



Aizsardzība pret bezpilota lidaparātu sistēmām

Rokasgrāmata par bezpilota lidaparātu sistēmu riska novērtēšanu un ēku un objektu fizisku nostiprināšanu



JRC tehniskais ziņojums

V. Karloss [Karlos, V.] | M. Larčers [Larcher, M.]

Kopīgais
pētniecības
centrs

EUR 31458 EN

Šī publikācija ir Eiropas Komisijas zinātnes un zināšanu dienesta Kopīgā pētniecības centra (JRC) tehniskais ziņojums. Tas izstrādāts, lai sniegtu uz pierādījumiem balstītu zinātnisko pamatojumu Eiropas politikas veidošanas procesā. Šīs publikācijas saturs ne vienmēr atspoguļo Eiropas Komisijas viedokli vai nostāju. Nedz Komisija, nedz kādas citas personas, kas rīkojas Komisijas vārdā, neatbild par šīs publikācijas izmantošanas veidu. Informāciju par šajā publikācijā izmantotajiem datiem, kuru avots nav ne *Eurostat*, ne citi Komisijas dienesti, piemēroto metodiku un to kvalitāti lietotāji var skatīt norādītajā datu avotā. Šajā izdevumā lietotie apzīmējumi un informācijas izklāsts par kartēm neatspoguļo Eiropas Savienības viedokli par kādas valsts, teritorijas, pilsētas vai rajona vai to pārvaldes iestāžu juridisko statusu, vai arī par to robežu norobežošanu.

Kontaktinformācija

Vārds, uzvārds: Vasilis KARLOSS [*Vasilis KARLOS*]
Adrese: Eiropas Komisija
Joint Research Centre
Via Enrico Fermi, 2749
21027 Ispra (VA)
ITĀLIJA

Tālr.: +39 03 32 78 59 34
E-pasts: vasileios.karlos@ec.europa.eu
jrc-public-spaces@ec.europa.eu

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

Data and Tools to Counter Terrorism
<https://counterterrorism.ec.europa.eu>

JRC132967
EUR 31458 EN

Iespiedums	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. gads
© Eiropas Savienība, 2023. gads



Eiropas Komisijas dokumentu atkalizmantošanas politiku īsteno ar Komisijas 2011. gada 12. decembra Lēmumu par Komisijas dokumentu atkalizmantošanu (OV L 330, 14.12.2011., 39. lpp.). Ja nav norādīts citādi, šā dokumenta atkalizmantošana ir atļauta saskaņā ar licenci *Creative Commons Attribution 4.0 International* (CC BY 4.0) *licence* (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>). Tas nozīmē, ka atkalizmantošana ir atļauta, pienācīgi norādot avotus un visas izdarītās izmaiņas.

Lai jebkāda veidā izmantotu vai reproducētu fotoattēlus vai citus materiālus, kas nepieder Eiropas Savienībai, atļauja jāsaņem tieši no attiecīgās iestādes. Eiropas Savienībai nav attiecīgās atļaujas uz šādiem elementiem:
12., 24., 63. lappuse: © unsplash.com
47., 48. lappuse: © United Nations Department for Safety and Security (UNDSS), Physical Security Unit
47. lappuse: © Window Gard B.V.
51. lappuse: © Moritz Hupfau, University of the Bundeswehr Munich

Kā citēt šo ziņojumu: Karlos, V. and Larcher, M., Protection Against Unmanned Aircraft Systems – Handbook on UAS risk assessment and principles for physical hardening of buildings and sites, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2023, doi:10.2760/969680, JRC132967.

Aizsardzība pret bezpilota lidaparātu sistēmām

Rokasgrāmata par bezpilota lidaparātu sistēmu riska
novērtēšanu un ēku un objektu fizisku nostiprināšanu

JRC tehniskais ziņojums
V. Karloss | M. Larčers

Saturs

Kopsavilkums	6
Ievads	7
1. UAS pārskats un klasifikācija	9
2. Riska novērtējums	14
2.1. PĀRSKATS	15
2.2. ĻAUNPRĀTĪGAS UAS IZMANTOŠANAS NOTEIKŠANA	17
2.3. UAS Riska analīze	21
2.3.1. Iespējamības noteikšana	21
2.3.1.1. Neaizsargātības noteikšana un uzbrukuma scenāriju izstrāde	21
2.3.1.2. Apdraudējuma novērtēšana vietējā līmenī	24
2.3.1.3. Īstenošanās iespējamības novērtējums	26
2.3.2. Seku novērtējums	29
2.4. RISKĀ IZVĒRTĒJUMS	31
3. Fiziska nostiprināšana pret UAS radītu apdraudējumu	34
3.1. SALĪDZINĀJUMS AR C-UAS TEHNOLOĢIJĀM	35
3.2. C-UAS TEHNOLOĢIJU APSKATS	38
3.2.1. Atklāšana, izsekošana un identificēšana	38
3.2.2. Pārtveršanas/neitralizēšanas tehnoloģijas	41
3.3. FIZISKAS NOSTIPRINĀŠANAS PASĀKUMI	45
3.3.1. Sprādzienizturīgi logi/fasādes	45
3.3.1.1. Pretsabiršanas plēves	49
3.3.1.2. Laminētais stikls	53
3.3.1.3. Ķeršanas sistēmas	57
3.3.1.4. Apkārtējās/atbalsta sienas	61
3.3.1.5. Augšējā stāva pārseguma plātne	62
3.3.1.6. Tīkli/žogi	64
3.3.3. Ēkas ārējie apvalki	67
3.3.4. Vājināšanas risinājumi	71
3.3.5. Slēpšana un pārvietošana	73
3.3.5.1. Pārvietošanas darbības	73
3.3.5.2. Slēpšanas darbības	74

3.3.6. Izpratnes veidošana, ģeozonēšana un identifikācijas iespējas	77
---	----

4. Secinājumi	76
----------------------------	-----------

Atsauces.....	82
---------------	----

Saīsinājumu saraksts.....	84
---------------------------	----

Attēlu saraksts	86
-----------------------	----

Tabulu saraksts.....	87
----------------------	----

Kopsavilkums

Šī rokasgrāmata izstrādāta, lai sniegtu norādījumus drošības un tiesībsargājošo iestāžu amatpersonām, ēku/objektu īpašniekiem, pasākumu rīkotājiem, valsts organizācijām, inženieriem un citām ieinteresētajām personām, kas atbild par infrastruktūras un sabiedrisku vietu drošināšanu pret aizvien pieaugošo starptautisko apdraudējumu, ko rada bezpilota lidaparātu sistēmu (UAS), ko biežāk sauc par droniem, ļaunprātīga izmantošana. Galvenā uzmanība ir pievērsta ieteikumiem par stabilu un izmantojamu pieeju nemilitāro infrastruktūru un sabiedrisku vietu fiziskai nostiprināšanai pret šo bezrobežu parādību. Tajā aplūkotas šādu drošības risinājumu nepilnības, un tā izstrādāta kā vienkārša, autonoma rokasgrāmata, lai palīdzētu izvēlēties piemērotus pasākumus, kas spēj mazināt un/vai nepieļaut iespējamus uzbrukumus.

Lai palīdzētu novērtēt attiecīgos riskus, ir parādīta uzskatāma analītiskā procedūra, ko izmantot, lai apzinātu potenciālo mērķu ievainojamību un aprēķinātu parametrus, kas ietekmē UAS uzbrukuma iespējamību un tā sekas. Lai gan Eiropā tīša ļaunprātīga dronu izmantošana nenotiek bieži, tiešās sekas (piemēram, ievainojumi, nāves gadījumi, traucējumi) un netiešās sekas (piemēram, psiholoģiskās, ekonomiskās, politiskās) var būt ārkārtīgi nopietnas. Tāpēc ir piedāvāta metodiska pieeja, kas atvieglo uzbrukuma scenāriju izstrādi, ņemot vērā izvērtētā aktīva neaizsargātību, palīdzot salīdzināt to smaguma pakāpi un īstenošanās varbūtību.

Rokasgrāmatā ieteikti tādi fiziskas nostiprināšanas pasākumi, kas varētu efektīvi novērst novērtēto apdraudējumu. Šie pasākumi var būt gan fiziski aizsardzības pasākumi, gan arī tādi, kas saistīti ar slēpšanu vai maskēšanu, lai mērķis būtu grūtāk pamanāms. Šāda pieeja atsver daudzas pret dronu UAS (C-UAS) tehnoloģiju juridiskās un darbības nepilnības un piedāvā dažādas metodes objekta nodrošināšanai, izmantojot efektīvus, salīdzinoši lētus, vienkāršus un daudzfunkcionālus paņēmienus.

Šī rokasgrāmata ir galvenais elements Eiropas Komisijas C-UAS pakotnes iniciatīvā, kas kā pamatdarbība izziņota Komisijas paziņojumā “Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota gaisa kuģu ekosistēmai Eiropā”¹. Šajā pakotnē ir C-UAS veltīts paziņojums (COM), kurā izklāstītas galvenās ierosmes ES turpmākajai politikai attiecībā uz potenciālā UAS radītā apdraudējuma novēršanu. Iesaistoties Komisijas nesenajos centienos sniegt pastāvīgu praktisku atbalstu ES dalībvalstīm un privātā sektora ieinteresētajām personām, JRC ir izstrādājis divas rokasgrāmatas. Pirmajā aplūkota piecu posmu pieeja, ko izmantot, lai novērtētu, kāds C-UAS risinājums vajadzīgs un kā to sākt, noteikt riskus, plānot un īstenot, toties otrajā rokasgrāmatā (šī rokasgrāmata) ir virkne ieteikumu attiecībā uz tādu risku novērtēšanu, kurus rada ļaunprātīga UAS izmantošana, pievienojot ieteikumus par nemilitāru infrastruktūru nostiprināšanu pret šādiem apdraudējumiem.

¹ “17. pamatdarbība. Komisija plāno pieņemt pret dronu (C-UAS) pakotni” – Komisijas paziņojumā “Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota gaisa kuģu ekosistēmai Eiropā”, COM(2022) 652 final.

Ievads

Bezpilota lidaparātu sistēmu (*UAS*), ko parasti dēvē par “dronu”, veido lidaparāts, kas spēj darboties automatizēti vai ko attāli vada pilots, bez cilvēka klātbūtnes uz lidaparāta vai lidaparātā. Tas ietver arī sistēmu vadībai no zemes un datu pārsūtīšanas sistēmu, kas nodrošina sakarus starp ekspluatantu, kas atrodas attāli, un dronu. Lai gan sākotnēji droni tika izstrādāti izmantošanai militārām darbībām, tie ir kļuvuši populāri rūpniecības nozarēs, uzņēmējdarbībā un patērētājiem daudzveidības, tehnoloģiskās attīstības un aizvien zemākas pirkuma vērtības dēļ. Tā kā dažādas nozares dronus izmanto dažādām darbībām, tostarp topogrāfiskai kartēšanai, kurjerpakalpojumiem, pārbaudēm, ēdināšanas pakalpojumiem, uzraudzībai, reaģēšanai ārkārtas situācijās un tirgdarbībā, pēdējos gados to klātbūtne Eiropas debesīs ir pieaugusi gandrīz eksponenciāli. Turklāt ir strauji pieaudzis izklaides *UAS* pārdošanas apjoms, jo iedzīvotāji var tieši piekļūt daudziem cenas ziņā pieejamiem un drošiem risinājumiem, ko ražotāji tirgo kā lieliskus rīkus aerofotouzņēmumu un videofilmu uzņemšanai. Dronu nozarē ienākušas vairākas jaunas tehnoloģijas, piemēram, 5G tīkli, kas nodrošina ātrāku un stabilāku saziņu starp vadības sistēmām no zemes un droniem, kā arī mākslīgais intelekts, kuru izmantojot *UAS* var lidojumā apstrādāt apkārtējās vides informāciju, pieņemt lēmumus reāllaikā un acumirkļi sniegt atgriezenisko saiti pilotam. Tomēr, pieaugot *UAS* skaitam un šīs tehnoloģijas izplatībai, ir radušās arī bažas par drošības apdraudējumu.

Dronu izmantošana ir uzsākta militārajā jomā, pateicoties zināmām priekšrocībām (piemēram, tālvadībai, rentabilitātei, mazam izmēram, vadībai bez cilvēka klātbūtnes), kas padara tos ārkārtīgi efektīvus kaujas laukā. Līdz ar to droni ir kļuvuši par parastu ieroci daudziem valstu un nevalstiskiem dalībniekiem, padarot acīmredzamu to biežo izmantošanu konfliktos. Droniem jau tagad ir kritiski svarīga loma mūsdienu karadarbībā, kur tos izmanto vai nu uzraudzībai, vai triecieniem no gaisa, un ir sagaidāms, ka šīs funkcijas aizvien vairāk turpinās attīstīties.

Pēdējos gados Eiropā ir ziņots par lielu skaitu drošuma un drošības incidentiem, kuros iesaistīti *UAS*, un daudzi no tiem ir izraisīti noziedzīgos vai teroristiskos nolūkos. Tiešā pieejamība, sarežģītā atklāšana (jo īpaši pilsētvidē) un vienkārša un attāla pilotēšana ir īpašības, kas tos padara par pievilcīgu rīku agresoru rokās, kuri tos var izmantot preču kontrabandai, privātuma aizskaršanai, pakalpojumu traucēšanai, propagandas izplatīšanai vai pat apbruņošanai ar granātām, improvizētām sprāgstierīcēm (*IED*) vai ķīmiskajām, bioloģiskajām, radioloģiskajām vai nukleārajām (*CBRN*) vielām.

Biežāk sastopamie gadījumi ir nelikumīgu preču transportēšana uz cietumiem un pāri valstu robežām, policijas darbību novērošana, kiberuzbrukumi, iejaukšanās privātajā dzīvē, uzņemot attēlus un veicot videoierakstus, kā arī pilotētas gaisa satiksmes traucēšana.

Turklāt pēdējos gados ES ir izjaukti vairāki terora akti, kuros uzbrukuma plānošanā izmantoja *UAS*. Papildus tam tika paustas bažas par datiem, kas iegūti no *UAS*, piemēram, par kritisko infrastruktūru attēliem un par to, vai dronu ražotājiem ir piekļuve šāda veida informācijai.

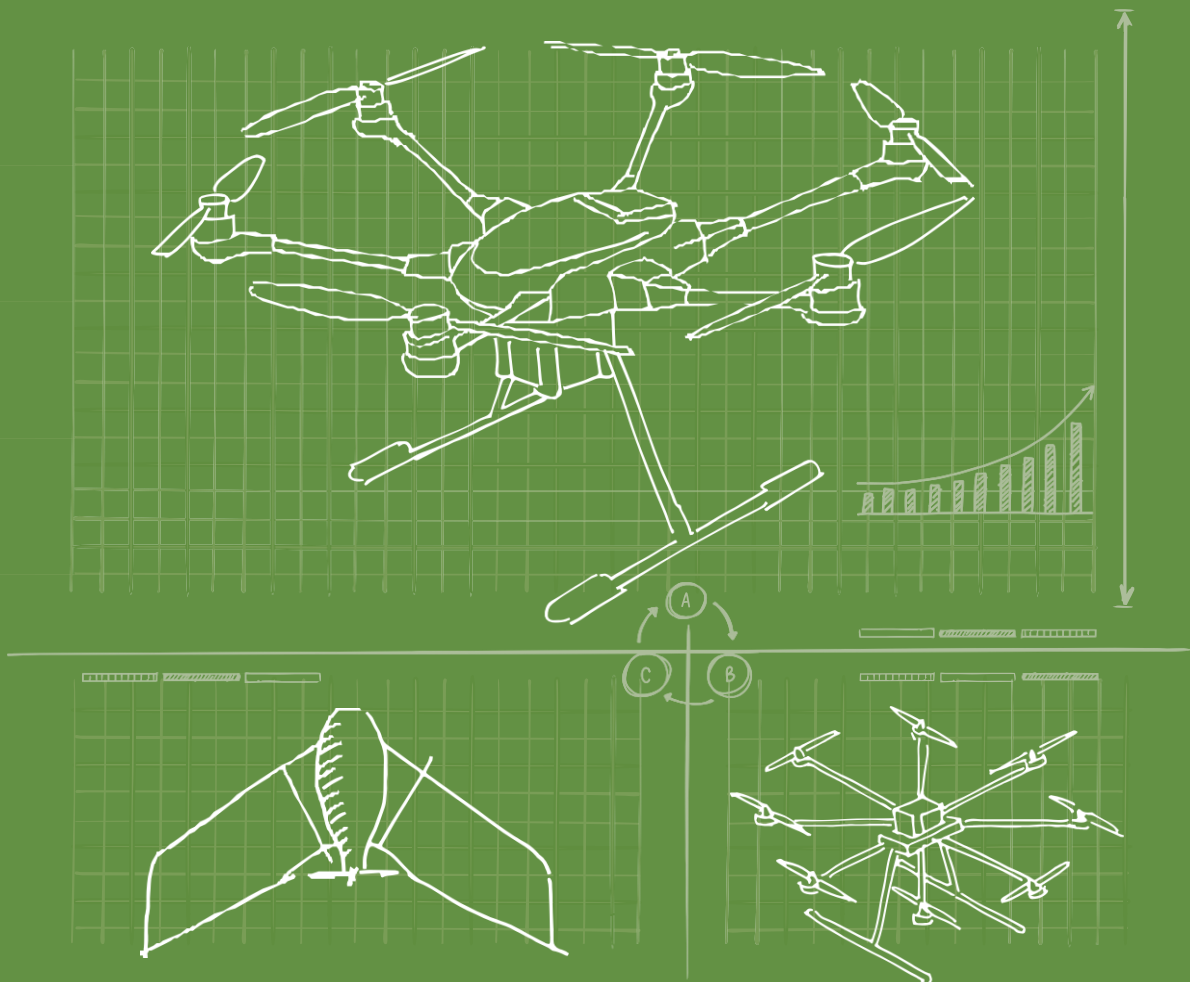
Drošības apdraudējumus, ko rada *UAS* izmantošana noziedzīgiem mērķiem un terora aktiem, ir ārkārtīgi sarežģīti novērst, un visefektīvākā pieeja var būt dažādu risinājumu apvienojums. ES jau ir veikusi konkrētus pasākumus šo steidzamo jautājumu risināšanai, iekļaujot *UAS* radīto drošības apdraudējumu dažādos dokumentos, piemēram, Rīcības plānā sabiedrisku vietu aizsardzības uzlabošanai (Eiropas Komisija, 2017) un ES Terorisma apkarošanas

programmā (Eiropas Komisija, 2020), turklāt ir piešķirts finansējums pētniecības un inovācijas projektiem, kas veltīti ar UAS saistītu drošības jautājumu izpētei. Papildus minētajam Komisijas paziņojumā “Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota gaisa kuģu ekosistēmai Eiropā” (Eiropas Komisija, 2022) kā pamatdarbība paredzēta īpaša Eiropas bezpilota lidaparātu sistēmu apkarošanas programma. Izstrādāts arī tiesiskais regulējums attiecībā uz pilota apliecību izsniegšanu un lidaparātu reģistrāciju, kā arī ir veiktas konkrētas darbības attiecībā uz UAS satiksmes vadības iekļaušanu gaisa satiksmes pārvaldībā.

Līdztekus pieejamo UAS izplatīšanai ir izstrādāts plašs klāsts gan sarežģītu, gan vienkāršu risinājumu, kurus izmantojot, var atklāt, identificēt, izsekot, neitralizēt vai mazināt iespējamo UAS radīto apdraudējumu sekas. Lai gan ir grūti panākt pareizu līdzsvaru starp dažādiem komerciāli pieejamiem risinājumiem, ir svarīgi, lai tiesību aizsardzības iestādes un objektu vai pasākumu pārvaldnieki/īpašnieki būtu informēti par katra pasākuma iespējām, ierobežojumiem un prasībām. Šī rokasgrāmata sniedz ieskatu par dažādiem fiziskai nostiprināšanai izmantotiem aizsardzības pasākumiem, aplūkojot to tipoloģiju, tehniskos raksturojumus, problēmas un ierobežojumus, vienlaikus sīki analizējot to piemērotība atbilstīgi izstrādātajiem apdraudējuma scenārijiem. Kā tiks pierādīts, lielāko daļu izpētīto gadījumu civilos apstākļos bez tiesiskiem ierobežojumiem var izmantot arī privātpašnieki un tiesību subjekti. Tas rada ievērojamas priekšrocības salīdzinājumā ar daudziem bezpilota lidaparātu sistēmu apkarošanas (C-UAS) progresīvo tehnoloģiju risinājumiem, kurus drīkst izmantot tikai tiesībaizsardzības vienības, tādējādi drošības incidenta gadījumā ļoti paildzinot reaģēšanas laiku.

