparātu (UAS) maksimālā kravnesība atvērtajā kategorijā svārstās no pāris grammiem līdz 15 kg (kā parādīts 11. attēlā, kurā salīdzināta publiski pieejamo bezpilota lidaparātu (UAS) maksimālā kravnesība un to maksimālā kravnesība). Līdzīgus secinājumus var izdarīt no Migrācijas un iekšlietu ģenerāldirektorāta C-UAS kartēšanas ziņojuma (ENCO et al., 2019) un Eiropas Aizsardzības aģentūras ziņojuma par minidroniem (2018). Tomēr lielākajai daļai mazo un vidējo bezpilota lidaparātu (UAS) parasti raksturīga kravnesība līdz 2–2,5 kg, jo tie parasti var pārvadāt kravas, kas ir mazākas par to pašu svaru bez kravas.

11: MTOM un maksimālās kravnesības salīdzinājums dažādiem komerciāliem lidaparātiem



Stikla izturība pret sprādzienbīstamām slodzēm ir atkarīga no tā ražošanas procesa un ķīmiskā sastāva. Vairumā gadījumu tam raksturīgas lielas bojājumu variācijas mikroplaisu dēļ, kas cilvēka acij nav redzami. Visbiežāk sastopamās ir šādas trīs stikla kategorijas.

Atkausēts stikls. Tas ir viens no ekonomiskākajiem risinājumiem, un to iegūst, lēni un kontrolēti atdzesējot līdz istabas temperatūrai. Tā zemā stiepes izturība (nominālā vērtība: 45 MPa) padara to piemērotu logiem bez paaugstinātām drošības prasībām vai cilvēku klātbūtnes.

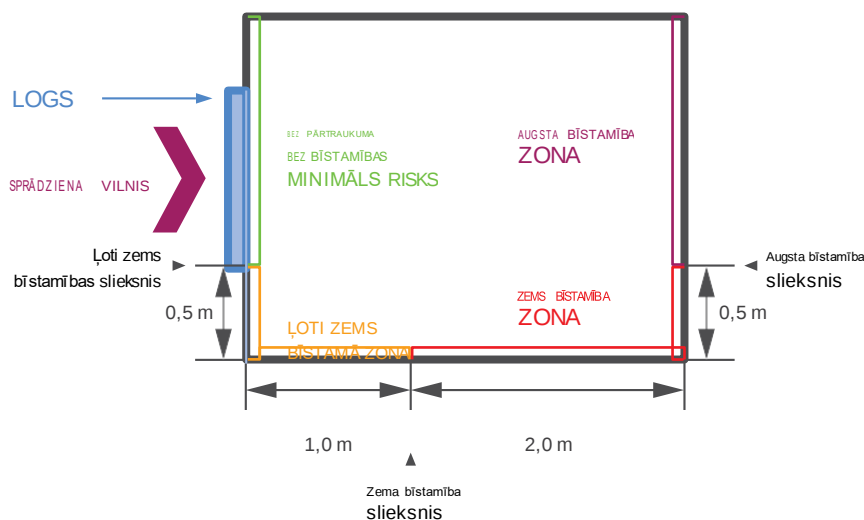
Termiski rūdīts stikls. Tam ir augstāka stiepes izturība (nominālvērtība: 75 MPa) nekā atkvēlinātam stiklam, jo tas tiek pakļauts specializētam karsēšanas un dzesēšanas procesam, kas ietver virsmas saspiešanu. Plūstot, iegūto fragmentu izmērs ir līdzīgs atkvēlināta stikla fragmentu izmēram.

Pilnībā rūdīts vai cietināts stikls. Ražošanas process ir līdzīgs termiski rūdīta stikla ražošanas procesam, taču tiek izmantots augstāks temperatūras diapazons, padarot to aptuveni četras līdz piecas reizes izturīgāku nekā atkvēlināts stikls (nominālvērtība: 120–200 MPa). Pēc ražošanas abas stikla rūs virsmas paliek zem spiedes atlikušajiem spriegumiem, un bojājuma gadījumā saražotie fragmenti ir mazāki un gludāki, kā rezultātā samazinās traumu risks.

Daudzi komerciāli pieejami risinājumi ir izstrādāti lietojumiem ar drošības prasībām, kuriem ir dažādas bīstamības pakāpes. Šīs pakāpes ir balstītas uz vadlīniju dokumentiem, piemēram, standartu ISO 16933:2007 un Amerikas Testēšanas un materiālu biedrības (ASTM) standartu F1642. Šajos divos standartos tiek izmantota vērtēšanas sistēma, kuras pamatā ir eksperimentāli rezultāti, kas iegūti arēnas testos (attēlā 12. attēlā), un saskaņā ar kuru saplaisājušam stiklojumam tiek piešķirta ļoti zema bīstamības pakāpe, ja tā būtiskās daļas atrodas līdz 1 m attālumā no to sākotnējās atrašanās vietas, savukārt zema bīstamības pakāpe tiek piešķirta, ja tās atrodas no 1 m līdz 3 m attālumā. 7. tabulā parādītas logu stiklojuma bīstamības pakāpes saskaņā ar šiem diviem standartiem. Tomēr šīs pakāpes neņem vērā saražoto stikla fragmentu ātrumu, formu un izmēru, un tās ir piemērojamas tikai konkrētām logu ģeometrijām. Atkarībā no ēkas izmantošanas un varbūtības...

Šāda uzbrukuma scenārija gadījumā atbildīgajai ieinteresētajai personai ir jānosaka esošā logu stiklojuma pieņemamība vai nepieciešamība pēc pastiprinājuma. Parasti ēkām, kurās atrodas cilvēki, stiklojums ar reakciju, kas ietilpst pirmajās trīs bīstamības kategorijās (t. i., nav plīsuma, nav apdraudējuma un ir minimāls apdraudējums), tiek uzskatīts par pieņemamu, savukārt reakcija, kas ietilpst kategorijā “augsta apdraudējuma”, ir nepieņemama. Pārējām divām apdraudējuma kategorijām pirms lēmuma pieņemšanas par stiklojuma pieņemamību ir jānosaka uzbrukuma sekas.

12. attēls: Stikla bīstamības novērtējumi arēnas testos (modificēts no ISO 16933:2007) un ASTM F1642)



7. tabula: Logu stiklojuma bīstamības novērtējumi saskaņā ar ISO 16933:2007 un ASTM F1642

ISO 16933:2007 ASTM F1642	
Bīstamības novērtējums	Definīcija
Nav pārtraukuma	Nav lūzuma.
Nav apdraudējuma	Lūzums, bet nav novērots bojājums vai fragmenti.
Minimāls risks	Nepietiekama vai nekāda pretestība draudiem. Nav politikas, vai politika nav pietiekami pārvērsta darbībā.
Ļoti zema bīstamība	Ievērojamas lauskas līdz 1 m attālumā aiz stikla aizmugurējās virsmas un līdz trim lauskas trāpa liecinieku panelim.
Zema bīstamība	Ievērojami fragmenti 1–3 m attālumā aiz stikla aizmugurējās virsmas un līdz pat 10 fragmentiem, kas trāpa liecinieku panelim.
Augsta bīstamība	Vairāk nekā 10 fragmenti trāpa liecinieku panelim.

Ēkas fasādes projektēšana, kas spēj izturēt sprādzienbīstamas slodzes, var būt neiespējama gan ekonomiskā, gan tehniskā ziņā. Tā vietā var pieņemt vieglākus pasākumus, kas spēj mazināt stikla plīsuma ietekmi. Piemēram, samazinot radīto fragmentu skaitu un ātrumu un līdz ar to traumu/nāves gadījumu iespējamību, palielinot minimālo iespējamo attālumu starp bīstamo bezpilota lidaparātu (UAS) un stikla fasādi. Turklāt konkrētajam gadījumam specifisks, uz scenāriju balstīts riska novērtēšanas process un detalizētāka izmaksu un ieguvumu analīze var atklāt nepieciešamo aizsardzības līmeni un izvairīties no pārāk projektētiem, dārgiem risinājumiem. Šādas procedūras laikā sprāgstvielas lādiņa izmērs,

Jādefinē potenciālais detonācijas punkts (ļaujot novērtēt sprādziena viļņa trieciena leņķi un attālumu līdz spridzeklim), loga rāmja tips un stikla izmēri/tips.

Divas galvenās iespējas, kā mazināt sprādziena ietekmi uz ēkas stiklojumu, ir:

- palielinot attālumu starp bezpilota lidaparātu (UAS), kas pārvadā sprāgstvielu, un ēkas norobežojošo konstrukciju;
- logu sistēmas pastiprināšana.

Attāluma palielināšana starp potenciālo detonācijas punktu un logu sistēmu ir sarežģīts uzdevums, īpaši jau esošajā infrastruktūrā. Daži no pasākumiem, ko var veikt, ir šādi (bet ne tikai):

- tīklu izmantošana ārpus ēkas fasādes, ārējo aizkaru fasāžu vai dubulto sienu sistēmu izmantošana, lai palielinātu potenciālā detonācijas punkta attālumu no ēkas virsmas;
- kritiski svarīgu inženierkomunikāciju slēpšana vai pārvietošana;
- ēkas iemītnieku pārvietošana prom no logiem;
- mainot rakstāmgaldus novietojumu, lai tie neatrastos tieši pie logiem, bet gan 90° leņķī, ko aizsargā sienas elementi.

Plašāka informācija par šādiem pasākumiem tiks sniegta turpmākajās sadaļās.

Nostiprinot logu sistēmu, jāņem vērā gan stiklojums, gan apkārtējais rāmis, lai padarītu tos izturīgākus pret sprādziena sekām. Nākamajās apakšsadaļās ir uzskaitīti daži no visbiežāk izmantotajiem risinājumiem, kas koncentrējas uz stikla fasādes nostiprināšanu vai radīto fragmentu iekļūšanas blakus telpā bloķēšanu.

3.3.1.1 Prettrieciena plēves

Triecienizturīgas plēves (PPL) ir populārs risinājums, jo tās ir viena no ekonomiskākajām un vienkāršākajām metodēm esošo atkvēlināto vai rūdīto logu stiklojumu izturības īpašību uzlabošanai. PPL sastāv no vienas vai vairākām polietilēna plēvēm, kas ar līmes palīdzību ir piestiprinātas stikla iekšpusei un sprādziena laikā spēj saturēt kopā radušās stikla šķembas. To aizsardzības spējas ir atkarīgas no vairākiem faktoriem, tostarp (bet ne tikai) līmes komponenta, stikla veida, loga izmēra, kā arī plēves izturības, biezuma un elastības.

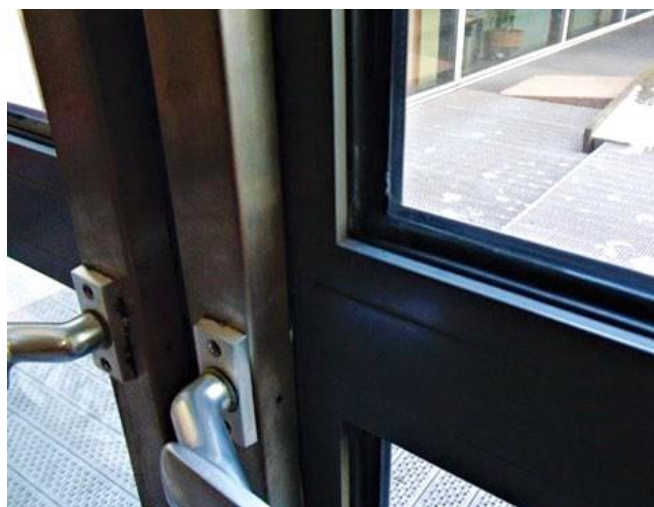
ASF plēves ir pieejamas dažādos biezumos. Biezākas iespējas tiek izmantotas lielām stikla rūtīm un/vai bieziem stikliem, lai palielinātu to mazināšanas potenciālu. Turklāt to efektīvāki lielā mērā ietekmē izmantotā uzklāšanas metode. Visbiežāk izmantotā un lētākā metode ir tā sauktā "dienasgaismas uzklāšana", kur plēve tiek uzklāta stikla iekšpusē, un tās izmērs atbilst loga rāmja izmēram (loga malās ir neliela dažu milimetru atstarpe uzstādīšanas nolūkos). Tas nozīmē, ka plēve netiek aptīta ap apkārtējā loga rāmja falcēm. Viens no šāda veida uzstādīšanas rezultātiem

ir tāds, ka sprādziena gadījumā visa stikla loksne var aizlidot blakus telpā kā viens objekts, jo radītās stikla lauskas satur kopā plēve. Ja iespējams, laba prakse ir uzstādīt ASF kā vienu gabalu, izvairoties no liela attāluma līdz malai dienasgaismas pielietojuma laikā. Parasti ASF dienasgaismas pielietojuma aizsardzības līmenis pret sprādzienbīstamu slodzi ir ierobežots. Tirgū ir pieejams specializēts stikls ar enkurošanas un malu noturēšanas sistēmām. Tie tiek piestiprināti pie loga rāmja (ja vien tas ir pietiekami izturīgs) un varētu noturēt bojāto plēvesstiklu savā vietā.

Alternatīvi, ASF plēvi var aptīt ap stikla malām, un šī procedūra ir gan laikietilpīga, gan sarežģīta, jo tā ietver stikla noņemšanu no rāmja. Cita uzstādīšanas iespēja ietver slapjo/sauso veidu, kur ASF malastiek piestiprinātas pie loga rāmja, izmantojot augstas stiprības hermētiķi (piemēram, silikonu). Šāds process ir dārgāks nekā dienasgaismas uzstādīšana, taču tas nav īpaši laikietilpīgs.

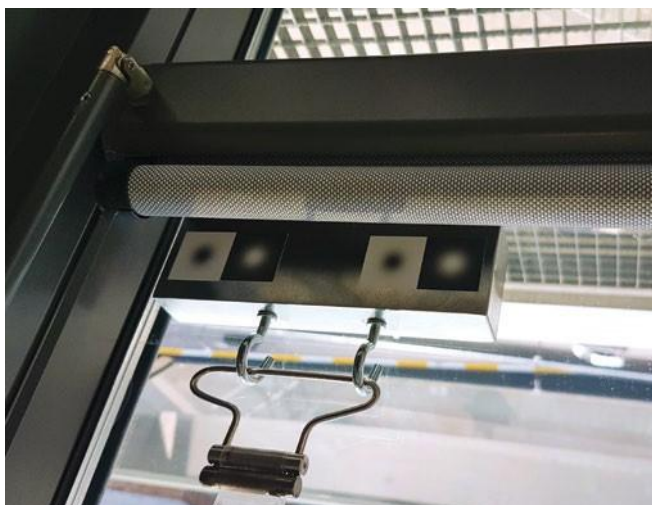
Alternatīvi, plēvi var piestiprināt pie rāmja, izmantojot mehāniskas sistēmas (piemēram, skrūves, sloksnes), un šis risinājums var nebūt estētiski pievilcīgs, jo stiprinājuma sistēma ir redzama. 13. attēlā parādīts slapjās/sausās uzstādīšanas metodes piemērs, kur trīsstūrveida silikona savienojums savieno ASF malas ar apkārtējo rāmi.