1

UAS pārskats un klasifikācija

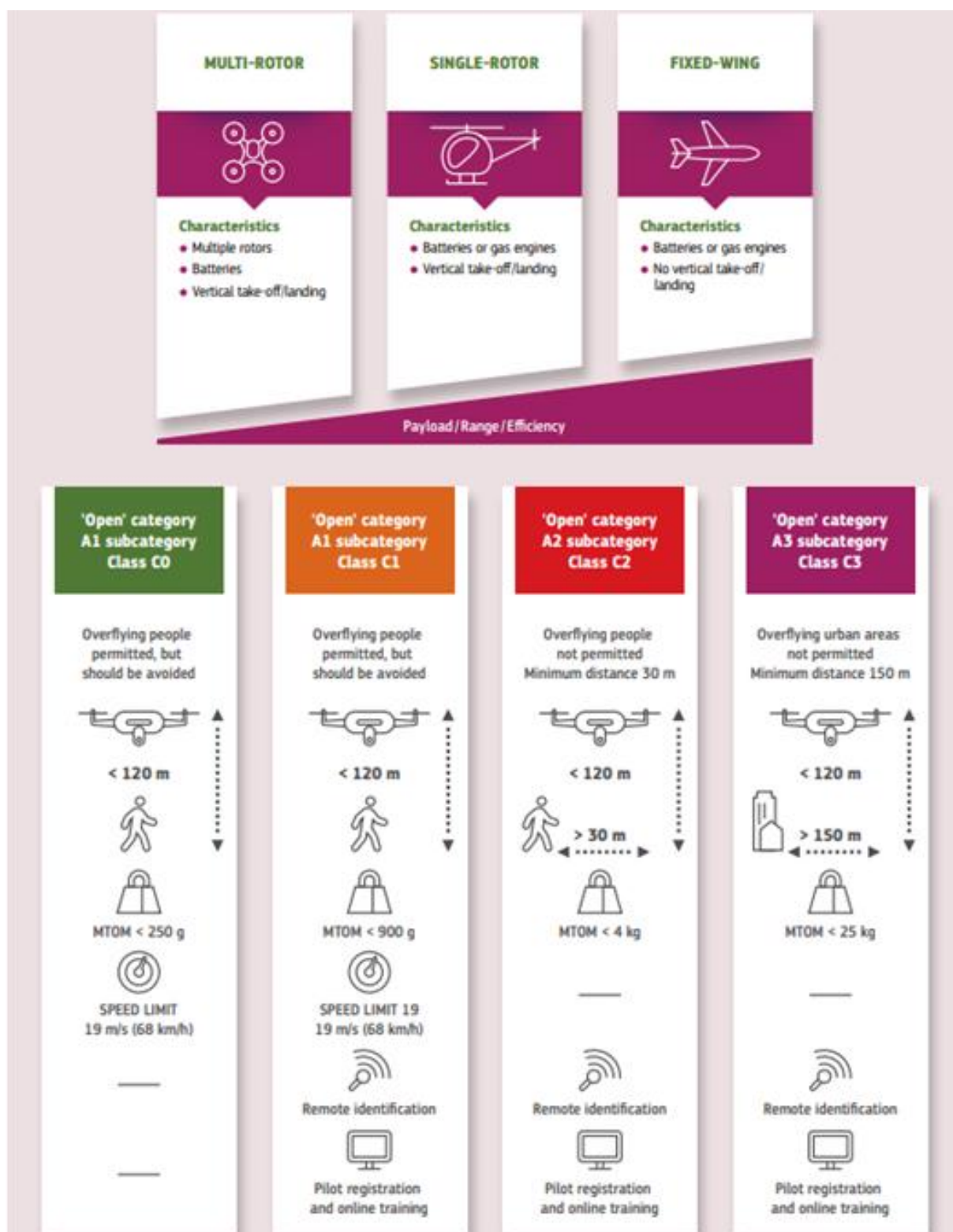


UAS vienkāršības, pielāgojamības un salīdzinoši zemo izmaksu dēļ tagad tos plaši izmanto dažādās nozarēs un tiem ir visdažādākie pielietojuma veidi. To konstrukcijai un spējam ir svarīga nozīme, ne vien izstrādājot iespējamās uzbrukuma scenārijus, bet arī izstrādājot aizsardzības stratēģiju, jo pretpasākumi reti kad var būt efektīvi pret visiem UAS veidiem. Piemēram, to lidotspēja – ieskaitot maksimālo lietderīgo slodzi, ilgizturību, darbības rādiusu, manevrētspēju un ātrumu – var lielā mērā ietekmēt iespējamās sekas autonomas ielašanās gadījumā, jo to nodomi nav zināmi.

Galvenās UAS kategorijas ir vertikālās pacelšanās/nosēšanās sistēmas (kurām ir rotējošo spārnu konfigurācija) un fiksētu spārnu sistēmas. Pateicoties pielāgojamībai pilsētvides apstākļos, karāšanās iespējām un spējai pacelties faktiski no jebkuras vietas, vertikālās pacelšanās/nosēšanās sistēmas ir kļuvušas par vispopulārāko kategoriju. Tās parasti darbina iebūvēta bateriju pakete vai pat iekšdedzes dzinēji, to maksimālajā pacelšanās masā (*MTOM*) ir iekļauta kravnesība, korpuss un motors. *MTOM* ir svarīgs parametrs, kas jāņem vērā, izstrādājot iespējamās uzbrukuma scenārijus, kas ietver bīstamu kravu transportēšanu. Lidojuma laiks ievērojami atšķiras atkarībā no drona tipa (piemēram, fiksētu spārnu sistēmas ar iekšdedzes dzinēju var lidot vairākas stundas) un pārvietotās derīgās kravas (jo lielāka krava, jo mazāks lidojuma laiks).

Reaģējot uz drošuma un drošības problēmām, ko rada UAS izmantošanas izplatīšana, Komisija pieņēma vairākas regulas, kurās paredzēti kopīgi noteikumi attiecībā uz to ekspluatāciju un konstrukciju. Tāpēc Regulā (ES) 2018/1139 atbilstīgi riska pakāpei tika noteiktas trīs ekspluatācijas kategorijas (atvērtā, specifiskā un sertificētā). Komisija 2019. gadā pieņēma divas regulas, kurās noteica UAS konstrukcijas un ražošanas prasības (Regula (ES) 2019/945) un to izmantošanas noteikumus (Regula (ES) 2019/947). Minētajās regulās ir ierosināta arī UAS klasifikācijas sistēma, ņemot vērā to *MTOM*, maksimālo sasniedzamo ātrumu un maksimālo augstumu virs pacelšanās punkta, kā arī ir izklāstīti ekspluatācijas un tehniskie noteikumi, kas jāievēro ražotājiem, ekspluatantiem un ES dalībvalstīm. Drošības apsvērumu dēļ bažas jo īpaši rada UAS, kas iekļautas “atvērto/zema riska lidojumu” kategorijā, jo tās paredzētas arī izmantošanai plašai sabiedrībai. 1. attēlā redzams pārskats par UAS parametriem un ierobežojumiem, kas jāievēro ekspluatantiem un ražotājiem. Papildus minētajam Komisija paziņojumā “Dronu stratēģija 2.0 viedai un ilgtspējīgai bezpilota gaisa kuģu ekosistēmai Eiropā” (Eiropas Komisija, 2022) izziņoja konkrētāku rīcību attiecībā uz C-UAS.

1. attēls. UAS vispārīgie raksturlielumi un UAS “atvērtās” kategorijas galvenās ekspluatācijas prasības saskaņā ar regulām (ES) 2019/945 un (ES) 2019/947.



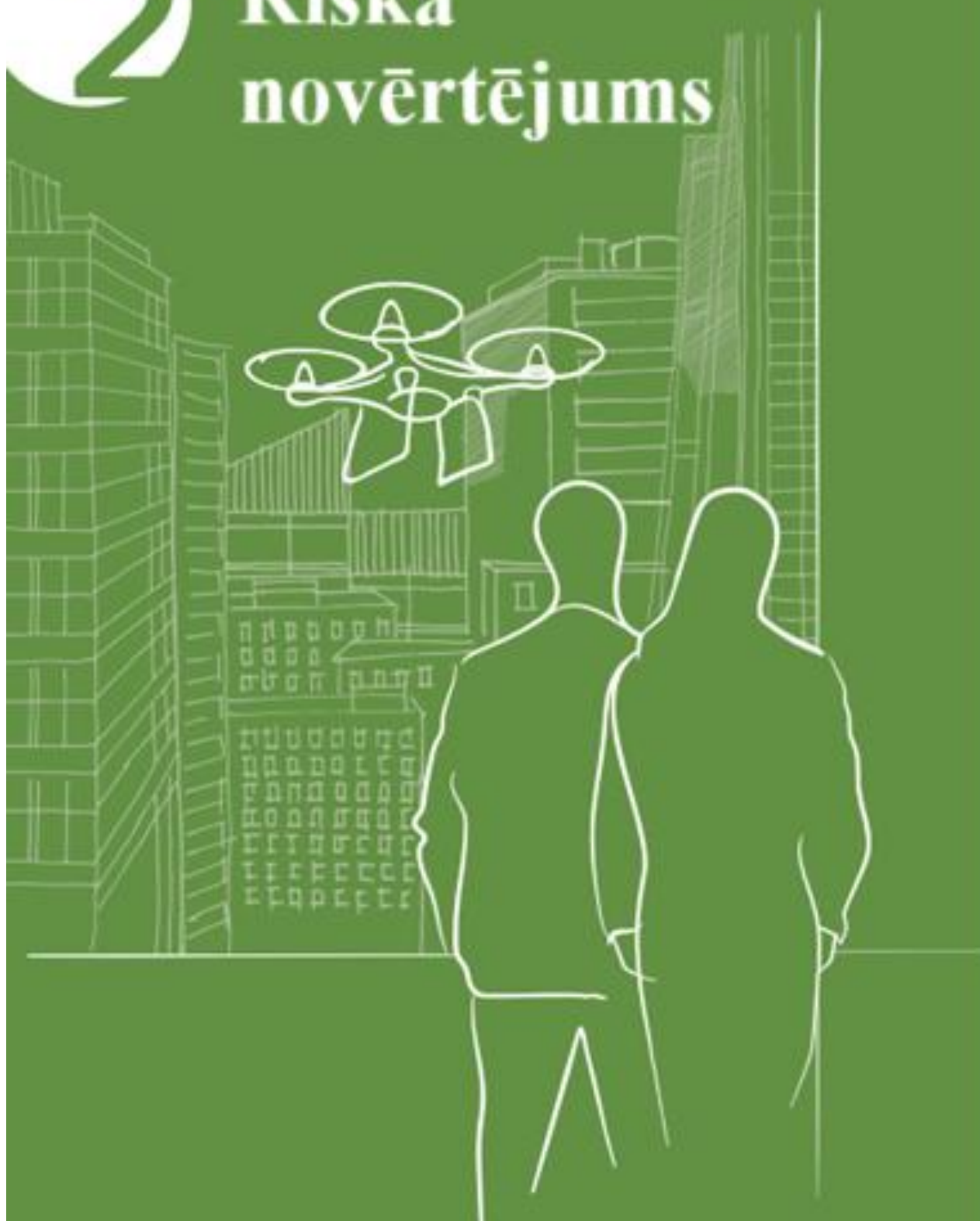
Angļu val.	Latviešu val.
MULTI-ROTOR	DAUDZROTORU
Characteristics	Raksturojumi
Multiple rotors	Vairāki rotorī

Batteries	Baterijas
Vertical take-off/landing	Vertikāla pacelšanās/nosēšanās
SINGLE-ROTOR	VIENROTORA
Batteries or gas engines	Baterijas vai gāzes dzinēji
FIXED-WING	FIKSĒTU SPĀRNU
No vertical take-off/landing	Nav vertikālas pacelšanās/nosēšanās
‘Open’ category A1 subcategory Class C0	“Atvērtā” kategorija A1 apakškategorija C0 klase
Overflying people permitted, but should be avoided	Pārlidojumi virs cilvēkiem atļauti, bet nav vēlami
<120 m	< 120 m
MTOM < 250 g	MTOM < 250 g
SPEED LIMIT 19 m/s (68 km/h)	ĀTRUMA IEROBEŽOJUMS 19 m/s (68 km/h)
Class C1	C1 klase
MTOM < 900 g	MTOM < 900 g
SPEED LIMIT 19	ĀTRUMA IEROBEŽOJUMS 19
Remote identification	Attālināta identifikācija
Pilot registration and online training	Pilota reģistrācija un mācības tiešsaistē
Overflying people not permitted	Pārlidojumi virs cilvēkiem nav atļauti
Minimum distance 30 m	Minimālais attālums 30 m
Overflying urban areas not permitted	Pārlidojumi virs pilsētas teritorijas nav atļauti



2

Riska novērtējums



2.1. PĀRSKATS

Riska novērtējumu drošības jomā veic, lai noteiktu, kāda veida apdraudējumi jāņem vērā, izstrādātu uzbrukumu scenārijus, noteiktu neaizsargātību, aplēstu teroristisku vai ļaunprātīgu aktu rašanās iespējamību un novērtētu to iespējamās sekas. Novērtēto risku pēc tam var apstrādāt riska pārvaldības posmā, pielāgojot piemērotus iejaukšanās pasākumus, tostarp riska novēršanu, mazināšanu, sagatavotību, stāvokļa atgūšanu, atjaunošanu vai pielāgošanos. Tīšas ļaunprātīgas UAS izmantošanas gadījumi Eiropā ir reti, un vairākumā gadījumu licencētie lietotāji ievēro piemērojamos UAS noteikumus, regulas un tehniskos ierobežojumus.

Tomēr lielāko daļu incidentu, kas saistīti ar bezpilota lidaparātiem, ir veikušas nezinošas un nevērīgas personas, taču nedrīkst ignorēt nodomu veikt noziedzīgas un teroristiskas darbības. Šādu notikumu radītie traucējumi ir jo īpaši svarīgi attiecībā uz sabiedriskām vietām, kritiskām iekārtām un iedzīvotāju tiesībām uz privāto dzīvi.

- **Nezinoši lietotāji:** neapzinās piemērojamos noteikumus un ierobežojumus vai interpretē tos nepareizi.
- **Nevērīgi lietotāji:** apzinās piemērojamos noteikumus un ierobežojumus, bet neievēro tos vainas, nolaidības vai apzinātas rīcības dēļ.
- **Noziedzīgi lietotāji:** lai arī apzinās vai neapzinās piemērojamos noteikumus un ierobežojumus, apzināti izmanto UAS, lai sasniegtu savus mērķus.

Bezpilota lidaparātu progresīvās spējas Eiropā rada nopietnas bažas par drošību, tādēļ ir vajadzīga visaptveroša izpratne par parametriem, kas ietekmē drošības incidenta īstenošanās iespējamību un potenciālās uzbrukuma sekas, lai izstrādātu stabilu riska novērtējuma un riska pārvaldības sistēmu. Lai gan šādi incidenti notiek reti, to tiešās sekas (piemēram, ievainojumi, nāves gadījumi un traucējumi) un – vēl jo vairāk – to netiešās sekas (piemēram, psiholoģiskās, ekonomiskās un politiskās) var būt nesamērīgi smagas.

Šajā iedaļā ierosinātā strukturālā pieeja UAS uzbrukumu riska novērtēšanai ir pamatota ar Starptautiskā Standartizācijas organizācijas (ISO) standartā 31000:2018 formulēto riska novērtējuma vispārīgo definīciju: “Riska novērtējums ir kopējais riska identificēšanas, riska analīzes un riska izvērtēšanas process”. Šāda apraksta mērķis ir iekļaut riska procesā gan dabas, gan cilvēka ierosinātu apdraudējumu pat tad, ja joprojām ir ļoti grūti izvērtēt retu cilvēka ierosinātu notikumu īstenošanās iespējamību un skaitliskā ziņā novērtēt sekas cilvēkiem / sociālajā jomā.

Šeit analizētā UAS ļaunprātīgā izmantošana ir tikai viens no līdzekļiem, ko agresori varētu izmantot, uzbrūkot indivīdam, sabiedriskai vietai vai infrastruktūrai. Tomēr ir iespējams nošķirt dažādus taktiskos uzbrukuma paņēmienus, kuros izmantotas UAS īpašās spējas. Lai atvieglotu izvērtēšanu, ir ieteikta uzbrukuma scenāriju izstrāde, ņemot vērā izvērtētā aktīva neaizsargātību un izmantoto taktisko paņēmienu. 2. attēlā parādīti atsevišķi analīzes posmi, kas kopā veido riska novērtēšanas procesu.

- **Apdraudējuma identificēšana** ietver iespējamo uzbrukuma līdzekļu un metožu noteikšanu, novērtējot esošos (ja tādi ir) aizsardzības pasākumus, nosakot izvērtējamā aktīva neaizsargātību pret izskatīto UAS uzbrukuma taktisko paņēmienu, un uzbrukuma scenāriju izstrādi.

- **Riska analīze** ietver identificētā uzbrukuma scenārija īstenošanās varbūtību un iespējamās sekas.
- **Riska izvērtējums** ietver riska pakāpes novērtēšanu un lēmuma pieņemšanu par tā pieņemamību vai nepieņemamību.
- **Riska apstrāde** ietver iespējamo novērtētā riska mazināšanas pasākumu aprakstu un vajadzības gadījumā to izvēli.

2. attēls. Riska novērtēšanas un pārvaldības procesa posmi



Angļu val.	Latviešu val.
Risk assessment	Riska novērtējums
Threat identification	Apdraudējuma identifikācija
Identify vulnerabilities	Noteikt neaizsargātību
Assess current measures	Novērtēt esošos pasākumus
Build scenarios	Izstrādāt scenārijus
Risk analysis	Riska analīze
Assess likelihood	Novērtēt īstenošanās iespējamību
Assess consequences	Novērtēt sekas
Risk evaluation	Riska izvērtējums
Assess risk level	Novērtēt riska pakāpi
Decide if risk needs to be reduced	Izlemt, vai risks ir jāsamazina
Risk treatment	Riska apstrāde
Describe potential mitigation options	Aprakstīt iespējamās riska mazināšanas iespējas
Determine acceptance of residual risk	Noteikt atlikušā riska pieņemamību

Riska novērtējuma rezultāts var ievērojami atšķirties atkarībā no pamatinformācijas un mērķiem, ko izvirzījuši eksperti, kuri novērtē risku. Ja uzbrukuma scenārija īstenošanās iespējamības un izrietošo seku izvērtēšanai nav pietiekamu datu, eksperti riska novērtēšanai var pieņemt kvalitatīvu metodiku un izvirzīt savus spriedumus. Tāpēc, lai palielinātu objektivitāti, ekspertiem jāatbild noteiktām prasībām, piemēram, jāiesniedz skaidri pierādījumi par terorisma riska novērtēšanas pieredzi, interešu konfliktu neesību, objektivitāti un jābūt ar nevainojamu reputāciju. Pēc tam riska novērtējuma rezultātus, parasti pievienojot norādījumus par to precīzu interpretāciju, paziņo izvērtētā aktīva īpašniekiem/pārvaldniekiem, kas atbild par pieņemamu riska pakāpes robežu noteikšanu un lemj, vai ir vajadzīga riska apstrāde.

2.2. ĻAUNPRĀTĪGAS UAS IZMANTOŠANAS NOTEIKŠANA

Riska novērtēšanas procesa pirmajā posmā nosaka izvērtētajam aktīvam nozīmīgus terorisma apdraudējumus. Identificējot apdraudējumu, precīzi nosaka taktiskos paņēmienus, ko agresori varētu izmantot, un formulē iespējamus uzbrukuma scenārijus. Apdraudējumu nosaka atbilstīgi mērķim, proti, personai vai cilvēku grupai, īpašumam, informācijai vai – plašāk – iestādei, valstij vai valstu grupai. Cilvēka radītus apdraudējumus un to īstenošanās iespējamību ir grūti noteikt, jo, pretēji dabas stihijas riskiem, dati nav pietiekami, tāpēc centieni konkrētus apdraudējumus saistīt ar iespējamo mērķi parasti ir lielā mērā subjektīvi. Datus par esošiem un potenciāliem apdraudējumiem, uzbrukuma nodomu vai citu saistītu sensitīvu informāciju var lūgt izlūkdienestiem un tiesībsardzības vienībām. Šāda informācija var būt arī komerciālu datu pakalpojumu sniedzējiem, taču ne vienmēr ir iespējams garantēt šādu datu daudzumu un kvalitāti, jo īpaši vietējā līmenī.

Vairāk informācijas par pieejamajiem datu avotiem, kas var atvieglot apdraudējuma noteikšanu, var skatīt dokumentā “Security by Design: Protection of public spaces from terrorist attacks” [Integrētā drošība: sabiedrisko vietu aizsardzība pret teroristu uzbrukumiem] (Eiropas Komisija, 2022).

Šajā publikācijā aplūkoti dažādi taktiskie paņēmieni, kurus varētu izmantot persona, kura jau ir nolēmusi izmantot UAS vai nu bīstamu/nelikumīgu kravu, vai ieroču transportēšanai. Kā jau minēts, to nelielais izmērs, vieglās iegādes un pārveidošanas iespējas padara tās par lielisku rīku ne vien profesionāļiem un amatieriem, bet arī dalībniekiem ar ļaunprātīgiem nolūkiem, tāpēc tie palielina attiecīgos drošības un drošuma riskus. Protams, vairākums UAS lietotāju ievēro aprakstītos noteikumus (ja viņi tos pārzina), tāpēc tie neapdraud drošību. Toties dalībnieki ar ļaunprātīgiem nolūkiem vada UAS, neievērojot noteikumus, un dažādu motīvu dēļ var uzbrukt dažādiem aktīviem. Izmantotie taktiskie paņēmieni ir atkarīgi no mērķa veida, neaizsargātības un dalībnieka nolūka. Tāpēc, lai izvēlētos piemērotus pretpasākumus, kas nodrošina mērķa vērtīgo aktīvu (piemēram, personu, ļoti svarīgu personu (VIP), datu) efektīvu aizsardzību, ir jāapsver liels daudzums dažādu uzbrukuma scenāriju. Turpmāk uzskaitītas galvenās apdraudējumu kategorijas, kas pēdējos gados apzinātas nemilitārā kontekstā.

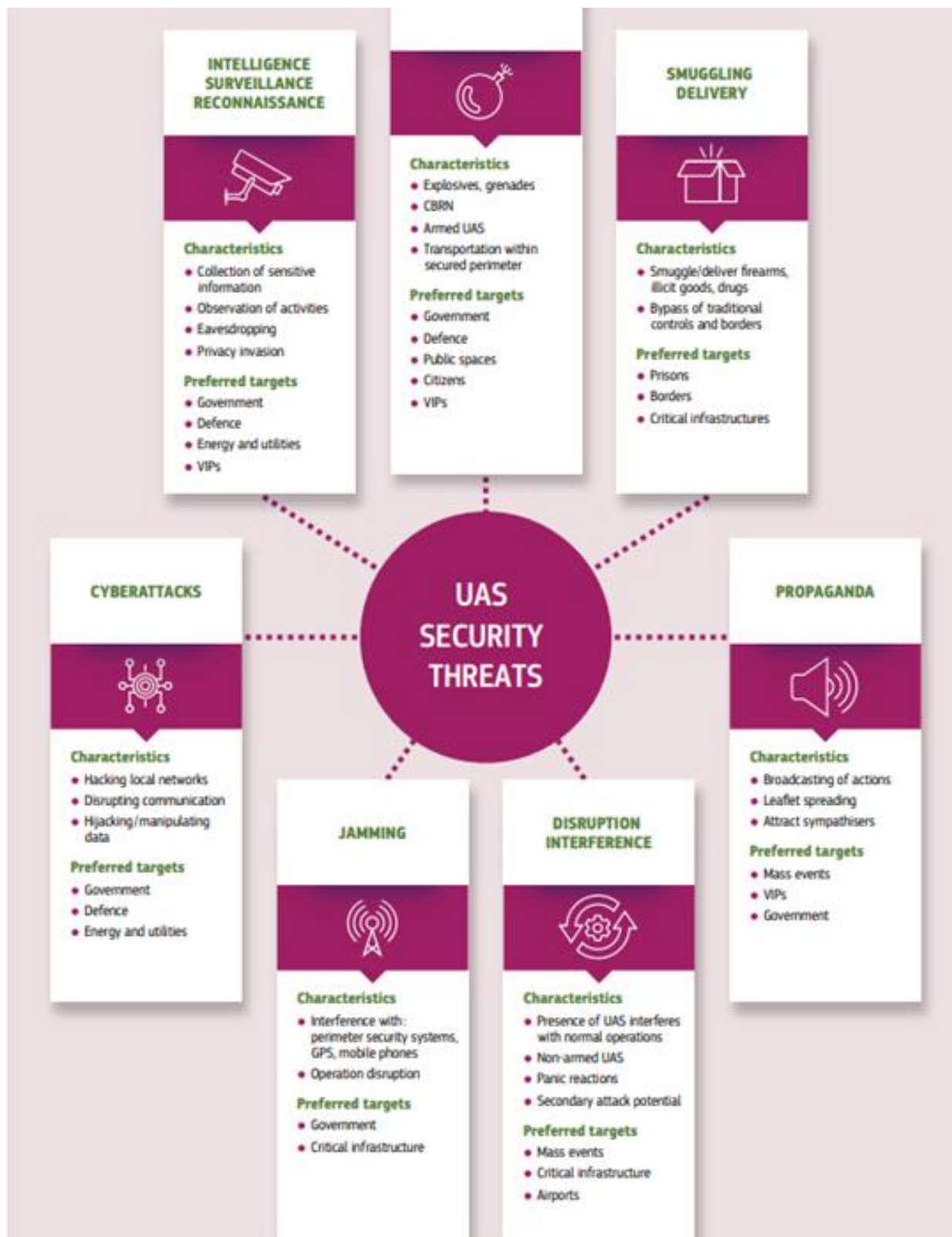
- **Bīstamu kravu nosūtīšana.** Tā kā efektīvāku motoru un bateriju dēļ UAS kravnesība pēdējos gados palielinās, tās var viegli izmantot improvizētu sprāgstierīču (IED), granātu vai CBRN vielu nosūtīšanai drošā perimetrā. Izmantojot videokameras un ģeogrāfiskās informācijas sistēmas ierīces, modernās UAS spēj pārvadāt ievērojamas kravas lielos attālumos, kā tas jau ir pierādīts mūsdienu karadarbībā. Kravu var novietot izvēlētajā vietā, kas var būt paaugstināta (piemēram, ēkas jumts), nomest, izmantojot īpaši izstrādātu mehānismu, vai aktivizēt gaisā, upurējot UAS. UAS pat var apzināti pilotēt pret neaizsargātu objektu, veicot “kamikadzes” tipa uzbrukumu. Iespējamie mērķi ir sabiedriska vieta (piemēram, āra telpa), konkrēta persona (piemēram, kravas aktivizēšana ārpus biroja vai transportlīdzekļa), uzbrukumi informācijas glabāšanas objektiem vai aktīvam sniegtajiem pakalpojumiem (piemēram, enerģētika, ekonomika, pārvalde, aizsardzība). Turklāt UAS var apbruņot ar šaujamieročiem (vai citiem ieročiem, kas satur lādīņus), jo īpaši uzbrūkot atsevišķām personām (parasti VIP), un tie spēj viegli pietuvoties mērķim.
- **Kontrabanda/iegādes.** Eiropā jau ir novēroti vairāki gadījumi, kad UAS ir izmantotas aprīkojuma piegādei uz konkrētām vietām, jo tās spēj viegli šķērsot tradicionālos kontroles punktus un jo īpaši iekļūt aizsargātās vietās. Piegādātais aprīkojums (piemēram, šaujamieroči) var nokļūt agresora rīcībā, kas drošajā zonā jau ir iekļuvis, izmantojot parasto kontroles procedūru, un kas to var izmantot. Piemēram, ļoti daudzas

dažādas kravas (piemēram, mobilie tālruņi, narkotiskās vielas, nelegālas preces, ieroči), jau ir piegādātas cietumos vai nelegāli pārvestas pār starptautiskajām robežām.

- **Izlūkošana, uzraudzība un rekognoscēšana.** *UAS* var izmantot arī, lai vāktu informāciju un novērotu darbības, galvenokārt ar videokamerām. Aizvien labākas videokameru tehniskās iespējas ļauj darboties naktī vai ar termiskajiem sensoriem novērot cilvēku kustību. Tā agresori no droša attāluma var dokumentēt potenciālā mērķa neaizsargātās vietas un izpētīt tās, plānojot uzbrukumu, vai pat uzbrukuma gaitā sniegt informāciju reāllaikā. Pēdējā laikā ir izstrādāti arī jaudīgi mikrofoni, kas ļauj slepus noklausīties privātas/konfidencialas sarunas. Turklāt privātus attēlus, ko uzņēmuši droni, pārkāpjot indivīdu privātumu, var izmantot noziedzīgiem nolūkiem, piemēram, krāpšanai vai šantāžai.
- **Kiberuzbrukumi.** *UAS* var apdraudēt kiberdrošību, uzbrūkot vietējiem bezvadu tīkliem un traucējot sakarus, piegādājot ļaunatūras, nolaupot un/vai manipulējot sensitīvus datus. To var izdarīt, ja tām ir piemēroti rīki (piemēram, tīkla vai radiofrekvences (*RF*) skeneris) un izdodas piekļūt bezvadu sistēmai, izmantojot tās neaizsargātību. Turklāt *UAS* var kļūt par kiberuzbrukuma mērķi (zināma arī kā “*UAS* uzlaušana”), jo agresori var iegūt kontroli pār to un mainīt tās maršrutu, piekļūt tās datiem vai to iznīcināt (piemēram, datu viltošana, iejaukšanās mehānisma darbībā un pakalpojuma atteikums).
- **Sakaru sistēmas traucēšana.** *UAS*, kurās uzstādītas attiecīgas elektroniskās iekārtas, var izmantot lokālu traucējumu radīšanai, lai traucētu perimetra drošības sistēmu, *GPS* sistēmu vai mobilo tālruņu signālu darbību. Šis taktiskais paņēmieni var radīt papildu neaizsargātību, ko var izmantot agresors vai kas var būtiski ietekmēt aktīva (piemēram, lidostas) darbības.
- **Iejaukšanās un traucēšana.** Pat *UAS* klātbūtne vien var būt pietiekama, lai radītu aktīva normālās darbības traucējumus, ko izraisa drošuma problēmas, kas izriet no šādas darbības (piemēram, civilās aviācijas traucējumi). Traucējumus var radīt arī dažādos masu pasākumos pilsētas teritorijā, izraisot klātesošās publikas panikas reakciju, kā dēļ cilvēki var gūt traumas, iet bojā, vai radīt labvēlīgus apstākļus sekundāram uzbrukumam (piemēram, novirzīt cilvēkus uz konkrētām vietām). Turklāt pat tad, ja nepārvarā bīstamas kravas, *UAS* var radīt traumas, netīši saduroties ar cilvēkiem vai ēkām.
- **Propaganda.** *UAS* var izmantot arī protestētāji un teroristu grupas, cenšoties pastiprināt propagandas centienus, lai ierakstītu savas darbības, sabiedriskās vietās izplatītu brošūras vai citus materiālus. Nofilmēto saturu var pārraidīt tiešsaistē (pat tiešraides straumēšanas režīmā), lai piesaistītu piekritējus un mudinātu savervēt jaunus teroristus vai protestētājus, jo tas attēlo sekmīgu organizāciju ar mērķtiecīgiem dalībniekiem.

Apdraudējumu kategorijas, kas apkopotas 3. attēlā, noteikti paplašināsies, jo daudzas tehnoloģijas, ko izmanto bezpilota lidaparātos, turpina attīstīties, turklāt ir sagaidāms, ka pieaugs arī to komerciālās, profesionālās un izklaides izmantošanas iespējas. Labākas baterijas un motori nodrošinās ilgāku lidojuma laiku, palielināsies kravnesība un diapazons, savukārt ātrāki mobilie tīkli (5G) un mākslīgā intelekta lietotnes nodrošinās sakarus lielākā attālumā un labāku dronu sadarbību, veidojot grupu.

3. attēls. Iespējamie UAS apdraudējumi pilsētā



Angļu val.	Latviešu val.
UAS SECURITY THREATS	UAS DROŠĪBAS APDRAUDĒJUMI
INTELLIGENCE SURVEILLANCE RECONNAISSANCE	IZLŪKOŠANA UZRAUDZĪBA REKOGNOSCĒŠANA
Characteristics	Raksturlielumi
Collection of sensitive information	Sensitīvas informācijas vākšana
Observation of activities	Darbību novērošana
Eavesdropping	Slepena noklausīšanās
Privacy invasion	Ielaušanās privātajā dzīvē
Preferred targets	Vēlamie mērķi
Government	Valsts pārvalde
Defence	Aizsardzība
Energy and utilities	Enerģētika un komunālā infrastruktūra
VIPs	VIP
HAZARDOUS LOADS	BĪSTAMAS KRAVAS
Explosives, grenades	Sprāgstvielas, granātas
CBRN	CBRN
Armed UAS	Bruņotas UAS
Transportation within secured perimeter	Transportēšana drošā perimetrā
Preferred targets	Vēlamie mērķi
Government	Valsts pārvalde
Defence	Aizsardzība
Public spaces	SABIEDRISKAS VIETAS
Citizens	Iedzīvotāji
VIPs	VIP
SMUGGLING DELIVERY	KONTRABANDAS PIEGĀDE
Smuggle/deliver firearms, illicit goods, drugs	Slepus ievest/piegādāt šaujamieročus, nelegālas preces, narkotiskās vielas
Bypass of traditional controls and borders	Apiet tradicionālās pārbaudes un robežas
Prisons	Cietumi
Borders	Robežas
Critical infrastructures	Kritiskās infrastruktūras
CYBERATTACKS	KIBERUZBRUKUMI
Hacking local networks	Lokālo tīklu uzlaušana
Disrupting communication	Sakaru traucēšana
Hijacking/manipulating data	Datu nolaupīšana/manipulēšana
Government	Valsts pārvalde
Defence	Aizsardzība
Energy and utilities	Enerģētika un komunālā infrastruktūra
JAMMING	TRAUCĒJUMU RADĪŠANA
Interference with: perimeter security systems,	Perimetra drošības sistēmu, GPS, mobilo

GPS, mobile phones	tālrunu darbības traucēšana
Operation disruption	Darbības traucēšana
Government	Valsts pārvalde
Critical infrastructure	Kritiskā infrastruktūra
DISRUPTION INTERFERENCE	IEJAUKŠANĀS TRAUCĒŠANA
Presence of UAS interferes with normal operations	UAS klātbūtne traucē normālo darbību
Non-armed UAS	Neapbruņotas UAS
Panic reactions	Panikas reakcija
Secondary attack potential	Sekundāra uzbrukuma potenciāls
Mass events	Masu pasākumi
Critical infrastructure	Kritiskā infrastruktūra
Airports	Lidostas
PROPAGANDA	PROPAGANDA
Broadcasting of actions	Darbību pārraide
Leaflet spreading	Brošūru izplatīšana
Attract sympathisers	Piesaistīt piekritējus
Mass events	Masu pasākumi
VIPs	VIP
Government	Valsts pārvalde

2.3. UAS Riska analīze

2.3.1. Iespējamības noteikšana

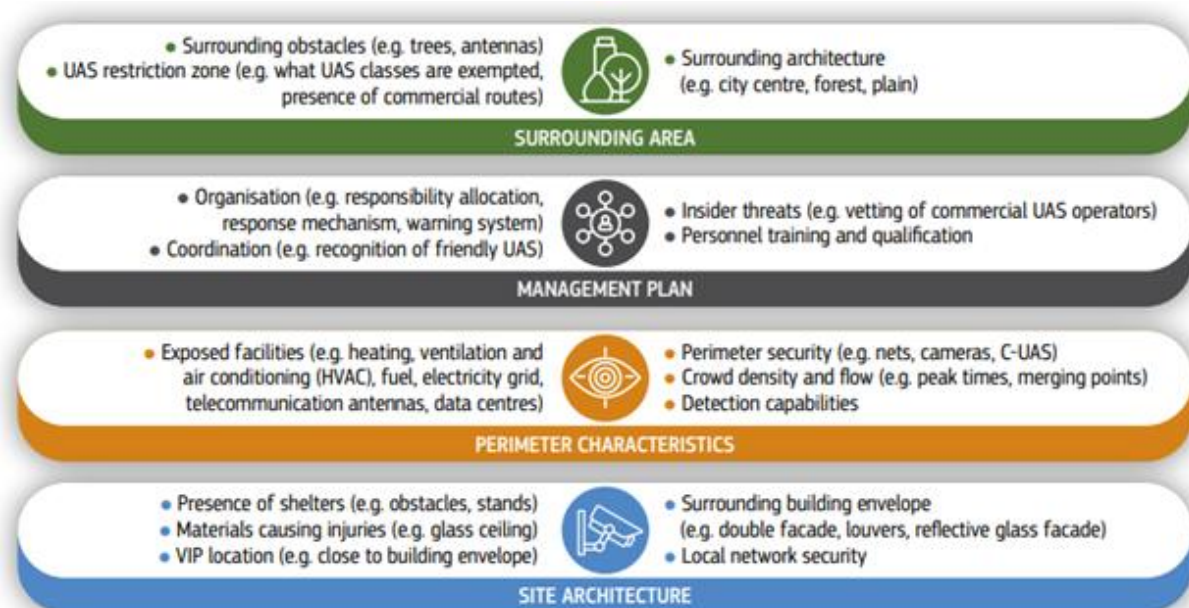
2.3.1.1. Neaizsargātības noteikšana un uzbrukuma scenāriju izstrāde

Neaizsargātība ir iespējamo mērķu vājās vietas, kuru dēļ tie var kļūt uzņēmīgi pret teroristu uzbrukumiem. Kritiska neaizsargātības novērtēšana saistībā ar uzbrukuma scenārijiem palīdzēs lēmumu pieņēmējiem pieņemt apzinātus lēmumus par atturēšanas un riska mazināšanas pasākumiem, plānojot stratēģijas iedarbības mazināšanai un izstrādājot efektīvu ārkārtas situāciju pārvaldības plānu. Uzbrukuma scenāriji ir praktiska iespēja uzskatāmi parādīt, kas nākotnē varētu notikt, un, tā kā tajos izmantoti iespējamie notikumi, kuri jāparedz, izdarot rūpīgi pārdomātus pieņēmumus, tie var būt lietderīgi. Uzbrukuma scenāriju izstrādā, aprakstot incidentu un uzbrucēju darbības veidu, izvērtējot vispārīgos apstākļus uzbrukuma brīdī, nosakot neaizsargātību un palīdzot izvērtēt iespējamās sekas. Visi uzbrukuma scenāriji ir ticami, taču atšķiras to īstenošanās iespējamība. Katram izstrādātajam scenārijam jābūt cik vien iespējams konkrētam, ņemot vērā visus pasākumus, kas jau ir ieviesti, un tā uzbūvei jābūt shematiskai, kas atvieglotu pārdomātu lēmumu pieņemšanu par iespējamām vajadzīgajām darbībām. Tie var atšķirties taktikas, smaguma pakāpes, apjoma un ietekmes ziņā, un tos izstrādā noteiktam laikposmam (piemēram, nākamajiem 3 vai 4 gadiem), jo tie ir regulāri jāpārvērtē, lai iekļautu jauniegūtās zināšanas, tendences un straujo tehnoloģiju attīstību.

Lai noteiktu infrastruktūras vai sabiedriskās vietas neaizsargātību saistībā ar UAS, ir jāizvērtē tādi faktori kā objekta piekļūstamība, atrašanās vieta, forma un esošie aizsardzības pasākumi (iekļūšanas kontrole, videonovērošana, UAS atklāšanas un identificēšanas aprīkojums, apsardze, perimetra fiziskā aizsardzība, pārtveršanas pasākumi utt.). Ja ir ieviesti aizsardzības pasākumi, tie ir jāidentificē, jānovērtē un jāuzlabo, ja tie šķiet nepietiekami un novecojuši, ņemot vērā potenciālo UAS radīto apdraudējumu. Šādi rūpīgi apsvērumi var atklāt atlikušos riskus, kas var rasties pieņemto risinājumu nepietiekamības un/vai to nepilnīgās īstenošanas vai darbības dēļ. Esošo pasākumu neefektivitātes cēlonis var būt saistīts arī ar nepietiekamām tehniskajām prasībām (piemēram, tehniskie ierobežojumi), ražotāja ekspluatācijas norādījumu neievērošana, iekārtu atteice, nepietiekama iekārtu tehniskā apkope, nepietiekama pārvaldnieka profesionālā sagatavošana, personāla trūkums vai iekšējie apdraudējumi. Turklāt esošie pasākumi, ja tos pienācīgi piemēro, var ievērojami samazināt budžetu, kas nepieciešams aktīva drošības plāna atjaunināšanai.

4. attēlā ir parādīts piemērs ar galvenajām jomām, kas jāizvērtē, lai veiktu pārdomātu neaizsargātības novērtējumu. Šādu novērtējumu parasti uztic veikt kvalificētiem ekspertiem, kuriem ir vajadzīgās speciālās zināšanas, lai noteiktu un dokumentētu neaizsargātību šajās jomās, kas ir būtisks riska novērtēšanas procesa elements.

4. attēls. Ar UAS saistītās neaizsargātības klasifikācijas piemērs



Angļu val.	Latviešu val.
SURROUNDING AREA	APKĀRTNE
- Surrounding obstacles (e.g. trees, antennas) - UAS restriction zone (e.g. what UAS classes are exempted, presence of commercial routes) - Surrounding architecture (e.g. city centre, forest, plain)	- Apkārtņē esošie šķēršļi (piemēram, koki, antenas) - UAS ierobežošanas zona (piemēram, kuras UAS klases neiekļauj, komerciālu maršrutu esība) - Apkārtējā arhitektūra (piemēram, pilsētas centrs, mežs, līdzenums)

MANAGEMENT PLAN	PĀRVALDĪBAS PLĀNS
• Organisation (e.g. responsibility allocation, response mechanism, warning system) • Coordination (e.g. recognition of friendly UAS) • Insider threats (e.g. vetting of commercial UAS operators) • Personnel training and qualification	• Organizatoriskā struktūra (piemēram, pienākumu sadale, reaģēšanas mehānisms, brīdināšanas sistēma) • Koordinācija (piemēram, nekaitīgu UAS atpazīšana) • Iekšējie apdraudējumi (piemēram, komerciālo UAS ekspluatantu drošības pārbaude) • Personāla mācības un kvalifikācija
PERIMETER CHARACTERISTICS	PERIMETRA RAKSTURLIELUMI
• Exposed facilities (e.g. heating, ventilation and air conditioning (HVAC), fuel, electricity grid, telecommunication antennas, data centres) • Perimeter security (e.g. nets, cameras, C-UAS) • Crowd density and flow (e.g. peak times, merging points) • Detection capabilities	• Atklāti objekti (piemēram, apsilde, ventilācija un gaisa kondicionēšana (HVAC), degviela, elektrotīkls, telesakaru antenas, datu centri) • Perimetra drošība (piemēram, tīkli, videokameras, C-UAS) • Pūļa blīvums un plūsma (piemēram, sastrēgumlaiki, trajektoriju savienošanas punkti) • Noteikšanas spējas
SITE ARCHITECTURE	VIETAS ARHITEKTŪRA
• Presence of shelters (e.g. obstacles, stands) • Materials causing injuries (e.g. glass ceiling) • VIP location (e.g. close to building envelope) • Surrounding building envelope (e.g. double facade, louvers, reflective glass façade) • Local network security	• Esošās patvēruma vietas (piemēram, šķēršļi, stendi) • Materiāli, kas rada ievainojumus (piemēram, stikla griesti) • VIP atrašanās vieta (piemēram, ēku norobežojošo konstrukciju tuvumā) • Apkārtējās ēku norobežojošās konstrukcijas (piemēram, dubulta fasāde, žalūzijas, spoguļstikla fasāde) • Lokālā tīkla drošība

Neaizsargātības novērtējuma rezultātus var atspoguļot vērtējumu sistēmā, kā parādīts turpmāk, lai sniegtu uzskates līdzekli, ko izmantot riska novērtēšanas procesā.