13. attēls: ASF plēve, kas piestiprināta pie apkārtējā loga rāmja ar silikona savienojuma palīdzību



Papildus aizsardzībai pret sprādzienbīstamām kravām, ASF var būt efektīvi arī pret ielaušanāsmēģinājumiem, izmantojot asus priekšmetus, nejaušiem triecieniem un vēja vētrām, un tie parasti ir aprīkoti ar ultravioletā (UV) starojuma aizsardzības īpašībām. To trieciena (nevis sprādziena) izturība ir sertificēta saskaņā ar Eiropas standartu (EN 12600:2002). Savukārt līmes veikspēju (piemēram, novecošanos) var novērtēt, veicot lobīšanās testu, kas saskaņā ar Nacionālās infrastruktūras aizsardzības centra (CPNI) vadlīnijām (CPNI EBP 10/13) ir procedūra, kas ietver ASF saķeres ar stiklu pārbaudi, pieliekot spēku šaurai plēves sloksnei, kā parādīts 14. attēlā.

14. attēls: Atdalīšanas tests līmes uzvedības novērtēšanai ASF vidē



Jāatzīmē, ka, lai gan ASF efektivitāti ietekmē dažādi parametri, ASF efektivitāte kombinācijā ar noteiktu stiklojumu (nevis visu logu) tiek pārbaudīta tikai sprādzieniem, kas notiek relatīvi lielos attālos (aprēķināti kā spridzekļa attāluma dalīšana ar sprāgstvielas svara kubsakni), kas pilnībā atšķiras no scenārija, kurā bezpilota lidaparāts (UAS) pārvadā sprādzienbīstamu ierīci blakus logam. Piemēram, 8. tabulā parādīta sprādzienbīstamā lādiņa/attāluma kombinācija, kādā tika eksperimentāli pārbaudītas divas komerciāli pieejamas ASF. Katras ASF veikspēja tika apstiprināta sprādzienos relatīvi lielos attālos (no 5,4 līdz 8,5 m/kg^{1/3}), kā rezultātā tika iegūtas unikālas pārspiediena impulsa vērtību kombinācijas. Salīdzināšanas nolūkos bezpilota lidaparāta (UAS) mērogotais attālums, kas pārvadā un detonē 0,5 kg vai 1 kg TNT 2 m attālumā no loga, ir attiecīgi 2,5 kg/m^{1/3} un 2,0 kg/m^{1/3}. Tas nozīmē, ka maksimālo pārspiediena impulsa vērtību kombinācija ievērojami atšķiras no tās, kādā tika testēta ASF.

Lai pārliecinātos, vai ASF atbilst vēlamajām sprādzienaizsardzības prasībām, jāņem vērā dati no tā eksperimentālās veikspējas. Tomēr eksperimentālie rezultāti parasti atbilst noteiktam mēroga attālumam, noteiktam stikla veidam un noteiktai loga ģeometrijai, kas var pilnībā atšķirties no pētāmā uzbrukuma scenārija raksturlielumiem. Īpaši mūsdienu fasādes parasti sastāv no liela izmēra logiem, savukārt ASF testi parasti tiek veikti ar mazākiem logu izmēriem; šī īpašība var radīt lielas neatbilstības attiecībā uz ASF veikspēju sprādziena slodzes apstākļos. Tiešs ekvivalents sprāgstvielu skaita salīdzinājums, kas atbilst līdzīgai ASF veikspējai daudz mazākos attālos no attāluma (kā tas ir bezpilota lidaparāta gadījumā, kas pārvadā IED ārpus loga), ir ļoti riskants, jo stikla plīšanas mehānisms var ievērojami atšķirties (atkarībā no loga mehāniskajiem parametriem un attāluma no attāluma/sprāgstvielas lādiņa svara kombinācijas). ASF veikspēju var neietekmēt galvenokārt tikai maksimālais pārspiediens vai maksimālais pozitīvais impulss, bet gan pārspiediena un impulsa kombinācija. Tomēr ir skaidrs, ka ASF sabojāsies ļoti maza sprāgstvielas lādiņa ietekmē, ko var viegli pārvadāt bezpilota lidaparāts (UAS), kas pieder pie "atvērtās" kategorijas. Tāpēc šādu plēvju aizsardzības līmenis parasti ir ļoti zems, un tās var radīt maldīgu drošības sajūtu attiecībā uz scenāriju, kurā bezpilota lidaparāta sistēma (UAS) pārvadā sprāgstvielu.

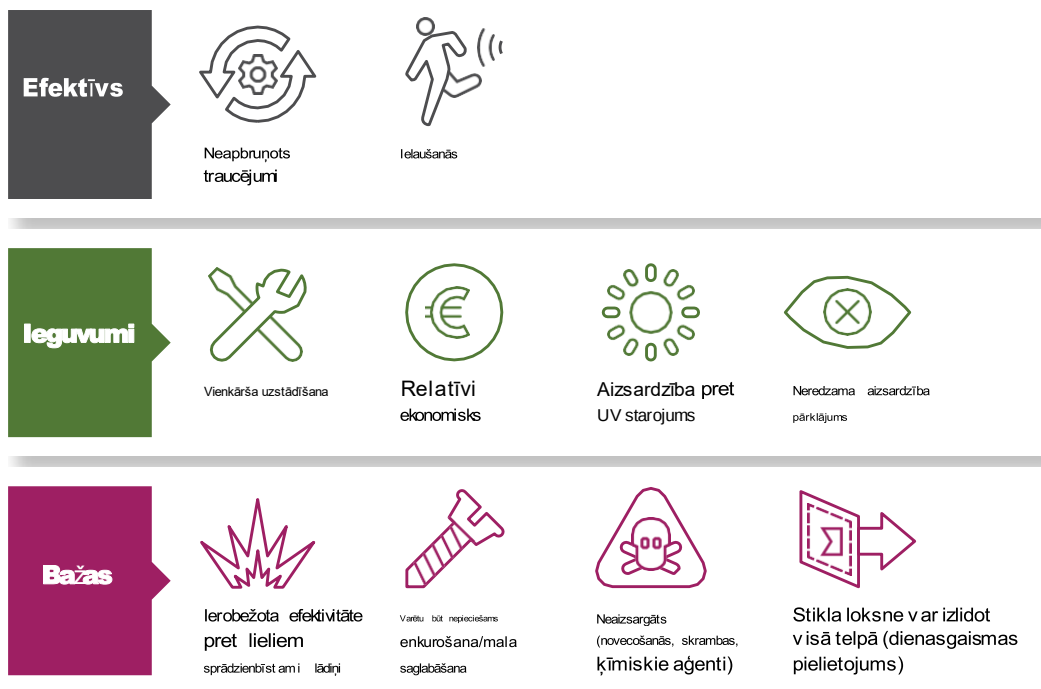
8. tabula: Eksperimentālo parametru piemēri, saskaņā ar kuriem divu veiktspēja tika novērtēti komerciāli pieejamie ACM

Aizsardzības veids	Stikla tips	Pielikums	Maksimālais (pārbaudīts) pārspiediens (kPa)	Maksimālais (pārbaudīts) impulss (kPa·ms)	Mērogots (pārbaudīts) attālums (m/kg) ^{1/3}
3M Scotchshield™ Ultra S800	6 mm atkvēlināts (vai 6 mm rūdīts)	3M trieciens Aizsardzības līme Sistēma	41,4	289,6	8,5 (70 kg pie 35 m)
	25 mm dubultā rūdīta stikla pakete (vai 6 mm dubultā rūdīta stikla pakete)		62,0	413,7	6,5 (80 kg pie 28 m)
Madiko drošības vairogs 800	6 mm atkvēlināts	Madiko FrameGard sistēma	63,4	444,9	6,46 (100 kg 30 m attālumā)
	6 mm atkvēlināts		88,1	543,2	5,38 (100 kg 25 m attālumā)

Visbeidzot, jāatgādina, ka ASF plašā izmantošana esošo fasāžu modernizācijā ir saistīta gan ar to vienkāršo uzstādīšanu, gan ar relatīvi zemu cenu, apvienojumā ar ierasto integrēto aizsardzību pret UV starojumu. Tomēr šādas plēves nav iestrādātas divos stikla slāņos, kā tas ir laminētā stiklā, kā apspriests nākamajā sadaļā, un to pakļaušana vides apstākļiem var izraisīt ātrāku materiāla novecošanos. Turklāt šī iedarbība padara tās neaizsargātas pret skrāpējumiem, ķīmiskiem līdzekļiem (piemēram, tīrīšanas līdzekļiem) un ārkārtēju karstumu, jo tās ir mazāk izturīgas nekā stikls. Ir pieejamas dažādas plēves, taču ir svarīgi rūpīgi izvēlēties produktus, kas spēj apliecināt savu veiktspēju ar atbilstošu dokumentāciju, vienlaikus saglabājot garantiju (pret plaisāšanu, lobīšanos, burbuļošanu, delamināciju, krāsas maiņu, izturības zudumu, plīsumiem utt.) vismaz 10 gadus pēc to uzstādīšanas.

15. attēlā sniegts pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros ASF parasti ir efektīvi, un norādīti daži to aspekti, kas jāņem vērā pirms to ieviešanas.

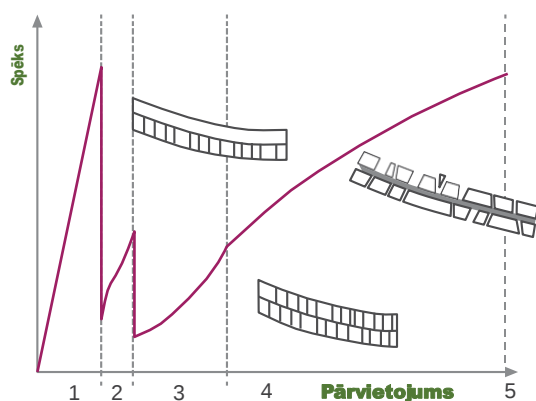
Pret plīstošām plēvēm



3.3.1.2 Laminēts stikls

Laminēts stikls, neskatoties uz augsto cenu, iegūst arvien lielāku popularitāti sprādzienbīstamu ēku stikla fasāžu projektēšanā, pateicoties tā augstajai efektivitātei. Tas sastāv no divām vai vairākām stikla loksēm, kas ir savienotas kopā ar polimēru starpslāņiem, piemēram, polivinilbutirālu, polimēriem. Laminēta stikla plīšanas laikā plēves starpslānis(-i) satur kopā bojātās stikla loksnes un neļauj tām sabrukt plīšanas gadījumā, jo izveidotie stikla fragmenti paliek pielipuši pie starpslāņa(-iem). 16. attēlā grafiski attēlots laminēta stikla rūs ar vienu starpslāni plīšanas mehānisms (Larcher et al. 2012). Kā redzams grafikā, pirmajā plīšanas fāzē laminēts stikls reaģē kā elastīga plāksne, līdzīgi kā monolīta rūs. Tomēr pēc tam, kad divas stikla loksnes ir saplīsušas, to fragmenti paliek pielīmēti pie starpslāņa, un laminēts stikls uzvedas kā membrāna, kas plīst tikai tad, kad starpslāņa savienojuma materiāls plīst.

16. attēls: Laminēta stikla ar divām stikla loksēm un vienu polimēru bojājumu mehānisms starpslānī



- 1. zona: Stikla lokšņu elastīgā uzvedība
- 2. zona: Pirmā stikla loksne saplīst (otrā stikla loksne un starpslānis ir neskarti)
- 3. zona: Otrā stikla loksne plīst (starpslānis ir neskarts)
- 4. zona: Starpslānis deformējas, iegūstot lielas deformācijas
- 5. punkts: Polimēru starpslānis neizdodas

Laminēts stikls kļūst izturīgāks, ja tiek izmantotas vairākas un/vai biezākas stikla rūtis un starpslāņi, kā tas ir ložu necaurlaidīgā stikla gadījumā, līdzīgi kā 17. attēlā redzamajā stiklā. Tāpat kā ložu necaurlaidīgā stikla gadījumā, laminēta stikla izmantošana kā modernizēšanas risinājums ir jāapvieno ar apkārtējā loga rāmja nostiprināšanu, lai ierobežotu visa loga izmešanas blakus telpā iespējamību izplatāmā sprādziena viļņa dēļ. Praktiski tas nozīmē, ka loga apkārtējais rāmis un tā savienojumi nedrīkst salūzt pirms laminētā stikla, lai novērstu visa rāmja priekšlaicīgu atdalīšanos no nesošās sienas. Ja logu sistēmai jāiztur liels spiediens, kā tas parasti ir nelielos attālumos, loga rāmi var piestiprināt pie apkārtējās sienas ar tērauda stieņiem, trosēm vai tērauda plāksnēm, kā aprakstīts vēlāk. Īpaša uzmanība jāpievērš arī rāmja uztvertajam stikla dziļumam (minimālais ieteicamais dziļums ir 1,5 cm) un izmantotā hermētiķa daudzumam.

17. attēls: Laminēts stikls ar pieciem polivinilbutirāla starpslāņiem un sešām stikla loksnēm



Laminēta drošības stikla klasifikācijai ir pieejami dažādi standarti atkarībā no dzēšamā uzbrukuma veida (piemēram, ballistiskais, manuālais vai sprādzienbīstamais). Klasifikācija tiek nodrošināta pēc tam, kad ir veikta fiziskā pārbaude atbilstoši dzēšamo materiālu mazināšanas vajadzībām, proti, svārsta testi stikla triecieniem (EN 12600:2002), tērauda lodīšu testi manuāliem uzbrukumiem (EN 356:1999), ballistiskie testi ložu necaurlaidīgam stiklojumam (EN 1063:1999) un sprādziena testi (triēciencaurules (EN 13123-1:2004) vai arēnas tests (EN 13123-2:2004)) sprādzienizturībai.

9. tabulā parādīti testa apstākļi, novērtējot sprādzienizturīgu stikla rūsū veiktspēju ēkām. Šo testu laikā loga rāmis tika aizstāts ar stingru metāla konstrukciju. Eksperimentos izmantotā stikla izmēri bija aptuveni 1 m^2 ($1,1\text{ m} \times 0,9\text{ m}$) un tika novietotas trieciena caurulē vai līdzīgā ierīcē, kas spēj radīt plakanu triecienviļni, kas izplatās 90° leņķī pret nostiprināto paraugu. Stikla rūtīm, kas ieguvušas vienu no šādām klasifikācijas kategorijām (ER1 līdz ER4), testa laikā noteikti nav bijuši nekādi "caurejoši" caurumi no to priekšpuses līdz aizmugurei vai atveres to nostiprināto malu tuvumā.