1. tabula. Neaizsargātības novērtējuma klasifikācija

Neaizsargātības vērtējums	Apraksts
Ļoti zema	Ir ieviesti dažādi aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, riska mazināšana, pārtveršana), kas izvērtētā uzbrukuma scenārijā gadījumā nodrošina pietiekamu aizsardzību.
Zema	Ir ieviesti vairāki aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, riska mazināšana, pārtveršana), tomēr ir noteiktas dažas nepilnības, kuras izvērtētā uzbrukuma scenārijā gadījumā var izmantot agresors.
Vidēja	Ir ieviesti daži aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, riska mazināšana, pārtveršana), tomēr ir noteiktas ievērojamas (piemēram, vājāka aizsardzība nekā tiek pieņemts) nepilnības, kuras izvērtētā uzbrukuma scenārijā gadījumā var izmantot agresors.
Augsta	Esošie aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, riska mazināšana, pārtveršana) nav pietiekami (piemēram, neefektīvas sistēmas), un agresori var viegli izmantot noteiktās nepilnības.
Ļoti augsta	Aizsardzības pasākumi (piemēram, atklāšana, riska mazināšana, pārtveršana) vai nu nav ieviesti, vai ir pavisam nepietiekami (piemēram, pilnīgi neefektīvas sistēmas), un agresori var viegli izmantot noteiktās nepilnības.

2.3.1.2. Apdraudējuma novērtēšana vietējā līmenī

Tā kā uzbrukumi bieži notiek negaidīti, un pieejamie dati parasti ir nepietiekami, jo īpaši tad, ja tie uzskatāmi par sensitīviem un tie vairākumā gadījumu ir izlūkošanas aģentūru rīcībā, ir grūti ieviest vispārēji pieņemamu metodiku konkrēta uzbrukuma scenārijā īstenošanās iespējamības aprēķināšanai. Precīzas kvantitatīvas incidenta īstenošanās noteikšanas metodikas trūkuma dēļ ir pieņemti kvalitatīvi izvērtējumi, lai gan tie ir ļoti subjektīvi un neobjektīvi. Lai mazinātu šo subjektivitāti, saistībā ar katru izvērtēto aktīvu ir ieviesti vairāki rādītāji, kas sīkāk tiek analizēti publikācijā “Security by Design: Protection of public spaces from terrorist attacks” [Integrētā drošība. Sabiedrisko vietu aizsardzība pret teroristu uzbrukumiem] (Eiropas Komisija, 2022). Šajā publikācijā analizētajā procesā ir sniegtas aktīvu un sabiedrisko vietu riska pakāpes attiecībā uz daudziem dažādiem apdraudējumiem (piemēram, šaujamieroči, transportlīdzekļa taranēšana, IED un UAS).

Šajā rokasgrāmatā galvenā uzmanība pievērsta tikai ļaunprātīgai UAS izmantošanai un dažādiem taktiskiem paņēmieniem, kas izriet no to izmantošanas, kā aprakstīts iepriekš. Tas nozīmē, ka ierosinātajā analizē tiek pieņemts, ka agresors ir nolēmis izmantot UAS, lai veiktu uzbrukumu konkrētam mērķim, tādējādi izslēdzot citu veidu apdraudējumus (piemēram, transportlīdzekļa taranēšana, aktīva izmešana) un citus mērķus. Tā kā apdraudējuma veids (piemēram, UAS izmantošana) un mērķis jau iepriekš ir atlasīti, ieteiktajā pieejā ir uzsvērts, cik svarīgi ir izstrādāt vispārārtītus uzbrukuma scenārijus, izmantojot 3. attēlā attēlotos dažādos taktiskos paņēmienus, un visbeidzot novērtēt katra scenārijā relatīvo īstenošanās iespējamību. Īstenošanās iespējamība ir klasificēta kā relatīva, jo tā ir tikai salīdzināta ar citiem UAS taktiskajiem paņēmieniem attiecībā pret iepriekš noteiktu mērķi.

Lai kvantificētu katra izstrādātā uzbrukuma scenārija relatīvo īstenošanās iespējamību, ir jānovērtē apdraudējuma līmenis izvērtētā potenciālā mērķa apkārtnē, kas ir sarežģīts uzdevums, jo attiecīgie dati parasti ir nepietiekami un konfidencialitātes dēļ bieži vien nav pieejami. Lai atvieglotu šādu novērtējumu, ir atlasīti daži minētajā publikācijā iekļauti rādītāji, ņemot vērā tikai tos, kuru vērtība atšķiras atkarībā no taktiskā paņēmiena saistībā ar UAS. Ieviestās vienkāršotās pieejas mērķis ir palīdzēt ieinteresētajām personām veikt relatīvā apdraudējuma iepriekšēju novērtējumu gadījumos, kad nav precīzāka izlūkdienestu vai attiecīgo iestāžu veikta izvērtējuma. Turpmāk aplūkoti izvērtētie rādītāji katrai UAS radītā apdraudējuma kategorijai.

- **Apdraudējuma vēsture.** Izvērtē informāciju par iepriekš ziņotajiem, nesekmīgajiem vai novērtajiem uzbrukumiem/apdraudējumiem, kur izmantots katrs konkrētais taktiskais paņēmiens (attiecībā uz ēku, tās lietotājiem vai līdzīgos objektos). Ņem vērā teroristu grupu publiskos paziņojumus attiecībā pret civilajiem mērķiem un to motivāciju, jo īpaši, ja priekšroka tiek dota izvērtētajam uzbrukuma scenārijam.
- **Uzbrukuma sarežģītība/spējas** Novērtē, kādas praktiskās/tehniskās speciālās zināšanas vajadzētu agresoram, lai veiktu uzbrukumu ar UAS (piemēram, IED vai CBRN vielas izveide), un kādas ir grūtības iegūt UAS (piemēram, atkarībā no tās lieluma), ieroci vai komponentus tā izveidei. Izvērtē finanšu līdzekļus, kas vajadzīgi, lai iegādātos materiālus vai citus būtiskus elementus, kuri varētu būt vajadzīgi (piemēram, atbalsta infrastruktūra, sakaru tīkls, piegādes ķēde).
- **Pievilcīgums/motivācija.** Atkarīgs no mērķa pievilcīguma (piemēram, kultūras/religiskā/simboliskā nozīmē, apmeklētība) saistībā ar iespējamo uzbrukuma taktiku. Izpēta, vai noteikts darbības veids uzbrucējam šķiet pievilcīgāks, jo aktīva funkciju dēļ tam varētu būt lielāka ietekme (piemēram, mijiedarbība ar citiem objektiem, papildu sekas valstij un sabiedrībai, publiskas un/vai sensitīvu datu esība).

2. tabulā sīki aplūkoti ieviestie rādītāji un vērtēšanas kritēriji, kas jāievēro, piešķirot punktus. Tomēr šie vērtēšanas kritēriji neaptver visus dažādos faktorus, kurus varētu izmantot, lai raksturotu apdraudējuma vērtējumu konkrētai UAS veikta uzbrukuma taktikai attiecībā pret aktīvu.

2. tabula. Katra rādītāja vērtēšanas kritēriji

Piešķirtie punkti		1	2	3	4
Rādītāji	Apdraudējuma vēsture	- Nav iepriekšēju apdraudējumu/paziņojumu - Iepriekš noticis starptautiskās drošības incidents	- Apdraudējumi/paziņojumi starptautiskajā līmenī - Iepriekš noticis valsts drošības incidents	- Apdraudējumi/paziņojumi valsts līmenī - Salīdzinoši nesen noticis reģionālās drošības incidents	- Apdraudējumi/paziņojumi vietējā līmenī - Nesen noticis vietējās drošības incidents
	Uzbrukuma sarežģītība/spējas	- Nepieciešamas īpašas speciālās zināšanas - Ļoti sarežģīti izgatavot/iegādāt ieroci - Augstas materiālu izmaksas	- Nepieciešamas speciālās zināšanas - Sarežģīti izgatavot ieroci - Salīdzinoši augstas materiālu izmaksas - Nepieciešams ievērojams daudzums resursu	- Nepieciešams mazs speciālo zināšanu - Viegli izgatavot ieroci - Zemas materiālu izmaksas - Nepieciešams daudzums resursu	- Nav nepieciešamas speciālās zināšanas - Ātri pieejams ierocis - Ļoti zemas materiālu izmaksas - Nepieciešams minimāls daudzums resursu

	• Nepieciešams liels daudzums resursu	• Uzbrukuma gadījumā nenozīmīga ietekme valsts līmenī • Ļoti nelieli iespējamie papildu bojājumi (piemēram, blakus esošās ēkas) • Nepievilcīgs mērķis	• Uzbrukuma gadījumā zināma ietekme valsts līmenī • Nelieli iespējamie papildu bojājumi (piemēram, blakus esošās ēkas) • Ļoti nepievilcīgs mērķis	• Uzbrukuma gadījumā ievērojama ietekme valsts līmenī • Mēreni iespējamie papildu bojājumi (piemēram, blakus esošās ēkas) • Pievilcīgs mērķis	• Uzbrukuma gadījumā ļoti liela ietekme valsts līmenī • Lieli iespējamie papildu bojājumi (piemēram, blakus esošās ēkas) • Ļoti pievilcīgs mērķis
Pievilcīgums/ motivācija					

Lai noteiktu apdraudējuma vērtējumu konkrētai UAS veikta uzbrukuma taktikai attiecībā pret aktīvu, minētajiem rādītājiem piešķirtos punktus saskaita un salīdzina ar skalu, kas redzama 3. tabulā. Lai salīdzinātu dažādos identificētos taktiskos paņēmienus, šī procedūra jāatkārto katram atsevišķam scenārijam. Turklāt ideālā gadījumā katra scenārija ticamību pārbauda izlūkdienesti un tiesībsargāšanas vienības, jo tie var sniegt papildu informāciju par zināmiem apdraudējuma avotiem un potenciālajām teroristu darbību tendencēm.

3. tabula. Relatīvā apdraudējuma vērtējuma novērtējums

Apdraudējuma vērtējums	ĻOTI ZEMS	ZEMS	MĒRENS	AUGSTS	KRITISKS
Kopējais vērtējums (punktu summa)	3–4	5–6	7–8	9–10	11–12

2.3.1.3. Īstenošanās iespējamības novērtējums

Lai noteiktu aktīva kritiskumu un riska līmeni dronu ļaunprātīgas izmantošanas gadījumā, vērtētajam vispirms ir jāizvērtē katra identificētā scenārija īstenošanās iespējamība un potenciālās sekas šā scenārija īstenošanās gadījumā. Šajā procesā izmanto iepriekš izklāstīto apdraudējuma un neaizsargātības novērtējumu rezultātus. 4. tabulā ir aplūkoti pieci UAS uzbrukuma īstenošanās iespējamības izvērtējuma līmeņi, kas ir jāizstrādā katram iespējamajam darbības veidam.

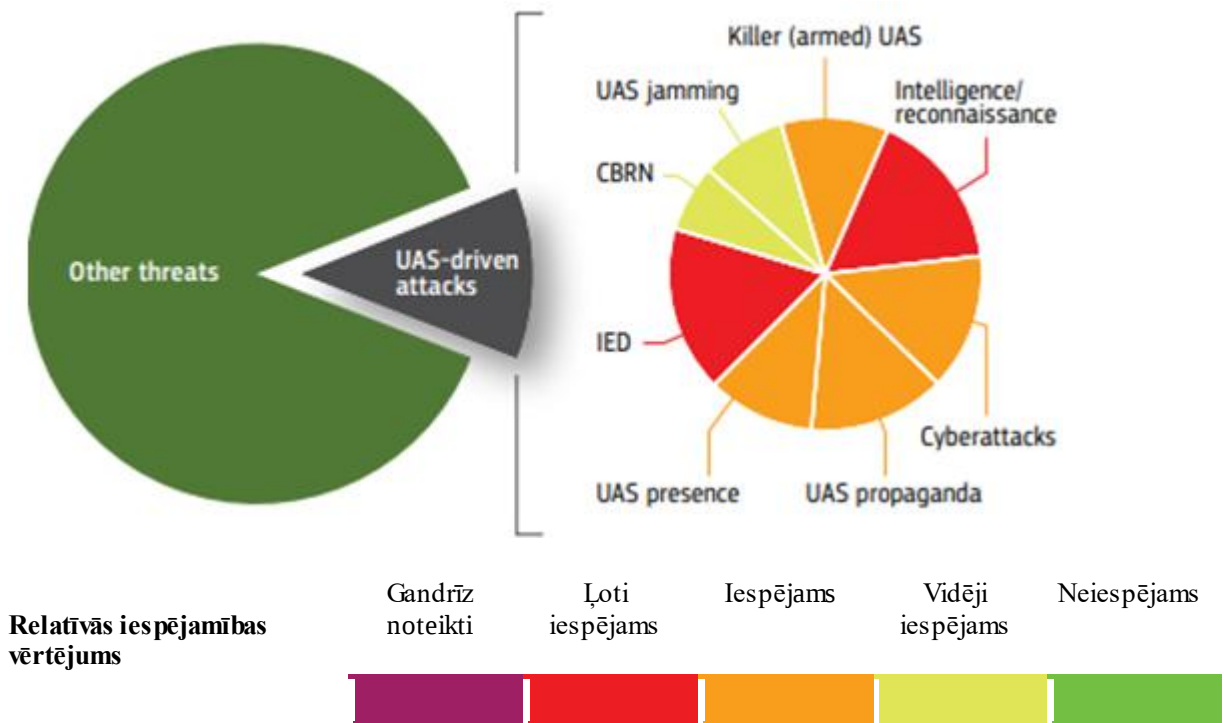
4. tabula. UAS uzbrukumu īstenošanās relatīvās iespējamības novērtēšana

Neaizsargātība						
Apdraudējums		Ļoti augsta	Augsta	Vidēja	Zema	Ļoti zema
	Izšķirīgi svarīgais [faktors]					
	Augsts					
	Mērens					
	Zems					
	Ļoti zems					
Relatīvās iespējamības vērtējums		Gandrīz noteikti	Ļoti iespējams	Iespējams	Vidēji iespējams	Neiespējams

Šāda procesa galīgais rezultāts būs līdzīgs 5. attēlā redzamajam piemēram, kur ir grafiski parādīta iepriekš identificētās UAS uzbrukuma taktikas relatīvā iespējamība attiecībā pret izvērtēto vietu. Dotajā attēlā ir skaidri redzams, ka dažiem UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem ir augstāka relatīvā īstenošanās iespējamība nekā citiem, tāpēc tas ir vērtīgs elements, lai kā prioritārus risinājumus noteiktu ar taktiku saistītas riska mazināšanas iespējas.



5. attēls. UAS uzbrukuma taktisko paņēmienu relatīvā iespējamība



Angļu val.	Latviešu val.
Other threats	Citi apdraudējumi
UAS-driven attacks	UAS uzbrukumi
Killer (armed) UAS	Nāvējošas (apbruņotas) UAS
Intelligence reconnaissance	Izlūkošanas rekognoscēšana
Cyberattacks	Kiberuzbrukumi
UAS propaganda	UAS propaganda
UAS presence	UAS klātbūtne
IED	IED
CBRN	CBRN
UAS jamming	UAS traucējumu radīšana

2.3.2. Seku novērtējums

Uzbrukuma sekas ir tieši saistītas ar mērķa aktīva veidu un apstākļiem uzbrukuma brīdī. Iepriekš notikuši incidenti ir pierādījuši, ka tieša, tūlītēja uzbrukuma ietekme var būt gan tāda, kas saistīta ar cilvēka dzīvību (piemēram, ievainojumi vai nāves gadījumi), gan arī tie var būt lieli ekonomiski zaudējumi (piemēram, remonta izmaksas un pakalpojumu sniegšanas traucējumi), un vides katastrofas. Netiešas ilgtermiņa sekas ir grūtāk novērtēt, jo tās ietver tādus politiskus/sociālus aspektus kā ietekme uz iedzīvotāju psiholoģisko stāvokli un (netiešas) ekonomiskās izmaksas, piemēram, ietekme uz tūrisma nozari vai

iestādes/uzņēmuma reputāciju. Lai gan ir grūti precīzi skaitliskā izteiksmē noteikt vairākas pamatota nelabvēlīgākā scenārija sekas katram darbības veidam (jo īpaši tiem, kas saistīti ar psiholoģisku reakciju), iespējamā tūlītējā mantiskā kaitējuma, īpašuma iznīcināšanas, piegādes ķēdes traucējumu un zaudēto cilvēku dzīvību izvērtēšana ir svarīgs riska novērtēšanas procesa elements. Lai atvieglotu šo izvērtēšanu, vērtētājam ir jāatbild uz vairākiem, tostarp turpmāk norādītajiem, jautājumiem.

- Cik cilvēku varētu būt nogalināti vai ievainoti pēc uzbrukuma, kurā izmantots UAS taktiskais paņēmieni?
- Kādi pakalpojumi uzbrukuma gadījumā tiktu traucēti? Cik ilgi traucējumi turpināsies? Vai attiecīgie pakalpojumi tiek dublēti un kādas būs remontdarbu izmaksas?
- Vai mijiedarbībā ar citiem aktīviem vai pakalpojumiem uzbrukums izraisīs kaskādes efektu?
- Kādas ir infrastruktūras bojājumu remonta sagaidāmās izmaksas? Vai ir pieejamas aizstāšanas iespējas?
- Vai aktīvā ir kritiskā komunālā infrastruktūra vai sensitīvā informācija, ko varētu apdraudēt? Kāda ir to zuduma vai pakalpojuma traucējumu netiešā ietekme?
- Vai organizācijai/īpašniekam ir iespējamās politiskās sekas, reputācijas kaitējums un/vai drošības pārkāpumi (piemēram, personas datu aizsardzības pārkāpumi)?
- Kādas ir netiešās ekonomiskās izmaksas (piemēram, tūrisma nozarei) un kāda ir ietekme uz iedzīvotāju psiholoģisko stāvokli?

5. tabulā ir attēlota klasifikācija atbilstīgi ļaunprātīgas UAS izmantošanas potenciālajām sekām. Tajā ir ņemti vērā vairāki parametri, tostarp (bet ne tikai) cilvēka dzīvība, ekonomika, sabiedrība, vides un infrastruktūras bojājumi. Vērtējuma pamatā izmantots nelabvēlīgākais scenārijs, un, iespējams, būs vajadzīga padziļināta zinātniskā analīze, tāpēc vērtētāja speciālās zināšanas varētu ievērojami uzlabot rezultātu precizitāti. Seku apraksts un smaguma pakāpe, kas izriet no piešķirtā vērtējuma līmeņa, var atšķirties no tabulā parādītā, jo tie ir atkarīgi no izvērtētā aktīva un nozīmes. Tāpēc ieteicams vispirms apspriesties ar aktīva īpašnieku/pārvaldnieku un, iespējams, koriģēt 5. tabulā ierosināto vērtējumu.