9. tabula:Stikla rūšu izturības pret sprādzienbīstamiem uzbrukumiem klasifikācija

Uzbrukuma veids	Standarta	Klasifikācija	Maksimāli atstarots pārspiediens (kPa)	Pozitīvi atspoguļots impulss (kPa·ms)
FN 13541		ER1	$50 \leq P_r < 100$	$370 \leq i_{r+} < 900$
		ER2	$100 \leq P_r < 150$	$900 \leq i_{r+} < 1\,500$
		ER3	$150 \leq P_r < 200$	$1\,500 \leq i_{r+} < 2\,200$
		ER4	$200 \leq P_r < 250$	$2\,200 \leq i_{r+} < 3\,200$

9. tabulā ir aprakstītas tikai sprādziendrošu stikla rūšu klasifikācijas prasības, savukārt visas logu sistēmas izturības pret sprādzieniem novērtēšanai jāizmanto cits standarts, lai izvairītos no scenārija, kad visa sistēma tiek ietiekta ēkā. Šīs eksperimentālās procedūras var veikt, izmantojot trieciencaurules (EN 13123-1: 2004) vai arēnas testus (EN 13123-2: 2004).

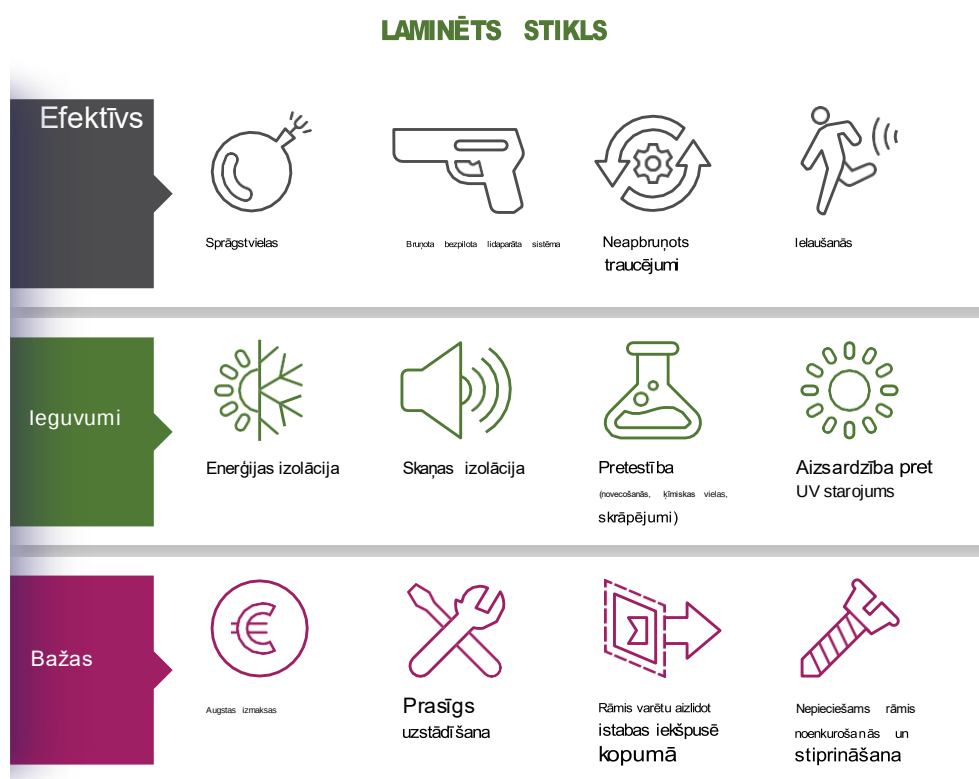
10. tabulā ir parādīti testa apstākļi un veikspējas klasifikācijas līmeņi, kas garantē, ka netiek novērota perforācija un neviena detaļa vai rāmis netiek izmests no to aizmugurējās virsmas. Tiek uzsvērts, ka daudzos gadījumos loga rāmis ir visas logu sistēmas vājākā daļa, tāpēc pirmsstiklojuma pastiprināšanas ir jānodrošina apkārtējā rāmja atbilstība.

10. tabula:Logu sistēmu izturības pret sprādzienbīstamiem uzbrukumiem klasifikācija

Uzbrukuma veids	Standarta	Klasifikācija	Maksimāli atstarots pārspiediens (kPa)	Pozitīvi atspoguļots impulss (kPa·ms)
Uzbrukums ar sprāgstvielas (logs sistēma)	EN 13123-1 (šoka caurule)	EPR1	$50 \leq P_r < 100$	$370 \leq i_{r+} < 900$
		EPR2	$100 \leq P_r < 150$	$900 \leq i_{r+} < 1\,500$
		EPR3	$150 \leq P_r < 200$	$1\,500 \leq i_{r+} < 2\,200$
		EPR4	$200 \leq P_r < 250$	$2\,200 \leq i_{r+} < 3\,200$
	Standarta	Klasifikācija	Lādiņa masa (kg)	Atstāt pretī attālums (m)
	EN 13123-2 (arēnas tests)	EXR1	3	5.0
		EXR2	3	3.0
		EXR3	12	5.5
		EXR4	12	4.0
		EXR5	20	4.0

Laminētajam stiklam raksturīgas arī noteiktas ar drošību nesaistītas īpašības, jo tas ir izturīgs pret UV starojumu un var efektīvi bloķēt lielāko daļu kaitīgā starojuma, savukārt stikla rūšu klātbūtne abās pusēs garantē, ka polimēra starpslānis nesaskaras ar vidi, novēršot krāsas maiņu vai plīsumus. Tas nozīmē, ka tā kalpošanas laiks ir ilgāks nekā ASF, tāpēc tā augsto cenu varētu kompensēt ilgāks kalpošanas laiks.

Turklāt, pievienojot dažādas atstarojošas pārklājumus starp stikla rūšīm, var ievērojami samazināt ēkas enerģijas patēriņu gaisa kondicionēšanas ziņā. Var samazināties arī nevēlama istroksņa līmenis, jo laminētais stikls, pateicoties tā ģeometriskajām īpašībām, kas sastāv no vairākām stikla loksnēm un starpslāņiem, var darboties kā skaņas izolācijas barjera. 18. attēlā ir apkopota uzbrukuma taktika, saskaņā ar kuru laminētā stikla izmantošana ir efektīva, un ir aplūkoti vairāki apsvērumi, kas jāņem vērā pirms tā pieņemšanas kā risinājuma.



Laminētā stikla loga vai fasādes komponenta sprādziendrošības līmenis ir ārkārtīgi svarīgs drošības un aizsardzības projektēšanas nolūkos, un vairumā gadījumu to nosaka, izmantojot sarežģītu eksperimentālu analīzi, ko atbalsta galīgo elementu skaitliskie modeļi. Šie eksperimentālie testi parasti tiek veikti tālā lauka apstākļos, kas neatbilst bezpilota lidaparāta (UAS) tuvā lauka gadījumam, kad sprāgstvielu lādiņš atrodas loga tuvumā. Kā atzīmēja Bedons et al. (2023), tuvā lauka apstākļos laminētā stikla logi ir ļoti jutīgi pat pret nelieliem lādiņiem, savukārt tālā lauka eksperimentos novērtētajam veiktspējas vērtējumam tuvā lauka gadījumā nevar pilnībā uzticēties, jo atteices mehānisms var būt atšķirīgs. Tas nozīmē, ka šādu risinājumu projektēšanas laikā ir jāpievērš īpaša uzmanība, lai garantētu vēlāmā aizsardzības līmeņa sasniegšanu.

3.3.1.3 Notveršanas sistēmas

Šādas sistēmas ir paredzētas, lai neļautu bojātam stiklam vai visam logam iekļūt ēkā, tādējādi mazinot to bojājumu sekas. Tās var iedalīt divās plašās kategorijās: tās, kas parasti tiek uzstādītas kombinācijā ar citām aizsargsistēmām, un tās, kas ir efektīvas arī kā atsevišķi risinājumi. Pirmās ietver stieņus, troses un citas stiprināšanas sistēmas, kas parasti tiek kombinētas ar kādu no iepriekš aprakstītajiem stikla veidiem (parasti ASF), bet otrās ietver aizkarus un tīklus. Abas šīs sistēmas (t. i., aizkarus un tīklus) galvenokārt izmanto, ja ir ļoti augstas drošības prasības, jo to uzstādīšana var samazināt logu caurlaidību, kas var būt nepieņemami, ja tas nav pienācīgi pamatots.

Stieņi/troses/enkurošanas sistēmas. Šo sistēmu uzstādīšana parasti tiek apvienota ar ASF vai laminētā stikla klātbūtni, lai palielinātu kopējā risinājuma efektivitāti, ja bojātās stikla rūtis tiek atdalītas no loga rāmja vienā gabalā. Loga rāmja iekšpusē tiek noenkurotas stingras fiksācijas stieņi un novietoti horizontāli un/vai vertikāli, lai apturētu stiklojumu.

no izlidošanas blakus telpā. Var izmantot arī vienu stingru stieni un novietot to atveres viduspunktā, lai bojātais stiklojums aptītu to, ja tas atdalās no rāmja, kamēr to joprojām satur starpslānis vai iekšējās plēves. Izšķirošs parametrs šādu stieņu konstrukcijā ir to stiprinājums pie loga rāmja, jo tam jābūt pietiekami izturīgam, lai izturētu radītos sprādziena spēkus, jo stingrās sistēmas uzkrāj lielu enerģijas daudzumu pat tad, ja bezpilota lidaparāti pārvadā relatīvi nelielus sprādzienbīstamus lādījumus. Tā rezultātā nesošajai konstrukcijai (piemēram, apkārtējai sienai) jāspēj ierobežot radītos spēkus, nesabojājoties.

Troses un citi līdzīgi elastīgi risinājumi (pieejamas arī elastīgas uztvērējstieņi) ir paredzēti, lai absorbētu enerģijas daudzumu, kas tiek pārraidīts uz sistēmu pēc stiklojuma trieciena. Pateicoties to elastībai, troses var pielāgot dažādām logu ģeometrijām. Tās var arī kombinēt ar triecienu absorbējošām ierīcēm, lai palielinātu sistēmas enerģijas absorbēšanas spēju. Šīs ierīces var apsvērt, ja logu rāmji ir relatīvi vāji, lai daļa trieciena enerģijas tiktu absorbēta ierīcē, tādējādi samazinot loga rāmja pretestības prasības (kas būtu augstākas stingru savienojumu gadījumā). Sprādziena raksturlielumi, proti, bezpilota lidaparāta transportētā sprādzienbīstamā lādiņa svars un detonācijas punkta attālums no stikla fasādes, tiek izmantoti, lai novērtētu šādu sistēmu konstrukcijas parametrus, tostarp trošu diametru, to stiprinājumus un atstarpes starp tām.

19. attēls: Stingras stieņu uztvērēja sistēmas piemērs (pa kreisi) (avots: Apvienoto Nāciju Organizācijas departaments)

Drošības un aizsardzības nodaļa (UNDSS), Fiziskās drošības nodaļa) un elastīga kabeļu fiksācijas sistēma (pa labi) (avots: Window Gard BV)



Aizkari/tīkli. Atšķirībā no iepriekšējās kategorijas, šīs sistēmas var izmantot vai nu kā atsevišķus aizsardzības risinājumus, vai arī kopā ar ASF vai laminētu stiklu (ķeršanas tīkli parasti tiek kombinēti ar citiem pasākumiem). To galvenais mērķis ir uztvert jebkādas lidojošas stikla lauskas vai rāmja daļas, kas rodas loga plīsuma rezultātā izplatoties sprādziena vilnim. Parasti tāstiekuzstādītas aiz ēkas fasādes, un to stiprinājumiem jābūt pareizi projektētiem. Tās neaptur stikla lauku lidošanu blakus telpā, bet tās spēj ierobežot to pārvietojamo attālumu pēc plīsuma, tādējādi ievērojami samazinot traumu risku iemītniekiem. Sprādziena aizkari parasti tiek izgatavoti no elastīga poliestera materiāliem un tiek fiksēti tikai atveres augšpusē. To uzstādīšana garantē atbilstošu sprādziena viļņa ventilāciju, jo tie nav uzstādīti loga sānos vai palodzes. Ir skaidrs, ka šādi aizsargaizkari jāatstāj paredzētajā vietā, un, ja tie tiek atstumti no ēkas iemītniekiem, tie zaudē savu mazināšanas spēju. Tomēr, tā kā tie nav piestiprināti loga sānos vai palodzes, tas nozīmē, ka tos var viegli noņemt tīrīšanas nolūkos vai drošības apsvērumu dēļ (piemēram, ugunsgrēka gadījumā). To materiāla veids un krāsa lielā mērā ietekmē telpā ieplūstošās gaismas daudzumu, tāpēc tos var izvēlēties, ņemot vērā interjera dizaina vajadzības. Savukārt tīkli ir izgatavoti no tērauda vai poliestera virvēm, kas parasti tiek piestiprinātas pie visa loga rāmja perimetra. Tie var būt ļoti efektīvi lielāku stikla daļu noturēšanā, taču to veikspēja parasti ir slikta, ja rodas mazākas stikla šķembas, kas norāda, ka tie jāapvieno ar ASF uzstādīšanu.

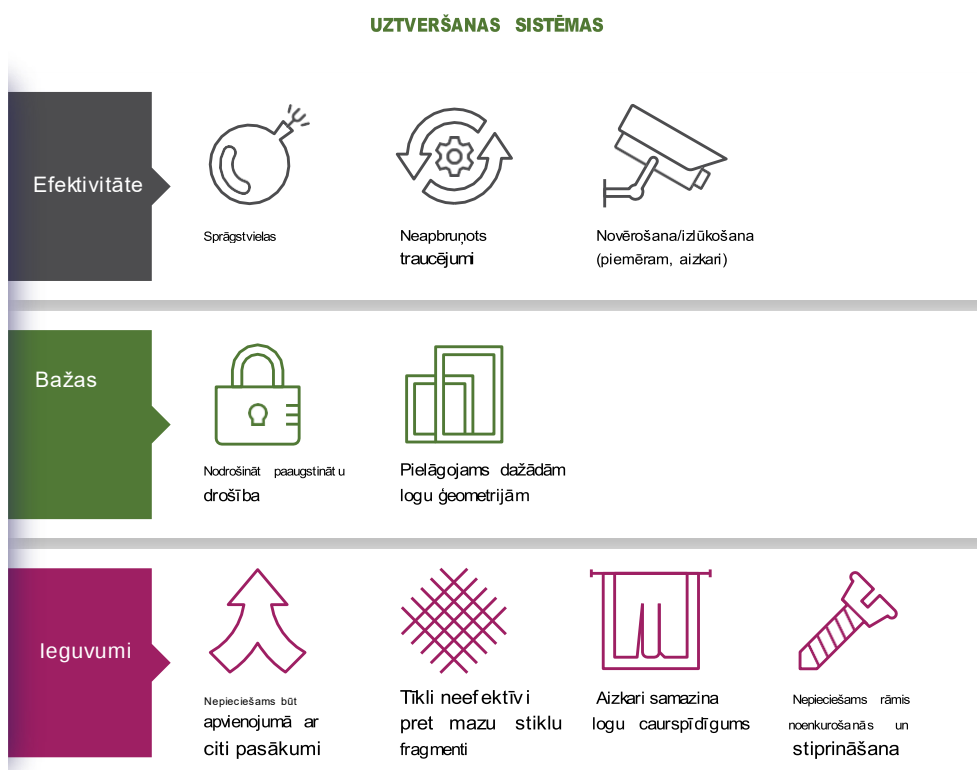


Lai gan tie ir populāri sprādzienu mazināšanas risinājumi, kas tiek izmantoti paaugstinātu drošības prasību laikā, to darbība un uzstādīšana netiek regulēta ar īpašiem standartiem, piemēram, stiklojuma gadījumā, bet gan ir risinājumi, kas izstrādāti, izmantojot labāko praksi un gūtās atziņas. Viens no galvenajiem elementiem, kas rūpīgi jāprojektē, ir to nostiprināšana, jo tiem ir jāabsorbē lieli spēki, kas rodas stiklojuma vai loga bojājuma dēļ (pat neliela daudzuma sprāgstvielu gadījumā, kas atrodas nelielos attālumos, kā tas ir bezpilota lidaparātu (UAS) transportētu IED gadījumā). Ja iespējams, troses un stieņi jāpiestiprina pie ēku izturīgākajiem konstrukcijas elementiem, piemēram, sijām, kolonnām un plātnēm. Turklāt logu rāmjus var tieši piestiprināt pie betona plātnēm vai ēkas perimetra sijām (sadales sijām), lai radītie reakcijas spēki nebūtu jāiztur apkārtējām sienām. Kā minēts PSU informatīvajā biļetenā (UNDSS, 2021), jāņem vērā šādi ieteikumi:

- stieņu/kabeļu atstatumam jābūt aptuveni 0,5 m horizontāli un/vai vertikāli;
- masīvi tērauda stieņi ar 12 mm diametru un 50 kN stiepes izturību, kuru galos ar četrām skrūvēn sametināta 5 mm bieza, taisnstūrveida vai apaļa (10 × 10 cm) plāksne;
- tērauda stieplu troses ar vismaz 6 mm diametru un 25 kN stiepes izturību, vēlams, izgatavotas no neliela skaita lielu stieplu;
- enkurošana pie betona sienām (un armēta mūra, ja tas ir pietiekami izturīgs) jāveic, izmantojot nerūsējošā tērauda enkurus ar vismaz 8 mm diametru un 10 cm garumu;
- stiprinot pie sienām, kas nav izgatavotas no betona (piemēram, mūra, cementa blokiem), enkuriem ir jāšķērso sienu, un to ārsienas virsmā jābūt aprīkotam ar 5 mm biezu metāla plāksni (izmēri 15 × 15 cm).

21. attēlā sniegts pārskats par to, kāda veida ķeršanas sistēmas ir efektīvas pret ar bezpilota lidaparātiem (UAS) saistītu uzbrukuma taktiku, un norādīti daži apsvērumi attiecībā uz to izmantošanu.

21. attēls: Pret bezpilota lidaparātu vadītām ķeršanas sistēmām izmantoto efektivitāte un apsvērumi uzbrukuma taktika

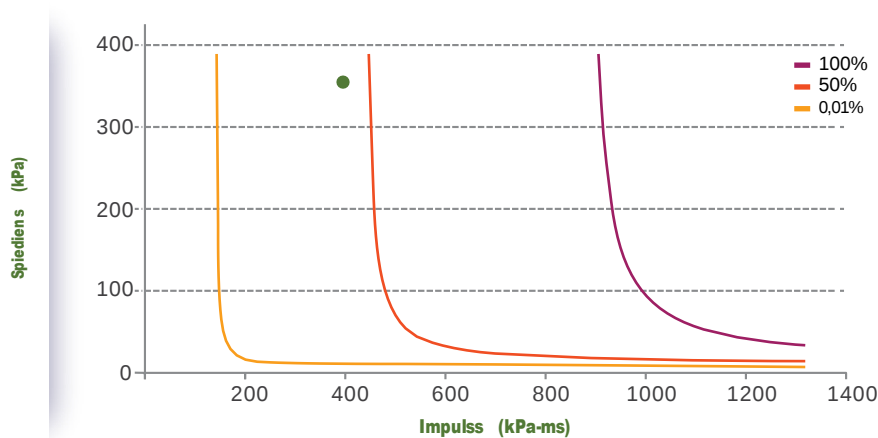


3.3.1.4 Apkārtējās/nesošās sienas

Sprādziena novērtējuma laikā ēkas apkārtējās sienas parasti netiek ņemtas vērā, jo tiek uzskatīts, ka tās spēj izturēt radīto sprādziena vilni. Tā kā sprāgstvielu skaits, ko var pārvadāt ar bezpilota lidaparātu (UAS), vairumā gadījumu ir relatīvi ierobežots, apkārtējās sienas sabrukšanas varbūtība ir maza. Ja pārbaudītajā uzbrukuma scenārijā ir paredzēts palielināts transportētā lādiņa svars (> 5 kg TNT ekvivalenta), īpaša uzmanība var būt nepieciešama vājām, nepastiprinātām mūra sienām, alumīnija vai citiem nepastiprinātiem apšuvuma veidiem, kas var sabrukt vai tikt caurdurti lielos sprādzienos. Piemēram, 22. attēlā parādīta 0,7 mm bieza tērauda paneļa apšuvuma caurduršanas varbūtība pēc 4 kg TNT sprādziena, kas novietots 2 m attālumā no tā virsmas, kas ir aptuvenais minimālais attālums no karājošā UAS. Rezultāti ir JRC BLADE rīka rezultāts.² (pamatojoties uz spiediena-impulsa diagrammām), un var redzēt, ka plātnes perforācijas varbūtība ir vienāda ar 60%. Līdz ar to gadījumos, kad jutīgi materiāli vai cilvēki atrodas tieši blakus potenciālajam detonācijas punktam, atkarībā no uzbrukuma scenārija, apkārtējie tērauda paneļi var būt jāpastiprina (vai jutīgie materiāli/cilvēki jāpārvieto tālāk no apkārtējās sienas).

² Skatīt <https://counterterrorism.ec.europa.eu/>

2:0,7 mm bieza tērauda paneļa perforācijas varbūtība pēc sprādziena
4 kg TNT, kas atrodas 2,0 m attālumā no tā virsmas (avots: JRC BLADE rīks)



Saskaņā ar 22. attēlā redzamo grafiku, JRC BLADE rīku var izmantot, lai veiktu sākotnējus novērtējumus par dažādu veidu ārsienu caurduršanas varbūtību. Nākamajā tabulā ir sniegti aprēķini, kas iegūti, izmantojot šo rīku. Tiek pieņemts, ka ļaunprātīgā bezpilota lidaparāta (UAS) sastāvā ir sprāgstošā trotila ierīce un tas atrodas viena vai divu metru attālumā no sienas virsmas. Tiek novērots, ka sienas caurduršanas varbūtība parasti ir maza nelielu sprāgstvielu kravu gadījumā, bet var ievērojami palielināties lielāku sprāgstvielu gadījumā un ja ārsiena ir izgatavots no zemas izturības materiāliem.

Sprādzienbīstamās ierīces izmērs, ko katra bezpilota lidaparāta (UAS) varētu pārvadāt "atvērtajā" kategorijā, ir novērtēts, izmantojot 11. attēlā sniegtos datus.

11. tabula: Ārējās sienas perforācijas varbūtība, kas novērtēta ar JRC spridzināšanu
novērtēšanas rīks

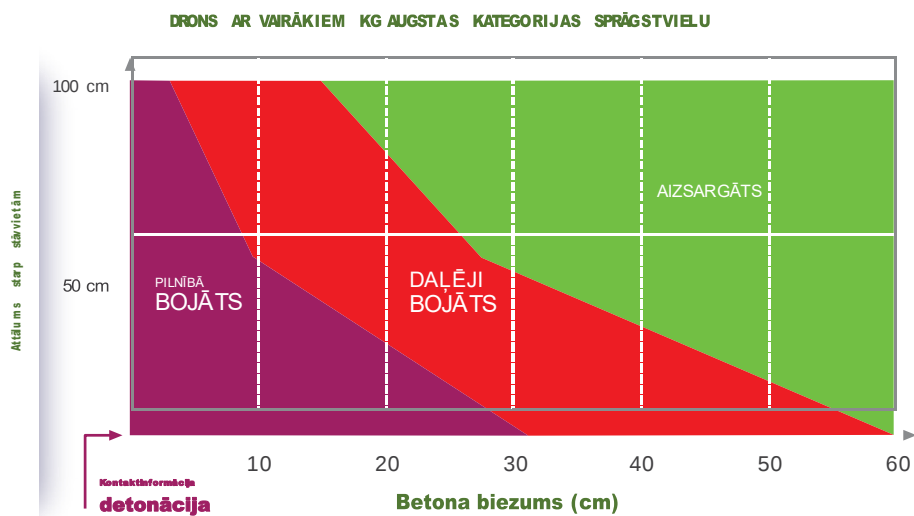
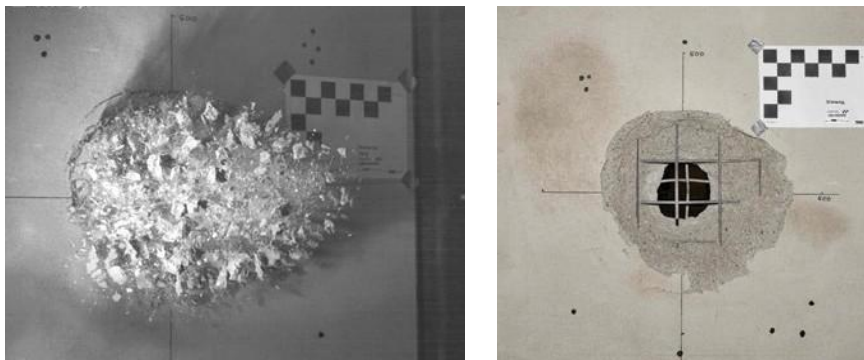
Ārējās sienas tips	Bezpilota lidaparāta attālums no sienas	UAS-A2 apakškategorija (Maksimālā maksimālā masa < 4 kg)		UAS-A3 apakškategorija (Maksimālā maksimālā masa < 25 kg)	
		Derīgā slodze (attiecībā uz 11. attēlu)			
		VIDĒJS	AUGSTS	ZEMS	VIDĒJI ZEMS
Nestiegrots ķieģelis	1 m	10–20 %	40–60 %	50–70 %	> 70%
	2 m	<5%	10–20 %	10–20 %	> 70%
Nestiepts betona bloki	1 m	5–10 %	10–20 %	10–20 %	10–20 %
	2 m	<5%	<5%	5–10 %	10–20 %
Dzelzsbetons (10 cm)	1 m	<5%	<5%	10–20 %	10–20 %
	2 m	<5%	<5%	<5%	10–20 %
Tērauda panelis (1,2 mm)	1 m	<5%	5–10 %	10–20 %	20–30 %
	2 m	<5%	<5%	<5%	10–20 %
Tērauda panelis (0,7 mm)	1 m	5–10 %	30–40 %	50–70 %	> 70%
	2 m	<5%	5–10 %	5–10 %	50–70 %

Izveidoto ārsienas fragmentu ierobežošanu var veikt, uzklājot iekšējo (un potenciāli ārējo) polimēru pārklājumu vai modernizējot ģeotekstila audumu, jo tiem raksturīga elastīga daba un uzlabotas deformācijas spējas. Neviens no risinājumiem nestiprina sienu, bet gan spēj ierobežot iespējamo grūžu izplatīšanos apdzīvotajā telpā.

3.3.1.5 Augšējā stāva plāne

Parasti ēku augšējo stāvu plātnes ir projektētas, lai izturētu dzīvās un nedzīvās slodzes (un reizēm nejaušas slodzes), ar kurām tās var saskarties to kalpošanas laikā. Pat īpaši aizsargātās ēkās, piemēram, valdības ēkās un vēstniecībās, kur pastāv ticami uzbrukuma draudi, izmantojot sprāgstvielas, augšējo stāvu/jumta plātnes parasti netiek pakļautas papildu sacietēšanai. Tas ir saistīts ar faktu, ka tradicionāli uzbrukuma scenārijos ar sprādzienbīstamu ierīci potenciālais detonācijas centrs atrodas zemes līmenī, jo aplūkotsais pārvietošanās līdzeklis parasti ir vai nu cilvēks, vai transportlīdzeklis. Tas rada lielu attālumulīdz sprāgstvielai, kā rezultātā no jumta jāiztur relatīvi mazas slodzes. Tomēr drona iespējamā izmantošana sprādzienbīstamas ierīces nogādāšanai ēkas augšējo stāvu nozīmē, ka plātnes var saskarties ar lokalizētu ārkārtēju slodzi, kas var izraisīt lokalizētus bojājumus un caurduršanu, un tas var būt nepieņemami, ja šādās vietās atrodas jutīgas zonas. Lai gan šāda plātnes detonācija no tuvuma (vai kontakta) neizraisīs pakāpenisku sabrukšanas mehānismu, radītie fragmenti var izraisīt plašus ievainojumus, kas zem jumta esošajiem cilvēkiem varētu izrādīties pat letāli, kā parādīts 23. attēlā. Tajā pašā attēlā parādīta betona plātnes veiktspēja pēc vairāku kg augstas kvalitātes sprāgstvielu detonācijas saistībā ar sprāgstvielas attālumu no plātnes virsmas un plātnes biezumu. Tiek norādīts, ka metāla klāji, kas parasti izgatavoti no auksti formētām gofrētām tērauda loksņēm, ir ļoti neaizsargāti pret lokalizētām sprādzienbīstamām slodzēm, jo to enerģijas absorbcijas potenciāls ir ierobežots.

23. attēls: Betona plātnes perforācijas piemērs, detonējot vidēju daudzumu TNT 20 cm attālumā no tās virsmas (augšpusē) (avots: Morics Hupf auf s, Bundesvēra Universitāte Minhenē), un plātnes veiktspēja, detonējot vairākus kg augstas kvalitātes sprāgstvielu (apakšpusē).