5. tabula. Seku vērtējums

SEKAS	APRAKSTS
NENOZĪMĪGAS	• Nav ievainojumu vai datu noplūdes • Nav konstrukciju bojājumu/materiālu zaudējumu • Nav darbību traucējumu • Ļoti neliels kaitējums reputācijai • Nav ekonomiskās ietekmes un nav netiešu (piemēram, psiholoģisku) sekas
NELIELAS	• Nelieli ievainojumi • Nelieli konstrukciju bojājumi/materiāli zaudējumi • Īslaicīgi pakalpojumu traucējumi • Neliels kaitējums reputācijai • Neliela ekonomiskā ietekme un netiešas (piemēram, psiholoģiskas) sekas
MĒRENAS	• Ievainojumi (nav zaudētu dzīvību) • Mēreni konstrukciju bojājumi/materiālie zaudējumi (neapdraud konstrukcijas stabilitāti) • Vidēja termiņa pakalpojumu traucējumi • Ievērojams kaitējums reputācijai • Ievērojama ekonomiskā ietekme un netiešas (piemēram, psiholoģiskas) sekas • Drošības pārkāpumi, kas neietekmē normālo darbību
KRITISKAS	• Potenciāla dzīvības zaudēšana un smagi miesas bojājumi • Būtiski konstrukciju bojājumi/materiālie zaudējumi (neapdraud konstrukcijas stabilitāti) • Ilgtermiņa pakalpojumu traucējumi, kuru novēršanai jāveic tūlītēji korektīvi pasākumi • Liels kaitējums reputācijai • Liela ekonomiskā ietekme un būtiskas netiešas (piemēram, psiholoģiskas) sekas • Drošības pārkāpumi, kas tieši ietekmē darbību
KATASTROFĀLAS	• Ļoti daudz zaudētu dzīvību / smagi miesas bojājumi • Lielu konstrukciju bojājumi/materiālie zaudējumi, kuru novēršanai vajadzīga tūlītēja rīcība • Liels kaitējums reputācijai (ieskaitās VIP) • Nepieņemami ilgi saimnieciskās darbības traucējumi • Ļoti liela ekonomiskā ietekme un smagas netiešas (piemēram, psiholoģiskas) sekas • Pilnīgs pakalpojumu zaudējums • Nopietnas politiskas sekas

2.4. RISKĀ IZVĒRTĒJUMS

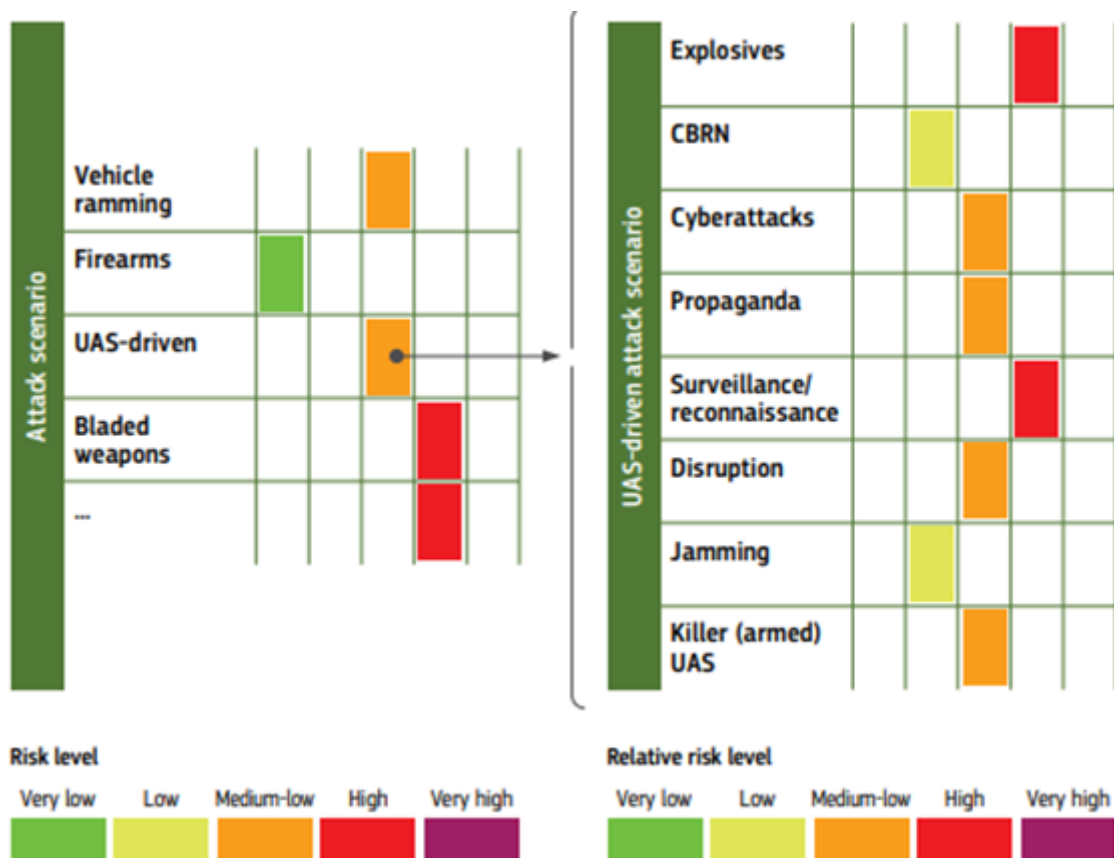
Analīzes posma beigās iegūtos rezultātus var paziņot, izmantojot kartes, līknes, rādītājus, matricas vai citas piemērotas vizualizācijas metodes. Visbiežāk izmantotā metode ir matrica, uz vienas ass norādot relatīvo izvērtētā scenārija īstenošanās iespējamību, bet uz otras – sagaidāmās sekas, kā 6. tabulā redzamajā piemērā.

6. tabula. Relatīvā riska matrica

Sekas						
Relatīvā iespējamība	Gandrīz noteikti	Katastrofālas	Kritiskas	Mērenas	Nelielas	Nenožīmīgas
	Ļoti iespējams					
	Iespējams					
	Vidēji iespējams					
	Neiespējams					
Relatīvā riska pakāpes		Ļoti augsta	Augsta	Vidēji zema	Zema	Ļoti zema

Parādītās riska analīzes rezultāts ir līdzīgs 6. attēla piemēram, kur parādīts fiktīvais relatīvais risks identificētajam UAS uzbrukuma taktiskajam paņēmienam. Šajā piemērā ievietotajā attēlā parādīts, ka dronu uzbrukumi ir tikai viens kopējā terorisma shēmas riska elements, kas ietver papildu uzbrukuma scenārijus, tostarp (bet ne tikai) transportlīdzekļu taranēšanu, šaušanu un uzbrukumus ar asmeņu ieročiem. Tomēr pašlaik ieteiktais process ir vērtīgs, lai noteiktu dažādu ar UAS saistītu uzbrukumu scenāriju relatīvo risku, sniedzot informāciju ieinteresētajām personām par prioritāšu noteikšanu pieņemtajiem (vajadzības gadījumā) aizsardzības pasākumiem.

6. attēls. UAS uzbrukuma taktisko paņēmieni relatīvā riska piemērs



Angļu val.	Latviešu val.
Attack scenario	Uzbrukuma scenārijs
Vehicle ramming	Transportlīdzekļu taranēšana
Firearms	Šaujamieroči
UAS-driven	Uzbrukumi ar UAS
Bladed weapons	Asmeņu ieroči
UAS-driven attack scenario	UAS uzbrukumu scenāriji
Explosives	Sprāgstvielas;
CBRN	CBRN
Cyberattacks	Kiberuzbrukumi
Propaganda	Propaganda
Surveillance/reconnaissance	Novērošana/rekognoscēšana
Disruption	Traucējumi
Jamming	Traucējumu radīšana
Killer (armed) UAS	Nāvējošas (apbruotas) UAS
Risk level	Riska līmenis
Relative risk level	Relatīvais riska līmenis

Šīs analīzes rezultātus izmanto, lai salīdzinātu dažādus uzbrukuma taktiskos paņēmienus un izvēlētos piemērotas darbības, kuras varētu veikt vajadzības gadījumā. Tie varētu arī norādīt, kuros gadījumos ir vēlamas augstākas pakāpes (kvantitatīvas) metodes, piemēram, izmaksu un ieguvumu analīze, lai palīdzētu noteikt riska mazināšanas pasākumu prioritātes gadījumos, kad riska pakāpe ir augsta. Tā kā vairākumā gaidījumu riska analīzes vadītājs neatbild par vajadzīgo darbību izvēli, īpaša uzmanība jāpievērš pienācīgai rezultātu paziņošanai lēmumu pieņēmējiem. Rezultātu interpretāciju nespeciālistiem var atvieglot ar skaidriem norādījumiem, uzsverot nenoteiktības pakāpi, kas neizbēgami ir terorisma riska analīzes elements.



Fiziska nostiprināšana pret *UAS* radītu apdraudējumu



3.1. SALĪDZINĀJUMS AR C-UAS TEHNOLOĢIJĀM

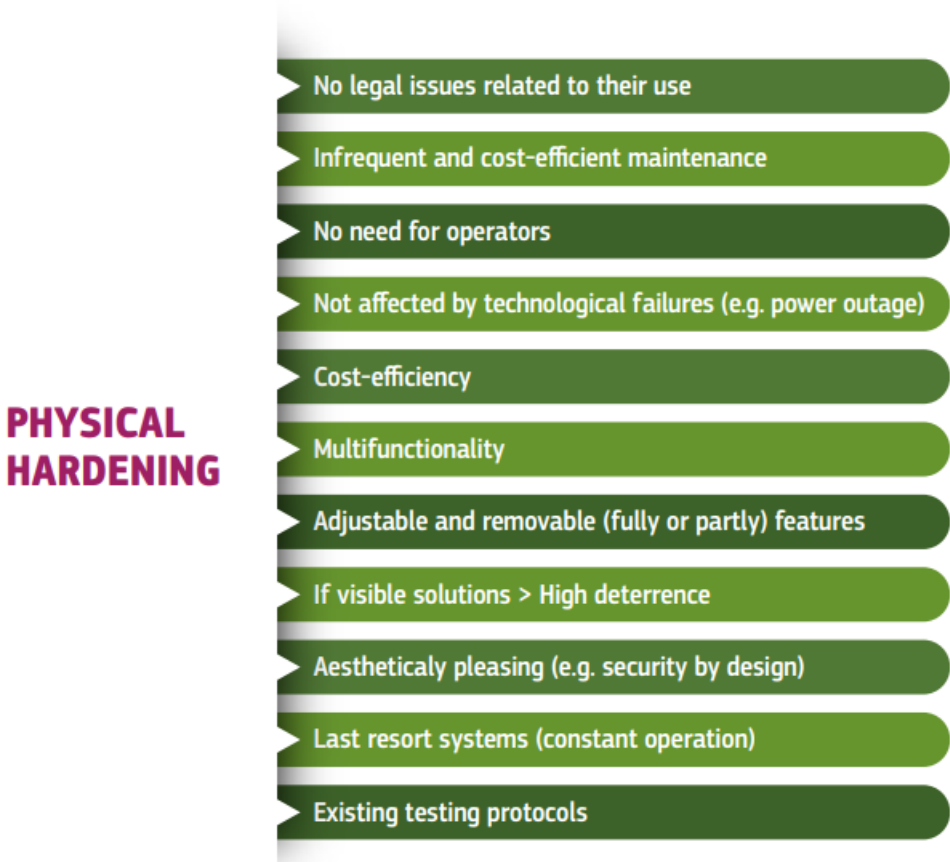
Tikai salīdzinoši nesen *UAS* uzskata par iespējamu nemilitāru ēku un sabiedrisku vietu apdraudējumu, kas izriet no šādu sistēmu aizvien plašākā lietojuma civilajā jomā. Tradicionāli fiziskā nostiprināšanā galvenā uzmanība ir pievērsta uzbrukuma scenārijiem, kuros agresori mēģina iekļūt ēkā vai radīt bojājumus, izmantojot uzbrukumus no zemes. Tas nozīmē, ka objektos, kuri varētu būt pakļauti teroristu uzbrukumiem, ir ieviesti aizsardzības pasākumi apakšējiem stāviem, jo augstākus stāvus uzskata vai nu par nepieklūstamiem, vai salīdzinoši maz ietekmējamiem. Gaisa uzbrukumu, izmantojot *UAS*, iznīcināšanas potenciāls un autonomu sistēmu skaita pieaugums mudināja aizsardzības jomas amatpersonas ņemt vērā jaunus taktikas paņēmienus un pārskatīt reaģēšanas iespējas. Tagad, izmantojot *UAS*, agresori var piekļūt ēku zonām, ko uzskatīja par nepieklūstamām, orientējoties tikai uz uzbrukumiem no zemes, piemēram, iekšējiem pamatiem, ātrijiem, augšējiem stāviem un pie *VIP* zonu un biroju tuvumu.

Veicot riska novērtējumu, kas izklāstīts 3. iedaļā, var noteikt aktīva neaizsargātās vietas un sniegt pārskatu par atbilstīgām riska mazināšanas stratēģijām. Vairākums šeit aplūkoto fizisko aizsardzības pasākumu nav izstrādāti tieši uzbrukumiem ar *UAS*, bet ir efektīvi arī pret šādu apdraudējumu. Šajos fiziskajos aizsardzības pasākumos var pievērst uzmanību ne tikai nostiprināšanai, bet arī aktīva aizsegšanai vai maskēšanai, lai ierobežotu tā tiešu redzamību vai padarītu to mazāk pievilcīgu. 7. attēlā ir apkopotas dažas galvenās fizisko aizsardzības pasākumu priekšrocības izmaksu, izmantojamības un efektivitātes ziņā.

Privātām ieinteresētajām personām daudzus *C-UAS* risinājumus nav atļauts izmantot, jo to izmantošana ir rezervēta tikai tiesībaizsardzības vienībām. Tāpēc negaidīta drošības incidenta gadījumā privātie uzņēmēji nevar paļauties uz ātru policijas spēku iejaukšanos, jo tā var būt pārāk lēna ņemot vērā, ka droni var pārvarēt lielus attālumus dažās sekundēs. No otras puses, fizisko aizsardzības pasākumu ieviešana kopumā nav paredzēta tikai noteiktām struktūrām, un attiecībā uz to lietošanu nav juridisku problēmu. Tā kā tiem parasti nav elektronisku vai kustīgu daļu, to uzturēšana nav sarežģīta un neizmaksā dārgi, un pēc izvērtēšanas (parasti dažu sekunžu laikā), vai tuvojošās *UAS* rada apdraudējumu, to aktivizēšanai nav vajadzīgi īpaši darbinieki. Tas nozīmē arī to, ka šīs sistēmas neietekmē iespējamās elektronisko daļu atteices un to darbība nav atkarīga no elektrības vai citiem enerģijas avotiem, tāpēc elektroenerģijas padeves pārtraukumi tās neietekmē.

Viens no svarīgākajiem fiziskās nostiprināšanas pasākumu aspektiem ir to daudzfunkcionalitāte, jo katrs atsevišķs risinājums var būt efektīvs pret dažādiem *UAS* taktiskajiem paņēmieniem. Vairākums šo pasākumu, salīdzinot ar *C-UAS* tehnoloģijām, ir ekonomiski izdevīgi, un, tā kā tos var izmantot dažādām vajadzībām un to paredzamie ieguvumi ir neskaitāmi, sākotnējās izmaksas varētu būt vieglāk pamatot. Turklāt daudzi ierosinātie risinājumi nav pastāvīgi, un tos var viegli atcelt, ja riska pakāpe samazinās vai ja vēlāk tiek izvēlēta alternatīva aizsardzības pieeja. Tā kā tie darbojas pastāvīgi un ir pasīvi, tos var viegli kombinēt ar citiem *C-UAS* risinājumiem, un tie var darboties kā pēdējās iespējas sistēmas, ja ar citiem pasākumiem ļaunprātīgu *UAS* neizdodas pārtvert. Neraugoties uz to, ka šiem pasākumiem ir liels atturēšanas potenciāls, ja tie ir redzami, tos var harmoniski iekļaut apkārtējā vidē, ievērojot integrētas drošības principus.

7. attēls. Fizisko nostiprināšanas pasākumu raksturīgākās iezīmes



Angļu val.	Latviešu val.
PHYSICAL HARDENING	FIZISKA NOSTIPRINĀŠANA
No legal issues related to their use	Nav juridisku problēmu saistībā ar to izmantošanu
Infrequent and cost-efficient maintenance	Reta un izmaksu ziņā efektīva uzturēšana
No need for operators	Tiem nav vajadzīgi operatori
Not affected by technological failures (e.g. power outage)	Tos neietekmē tehniskas atteices (piemēram, elektroenerģijas padeves pārtraukums)
Cost-efficiency	Rentabilitāte
Multifunctionality	Daudzfunkcionalitāte
Adjustable and removable (fully or partly) features	Pielāgojams un (pilnīgi vai daļēji) noņemams aprīkojums
If visible solutions > High deterrence	Ja redzami risinājumi > Lielas atturēšanas spējas
Aesthetically pleasing (e.g. security by design)	Estētiski pievilcīgi (piemēram, integrēta drošība)
Last resort systems (constant operation)	Pēdējās iespējas sistēmas (pastāvīga darbība)
Existing testing protocols	Esošie testēšanas protokoli

UAS ļaunprātīga izmantošana var notikt dažādos veidos, piemēram, apbruņojot un piekraujot ar sprāgstvielām, izmantojot rekognoscēšanai un spiegošanai, priekšmetu kontrabandai cietumos, kiberuzbrukumiem vai propagandas kampaņu atbalstam. Plašāka informācija par uzbrukuma scenāriju izstrādi un riska novērtēšanas procesu ir analizēta 3. iedaļā. Nākamajās iedaļās tiks aplūkoti fiziskas nostiprināšanas pasākumi, kas ir efektīvi pret dažādiem uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem, kā arī sniegti ieteikumi par ierīkošanas procedūrām un izveidoto aizsardzības līmeni.

3.2. C-UAS TEHNOLOĢIJU APSKATS

Pēdējos gados, strauji pieaugot ikdienā reģistrēto drošības un drošuma incidentu skaitam, aktīvāki ir kļuvuši centieni rast efektīvus pretpasākumus un aizsargāt izvērtēto aktīvu pret apdraudējumu, ko rada UAS ļaunprātīga izmantošana. Ir ieviestas dažādas tehnoloģijas, kas mazina ļaunprātīgu UAS radīto risku, taču tās būtu jāuzskata tikai par vienu aktīva aizsardzības stratēģijas elementu, kas nebūt nav vienīgā iespēja.

Tā kā šajā rokasgrāmatā galvenā uzmanība ir pievērsta nostiprināšanas risinājumiem, kas sniedz aizsardzību pret iepriekš aprakstīto darbības veidu, šajā iedaļā īsumā apkopti pieejamie tehnoloģiskie risinājumi. Tomēr šā pārskata nolūks ir sniegt lasītājam plašāku skatījumu par risinājumiem, kas pieejami reaģēšanai uz aizvien lielāku UAS radīto apdraudējumu. Vairāk informācijas par tehnoloģijām, kas pieejamas drošības plāna izstrādei, var skatīt rokasgrāmatā par kritiskās infrastruktūras un sabiedrisko vietu aizsardzību (Hansen and Pinto Faria, 2023).

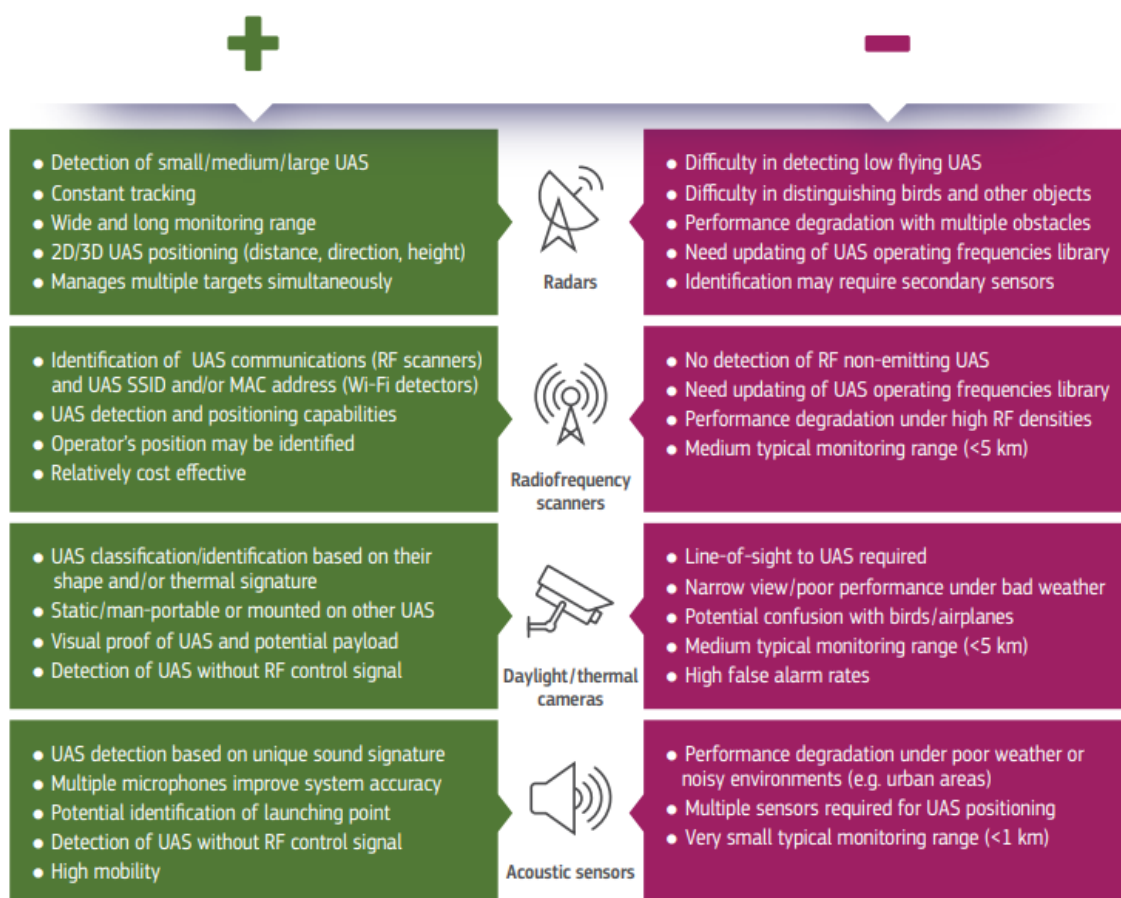
Var nošķirt divas plašas pretpasākumu kategorijas. Pirmā attiecas uz sistēmām, kas spēj atklāt, izsekot un identificēt tuvojošās UAS (atklāšanas, izsekošanas un identifikācijas sistēmas), bet otrā ietver kinētiskus vai elektroniskus mehānismus, kurus aktivizē, lai pārtvertu iespējamo drona ielaušanos. Tā kā daudzām no šīm sistēmām ir ierobežojumi, tās izmantojot pilsētvidē, ir ļoti grūti izvēlēties un izvietot vispiemērotāko risinājumu. Piemēram, tādu pretpasākumu ieviešana, kas jau ir sekmīgi piemēroti tuvojošās UAS pārtveršanai militāros konfliktos, ne vienmēr ir ieteicama pilsētās un publikas pulcēšanās vietās, jo, tās izmantojot, var radīt papildu bojājumus apkārtējiem objektiem vai trāpīt cilvēku pūli/atsevišķiem cilvēkiem. Tāpēc tādu risinājumu izstrāde, kurus var droši izmantot civilajā vidē, ir viena no lielākajām problēmām C-UAS nozarē.