Ir pieejamas vairākas iespējas plātņu (vai citu konstrukcijas elementu) nostiprināšanai vietās, kas tiek uzskatītas par neaizsargātām. Viegli piemērojama un ekonomiska metode esošajām betona plātnēm ir uzklāt papildu augstas stiprības betona slāni virs vecās plātnes un palielināt tā biezumu. Ja šī slāņa papildu svars nav vēlams, jo tas varētu ietekmēt plātnes konstrukcijas stabilitāti, pastāv vieglas alternatīvas, kas nodrošina nepieciešamo aizsardzību, būtiski nepalielinot plātnes svaru. Vēl viena dzelzsbetona plātnes nostiprināšanas metode ir metāla plākšņu pievienošana, kas izgatavotas no tērauda, alumīnija sakausējumiem un titāna. Tērauda plākšņu aizsardzības līmenis parasti ir augstāks nekā titāna vai alumīnija plāksnēm, taču tērauda blīvums rada ievērojamu papildu konstrukcijas svaru. Titānu var apsvērt, ja svars ir problēma, taču tam ir augstākas izmaksas un tā metināšana ir sarežģītāka.

Savukārt alumīnija sakausējumiem ir nepieciešams lielāks biezums, lai nodrošinātu tādu pašu aizsardzības līmeni kā tēraudam, taču tiem ir labas metināšanas iespējas. Konstrukcijas aizsardzības līmeņa palielināšanai var izmantot arī polimēru matricas kompozītmateriālus (piemēram, Kevlaru) slāņotu plākšņu veidā, taču to pielietošana var būt dārga. Turklāt var izmantot keramiku, ko parasti izmanto šāviņu izturībai, taču to parasti kombinē ar metāla vai polimēra pamatplāksni, kas darbojas kā papildu slānis, lai apturētu radīto fragmentu saplīšanu.

Kā jau minēts, potenciālas bezpilota lidaparāta (UAS) transportēšanas attāluma palielināšana no ēkas norobežojošām konstrukcijām ir viena no efektīvākajām sprādziena sekū mazināšanas metodēm, lai gan, ja to nevar garantēt, var izmantot vairākus no iepriekšminētajiem materiāliem ar enerģijas absorbcijas spējām. Kontakta detonācijām var būt nepieciešams izmantot materiālus ar lielāku absorbcijas potenciālu, lai samazinātu caur plātnēm pāraidītās enerģijas daudzumu un mazinātu iespējamās ievainojumus no sadrumstalotības. Pastāvīgi tiek attīstītas arī lamināta konstrukcijas, kas apvieno dažādus materiālus, un tās spēj apvienot dažādu materiālu priekšrocības, lai nodrošinātu optimālu aizsardzības līmeni.

3.3.2 Tīkls/žogi

Pretdronu tīklu un žogu galvenais mērķis ir izveidot norobežojumu un aizliegt neatļautu dronu iekļūšanu aizsargājamās teritorijas teritorijā, vienlaikus garantējot minimālu attālumu no potenciāli ļaunprātīgas kravas līdz teritorijas perimetram vai ēkas norobežojošajai konstrukcijai. Tīklus un žogus var viegli pielāgot dažādiem platību izmēriem un efektīvi izmantot dažādās vietās, tostarp (bet ne tikai) stadionos, cietumos, universitātēs, ātrajos un pagalmos.

- Žogi ir stingra rakstura (parasti izgatavoti no tērauda stieple sietā), kas apgrūtina to uzstādīšanu, un, kombinējot atbilstošus detektorus, tie spēj nodrošināt paaugstinātu aizsardzību pret tuvojošajiem bezpilota lidaparātiem (UAS). Tomēr to uzkrītošais izskats padara tos mazāk populārus ieinteresēto personu vidū, kuras parasti dod priekšroku diskrētākiem risinājumiem, kas nerada ierobežojuma sajūtu.
- Tīkli, tie ir viegli uzstādāmi, lēti un nodrošina labu redzamību caur savu sietu, jo tie ir mazāk redzami nekā žogi. To elastība nozīmē, ka bezpilota lidaparāta avārijas gadījumā tīkls piedzīvos lielu deformāciju un radušais spēks tiks sadalīts lielākā platībā. Tie ir izgatavoti no dažādiem materiāliem, piemēram, neilona, polipropilēna, poliestera, nerūsējošā tērauda vai pat kevlarā, un var būt mezglioti vai bez mezgliem.

Palielinot jaunprātīgas bezpilota lidaparāta (UAS) attālumu no tā potenciālā mērķa, šādas sistēmas garantē radušos sekū ierobežošanu, ko var vēl vairāk mazināt, ieviešot vieglākus un lētākus pasākumus. Piemēram, palielinot minimālo attālumu starp bezpilota lidaparātu (UAS), kas pārvadā IED, un logu vai plātņi, radušos sprādziena parametri tiek eksponenciāli samazināti (Karlos un Solomos, 2013). Līdz ar to prasības stiklojumam vai plātnes stiebrojumam būs ievērojami zemākas, un līdz ar to arī attiecīgās izmaksas. Tāpat var ieviest tīklus vai līdzīgus pasākumus, lai palielinātu attālumu starp kaitīgu sūtijumu (piemēram, CBRN ierīci) un HVAC sistēmas ārējām gaisa ieplūdes atverēm, tādējādi samazinot iekšējā piesārņojuma risku no šāda ieroča. HVAC ieplūdes atveres, ja iespējams, jānovieto uz slīpas virsmas, lai priekšmeta novietošana nebūtu iespējama, jo tas līdētu prom no apvalka virsmas.

24. attēls: Pretdronu žoga (pa kreisi) un nerūsējošā tērauda tīkla (pa labi) izvēšanas piemēri risinājumi



Auklas diametrs tiek izvēlēts atkarībā no ienākošā drona stipruma un ātruma, savukārt tīkla acu izmēram jāatbilst tā paredzamajam izmēram. Bezpilota lidaparāti (UAS), ko var izmantot noklausīšanās vai izlūkošanas nolūkos, parasti ir mazāki (piemēram, minidroni) nekā tie, ko var izmantot priekšmetu pārvadāšanai, tāpēc acu izmērs ir jāpielāgo atbilstoši, sākot no 45–50 mm pirmajā gadījumā līdz 120–160 mm otrajā gadījumā. Parasti tīkli, ko izmanto šim nolūkam, ir ugunsdroši un tos var ievilkt, ja nepieciešams.

Tie parasti ir piestiprināti pie perimetra stiepļu troses, stieņa vai caurules, kas savukārt ir piestiprināta pie pamatā esošās konstrukcijas, izmantojot specializētus turētājus un savienotājus. Savienotājiem ir jāspēj izturēt radīto spēku bezpilota lidaparāta avārijas gadījumā un droši pārņemt to uz konstrukciju. Žoga/tīkla attālums no aizsargājamās zonas var būt rūpīgi jāizvēlas, lai līdz minimumam samazinātu potenciāli bīstamas slodzes sekas. Piemēram, izmantotā tīkla attālums no ēkas fasādes nosaka arī potenciālā IED detonācijas centra attālumu un līdz ar to radītā sprādziena viļņa ietekmi uz ēkas norobežojošo konstrukciju un tās iedzīvotājiem. 25. attēlā sniegts pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros žogus/tīklus var efektīvi izmantot, un norādīti vairāki apsvērumi, kas jāņem vērā pirms to izmantošanas.

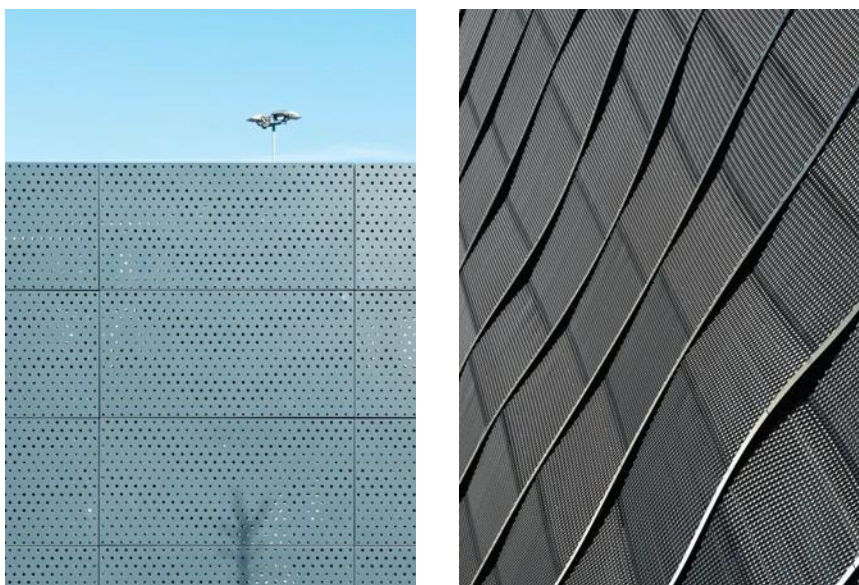
ŽOGI / TĪKLI



3.3.3 Ēkas ārējās apšuvums

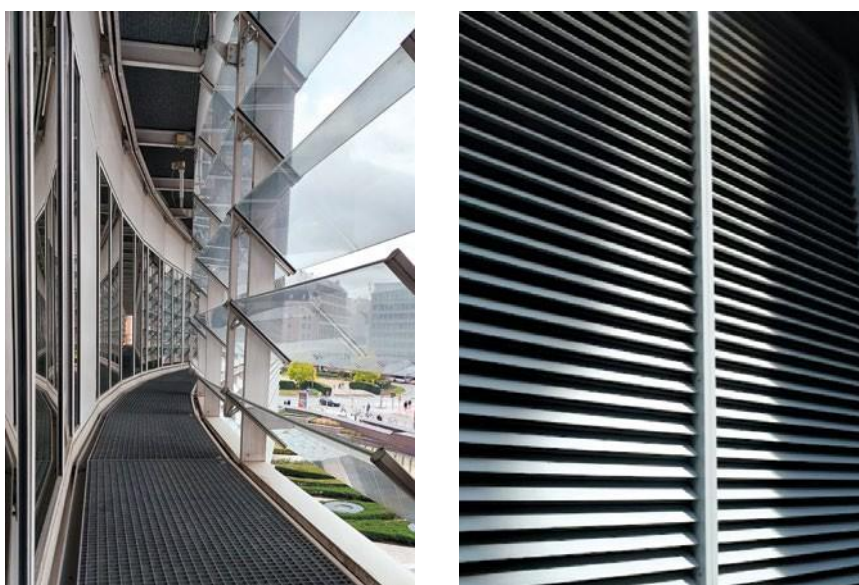
Šie risinājumi tiek piemēroti ēkas ārpusei, lai bloķētu izplatāmā sprādziena viļņa iekļūšanu tās iekšpusē. Tos parasti izmanto, lai uzlabotu esošo ēku drošības līmeni, lai gan tos var ieviest arī jaunās konstrukcijās. Tie parasti ir perforētu plākšņu vai ķēdes sietu formā un ir uzstādīti paneļa vai rāmja iekšpusē, kas savukārt ir piestiprināts pie ēkas fasādes, kā parādīts 26. attēlā. Tie var būt fiksēti vai elektroniski vadāmi un parasti ir izgatavoti no tērauda. Tie nodrošina ēnojumu, tādējādi veicinot ēkas energoefektivitāti, un, no otras puses, tie aizsedz skatu no ēkas iekšpuses. Neskatoties uz to, dažas iespējas var atlikt malā, lai nodrošinātu vairāk gaismas vai tīrīšanas nolūkos, tomēr tām jāpaliek sākotnējā pozīcijā, lai garantētu paredzēto aizsardzību. Eksperimenti ir parādījuši, ka, ja šādus elementus pārklāj ūdens plēvīte, var panākt vēl lielāku sprādziena parametru samazinājumu.

26. attēls: Perforētas tērauda plāksnes (pa kreisi) un tērauda ķēdes siets (pa labi) uzstādīti uz ēkas fasādes ārpusē



Vēl viens risinājums, kas ir pārcēlies uz komerciālām ēkām no naftas pārstrādes rūpnīcām, rūpnīcām un militārajām bāzēm, lai gan atgādina viesuļvētras slēģus, ir žalūziju izmantošana, kuras var izmantot arī ēkas fasādes priekšpusē. Lāpstīņas ir regulējamas, lai regulētu ēnojumu ēkā, bet sprādziena gadījumā izplatošais sprādziena vilnis automātiski aizver lāpstīņas un atstarojas uz to virsmas. Var būt arī konstruēts bloķēšanas mehānisms, lai lāpstīņas pēc to aizvēršanas noturētu bloķētas un novērstu to atvēršanos sprādziena viļņa negatīvajā fāzē. Šo slēģu nostiprināšana pie ēkas karkasa ir gan sarežģīta, gan izšķiroša, lai sprādziena laikā tie nekļūtu par šāviņiem. Turklāt šos slēģus var aizvērt, nospiežot pogu, ja neatļauta bezpilota lidaparāta sistēma (UAS) noslēpj ēkas iekšpusi.

27. attēls: Stikla (pa kreisi) un metāla (pa labi) žalūzijas



Arī žalūziju novietojums noteiktā attālumā no ēkas fasādes, kā redzams 27. attēlā, garantē minimālā augstuma palielināšanu.

attālumsstarp ļaunprātīgu bezpilota lidaparātu (UAS) un ēkas iemītniekiem. Tādspats efekts tiek panākts, integrējot citus arhitektūras un dizaina elementus, piemēram, dubultās sienas fasādes. Šīs sistēmas sastāv no diviem slāņiem (parasti abi ir izgatavoti no stikla) un pēdējās desmitgadēs ir kļuvušas populāras, īpaši augstceltnēs, jo tās var efektīvi samazināt ēkas enerģijas patēriņu. Attālums starp abiem slāņiem, kas svārstās no dažiem desmitiem centimetru līdz pāris metriem, ļauj gaisam cirkulēt (dabiski vai mehāniski) un nodrošina izolāciju pret ekstremāliem temperatūras apstākļiem un trokšņainu vidi. 28. attēlā parādīti divi tipiski dubultās sienas ēku gadījumi, kur ārējais ēkas slānis ir izgatavots no stikla, lai nodrošinātu skaidru skatu un dabiskā apgaismojuma klātbūtni.

28. attēls: Divkārtšās apdares biroju ēku piemēri Vroclavā, Polijā (pa kreisi) un Milānā, Itālija (pa labi)



Jāatzīmē, ka pašreizējie pasākumi galvenokārt tika izstrādāti, neņemot vērā risku, ko rada bezpilota lidaparātu (UAS) radītie draudi, jo to mērķis bija uzlabot iemītnieku komfortu, samazināt apkures izmaksas vai mazināt sprādziena sekas ēkas ārpusē (kas nav saistītas ar UAS). Tomēr to lietderība neaprobežojas tikai ar to sākotnējo projektēšanas mērķi un var kalpot kā daudzfunkcionāli elementi, kas var nodrošināt arī aizsardzību pret dažādiem bezpilota lidaparātu (UAS) vadītiem uzbrukumiem. Fakts, ka šīs sistēmas aizsedz skatu uz ēkas iekšpusi (atkarībā no ārējās apdares materiāla caurspīdīguma), nozīmē, ka tās var izmantot arī, lai slēptu personas, piemēram, VIP personas, no paredzētiem slepkavības mēģinājumiem, izmantojot bruņotas UAS. Turklāt tas apgrūtina informācijas vākšanu izlūkošanas un/vai novērošanas UAS, kas mēģina iesaistīties spiegošanas darbībās. Mērķa uzraudzība no attāluma (piemēram, videoieraksts, noklausīšanās) un ievainojamību dokumentēšana kļūst sarežģītāka, ja ir klāt papildu slānis, jo UAS nevar tuvoties savam mērķim tuvā attālumā. Turklāt, kā jau minēts, otrā apvalka klātbūtne palielina drona pāmēsātā potenciālā sprādzienbīstamā priekšmeta attālumu no ēkas iemītniekiem un tādējādi ievērojami samazina sprādziena sekas. Galu galā šo risinājumu dualitāte atbilst drošības projektēšanas principiem, kas paredz daudzfunkcionalitātes un harmoniskas integrācijas ar apkārtējo vidi atbalstīšanu. 29. attēlā sniegts pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros var efektīvi izmantot piedāvātos ēkas apvalkus, un norādīti vairāki jautājumi, kas jāņem vērā pirms to pieņemšanas.

29. attēls: Dronu apkarošanas ēku apvalku lietošanas efektivitāte un apsērums

pret bezpilota lidaparātu vadīlēm uzbrukumiem

ĒKAS ĀDAS



3.3.4 Vājināšanās risinājumi

Informācijas aizsardzība pret zādzību vai iznīcināšanu ir sarežģīts uzdevums, jo elektroniskās sistēmas izstaro elektromagnētisko starojumu, un tāpēc potenciālam uzbrukumam nav nepieciešams elektronisks vai programmatūras savienojums. Antena, kas uzstādīta datora tuvumā, var uztvert izstaroto signālu, ja tas ir pietiekami spēcīgs, un rekonstruēt ģenerēto informāciju. Tā kā signāla intensitāte strauji samazinās, palielinoties attālumam, uzbrucējs var izmantot dronus, lai pietuvinātu antenu vai līdzīgu ierīci informācijas avotam. Līdzīgi, nelielu vaboli var nest pēc iespējas tuvāk avotam, lai noklausītos sarunas. Mūsdienu bezpilota lidaparāti kļūst daudz mazāki, sasniedz lielāku darbības rādiusu un ir uzticamāki, kas nozīmē, ka daudzos gadījumos tie var lidot nemanīti un tuvoties iekārtām, kurās tiek apstrādāti sensitīvi/klasificēti dati vai tiek rīkotas konfidencialas sarunas. Tādēļ tie var kalpot kā līdzeklis tuvumā esošo Wi-Fi vai citu bezvadu tīklu uzlaušanai un izmantot infrasarkanos mikrofonus, lai noklausītos sarunas.

Metalizētas logu plēves, pateicoties to metāla saturam, var nodrošināt ievērojamu aizsardzību pret elektromagnētiskajiem laukiem un tādējādi samazināt vai pat novērst izstarotos signālus. Šādi pasākumi ir ieguvuši popularitāti, jo droni var viegli sasniegt objektus, kas līdz šim tika uzskatīti par drošiem, un tāpēc ieinteresētajām personām bija jārevolucionizē savas aizsardzības stratēģija.

Šādas plēves var efektīvi izmantot, lai bloķētu emisijas no slēgtas telpas pat caur stiklu, vienlaikus saglabājot redzamību uz āru. Tas nozīmē, ka tās nodrošina radiofrekvenci (RF), infrasarkanā un elektromagnētiskā lauka vājināšanu, neradot redzamus estētiskus efektus. Rezultātā tās aizsargā sensitīvu informāciju un konfidencialus datus no pārkāpumiem, novēršot mēģinājumus izspiegt elektronisko saziņu un samazinot veiksmīgu elektroniskās noklausīšanās uzbrukumu iespējamību. Turklāt tās parasti tiek apvienotas ar UV aizsardzības īpašībām vai pat aizsardzību pret ielaušanos.

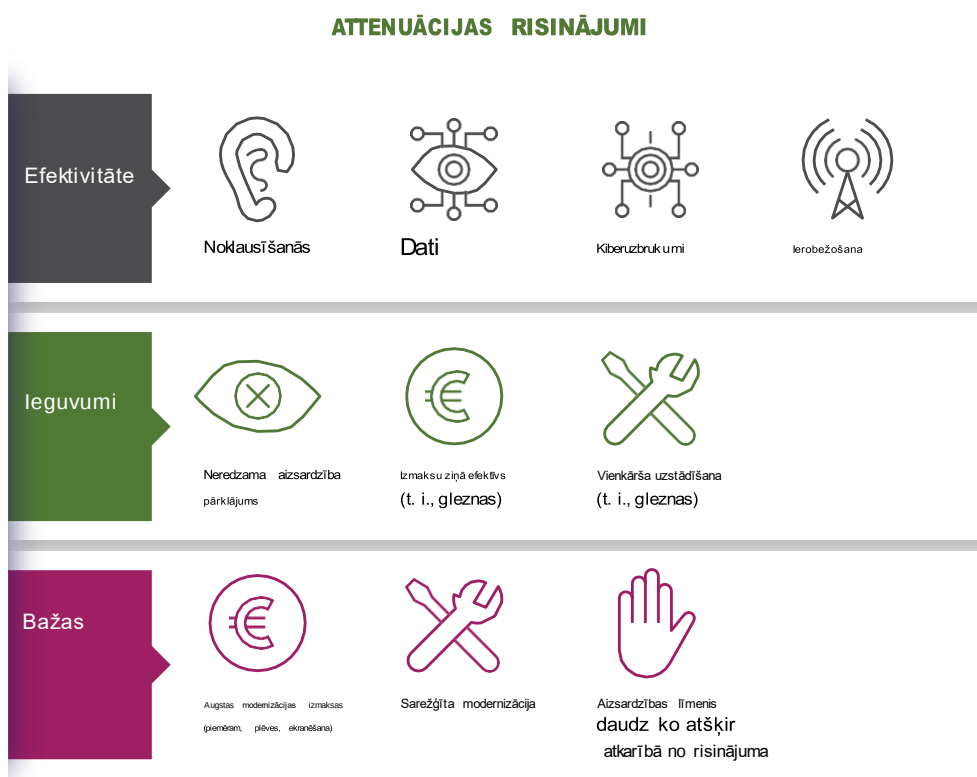
Šādas trokšņa slāpēšanas plēves tiek uzklātas tieši uz stikla iekšpusēs, līdzīgi kā ASF, neatkarīgi no loga ģeometrijas. Tās izmēram ir jāatbilst loga rāmja izmēram, un, lai panāktu labāku vizuālo rezultātu, tās vēlams uzstādīt kā vienu gabalu. To aizsardzības spējas ir atkarīgas no dažādiem faktoriem, tostarp to biezuma, īpašībām un metāla satura. To efektivitātes novērtējumu var veikt, izmantojot īpašas testēšanas metodes (ASTM F3057-16 vai IEC061000-5-7:2001), kas nodrošina arī klasifikācijas procedūras dažādām aizsardzības pakāpēm.

Papildus logiem, kas ir visneaizsargātākā daļa radiofrekvenču noplūdes ziņā, arī apkārtējās telpas vai ēkas sastāvdaļas (t. i., sienas, jumts, grīdas un durvis) var būt pienācīgi aizsargātas, lai bloķētu spiegošanu, kiberuzbrukumus un drošības pārkāpumus. To parasti panāk, izmantojot metāla vairogu (piemēram, metāliskas auduma tapetes), kas apņem telpu, radot sava veida Faradeja būri, un specializētas ekranētas durvis. Var izmantot arī metāla sietus, ko var uzstādīt sienās, pielīmēt pie betona virsmām vai novietot zem jumta. Līdzīgi aiz logiem var ievietot ekranējošus tekstilizstrādājumus, kas atgādina aizkarus vai moskītu tīklus, taču tiem vienmēr jāpaliek savā vietā, lai tie būtu efektīvi.

30. attēls: Metāla folija, kas uzklāta kā starpslānis sienās ap jutīgo zonu



Elektromagnētiskās un infrasarkanās emisijas telpā var noturēt arī ar vadošām krāsām, kuras var uzklāt uz sienām un griestiem ar smidzināšanas pistoli vai rullīti. To priekšrocības ir zemās izmaksas, pielāgošanās spēja dažādiem telpu dizainiem, vienkāršā uzklāšana un tas, ka tās var pārkārtot ar parastajām arhitektūras krāsām. Šo vadošo pārklājumu efektivitāte ir atkarīga no to sastāva, taču kopumā tie nodrošina efektīvu alternatīvu selektīvajai galvanizācijai vai metāla sietiem.



3.3.5 Slēpšana un pārvietošana

Dažādu objektu, kas varētu būt bezpilota lidaparāta vadīta uzbrukuma mērķis, maskēšana, slēpšana, ietīšana apvalkā un pārvietošana varētu izrādīties viena no izmaksu ziņā efektīvākajām metodēm potenciāla incidenta seku mazināšanai. Iepriekš aprakstītais riska novērtēšanas process spēj identificēt neaizsargātos elementus pārbaudāmajā objektā, kas pakļauj sabiedrību un/vai būvi lielākam riskam. Šādus elementus var maskēt, lai tos paslēptu no drona redzesloka, izmantojot ainavu materiālus, mēbeles vai citus vizuālus šķēršļus, savukārt zīmes, kas norāda uz kritiski svarīgām komunālajām komunikācijām, ir jāsamazina līdz minimumam. Šāda veida teritorijas plānošanu un ainavu dizainu var veikt, ievērojot drošības pēc projektēšanas pamatprincipus, nodrošinot daudzfunkcionālu, ilgtspējīgu un estētisku elementu integrāciju projektēšanas drošības plānā.

3.3.5.1 Pārvietošanas darbības

Bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS) uzbrukumiem var būt daudzi dažādi mērķi, tostarp (bet ne tikai) kaitējuma nodarīšana upuriem, sensitīvas informācijas iegūšana, panikas reakciju izraisīšana un reputācijas bojājumu provocēšana. Pārvietojot līdzekļus, kas varētu būt agresora mērķis, tiek samazināta to ievainojamība un ievērojami samazināta veiksmīga uzbrukuma ietekme (arī atturēšanas potenciāls palielinās, jo mērķis kļūst nepievilcīgs). Piemēram, augsta riska, atklāta pasākuma pārvietošana uz ēkas iekšpusi ievērojami samazina attiecīgo risku, jo tā novērš UAS spēju tuvoties sapulcētajam pūlim un veikt uzbrukumu. Līdzīgi VIP personas pieejas maršruts un piekļuve objektam var tikt mainīta regulāri, tāpēc UAS operatoram ir grūtāk paredzēt, kur koncentrēt uzmanību. Kā jau minēts, IED sprādziens neaizsargāta vai daļēji aizsargāta loga ārpusē rada stikla lauskas, kas tiek izmestas blakus telpā, radot nopietnus ievainojumus un upurus. Biroju un ēkas iemītnieku pārvietošana, lai tie atrastos lielākā attālumā no ārējiem logiem, samazina attiecīgo risku, jo

Fragmenti ātri zaudē savu letālo potenciālu palielinātā attāluma dēļ, kastiem jāpārvar. Turklāt bezpilota lidaparāta (UAS), kas aprīkots ar atbilstošiem sensoriem, spēju veikt kiberuzbrukumu lielā mērā ietekmē kiberneaizskaramo priekšmetu attālums no drona, un tāpēc šādu elementu pārvietošana prom no apkārtējiem logiem samazina veiksmīgas lokālā tīkla uzlaušanas un sensitīvu datu manipulācijas risku.

3.3.5.2 Slēpšanas darbības

Privātuma brilles, plēves un žalūzijas ir arī veids, kā bloķēt bezpilota lidaparāta (UAS) ar kameru redzamību objektā, tādējādi aizsargājot pret privātuma pārkāpumiem, sensitīvas informācijas iegūšanu, atbilstošu mikrofonu vai citu sensoru izvietošanu un pat var pasargāt no šaujamieročiem (piemēram, slepkavas droniem) un IED uzbrukumiem, jo mērķis nav redzams.

Brīvajā tirgū ir pieejami dažādi necaurspīdīgu stiklu un plēvju veidi, kas piedāvā dažādus necaurredzamības līmeņus.

- Caurspīdīgu stiklu ražo ar smilšu strūklas vai skābes kodināšanas metodi, izveidojot iezīmētu virsmu stikla rūs vienā pusē. Gaisma joprojām var iziet cauri, tāpēc attēli nav pilnībā paslēpti, bet gan izplūduši.
- Teksturētam stiklam ir uz stikla rūs iegravēts dizains vai raksts. Gaisma joprojām var iziet cauri, bet attēli ir izkropļoti.
- Tonēts/krāsains stikls patiesībā ir kristāldzidrs, taču krāsas pievienošana padara to necaurspīdīgu. Tumšākas krāsas palielina privātumu, taču attēlus joprojām var atpazīt.
- Kūpinātais stikls, tāpat kā krāsainais stikls, ir dzidrs, un tā tumšā krāsa apgrūtinā skatīšanos, taču tas pilnībā neaizsedz skatu no ēkas ārpusē.
- Stikla ķieģeļi ir biezi stikla bloki, kas laiž cauri dabisko gaismu, bet tekstūras dēļ kropļo attēlus.
- Viedās brilles apvieno noteiktas iepriekš minēto kategoriju īpašības, jo to necaurredzamības līmeni var mainīt ārējs stimulants, piemēram, spriegums. Šīs brilles kļūst no caurspīdīgām uz necaurspīdīgām, nospiežot pogu.
- Spoguļplēves ir līmējošas un tām ir metalizēts slānis, kas rada spoguļattēlu, atstarojot gaismu un piedāvājot ārkārtīgi augstu necaurredzamības līmeni. Tās nodrošina lielisku privātumu dienas laikā, jo atstaro stikla spožāko pusi (t. i., sauli dienas apstākļos) un ļauj skatīties vienpusēji no vismazāk apgaismotās puses. Naktī atstarošanas līmenis ievērojami samazinās, īpaši, ja aizsargājamajā telpā ir spilgtas gaismas, pat ja plēve joprojām var atstarot noteiktu apkārtējās gaismas daudzumu no ielu apgaismojuma un pilsētas gaismas.