3.2.1. Atklāšana, izsekošana un identifikēšana

Mazā izmēra, mazā vai lielā ātruma un zemā augstuma dēļ, tuvojošās UAS atklāšana, izsekošana un identifikēšana pilsētvidē var būt sarežģīts uzdevums. Šādu tehnoloģiju galvenais mērķis ir reāllaikā lietotājam sniegt ticamu informāciju par tuvojošās UAS raksturlielumiem. Atklāšanai var izmantot radaru vai RF skenerus, kas var noteikt UAS izstarotos radioviļņus. Turklāt videokameras un elektroniskas vai akustiskas identifikācijas sistēmas var sniegt informāciju par UAS lielumu, tās iespējamo krāsvērtību un izsekot tās kustības. Sarežģītāk ir noteikt UAS tipu, ekspluatanta identitāti un pacelšanās vietu, jo šim nolūkam ir vajadzīga īpaša informācija par UAS RF atstaroto signālu. Visām sensoru sistēmām ir noteikti ierobežojumi, kas rūpīgi jāapsver, pirms izvēlas risinājumu, kas uzskatāms par piemērotu aizsargājamam aktīvam/sabiedriskai vietai. Piemēram, putnus varētu būt diezgan grūti atšķirt no mazām UAS, kas pārvietojas ar mazu ātrumu, tādējādi izraisot viltus trauksmi, tāpēc, lai novērstu šo nepilnību, ir izstrādāti īpaši algoritmi. Ekspluatanta identifikēšana un tā piesaiste konkrētai UAS, kas nesadarbojas, parasti ir atkarīga

no tā, vai UAS raksturlielumi (frekvences un protokoli) ir iekļauti atklāšanas iekārtas datubāzē un vai ekspluatants ir reģistrēts. Vairāku sensoru izmantošana var palielināt atklāšanas iespējamību un precizitāti, jo īpaši pilsētvidē, taču tas parasti palielina iegādes izmaksas. 8. attēlā ir sniegts pārskats par dažām visbiežāk izmantotajām atklāšanas tehnoloģijām, apkopojot dažas to priekšrocības un ierobežojumus.

8. attēls. UAS atklāšanas/izsekošanas/identificēšanas tehnoloģiju raksturīgās iezīmes un ierobežojumi



Angļu val.	Latviešu val.
Radars	Radari
• Detection of small/medium/large UAS • Constant tracking • Wide and long monitoring range • 2D/3D UAS positioning (distance, direction, height) • Manages multiple targets simultaneously	• Mazu/vidēju/lielu UAS atklāšana • Pastāvīga izsekošana • Plašs un ilgs uzraudzības diapazons • UAS 2D/3D pozicionēšana (attālums, virziens, augstums) • Vienlaikus pārvalda vairākus mērķus
• Difficulty in detecting low flying UAS • Difficulty in distinguishing birds and other objects • Performance degradation with multiple obstacles	• Grūti atklāt zemu lidojošas UAS • Grūti atšķirt putnus un citu objektus • Daudzi šķēršļi pasliktina veiktspēju • Jāatjaunina UAS darbības frekvenču bibliotēka

• Need updating of UAS operating frequencies library • Identification may require secondary sensors	• Identificēšanai varētu būt vajadzīgi sekundāri sensori
Radiofrequency scanners	Radiofrekvences skeneri
• Identification of UAS communications (RF scanners) and UAS SSID and/or MAC address (Wi-Fi detectors) • UAS detection and positioning capabilities • Operator's position may be identified • Relatively cost effective	• UAS sakaru (RF skeneri) un UAS SSID un/vai MAC adreses (Wi-Fi detektori) identifikācija • UAS atklāšanas un pozicionēšanas spējas • Var noteikt ekspluatanta atrašanās vietu • Salīdzinoši rentabli
• No detection of RF non-emitting UAS • Need updating of UAS operating frequencies library • Performance degradation under high RF densities • Medium typical monitoring range (<5 km)	• Neatklāj UAS, kas neizstaro RF • Jāatjaunina UAS darbības frekvenču bibliotēka • Bīvē RF vidē pasliktinās veiktspēja • Vidējs parastais uzraudzības diapazons (< 5 km)
Daylight/thermal cameras	Dienasgaismas/termiskās videokameras
• UAS classified/identification based on their shape and/or thermal signature • Static/man-portable or mounted on other UAS • Visual proof of UAS and potential payload • Detection of UAS without RF control signal	• UAS klasificēšana/identificēšana pēc formas un/vai atstarotā termiskā signāla • Stacionāras/pārnēsājamas vai montētas uz citām UAS • Vizuāls UAS un tās iespējamās kravnesības apstiprinājums • UAS atklāšana bez RF vadības signāla
• Line-of-sight to UAS required • Narrow view/poor performance under bad weather • Potential confusion with birds/airplanes • Medium typical monitoring range (<5 km) • High false alarm rates	• UAS jābūt redzamības līnijā • Sliktos laikapstākļos vāja redzamība / slikta veiktspēja • Iespējama sadursme ar putniem/lidmašīnām • Vidējs parastais uzraudzības diapazons (< 5 km) • Liels viltus trauksmes īpatsvars
Acoustic sensors	Akustiskie sensori
• UAS detection based on unique sound signature • Multiple microphones improve system accuracy • Potential identification of launching point • Detection of UAS without RF control signal • High mobility	• UAS atklāšana pēc unikāla atstarotā skaņas signāla • Vairāki mikrofoni uzlabo sistēmas precizitāti • Iespējama palaišanas vietas identifikācija • UAS atklāšana bez RF vadības signāla • Ļoti mobili
• Performance degradation under poor weather or noisy environments (e.g. urban areas) • Multiple sensors required for UAS positioning • Very small typical monitoring range (<1 km)	• Sliktos laikapstākļos vai trokšņainā vidē (piemēram, pilsētās) pasliktinās veiktspēja • UAS pozicionēšanai vajadzīgi vairāki sensori • Ļoti mazs parastais uzraudzības diapazons (< 1 km)

3.2.2. Pārtveršanas/neitralizēšanas tehnoloģijas

Atkarībā no atklāšanas, izsekošanas un identifikācijas sistēmu sniegtās informācijas, personai, kas atbild par drošību, ir jālemj par pareizu rīcību, kas var būt gan nekā nedarīšana (piemēram, viltus trauksme), gan iestāžu informēšana un tādu tehnoloģiju/procedūru aktivizēšana, kas atspējos vai izbeigs tuvojošās UAS darbību un tāpēc mazinās vai izbeigs iespējamo apdraudējumu. Incidenta gadījumā, jo īpaši tad, ja tas ir uzbrukums, pieejamais laikposms lēmuma pieņemšanas procesam ir ārkārtīgi ierobežots, jo droni dažās minūtēs var pārvarēt ļoti lielus attālumus. UAS lidojuma traucēšanai ir pieejamas vairākas metodes, katrai no tām ir atšķirīgi darbības ierobežojumi un juridiski/regulējuma noteikti ierobežojumi. Populāras kinētiskās pārtveršanas tehnoloģijas ir: enerģiju izstarojoši ieroči (lāzeri, jaudīgi mikroviļņi un elektromagnētiskie impulsi), kas iznīcina UAS uzstādītās elektroniskās ierīces; tikli, ko izmet no zemes vai no cita drona, mazi lādiņi, kas līdzinās raķetēm, ko izmanto kaujas laukā, un palaižami droni, kas saduras ar ienākošo apdraudējumu. Dažos gadījumos šim nolūkam izmanto arī apmācītus putnus.

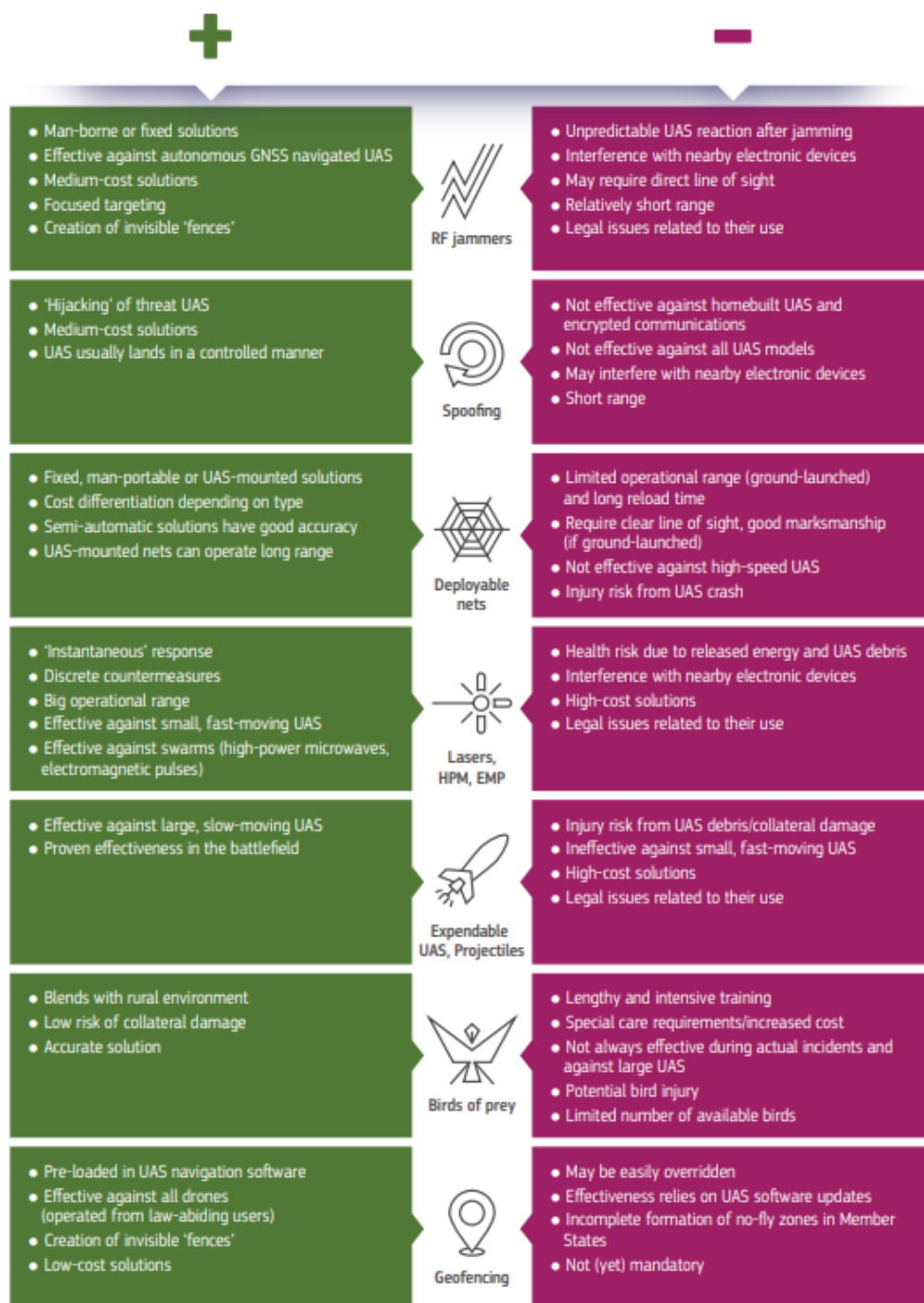
Tomēr šī metodes izmantošana pakāpeniski tiek izbeigta, jo tika konstatēts, ka reālos apstākļos tā ne vienmēr ir efektīva un pārtveršanas procesā iesaistītais putns var savainoties. Dažu minēto kinētisko pārtveršanas tehnoloģiju blakusefekts ir nekontrolēta UAS avārija, kas var apdraudēt sabiedrību, jo īpaši pilsētās.

Lai mazinātu UAS avārijas risku, nekinētiskās pārtveršanas sistēmas paredzētas, lai traucētu drona sakaru spēju. Tostarp ir RF un globālās navigācijas sistēmas traucētāji, kas rada traucējumus sakaros starp UAS un attiecīgi vai nu ekspluatantu, vai satelītlīniju. Lielas bažas saistībā ar šo sistēmu izmantošanu rada drona reaģēšana pēc sakaru pārrāvuma, jo tas var vai nu karāties uz vietas, atgriezties uz sākotnējo pacelšanās vietu, vai droši nosēsties. Izmanto arī mānīšanu, lai pārņemtu apdraudošās UAS vadību, radot traucējumus tās sakaru vai navigācijas līnijā.

Viens no visbiežāk izmantotajiem mēģinājumiem aktīva/ sabiedriskās vietas aizsardzībai pret ļaunprātīgām UAS ir lidojumu aizlieguma zonu ieviešana, apkārtējā gaisa telpā izmantojot teritorijas bloķēšanas rīku (piemēram, ģeozonēšanu, nejaukt ar vietzinīgumu). Izmantojot šo paņēmieni, UAS un tās lietotāja identificēšanai nav primāras nozīmes, jo visām UAS ir aizliegta piekļuve. Šī pieeja ir pieņemta vairākumā civilo lidostu un kritisko infrastruktūru, kā arī teritorijās, kurās notiek liela mēroga pasākumi. Ģeozonēšanā izmanto pozicionēšanas tehnoloģijas (*GPS*, *Wi-Fi*, *Bluetooth*), lai noteiktu precīzu drona atrašanās vietu un aizliegtu tam iekļūt ierobežotā teritorijā. Ģeogrāfiskā platuma un garuma punkti, kas ietver ģeozonētās teritorijas, ir iestrādāti UAS programmatūrā, un tas nozīmē, ka ražotāji atbild par UAS programmatūras atjaunināšanu saskaņā ar teritorijas pārvaldnieku vai ieinteresēto personu ieteikumiem. Tāpēc ir vajadzīgi regulāri atjauninājumi, ko, pirmkārt, ražotāji ne vienmēr grib veikt, un, otrkārt, kas UAS lietotājiem ir jāpieņem. Neizpildot vienu no abiem minētajiem nosacījumiem, zūd ģeozonēšanas kā aizsardzības pasākuma efektivitāte. Turklāt kompetenti un apņēmīgi agresori var atspējot ar ģeozonēšanu noteiktos ierobežojumus un joprojām piekļūt sensitīvām/aizliegtām teritorijām.

9. attēlā apkopotas minētās pārtveršanas/neitralizēšanas tehnoloģijas, koncentrējoties uz šo sistēmu galvenajām priekšrocībām un ierobežojumiem. Daudzi ražotāji, cenšoties mazināt ierobežojumus un uzlabot pārtveršanas spējas, iesaka sistēmas, kurās apvienotas dažādas tehnoloģijas.

9. attēls. UAS pārtveršanas/neitralizēšanas tehnoloģiju raksturīgās iezīmes un ierobežojumi



Angļu val.	Latviešu val.
RF jammers	RF traucētāji
- Man-borne or fixed solutions - Effective against autonomous GNSS navigated UAS - Medium-cost solutions - Focused targeting - Creation of invisible 'fences'	- Pārnēsājami vai fiksēti risinājumi - Efektīvi pret autonomām UAS, ko vada GNSS - Vidēju izmaksu risinājumi - Fokusēta mērķnorāde - Neredzamu "žogu" izveide

• Unpredictable UAS reaction after jamming • Interference with nearby electronic devices • May require direct line of sight • Relatively short range • Legal issues related to their use	• Neparedzama UAS reakcija pēc traucējumu radīšanas • Tuvumā esošu elektronisko ierīču traucējumi • Var būt nepieciešama tieša redzamības līnija • Salīdzinoši neliels diapazons • Juridiskas problēmas saistībā ar to izmantošanu
Spoofing	Mānīšana
• ‘Hijacking’ of threat UAS • Medium-cost solutions • UAS usually lands in a controlled manner	• Apdraudošās UAS “nolaupīšana” • Vidēju izmaksu risinājumi • UAS parasti nosēžas kontrolēti
• Not effective against homebuilt UAS and encrypted communications • Not effective against all UAS models • May interfere with nearby electronic devices • Short range	• Nav efektīva pret pašbūvētām UAS un šifrētiem sakariem • Nav efektīva pret visiem UAS modeļiem • Var radīt tuvumā esošu elektronisko ierīču traucējumus • Neliels diapazons
Deployable nets	Izvērsami tīkli
• Fixed, man-portable or UAS-mounted solutions • Cost differentiation depending on type • Semi-automatic solutions have good accuracy • UAS-mounted nets can operate long range	• Fiksēti, pārnēsājami vai uz UAS montēti risinājumi • Atšķirīgas izmaksas atkarībā no veida • Pusautomātiskiem risinājumiem ir laba precizitāte • Uz UAS montēti tīkli var darboties plašā diapazonā
• Limited operational range (ground-launched) and long reload time • Require clear line of sight, good marksmanship (if ground-launched) • Not effective against high-speed UAS • Injury risk from UAS crash	• Ierobežots darbības diapazons (palaisti no zemes) un ilgs pārlādes laiks • Nepieciešama skaidra redzamības līnija, labas šaušanas prasmes (ja palaisti no zemes) • Neefektīvi pret ļoti ātri lidojošām UAS • Traumu risks UAS avārijas gadījumā
Lasers, HPM, EMP	Lāzeri, jaudīgi mikroviļņi, elektromagnētiskie impulsi
• ‘Instantaneous’ response • Discrete countermeasures • Big operational range • Effective against small, fast-moving UAS • Effective against swarms (high-power microwaves, electromagnetic pulses)	• Momentāna reakcija • Nemanāmi pretpasākumi • Plašs darbības diapazons • Efektīvi pret mazām, ātri lidojošām UAS • Efektīvi pret dronu grupām (jaudīgi mikroviļņi, elektromagnētiskie impulsi)
• Health risk due to released energy and UAS debris • Interference with nearby electronic devices • High-cost solutions • Legal issues related to their use	• Veselības risks atbrīvotās enerģijas un UAS atlieku dēļ • Tuvumā esošu elektronisko ierīču traucējumi • Dārgi risinājumi • Juridiskas problēmas saistībā ar to izmantošanu

Expendable UAS, Projectiles	Izvēršamas UAS, lādiņi
• Effective against large, slow-moving UAS • Proven effectiveness in the battlefield	• Efektīvi pret lielām, lēni lidojošām UAS • Pierādīta efektivitāte kaujaslaukā
• Injury risk from UAS debris/collateral damage • Ineffective against small, fast moving UAS • High-cost solutions • Legal issues related to their use	• Traumu risks no UAS atliekām/ netiešiem bojājumiem • Neefektīvi pret mazām, ātri lidojošām UAS • Dārgi risinājumi • Juridiskas problēmas saistībā ar to izmantošanu
Birds of prey	Plēsīgie putni
• Blends with rural environment • Low risk of collateral damage • Accurate solution	• Neuzkrītoši lauku vidē • Zems netiešu bojājumu risks • Precīzs risinājums
• Lengthy and intensive training • Special care requirements/increased cost • Not always effective during actual incidents and against large UAS • Potential bird injury • Limited number of available birds	• Ilgstošas un intensīvas mācības • Īpašas aprūpes prasības/ pieaugošas izmaksas • Ne vienmēr ir efektīvi faktisku incidentu gadījumos un pret lielām UAS • Var savainot putnus • Ierobežots pieejamo putnu skaits
Geofencing	Ģeozonēšana
• Pre-loaded in UAS navigation software • Effective against all drones (operated from law-abiding users) • Creation of invisible ‘fences’ • Low-cost solutions	• Iepriekš ielādēta UAS navigācijas programmatūrā • Efektīva pret visiem droniem (ko vada lietotāji, kas ievēro tiesību aktu noteikumus) • Neredzamu “žogu” izveide • Zemu izmaksu risinājumi
• May be easily overridden • Effectiveness relies on UAS software updates • Incomplete information of no-fly zones in Member States • Not (yet) mandatory	• Tās ir vienkārši bloķēt • Efektivitāte atkarīga no UAS programmatūras atjauninājumiem • Nepilnīga informācija par lidojumu aizlieguma zonām dalībvalstīs • Nav (pagaidām) obligāta

3.3. FIZISKAS NOSTIPRINĀŠANAS PASĀKUMI

3.3.1. Sprādzienizturīgi logi/fasādes

Mūsdienu komerciālajām ēkām un biroju kompleksiem ir raksturīgas apjomīgas stikla fasādes, kuru mērķis ir padarīt ēkas centru caurskatāmāku un labāk apgaismotu. Lai gan šādas fasādes ir konstruētas tā, lai izturētu ekstremālus laika apstākļus, tās nespēj izturēt ārēja sprādziena iedarbību, jo īpaši tāpēc, ka tās būs pirmās ēkas daļas, ko skars triecienviļņa izplatīšanās. Pēc tam, plīstot stiklam, veidojas stikla lauskas, kas lielā ātruma dēļ var kļūt nāvējošas.

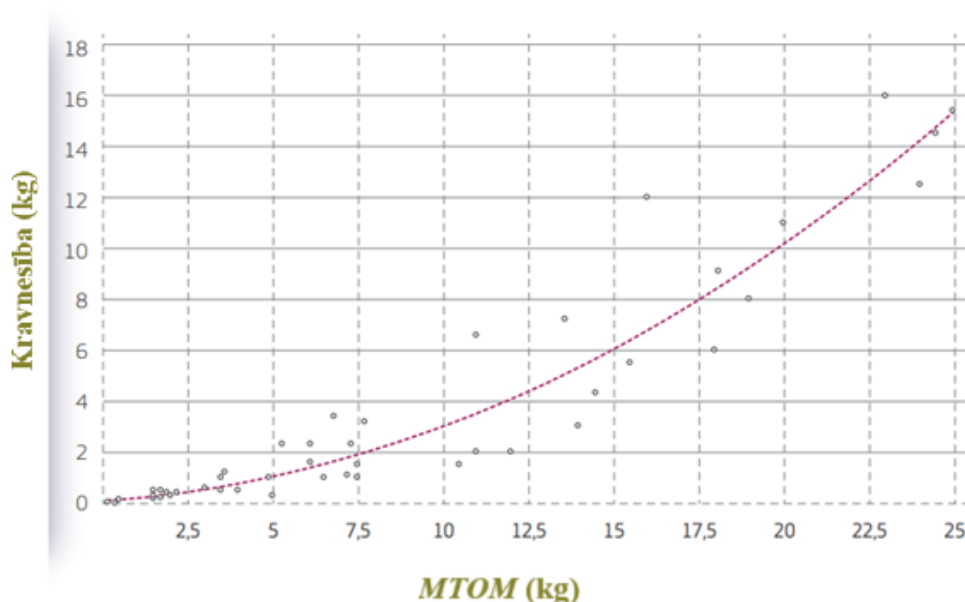
Lai gan iespējamā apdraudošās UAS eksplozīvā krava ir diezgan neliela, tās spēja piekļūt ļoti tuvu pie ēkas norobežojošām konstrukcijām radītā triecienviļņa un tā radīto stikla lausku dēļ var izraisīt būtiskas sekas. Cilvēka ķermeni var ievainot lidojošas stikla lauskas, tāpēc sprādziens aiz neaizsargāta loga var radīt nopietnas traumas un izraisīt vairākus nāves gadījumus. Turklāt citas sprādziena radītās atliekas, piemēram, tās, kas atdalās no loga rāmja vai telpas iekārtojuma, kā arī materiāli no bumbas korpusa un iekšpuses (piemēram, skrūves, naglas), var radīt papildu ievainojumus. Tāpēc var secināt, ka tādu logu elementu iebūvēšana, kam ir uzlabota sprādzienizturība vai fragmentu aizturēšanas mehānismi, varētu samazināt saistīto ievainojumu rašanos.