Šo stikla un plēves risinājumu blakusefekts ir to spēja nodrošināt siltumizolāciju, samazinot ēkā ieplūstošā siltuma daudzumu, jo saulesgaisma tiek atstarota no fasādes, un tāpēc gaisa kondicionēšanas prasības ir ierobežotas. Dažādu stikla slāņu un drošības risinājumu (piemēram, ķeršanas sistēmu) kombinācija ir iespējama arī, lai uzlabotu to sprādziendrošības, ielaušanās vai ložu aizsardzības īpašības.

32. attēls: Teksturēta/krāsaina stikla (pa kreisi) un ar spoguļplēvē m aprikota stikla piemēri
(pa labi)



Vienkāršs un izmaksu ziņā efektīvs risinājums, kas var nodrošināt lielisku aizsegumu, ir privātuma nodrošināšanai paredzētu žalūziju, slēgu, aizkaru vai aizkaru ar aptumšojošiem oderējumiem integrācija, lai pilnībā aizsegtu skatu no ēkas ārpuses. Gaišākas krāsas un svāra audumi pilnībā neaizsedz dabisko apgaismojumu, un drons ar uzstādītu kameru joprojām var atšķirt formas no telpas iekšpuses, un šis efekts kļūst izteiktāks naktī, ja telpa ir spilgti apgaismota. Turklāt ārējās slēģus varētu elektroniski vai manuāli aizvērt bezpilota lidaparāta (UAS) noteikšanas gadījumā, lai aizsegtu skatu uz ēkas iekšpusi. Ir skaidrs, ka šādi risinājumi ir efektīvi, ja tie paliek aizvērtā stāvoklī, neizbēgami ierobežojot telpā ieplūstošās gaismas daudzumu. Tomēr vēlamā risinājuma veidu, krāsu un formu var pielāgot tā, lai tas atbilstu telpas interjera dizainam. Palikšana atvērtā stāvoklī, lai nodrošinātu vairāk gaismas, ir iespēja, kas palielina risku, jo tie ir jāaizver pēc tam, kad ēkas tuvumā ir konstatēts bezpilota lidaparāts (UAS). Tas nozīmē, ka ir jāievieš efektīvs un ātrs atklāšanas mehānisms, ko papildina atbilstoša izpratnes veicināšanas kampaņa, lai informētu iemītniekus par to, kā rīkoties, slēdzot pieņemtos risinājumus drošības incidenta gadījumā.

33. attēls: Logu alumīnija slēģu (pa kreisi) un tumšas krāsas aizkaru (pa labi) piemēri



34. attēlā sniegts pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros var efektīvi izmantot piedāvātās slēpšanas un pārvietošanas metodoloģijas, un norādīti vairāki jautājumi, kas jāapsver pirms to pieņemšanas.

34. attēls: Slēpšanas un pārvietošanas izmantošanas efektivitāte un apsvērumi metodoloģijas



3.3.6 Izpratnes veicināšana, ģeogrāfiskā norobežošana un identifikācijas potenciāls

Lielākā daļa dronu incidentu Eiropā pašlaik ir saistīti ar neuzmanīgu un neapdomīgu izmantošanu, neizslēdzot tīšu ļaunprātīgu rīcību. Lai ierobežotu šādus gadījumus, var tikt izmantoti dažādi pasākumi, taču tie var izrādīties nepietiekami pret apņēmīgiem agresoriem, jo tos var viegli apiet vai ignorēt. Šādi pasākumi ietver:

- izpratnes veicināšana un komunikācijas veidošana;
- viezinīgums;
- palielinot identifikācijas un reaģēšanas potenciālu.

Ir svarīgi sazināties ar vietējiem uzņēmumiem, darbiniekiem un iedzīvotājiem, lai palielinātu viņu izpratni par riskiem, kas saistīti ar dronu ļaunprātīgu izmantošanu, un izglītotu viņus par atbilstošu rīcību novērošanas gadījumā. Drošības resursi parasti ir ierobežoti, tāpēc uzticama ziņošana par aizdomīgām darbībām no privātu struktūru un iedzīvotāju puses, tostarp novērotās bezpilota lidaparātu sistēmas atrašanās vietas, apraksta un uzvedības noteikšana, ir galvenais aspekts, lai tiesībaizsardzības iestādes varētu precīzi un ātri reaģēt. Vietējās kopienas un darbinieku iesaistīšana atklāšanas centienos var tikt veikta arī ar komunikācijas kampaņu (piemēram, sociālo mediju, interneta) palīdzību un izvietojot zīmes, piemēram, tādas, kā parādīts 34. attēlā, kas ierobežo bezpilota lidaparātu sistēmas izmantošanu noteiktās vietās.



zonas. Šādas norādes parāda objektu apmeklētājiem un darbiniekiem, ka viņu reakcija uz novērojumiem ir nenovērtējama drošības līmeņa paaugstināšanai, un tas palīdz varas iestādēm cīnīties pret nelikumīgu un neatbilstošu operatoru rīcību. Turklāt tas potenciālajiem agresoriem parāda sabiedrības aktīvu iesaistīšanos kolektīvās aizsardzības pasākumos un tādējādi attur viņu ļaunprātīgās darbības.

ES dalībvalstīs ir iestādes, kas ir atbildīgas par gaisa telpas ierobežojumu pārvaldību un pilotējamu vai bezpilota gaisa kuģu lidojumu kontroli. Šādi lidojumu aizliegumi jau pastāv ap kritiskiem objektiem (piemēram, atomelektrostacijām, naftas pārstrādes rūpnīcām), militāriem objektiem, lidostām un cietumiem. Dažos gadījumos operatori un organizācijas var lūgt attiecīgajai iestādei iekļaut viņu objektu ierobežoto zonu sarakstā (ja tas vēl nav iekļauts) vai pat noteikt pagaidu lidojumu ierobežojumus notikuma vai paaugstināta apdraudējuma incidenta dēļ. Informācija par zonām ar lidojumu ierobežojumiem pēc tam tiek nosūtīta bezpilota lidaparātu (UAS) ražotājiem, kuri to iegulda vietzīmīguma programmatūrā, kas ir iepriekš instalēta standarta dronos, un tiek regulāri atjaunināta.

Šāda programmatūra nodrošina, ka bezpilota lidaparātus (UAS) nevar ekspluatēt ierobežotā gaisa telpā, radot neredzamu barjeru ap šo teritoriju. Tomēr tas nenozīmē, ka katra gaisa telpa, kas iekļauta valsts ierobežoto zonu sarakstā, ir automātiski aizsargāta, jo īpaši pret ļaunprātīgām darbībām. Programmatūru var viegli uzlauzt, apiet vai neatjaunināt apzināti dalībnieki, jo tā ir balstīta uz GPS tīklu un bezpilota lidaparāta Wi-Fi vai Bluetooth savienojuma kombināciju. Tomēr tas joprojām var būt vērtīgs, lai novērstu incidentus, kas rodas bezpilota lidaparātu (UAS) neapdomīgas un nolaidīgas izmantošanas rezultātā.

35. attēls: Bezpilota lidaparātu brīdinājuma zīmju piemēri



Stabilas plānošanas un apmācības shēmas izstrāde ir ļoti svarīga drošības un tiesībaizsardzības vienībām, lai stiprinātu to bezpilota lidaparātu (UAS) identificēšanas un ievaukšanās potenciālu. Šāds plāns var veidot nepieciešamās spējas, izmantojot īpašas apmācības un vingrinājumu izmantošanas procedūru, reaģēšanas plānu, lomu atbildības, tehnoloģiju izmantošanas, koordinācijas un sadarbības ziņā. Galvenais mērķis ir izveidot aizsardzības stratēģiju, kurā būs iesaistīti potenciālo mērķu operatori, iedzīvotāji un iestādes, lai kopīgi palīdzētu palielināt publisku telpu vai infrastruktūras noturību pret bezpilota lidaparātu (UAS) radītiem draudiem. Plašāku informāciju par šo plānošanas procesu var atrast kritiskās infrastruktūras un publisku telpu aizsardzības rokasgrāmatā (Hansen un Pinto Faria, 2023).



Šī rokasgrāmata ir paredzēta, lai varētu izprast un informētu gan valsts, gan privātās ieinteresētās personas par to, lai tās atjauninātu savu aizsardzības stratēģiju, reaģējot uz draudiem un izaicinājumiem, ko rada dalībnieki ar noziedzīgiem vai teroristiskiem nodomiem, kuri izmanto bezpilota lidaparātus (UAS), lai veiktu uzbrukumu. Šajā dokumentā ir apkopoti, pielāgoti un prezentēti vairāki dažādi bezpilota lidaparātu (UAS) radīti draudi ēku infrastruktūrai un sabiedriskām telpām, koncentrējoties uz principiem, kas vadīja atbilstošu fizisko aizsardzības pasākumu izvēli un ieviešanu. Kā uzsvērts, digitālo tehnoloģiju ieviešana rada lielus izaicinājumus, jo ļaujot vienu tehnoloģiju, visticamāk, neaizsargās pret visiem dažādajiem bezpilota lidaparātu (UAS) veidiem un modeļiem. Līdz ar to fiziskā aizsardzība ir alternatīva un pievilcīga aizsardzības stratēģija, kas var efektīvi integrēt dažādus pasākumus, apvienojot noteiktas priekšrocības plašā daudzdraudu ietvarā.

Lai iegūtu visaptverošu izpratni par ar bezpilota lidaparātiem (UAS) saistīto draudu ietekmējošajiem parametriem, ir nepieciešama rūpīga, strukturēta riska novērtējuma pieeja. Neskatoties uz reto dronu ļaunprātīgu izmantošanu Eiropā, daudzie incidenti, kas radušies neapzinīgu vai neuzmanīgu lietotāju dēļ, apvienojumā ar bezpilota lidaparātu (UAS) pieaugošajām spējām prasa stabilu novērtējumu, kas varētu aplēst potenciālo sekū nopietnību, izsekot mērķa ievainojamības un novērtēt incidenta rašanās varbūtību.

Ierosinātā analīze koncentrējas tikai uz bezpilota lidaparātu (UAS) vadītiem uzbrukumiem, un tās rezultāti kalpo kā ievaddati dažādu uzbrukuma taktiku relatīvās varbūtības un to ietekmes salīdzināšanai, atvieglojot lēmumu pieņemšanu par iespējamām darbībām. Ir skaidrs, ka risku nevar pilnībā novērst, jo pilnīga aizsardzība ir himēra gan ekonomiskā, gan tehniskā ziņā, tāpēc lēmumu pieņēmējiem ir nepieciešama skaidra "pieņemama" definīcija.

Lai cīnītos pret sarežģītiem un strauji mainīgiem bezpilota lidaparātu (UAS) radītiem draudiem, ir svarīgi sagatavoties agresijas taktikai, kas iepriekš netika ņemta vērā, un reaģēt dinamiski, ieguldot dažādos pieejamos risinājumos. Izvēloties digitālās pret darbības tehnoloģijas, ir rūpīgi jāapsver, jo juridiskie ierobežojumi, kopīgu testēšanas protokolu trūkums, operatora klātbūtnes nepieciešamība un dārga apkope var izraisīt darbības ierobežojumus un neefektivitāti. Reakcija uz šo daudzšķautņaino draudu, ko rada bezpilota lidaparātu (UAS) ļaunprātīga izmantošana, lielā mērā ir atkarīga no darbības vides, infrastruktūras vai publiskās telpas atrašanās vietas un misijas, kā arī no katras dalībvalsts normatīvā un juridiskā regulējuma.

Piedāvātie fiziskās aizsardzības risinājumi var veidot pamatu, kas ļauj izstrādāt uzticamu aizsardzības stratēģiju. Lielākā daļa šo pasākumu nav izstrādāti tikai bezpilota lidaparātu vadītu uzbrukumu radītajiem draudiem, bet ir pielāgoti, lai nodrošinātu efektīvu aizsardzību pret šādiem draudiem.

Tā kā tie pastāvēja jau pirms bezpilota lidaparātu (UAS) apdraudējuma, to efektivitāte ir plaši pārbaudīta drošības incidentu laikā, un ir izstrādāti vairāki standarti to veikspējas novērtēšanai. Daudzos gadījumos to daudzfunkcionālais raksturs nozīmē, ka tie var apmierināt vairākas iemītnieku vajadzības, tādējādi nodrošinot ilgtermiņa izmaksu efektivitāti un harmonisku integrāciju apkārtējā arhitektūrā, ievērojot drošības principus pēc projektēšanas. Apkopotā un pielāgotā informācija var palīdzēt drošības darbiniekiem un inženieriem kārtīgi izstrādāt savu fiziskās aizsardzības stratēģiju, pārvarot šķēršļus, ko rada sadrumstalota informācija, kas parasti raksturīga šai jomai.

Atsauces

Amerikas Testēšanas un materiālu biedrība (2017), ASTM F1642, *Standarta testa metode stiklojumam un stiklojuma sistēmām, kas pakļautas gaisa plūsmas slodzēm*.

Bedons, C., Markovičs, D., Karlošs, V. un Larčers, M. (2023), *Stikla logu skaitliskā izpēte tuvā lauka sprādziena ietekmē*, Eiropas Komisija, Kopīgais pētniecības centrs, Eiropas Savienības Publikāciju birojs, Luksemburga, JRC 133288.

Valsts infrastruktūras aizsardzības centrs (2013), "Norādījumi: pretplīstoša plēves (ASF) adhēzijas pārbaude un novērtēšana", CPNI EBP 10/13.

ENCO, Beļģijas Kodolpētījumu centrs un Starptautiskais drošības un ārkārtas situāciju pārvaldības institūts (2019), *C-UAS spēju kartēšana tagad un nākotnē — perspektīvs skatījums uz UAS draudu mazināšanu*, Eiropas Komisija, HOME/2017/ISFP/FW/CBRN/0086 (ierobežota pieejamība).

Eiropas Komisija (2017), Komisijas paziņojums "Rīcības plāns sabiedrisku telpu aizsardzības atbalstam", COM(2017) 612 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0612>.

Eiropas Komisija (2019a), Komisijas Deleģētā regula (ES) 2019/945 (2019. gada 12. marts) par bezpilota gaisa kuģu sistēmām un trešo valstu bezpilota gaisa kuģu sistēmu operatoriem, *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis* L 152, Eiropas Savienības Publikāciju birojs.

Eiropas Komisija (2019b), Komisijas Īstenošanas regula (ES) 2019/947 (2019. gada 24. maijs) par bezpilota gaisa kuģu ekspluatācijas noteikumiem un procedūrām, *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis* L 152, Eiropas Savienības Publikāciju birojs.

Eiropas Komisija (2020), Komisijas paziņojums "ES terorisma apkarošanas programma: paredzēt, novērst, aizsargāt, reaģēt", COM(2020) 795 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2020:795:FIN>

Eiropas Komisija (2022), Komisijas paziņojums "Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota lidaparātu ekosistēmai Eiropā", COM(2022) 652 final, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0652&qid=1682336605326>.

Eiropas Komisija (2022), *Drošība pēc dizaina: Sabiedrisko telpu aizsardzība pret teroristu uzbrukumiem*, Kopīgais pētniecības centrs, Eiropas Savienības Publikāciju birojs, Luksemburga.

Eiropas Standartizācijas komiteja (1999a), EN 356:1999, *Ēku stikls — Drošības stiklojums — Izturības pret manuālu uzbrukumu pārbaude un klasifikācija*.

Eiropas Standartizācijas komiteja (1999b), EN 1063:1999, *Stikls ēkās – Drošības stiklojums – Izturības pret ložu uzbrukumu pārbaude un klasifikācija*.

Eiropas Standartizācijas komiteja (2001), EN 13123-1:2001, *Logi, durvis un slēgi. Sprādzienizturība. Prasības un klasifikācija. 1. daļa: Trieciencaurule*.

Eiropas Standartizācijas komiteja (2002), EN 12600:2002, *Stikls būvniecībā – svārsta tests – trieciena testa metode un klasifikācija plakanajamstiklam*.

Eiropas Standartizācijas komiteja (2004), EN 13123-2:2004, *Logi, durvis un slēgi. Sprādzienizturība. Prasības un klasifikācija. 2. daļa: Diapazona tests*.

Eiropas Standartizācijas komiteja (2012), EN 13541:2012, *Ēku stikls. Drošības stiklojums. Sprādziena spiediena izturības pārbaude un klasifikācija*.

Eiropas Aizsardzības aģentūra (2018), *Hibrīddraudu konceptuāla analīze minidronu apkarošanas kontekstā*, Sabiedrība ar ierobežotu atbildību "Mass Consultants Limited".

Eiropas Parlaments un Padome (2018), Eiropas Parlamenta un Padomes 2018. gada 4. jūlija Regula (ES) 2018/1139 par kopīgiem noteikumiem civilās aviācijas jomā un par Eiropas Savienības Aviācijas drošības aģentūras izveidi, un ar ko groza Eiropas Parlamenta un Padomes Regulas (EK) Nr. 2111/2005, (EK) Nr. 1008/2008, (ES) Nr. 996/2010, (ES) Nr. 376/2014 un Direktīvu 2014/30/ES un 2014/53/ES, un atceļ Eiropas Parlamenta un Padomes Regulas (EK) Nr. 552/2004 un (EK) Nr. 216/2008 un Padomes Regulu (EEK) Nr. 3922/91, *Eiropas Savienības Oficiālais Vēstnesis* L 212, Eiropas Savienības Publikāciju birojs.

Hansens, P. un Pinto Farija, R. (2023), *Aizsardzība pret bezpilota lidaparātu sistēmām Rokasgrāmata par kritiskās infrastruktūras un sabiedrisku telpu aizsardzību*, Eiropas Komisija, Kopīgais pētniecības centrs, Eiropas Savienības Publikāciju birojs, Luksemburga, JRC 132714.

Starptautiskā standartizācijas organizācija (2007), ISO 16933:2007, *Ēku stikls – sprādziendrošs drošības stiklojums – arēnas gaisa plūsmas slodzes pārbaude un klasifikācija*.

Starptautiskā standartizācijas organizācija (2018), ISO 31000:2018, *Risku pārvaldība – vadlīnijas*.

Karloss, V. un Solomos, G. (2013), *Sprādziena slodžu aprēķins pielietošanai konstrukciju elementiem*, Kopīgais pētniecības centrs, Eiropas Savienības Publikāciju birojs, Luksemburga.

Larcher, M., Karlos, V., Valsamos, G. un Solomos G. (2018), *Scenārija izpēte: Droni, kas pārvadā sprāgstvielas*, Eiropas Komisija, Kopīgais pētniecības centrs, Eiropas Savienības Publikāciju birojs, Luksemburga (ierobežota piekļuve), JRC 107683.

Larcher, M., Solomos, G., Casadei, F. un Gebbeken, N. (2012), "Spridzināšanas slodzei pakļauta laminēta stikla eksperimentālie un skaitliskie pētījumi", *Starptautiskais trieciena inženierijas žurnāls*, 39. sējums, 1. nr., 42.–50. lpp.

UNDSS (2021), *PSU informatīvais biļetens – sprādziendrošība logiem*, Specializētā operatīvā atbalsta nodaļa, Fiziskās drošības vienība.

Saīsinājumu saraksts

ASF	pretšķembu plēve
ASTM	Amerikas Testēšanas un materiālu biedrība
CBRN	ķīmiskais, bioloģiskais, radioloģiskais vai kodolmateriāls
CEN	Eiropas Standartizācijas komiteja
CPNI	Nacionālās infrastruktūras aizsardzības centrs
C-UAS	bezpilota lidaparātu sistēmu apkarošana
EK	Eiropas Komisija
ES	Eiropas Savienība
HVAC	apkure, ventilācija un gaisa kondicionēšana
IED	improvizēta sprāgstierīce
ISO	Starptautiskā standartizācijas organizācija
JRC	Kopīgais pētniecības centrs
MTOM	maksimālā pacelšanās masa
RF	radiofrekvence
UAS	bezpilota lidaparātu sistēma
UNDSS	Apvienoto Nāciju Organizācijas Drošības un aizsardzības departaments
UV	ultravioletais starojums
VIP	ļoti svarīga persona

Attēlu saraksts

1. attēls	UAS vispārīgās īpašības un UAS "atvērtās" kategorijas galvenās ekspluatācijas prasības saskaņā ar Regula (ES) 2019/945 un regula (ES) 2019/947.....	9
2. attēls	Riska novērtēšanas un pārvaldības procesa posmi....	13
3. attēls	Potenciālie bezpilota lidaparātu (UAS) draudi pilsētvidē.....	16
4. attēls	Ar bezpilota lidaparātiem saistītas ievainojamības kategorizācijas piemērs.	18
5. attēls	Bezpilota lidaparātu vadītas uzbrukuma taktikas relatīvā varbūtība	21
6. attēls	Bezpilota lidaparātu vadītas uzbrukuma taktikas relatīvā riska piemērs	26
7. attēls	Fiziskās sacietēšanas pasākumu tipiskās īpašības.....	29
8. attēls	Bezpilota lidaparātu (UAS) noteikšanas/izsekošanas/identifikācijas tehnoloģiju tipiskās iezīmes un ierobežojumi	31
9. attēls	Bezpilota lidaparātu (UAS) pārtveršanas/neitralizācijas tehnoloģiju tipiskās iezīmes un ierobežojumi	33
10. attēls	Tipiska ēkas stikla fasāde (pa kreisi) un rūdītā stikla bojājums bez fragmentu atdalīšanās (pa labi).....	34
11. attēls	Dažādu komerciāli pieejamu bezpilota lidaparātu sistēmu maksimālās slodzes (MTOM) un maksimālās kravnesības salīdzinājums.	35
12. attēls	Stikla bīstamības novērtējumi arēnas testos (modificēts no ISO 16933:2007 un ASTM F1642).	36
13. attēls	ASF plēve, kas piestiprināta pie apkārtējā loga rāmja ar silikona savienojuma palīdzību	38
14. attēls	Atdalīšanas tests līmes uzvedības novērtēšanai ASF ietvaros.....	39
15. attēls	ASF izmantošanas efektivitāte un apsvērumi pret bezpilota lidaparātu vadītu uzbrukuma taktiku.....	41
16. attēls	Laminēta stikla ar divām stikla loksnēm un vienu polimēra starpslāni bojājuma mehānisms	41
17. attēls	Laminēts stikls ar pieciem polivinilbutirāla starpslāņiem un sešām stikla loksnēm.....	42
18. attēls	Laminētā stikla izmantošanas efektivitāte un apsvērumi pret bezpilota lidaparātu vadītu uzbrukuma taktiku.	44
19. attēls	Stingras stieņu uztvērēja sistēmas piemērs (pa kreisi) (avots: Apvienoto Nāciju Organizācijas Drošības un aizsardzības departaments (UNDSS), Fiziskās drošības nodaļa) un elastīgas kabeļu uztvērēja sistēmas piemērs (pa labi) (avots: Window Gard BV).	45

20. attēls	Sprādziena aizkaru piemērs (avots: UNDSS, Fiziskās drošības vienība).....	46
21. attēls	UAS vadības uzbrukuma taktikas apkarošanai izmantoto ķeršanas sistēmu efektivitāte un apsvērumi.	47
22. attēls	0,7 mm bieza tērauda paneļa caurduršanās varbūtība pēc 4 kg TNT sprādziena 2,0 m attālumā no tā virsmas (avots: JRC BLADE rīks) 48	
23. attēls	Betona plātnes perforācijas piemērs, detonējot 20 kg TNT daudzumu 20 cm attālumā no tās virsmas (avots: Morics Hupfauts, Bundesvēra Universität Minhenē), un plātnes veiktspēja, detonējot vairākus kg augstas..... sprāgstvielu (apakšpusē). 49	
24. attēls	Dronu apkarošanas žoga (pa kreisi) un nerūsējošā tērauda tīkla (pa labi) izvietojuma risinājumu piemēri.	5
	1	
25. attēls	Pretdronu žogu/tīklu efektivitāte un apsvērumi pret bezpilota lidaparātu vadītu uzbrukuma taktiku.....	52
26. attēls	Perforētas tērauda plāksnes (pa kreisi) un tērauda ķēdes siets (pa labi), kas uzstādīti ēkas fasādes ārpusē.	53
27. attēls	Stikla (pa kreisi) un metāla (pa labi) žalūzijas.....	53
28. attēls	Divu sienu biroju ēku piemēri Vroclavā, Polijā (pa kreisi) un Milānā, Itālijā (pa labi).....	54
29. attēls	Pretdronu ēku apvalku izmantošanas efektivitāte un apsvērumi pret bezpilota lidaparātu (UAS) uzbrukumiem.....	55
30. attēls	Metāliska folija, kas uzklāta kā starpslānis sienās ap jutīgo zonu	56
31. attēls	Vājināto risinājumu izmantošanas efektivitāte un apsvērumi	57
32. attēls	Teksturēta/krāsaina stikla (pa kreisi) un ar spoguļplēvē apriņķota stikla (pa labi) piemēri	59
33. attēls	Logu alumīnija slēgļu (pa kreisi) un tumšu aizkaru (pa labi) piemēri	59
34. attēls	Slēpšanas un pārvietošanas metožu izmantošanas efektivitāte un apsvērumi.	60
35. attēls	Bezpilota lidaparātu sistēmas brīdinājuma zīmju piemēri.....	62

Tabulu saraksts

1. tabula	Ievainojamības novērtējuma vērtējums.....	18
2. tabula	Vērtēšanas kritēriji katram rādītājam.....	20
3. tabula	Relatīvā apdraudējuma novērtējuma novērtējums.....	20
4. tabula	Bezpilota lidaparātu (UAS) vadītu uzbrukumu relatīvās ticamības novērtējums.....	21
5. tabula	Seku vērtējums.....	24
6. tabula	Relatīvā riska matrica.....	25
7. tabula	Logu stiklojuma bīstamības novērtējumi saskaņā ar ISO 16933:2007 un ASTM F1642.....	36
8. tabula	Eksperimentālo parametru piemēri, saskaņā ar kuriem tika novērtēta divu komerciāli pieejamu ASF veikspēja	40
9. tabula	Stikla rūšu izturības pret sprādzienbīstamiem uzbrukumiem klasifikācija.....	43
10. tabula	Logu sistēmu izturības pret sprādzienbīstamiem uzbrukumiem klasifikācija.....	43
11. tabula	Ārējās sienas perforācijas varbūtība, kas novērtēta ar JRC sprādzienu novērtēšanas rīks.....	48

SAZINĀŠANĀS AR ES

KLĀTIENĒ

Visā Eiropas Savienībā ir simtiem Europe Direct centru. Tuvākā centra adresi varat atrast tiešsaistē (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en).

PA TELEFONU VAI RAKSTISKI

Europe Direct ir dienests, kas atbild uz jūsu jautājumiem par Eiropas Savienību. Jūsvarat sazināties ar šo dienestu:

- pa bezmaksas tālruni: 00 800 6 7 8 9 10 11 (daži operatori par šiem zvaniem var iekasēt maksu),
- ar šādu standarta numuru: +32 22999696,
- izmantojot šādu veidlapu: european-union.europa.eu/contact-eu/write-us_lv.

INFORMĀCIJAS ATRAŠANA PAR ES

TIEŠSAISTĒ

Informācija par Eiropas Savienību visās oficiālajās ES valodās ir pieejama Europa tīmekļa vietnē (european-union.europa.eu).

ES PUBLIKĀCIJAS

ES publikācijas varat apskatīt vai pasūtīt vietnē op.europa.eu/lv/publications. Vairākus bezmaksas publikāciju eksemplārus var iegūt, sazinoties ar Europe Direct vai vietējo dokumentācijas centru (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_lv).

ES TIESĪBAS UN SAISTĪTIE DOKUMENTI

Lai piekļūtu ES juridiskajai informācijai, tostarp visiem ES tiesību aktiem kopš 1951. gada visās oficiālajās valodu versijās, apmeklējiet EUR-Lex (eur-lex.europa.eu).

ATVĒRTI DATI NO ES

Portāls dati.europa.eu nodrošina piekļuvi atvērtām datu kopām no ES iestādes, struktūras un aģentūras. Tos var lejupielādēt un atkārtoti izmantot bez maksas gan komerciāliem, gan nekomerciāliem mērķiem. Portāls nodrošina arī piekļuvi bagātīgam datu kopumam no Eiropas valstīm.

Eiropas Komisijas zinātnes un zināšanu dienests

Kopīgais pētniecības centrs

JRC misija

Kopīgā pētniecības centra, kas ir Eiropas Komisijas zinātnes un zināšanu dienests, misija ir atbalstīt ES politiku ar neatkarīgiem pierādījumiem visā politikas ciklā.



ES zinātnes centrs

kopigais.petniecibas.centrs.ec.europa.eu



[@EU_ScienceHub](https://twitter.com/EU_ScienceHub)



[ES Zinātnes centrs — Kopīgais pētniecības centrs](#)



[ES zinātne, pētniecība un inovācija](#)

[ES zinātnes centrs](#)



[ES zinātne](#)



Publications Office
of the European Union