10. attēls. Tipiska ēkas stikla fasāde (kreisajā pusē) un saplīsis rūdīts stikls bez fragmentu atdalīšanās (labajā pusē)



Kā minēts JRC ziņojumā (Larcher et al., 2018), atvērtās kategorijas UAS maksimālā kravnesība ir diapazonā no pāris gramiem līdz 15 kg (kā parādīts 11. attēlā, kur salīdzināta publiski pieejamo UAS MTOM un to maksimālā kravnesība). Līdzīgi secinājumi izdarīti Migrācijas un iekšlietu ģenerāldirektorāta ziņojumā par C-UAS kartēšanu (ENCO et al., 2019) un Eiropas Aizsardzības aģentūras ziņojumā par minidroniem (2018). Tomēr vairāku mazo un vidējo UAS kravnesība parasti ir līdz 2–2,5 kg, jo tās parasti var pārvadāt kravas, kas ir mazākas pat to pašsvaru.

11. attēls. Dažādu komerciāli pieejamu UAS MTOM un maksimālās kravnesības salīdzinājums



Stikla izturīgumu eksplozīvas slodzes apstākļos ietekmē tā ražošanas process un ķīmiskais sastāvs. Vairākumā gadījumu cilvēka acij nesaskatāmu mikroplaisu dēļ tam ir ļoti daudz plīšanas variantu. Turpmāk minētas trīs visbiežāk sastopamās stikla kategorijas.

Atkvēlinātais stikls. Tas ir viens no visekonomiskākajiem risinājumiem, un to ražo, lēni, kontrolēti atdzesējot līdz istabas temperatūrai. Tā mazā stiepes izturība (nominālvērtība: 45 MPa) padara to par piemērotu logiem bez paaugstinātas drošības prasībām vai cilvēku klātbūtnes.

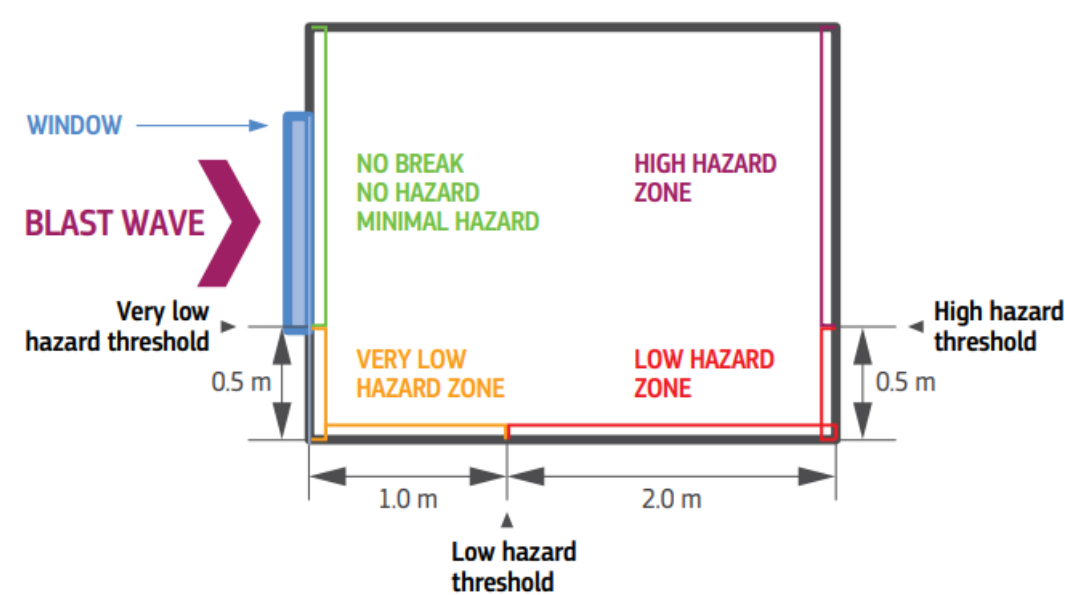
Termiski rūdīts stikls. Tam ir lielāka stiepes izturība (nominālvērtība: 75 MPa) nekā atkvēlinātajam stiklam, jo to ražo, izmantojot īpašu karsēšanas un dzesēšanas procesu, kas ietver virsmas saspiešanu. Saplīstot stiklam, radušos fragmentu lielums ir līdzīgs atkvēlinātajam stiklam.

Pilnīgi rūdīts vai rūditais stikls. To ražo līdzīgi kā termiski rūdīto stiklu, taču tiek izmantotas augstākas temperatūras, padarot stiklu četras līdz piecas reizes stiprāku nekā atkvēlinātais stikls (nominālvērtība: 120–200 MPa). Pēc izgatavošanas abām stikla rūts virsmām piemēro spiedošu atlikušo spriedzi, un plīšanas gadījumā radušies fragmenti ir mazāki un vieglāki, tādējādi samazinot ievainošanas risku.

Pielietojumiem, uz kuriem attiecas drošības prasības, ir izstrādāti daudzi komerciāli pieejami risinājumi ar dažādiem bīstamības vērtējumiem. Šo vērtējumu pamatā ir norādījumu dokumenti, piemēram, standarts ISO 16933:2007 un Amerikas Materiālu un izmēģinājumu biedrības (ASTM) F1642 standarts. Abos minētajos standartos izmantota vērtēšanas sistēma, kuras pamatā ir eksperimentu rezultāti, kas atvasināti no attāluma testiem (parādīti 12. attēlā), un saskaņā ar kuru ļoti zems bīstamības vērtējums ir piešķirts saplīsušam stiklam, ja ievērojams tā daļas atrodas 1 m attālumā no sākotnējās atrašanās vietas, savukārt zems bīstamības vērtējums ir piešķirts, ja tās atrodas no 1 m līdz 3 m attālumā. Turpmāk 7. tabulā ir parādīti loga rūts bīstamības vērtējumi atbilstīgi šiem abiem standartiem. Tomēr šajos

vērtējumos nav ņemts vērā radušos stikla fragmentu ātrums, forma un lielums, un tie attiecas uz konkrētu loga ģeometriju. Atkarībā no ēkas izmantošanas veida un šāda uzbrukuma scenārija īstenošanās iespējamības esošās loga rūts pieņemamība vai stiprināšanas nepieciešamība ir jānosaka atbilstīgajai ieinteresētajai personai. Kopumā ēkās, kurās uzturas cilvēki, loga rūts, kuras reakcija atbilst pirmajām trim bīstamības kategorijām (t. i., neplīst, nav vai ir minimāli bīstama), ir uzskatāma par pieņemamu, toties reakcija, kas atbilst augstas bīstamības kategorijai, ir nepieņemama. Attiecībā uz abām pārējām bīstamības kategorijām pirms lēmuma pieņemšanas par loga rūts pieņemamību ir jādefinē uzbrukuma sekas.

12. attēls. Stikla bīstamības vērtējumi saskaņā ar attāluma testu (pielāgoti no ISO 16933:2007 un ASTM F1642)



Angļu val.	Latviešu val.
WINDOW	LOGS
BLAST WAVE	TRIECIENVILNIS
Very low hazard threshold	Ļoti zema bīstamības robežvērtība
0,5 m	0,5 m
1,0 m	1,0 m
2,0 m	2,0 m
Low hazard threshold	Zema bīstamības robežvērtība
High hazard threshold	Augsta bīstamības robežvērtība
NO BREAK NO HAZARD MINIMAL HAZARD	NEPLĪST NAV BĪSTAMĪBAS MINIMĀLA BĪSTAMĪBA
HIGH HAZARD ZONE	AUGSTAS BĪSTAMĪBAS ZONA
VERY LOW HAZARD ZONE	ĻOTI ZEMAS BĪSTAMĪBAS ZONA
LOW HAZARD ZONE	ZEMAS BĪSTAMĪBAS ZONA

7. tabula. Loga rūts bīstamības vērtējumi saskaņā ar ISO 16933:2007 un ASTM F1642

ISO 16933:2007 ASTM F1642	
Bīstamības vērtējums	Definīcija
Neplīst	Nav plaisu.
Nav bīstamības	Plaisas, bet nav novēroti lūzumi un fragmenti.
Minimāla bīstamība	Nepietiekama izturība vai nav pretestības pret apdraudējumu. Nav stratēģijas vai stratēģija nav pienācīgi pārveidota par darbībām.
Ļoti zema bīstamība	Būtiski fragmenti līdz 1 m attālumam no stikla aizmugures un ne vairāk kā trīs fragmentu atsitās pret novērotāja paneli.
Zema bīstamība	Būtiski fragmenti 1 m līdz 3 m attālumā no stikla aizmugures un ne vairāk kā 10 fragmentu atsitās pret novērotāja paneli.
Augsta bīstamība	Vairāk nekā 10 fragmentu atsitās pret novērotāja paneli.

Ēkas fasādes konstrukciju, kas ir izturīga pret sprāgstošām kravām, var būt neiespējami ieviest gan ekonomiskā, gan tehniskā ziņā. Tāpēc var ieviest vienkāršākus pasākumus, kas spēj mazināt stikla plīšanas sekas. Piemēram, samazināt radušos fragmentu skaitu un ātrumu un tādējādi ievainojumu/ nāves gadījumu iespējamību, palielinot minimālo iespējamo attālumu starp apdraudošo UAS un stikla fasādi. Turklāt konkrētam gadījumam atbilstoši, uz scenāriju balstītā riska novērtēšanas procesā, veicot precīzāku izmaksu un ieguvumu analīzi, var noteikt vajadzīgo aizsardzības līmeni un izvairīties no pārmērīgi konstruētiem, dārgiem risinājumiem. Veicot šādu procedūru, ir jānosaka sprādzienbīstamā lādiņa lielums, iespējamais detonācijas punkts (kas ļaus novērtēt triecienviļņa iedarbības leņķi un drošu attālumu), loga rāmja veids un stikla izmēri/veids.

DIVAS GALVENĀS IESPĒJAS SPRĀDZIENA IEDARBĪBAS MAZINĀŠANAI UZ ĒKAS LOGU RŪTĪM IR:

- drošā attāluma palielināšana starp UAS, kas pārvadā sprāgstvielu, un ēku norobežojošām konstrukcijām;
- logu sistēmas stiprināšana.

Attāluma palielināšana starp iespējamo detonācijas punktu un logu sistēmu ir sarežģīts uzdevums, jo īpaši jau esošā infrastruktūrā. Daži iespējamie pasākumi (cita starpā) ir:

- tīklu izmantošana ēkas fasādes ārpusē, priekškarveida fasādes vai dubultfasādes sistēmas, lai palielinātu attālumu starp iespējamo detonācijas punktu un ēkas fasādi;
- kritiskās komunālās infrastruktūras noslēpšana vai pārvietošana;
- ēkas iemītnieku pārvietošana prom no logiem;
- galdu atrašanās vietas maiņa, lai tie nebūtu tieši pie logiem, bet gan 90 ° leņķī aizsargāti ar sienas elementiem.

Plašāka informācija par šādiem pasākumiem tiks sniegta nākamajās iedaļās.

Stiprinot logu sistēmu, ir jāņem vērā gan loga rūs, gan apkārtējais rāmis, lai padarītu tos izturīgākus pret sprādziena sekām. Nākamajās apakšiedaļās ir uzskaitīti daži no biežāk izmantotajiem risinājumiem, kur galvenā uzmanība pievērsta stikla fasādes stiprināšanai vai tam, kā novērst radušos fragmentu iekļūšanu blakus esošajā telpā.

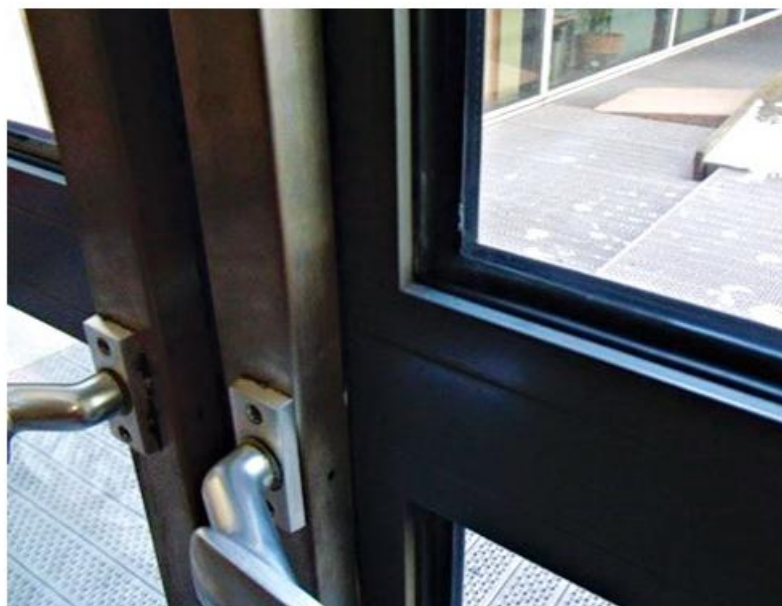
3.3.1.1. Pretsabiršanas plēves

Pretsabiršanas plēves (ASF) ir populārs risinājums, jo tā ir viena no visekonomiskākajām un vieglākajām metodēm, ko izmantot esošo atkvēlinātā vai rūdītā stikla logu rūs izturības parametru uzlabošanai. ASF sastāv no vienas vai vairākām polietilēna plēves kārtām, kas ar līmvielu piestiprinātas stikla iekšpusē un kas triecienviļņa iedarbībā spēj saturēt kopā stikla lauskas. To aizsardzības spējas ietekmē vairāki faktori, tostarp (bet ne tikai) līmvielas sastāvdaļas, stikla veids, loga izmērs un stiprība, plēves biezums un plastiskums.

ASF pieejami dažādi biezumi. Biezākos variantus izmanto lielām stikla rūtīm un/vai biežam stiklam, lai palielinātu tā aizsardzības potenciālu. Turklāt to efektivitāti ļoti ietekmē izmantotā uzklāšanas metode. Visbiežāk izmantotā un lētākā metode ir tā dēvētā “uzlikšana bez piestiprināšanas pie rāmja”, kad plēvi uzliek stikla iekšpusē un tās izmērs atbilst loga rāmja izmēram (uzstādīšanas vajadzībām starp loga malām ir neliela dažu milimetru atstarpe). Tas nozīmē, ka plēve nav aptīta ap apkārtējā loga rāmja paplatinājumu. Viens no šāda veida uzstādīšanas rezultātiem ir tāds, ka triecienviļņa gadījumā visa stikla rūs blakus esošajā telpā var ielidot kā viens vesels objekts, jo plēve satur kopā stikla fragmentus. Ja iespējams, veicot uzlikšanu bez piestiprināšanas pie rāmja, laba prakse ir uzstādīt ASF kā vienu atsevišķu gabalu, izvairoties no lielām atstarpēm līdz malām. Kopumā, izmantojot ASF uzlikšanu bez piestiprināšanas pie rāmja, tās aizsardzības pakāpe pret sprāgstvielas lādiņu ir neliela. Tirdzniecībā ir pieejams speciāls stikls ar stiprinājumu un malu nostiprināšanas sistēmām. Tās piestiprina pie loga rāmja (ja tas ir pietiekami izturīgs), un tās spēj noturēt vietā saplīsušo, ar plēvi aplīmēto stiklu.

ASF var arī aptīt ap stikla malām, šī procedūra gan ir laikietilpīga un sarežģīta, jo stikls ir jāizņem no rāmja. Vēl viena uzstādīšanas iespēja ir mitrais/sausais veids, kas ASF malas pie loga rāmja pievieno ar ļoti stipru hermētiķi (piemēram, silikonu). Šāds process izmaksā dārgāk nekā uzlikšana bez piestiprināšanas pie rāmja, taču nav pārāk laikietilpīgs. Plēvi var arī piestiprināt pie rāmja, izmantojot mehāniskas sistēmas (piemēram, skrūves, sloksnes); šis risinājums gan varētu nebūt estētiski pievilcīgs, jo stiprinājumi ir redzami. 13. attēlā redzama mitrā/sausā uzstādīšanas metode, kur trijstūrveida silikona savienojums pievieno ASF malas apkārtējam rālim.

13. attēls. *ASF* plēve ar silikona savienojumu piestiprināta pie apkārtējā rāmja



Līdztekus aizsardzībai pret sprāgstošiem lādiņiem *ASF* var būt efektīvas pret ielaušanās mēģinājumiem, izmantojot asus priekšmetus, negadījumiem un vēja brāzmām, un parasti tām ir aizsardzība pret ultravioleto (UV) starojumu. To iedarbības veikspēja (nevis aizsardzība pret triecienvilni) ir sertificēta saskaņā ar Eiropas standartu (EN) 12600:2002. Tā kā līmvielas veikspēju (piemēram, novecošanu) var novērtēt ar atslāņošanās testu, kas saskaņā ar Valsts infrastruktūras aizsardzības centra (*Centre for the Protection of National Infrastructure – CPNI*) norādījumiem (CPNI EBP 10/13), ir procedūra, kurā *ASF* līmvielu uz stikla pārbauda, ar spēku velkot šauru plēves sloksni, kā parādīts 14. attēlā.

14. attēls. Atslāņošanās tests *ASF* līmvielas stāvokļa novērtēšanai



Jāņem vērā, ka, lai gan ASF efektivitāti ietekmē dažādi parametri, ASF efektivitāte kombinācijā ar noteiktu stiklojumu (nevis ar visu logu) ir pārbaudīta tikai saistībā ar sprādzieniem, kas notiek salīdzinoši lielos mērogotos attālumos (aprēķināts, daļot drošu attālumu līdz kvadrātsaknei no sprāgstvielas svara), un šie apstākļi ir pilnīgi atšķirīgi no scenārija, kurā UAS atved spridzekli tieši pie loga. Piemēram, 8. tabulā parādīta sprāgstoša lādiņa / attāluma kombinācija, saskaņā ar kuru eksperimentāli testētas divas komerciāli pieejamas ASF. Katras ASF veikspēja tika vērtēta sprādzienos, kas notika salīdzinoši lielos mērogotos attālumos (5,4–8,5 m/kg^{1/3}), radot unikālas pārspiediena un impulsa vērtību kombinācijas. Salīdzinājumam – mērogotais attālums, kurā atrodas UAS, kas ved un detonē 0,5 kg vai 1 kg TNT 2 m attālumā no loga, ir vienādas ar attiecīgi 2,5 kg/m^{1/3} un 2,0 kg/m^{1/3}. Tas nozīmē, ka maksimālo pārspiediena un impulsa vērtību kombinācija ievērojami atšķiras no tās, kas izmantota ASF testēšanai.

Lai pārliecinātos, vai ASF atbilst vēlamajām prasībām attiecībā uz aizsardzību pret triecienvilni, ir jāņem vērā tās veikspējas izmēģinājuma dati. Tomēr izmēģinājuma rezultāti parasti atbilst noteiktam mērogotajam attālumam, konkrētam stikla veidam un konkrētai loga ģeometrijai, un šīs vērtības var būt pilnīgi atšķirīgas no izvērtētā uzbrukuma scenārija raksturlielumiem. Mūsdienu fasādēm parasti ir lielizmēra logi, toties ASF testus parasti veic ar mazāka izmēra logiem, un šī iezīme var radīt lielas atšķirības attiecībā uz ASF veikspēju triecienvilņa slodzes apstākļos. Salīdzināt tādu pašu sprāgstvielu skaitu, kas atbilst līdzīgai ASF veikspējai daudz mazākā drošā attālumā (kā tas ir gadījumā ar UAS, kas pārvadā IED aiz loga) ir ļoti riskanti, jo stikla plīšanas mehānismi var būtiski atšķirties (atkarībā no loga mehāniskajiem parametriem un droša attāluma / sprāgstvielas lādiņa svara kombinācijas). ASF veikspēju galvenokārt var ietekmēt nevis maksimālais pārspiediens vai tikai maksimālais pozitīvais impulss, bet gan pārspiediena un impulsa kombinācija. Tomēr ir skaidrs, ka ASF plīsis, iedarbojoties ļoti mazam spridzeklim, ko var viegli pārvadāt UAS, kas atbilst “atvērtai” kategorijai. Tādēļ šādu plēvju aizsardzības līmenis parasti ir ļoti zems, un tās var sniegt mānīgu drošības sajūtu attiecībā uz scenāriju, kurā UAS pārvadā spridzekli.

8. tabula. Piemēri eksperimentālajiem parametriem, kas izmantoti divu komerciāli pieejamu ASF novērtēšanai

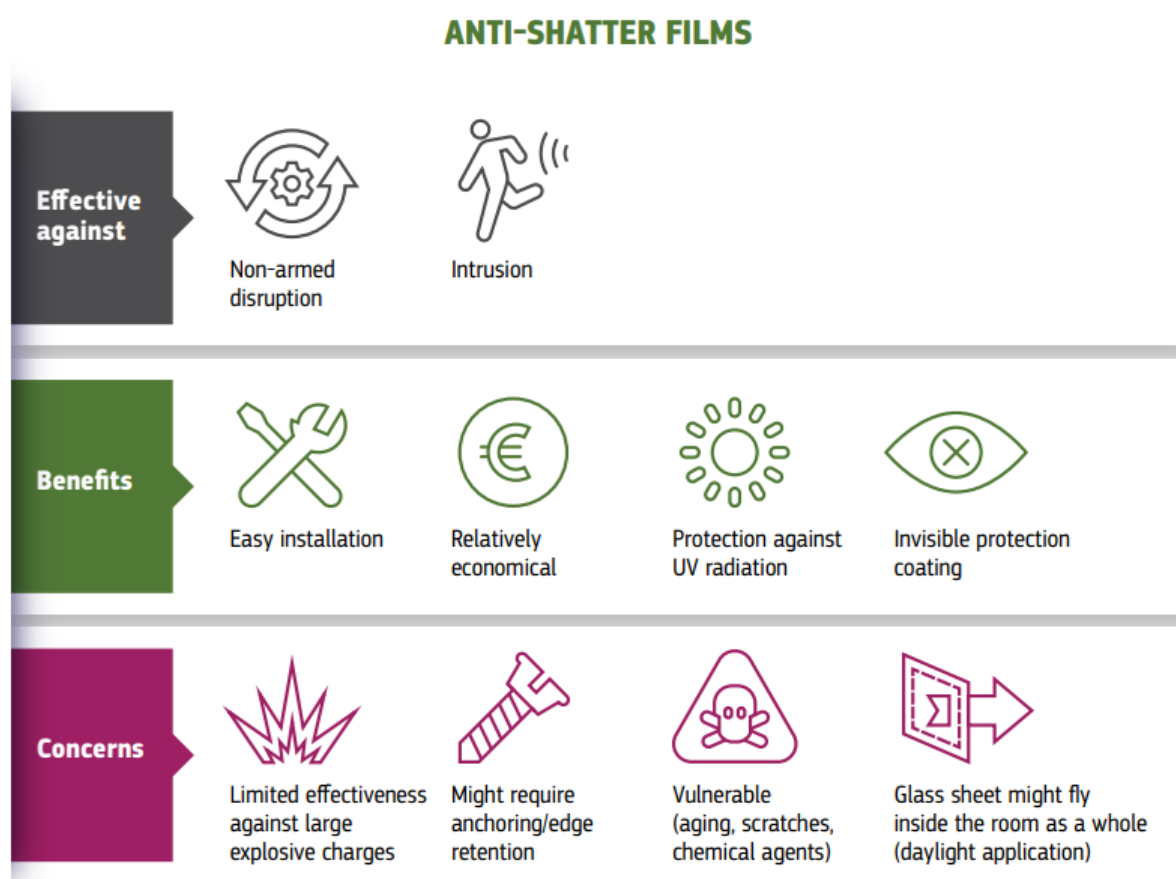
Aizsardzības veids	Stikla veids	Piestiprināšana	Maksimālais (testētais) pārspiediens (kPa)	Maksimālais (testētais) impulss (kPa ms)	Mērogotais (testētais) attālums (m/kg ^{1/3})
3M Scotchshield Ultra S800	6 mm atkvēlinātais stikls (vai 6 mm rūdītais stikls)	3M Impact Protection Adhesive System	41,4	289,6	8,5 (70 kg pie 35 m)
	25 mm dubultā atkvēlinātā stikla rūs (vai 6 mm dubultā rūdītā stikla rūs)		62,0	413,7	6,5 (80 kg pie 28 m)
Madico	6 mm atkvēlinātais stikls	Madico	63,4	444,9	6,46 (100 kg pie 30 m)

Safetyshield 800	6 mm atkvēlinātais stikls	FrameGard System	88,1	543,2	5,38 (100 kg pie 25 m)
-------------------------	---------------------------	------------------	------	-------	------------------------

Visbeidzot jāatgādina, ka ASF plaši izmanto esošo fasāžu modernizēšanai, jo tās ir gan viegli uzstādīt, gan tām ir salīdzinoši zema cena, ko papildina tradicionāli iekļautā aizsardzības pret UV starojumu. Tomēr šādas plēves nav iegultas starp diviem stikla slāņiem kā tas ir laminētajam stiklam, kas aplūkots nākamajā iedaļā, tāpēc, tās ilgstoši pakļaujot vides apstākļu iedarbībai, var paātrināt materiāla novecošanu. Turklāt šī iedarbība padara tās neaizsargātas pret skrāpējumiem, ķīmiskiem aģentiem (piemēram, tīrīšanas materiāliem) un ekstremālu karstumu, jo tās nav tik izturīgas kā stikls. Lai arī ir pieejamas dažādas plēves, svarīgi ir rūpīgi izvēlēties tādus produktus, kuru veikspēju var apliecināt ar atbilstošiem dokumentiem, vienlaikus saglabājot garantiju (pret plaisāšanu, lobīšanos, burbuļošanu, atslāņošanu, atkrāsošanos, stiprības zudumu, nodilumu utt.) vismaz 10 gadus pēc uzstādīšanas.

15. attēlā ir redzams pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros ASF parasti ir efektīvas, un norādīti daži to aspekti, kas jāņem vērā pirms izmantošanas.

15. attēls. ASF efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem



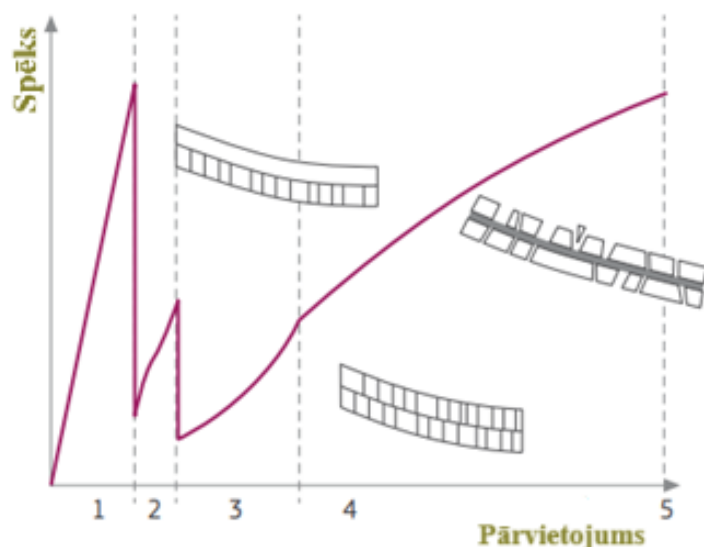
Angļu val.	Latviešu val.
ANTI-SHATTER FILMS	PRETSABIRŠANAS PLĒVES
Effective against	Efektīvas pret

Non-armed disruption	Traucējumiem, neizmantojot ieročus
Intrusion	Ielaušanos
Benefits	Priekšrocības
Easy installation	Viegla uzstādīšana
Relatively economical	Salīdzinoši ekonomiskas
Protection against UV radiation	Aizsardzība pret UV starojumu
Invisible protection coating	Neredzams aizsargslānis
Concerns	Trūkumi
Limited effectiveness against large explosive charges	Mazāka efektivitāte pret lieliem spridzekļiem
Might require anchoring/edge retention	Varētu būt vajadzīgi stiprinājumi / malu nostiprināšana
Vulnerable (aging, scratches, chemical agents)	Neaizsargātas (novecošana, skrāpējumi, ķīmiski aģenti)
Glass sheet might fly inside the room as a whole (daylight application)	Visa stikla rūs var ielidot telpā (uzlikšana bez piestiprināšanas pie rāmja)

3.3.1.2. Laminētais stikls

Laminētais stikls, lai gan ir daudz dārgāks, lielākas efektivitātes dēļ kļūst aizvien populārāks sprādzienizturīgu stikla fasāžu konstrukcijā. Tas sastāv no divām vai vairākām stikla loksnēm, ko savieno polimērmateriāla starpslāņi, piemēram, polivinilbutirāls, jonoplasta polimēri un etilēna vinilacetāts. Plīstot laminētajam stiklam, plēves starpslānis(-ņi) satur kopā saplīsušās stikla loksnes un neļauj lauskām sadalīties, jo radušies stikla fragmenti paliek pielīpuši pie starpslāņa(-iem). 16. attēlā grafiski attēlots laminētas stikla rūs ar vienu starpslāni sagraušanas mehānisms (Larcher et al. 2012). Kā diagrammā redzams, pirmajā plīšanas fāzē, laminētais stikls tāpat kā monolīta rūs reaģē kā elastīga plāksne. Tomēr pēc tam, kad saplīsušas divas stikla loksnes, to fragmenti paliek pielīpuši pie starpslāņa, un laminētais stikls reaģē kā membrāna, saplīstot vien tad, kad saplīst starpslāņa saistmateriāls.

16. attēls. Laminēta stikla ar divām stikla loksnēm un vienu polimēra starpslāni sagraušanas mehānisms



- **1. apgabals.** Elastīga stikla lokšņu reakcija
- **2. apgabals.** Saplīst pirmā stikla lokсне (otra stikla lokсне un starpslānis ir neskarti)
- **3. apgabals.** Saplīst otrā stikla lokсне (starpslānis ir neskarts)
- **4. apgabals.** Starpslānis deformējas, iegūstot lielu deformāciju
- **5. punkts.** Plīst polimēra starpslānis

Laminētais stikls kļūst izturīgāks, ja izmanto vairākas un/vai biezākas stikla lokšnes un starpslāņus, kā tas ir ložu necaurlaidīgam stiklam, kas līdzinās stiklam 17. attēlā. Tāpat kā ASF, izmantojot laminēto stiklu kā modernizācijas risinājumu, arī tas ir jāpapildina ar apkārtējā loga rāmja stiprinājumu, lai mazinātu varbūtību, ka, izplatoties triecienvilnim, viss logs tiks iestumts blakus esošajā telpā. Praktiskā ziņā tas nozīmē, ka apkārtējais loga rāmis un tā savienojumi nedrīkst sabrukt pirms laminētā stikla, lai novērstu visa rāmja priekšlaicīgu atdalīšanos no atbalsta sienas. Ja spiediens, kas jāiztur logu sistēmai, ir liels, kā tas parasti notiek nelielos mērogotos attālumos, loga rāmi var piestiprināt pie apkārtējās sienas, izmantojot tērauda stieņus, kabelus vai tērauda plāksnes, kā būs aprakstīts vēlāk.

Īpaša uzmanība ir jāpievērš arī stikla dziļumam, ko ietver rāmis (minimālais ieteiktais dziļums ir vienāds ar 1,5 cm), un izmantotā hermētiķa daudzumam.

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



Laminētā drošības stikla klasifikācijai ir pieejami dažādi standarti atkarībā no uzbrukuma (piemēram, lodes, manuāls uzbrukums vai sprādziens), kura iedarbība ir jāmazina. Klasifikācija ir sniegta, tiklīdz ir veikts iedarbības mazināšanas vajadzībām atbilstīgs fizikālo īpašību tests, proti, izmantojot svārsta metodi triecienizturības noteikšanai (EN 12600:2002), tērauda lodes tests manuālu uzbrukumu gadījumiem (EN 356:1999), ložu testi stikla ložu necauršaujamības pārbaudei (EN 1063:1999) un triecienvilņa testi (detonācijas caurule (EN 13123-1:2004) vai attāluma testēšana (EN 13123-2:2004)) sprādzienizturības noteikšanai.

9. tabulā ir parādīti testa apstākļi, kas izmantoti, lai novērtētu izmantošanai ēkās paredzētu sprādzienizturīga/spiedienizturīga stikla lokšņu veiktspēju. Šajos testos loga rāmis tika aizstāts ar stingru metāla konstrukciju. Izmēģinājumos izmantoto stiklu izmēri bija aptuveni 1 m² (1,1 m × 0,9 m), tie tika ievietoti detonācijas caurulē vai līdzīgā ierīcē, kas pret stikla loksnī spēj radīt triecienvilni, kas izplatās 90 ° leņķī attiecībā pret nostiprināto paraugu. Stikla loksnēm, kas ieguvušas vienu no šādām klasifikācijas vērtībām (ER1 līdz ER4), testa laikā noteikti nebija ne cauršautu caurumu no priekšpuses līdz aizmugurei, ne arī atvērumu pie nostiprinātajām malām.

9. tabula. Stikla rūs sprādzienizturības klasifikācija

Uzbrukuma veids	Standarts	Klasifikācija	Maksimālais atstarotais pārspiediens (kPa)	Pozitīvais atstarotais impulss (kPa ms)
Uzbrukums ar sprāgstvielām (stiklojums)	EN 13541	ER1	$50 \leq Pr < 100$	$370 \leq ir+ < 900$
		ER2	$100 \leq Pr < 150$	$900 \leq ir+ < 1\,500$
		ER3	$150 \leq Pr < 200$	$1\,500 \leq ir+ < 2\,200$
		ER4	$200 \leq Pr < 250$	$2\,200 \leq ir+ < 3\,200$

9. tabulā ir aprakstītas tikai klasifikācijas prasības attiecībā uz sprādzienizturīgām stikla rūtīm. Lai novērtētu visas logu sistēmas izturību sprādziena gadījumā, kas pasargātu no scenārija, kad visu logu iestumj ēkā, jāizmanto cits standarts. Šis izmēģinājumu procedūras var veikt, izmantojot detonācijas caurules (EN 13123-1: 2004) vai attāluma testus (EN 13123-2: 2004).

10. tabulā ir aplūkoti testa apstākļi un veiktspējas klasifikācijas līmeņi, kas garantē, ka nav novērota caursite un neviena daļa nav atdalījusies no rāmja aizmugures. Tiek uzsvērts, ka daudzos gadījumos loga rāmis ir vājākā visas loga sistēmas daļa, tāpēc pirms stiklojuma stiprināšanas ir jānodrošina apkārtējā rāmja piemērotība.

10. tabula. Logu sistēmas sprādzienizturības klasifikācija

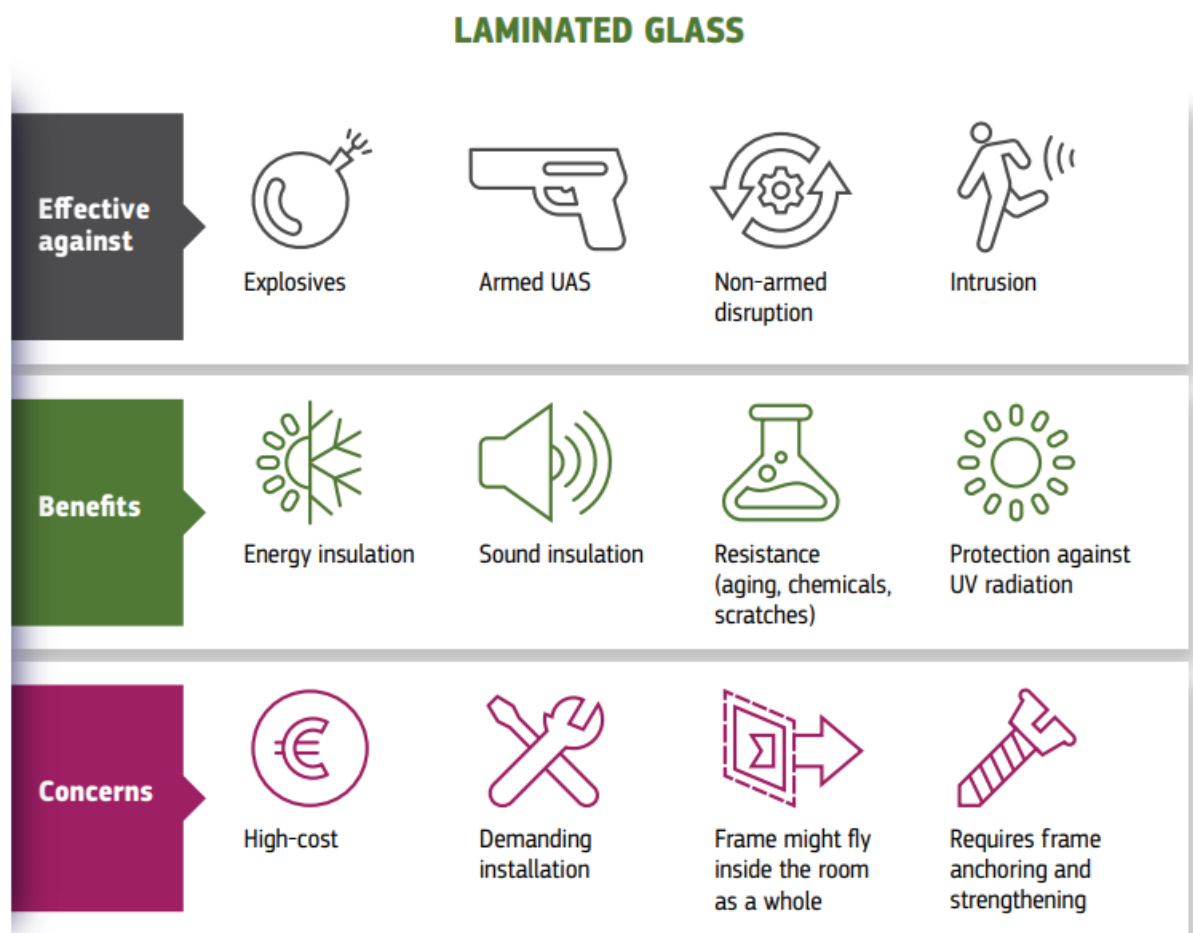
Uzbrukuma veids	Standarts	Klasifikācija	Maksimālais atstarotais pārspiediens (kPa)	Pozitīvais atstarotais impulss (kPa ms)
Uzbrukums ar sprāgstvielām (logu sistēma)	EN 13123-1 (detonācijas caurule)	EPR1	$50 \leq Pr < 100$	$370 \leq ir+ < 900$
		EPR2	$100 \leq Pr < 150$	$900 \leq ir+ < 1\,500$
		EPR3	$150 \leq Pr < 200$	$1\,500 \leq ir+ < 2\,200$
		EPR4	$200 \leq Pr < 250$	$2\,200 \leq ir+ < 3\,200$
	Standarts	Klasifikācija	Lādiņa masa (kg)	Drošs attālums (m)

	EN 13123-2 (attāluma tests)	EXR1	3	5,0
		EXR2	3	3,0
		EXR3	12	5,5
		EXR4	12	4,0
		EXR5	20	4,0

Laminētajam stiklam ir arī dažas ar drošību nesaistītas īpašības, jo tas ir noturīgs pret UV starojumu un spēj efektīvi bloķēt lielāko daļu kaitīgā starojuma, savukārt abās pusēs ievietotās stikla rūtis garantē to, ka polimēra starpslānis nesaskaras ar vidi, tādējādi novēršot tā atkrāsošanos vai nodilumu. Tas nozīmē, ka tā aprites cikls ir ilgāks nekā ASF, tāpēc ilgāks darba mūžs var kompensēt augsto cenu.

Turklāt, ievieojot starp stikla rūtīm dažādus atstarojošus pārklājumus, var ievērojami samazināt ēkai nepieciešamo enerģijas daudzumu gaisa kondicionēšanai. Var samazināt arī nevēlamu trokšņu līmeni, jo vairāku stikla lokšņu un starpslāņu ģeometrijas dēļ laminētais stikls var darboties kā skaņas izolācijas barjera. 18. attēlā ir apkopoti uzbrukuma taktiskie paņēmieni, kuru izmantošanas gadījumā laminētais stikls ir efektīvs, kā arī izskatīti vairāki apsvērumi, kas jāņem vērā pirms tā izmantošanas risinājumam.

18. attēls. Laminētā stikla efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem



Angļu val.	Latviešu val.
Effective against	Efektīvs pret
Explosives	Sprāgstvielām
Armed UAS	Bruņotām UAS
Non-armed disruption	Traucējumiem, neizmantojot ieročus
Intrusion	Ielaušanos
Benefits	Priekšrocības
Energy insulation	Enerģijas izolācija
Sound insulation	Skaņas izolācija
Resistance (aging, chemicals, scratches)	Izturība (novecošana, ķīmikālijas, skrāpējumi)
Protection against UV radiation	Aizsardzība pret UV starojumu
Concerns	Trūkumi
High-cost	Augstas izmaksas
Demanding installation	Sarežģīta uzstādīšana
Frame might fly inside the room as a whole	Viss rāmis var ielidot telpā
Requires frame anchoring and strengthening	Rāmis jāpiestiprina un jānostiprina

Aizsardzības līmenim, ko laminētā stikla logs vai fasādes elements nodrošina pret triecienviļņa iedarbību, ir izšķiroša ietekme drošuma un drošības plānošanā, un vairākumā gadījumu to nodrošina, veicot sarežģītu eksperimentālu analīzi, ko papildina galīgā elementa skaitliskie modeļi. Šos eksperimentālos testus parasti veic tālā lauka apstākļos, kas neatbilst tuvā lauka gadījumam, kurā UAS ar spridzekli lido loga tuvumā. Tuvajā laukā laminētā stikla logi ir ļoti neaizsargāti pat pret maziem lādiņiem, tāpēc tuvā lauka gadījumos nevar pilnīgi uzticēties veiktspējas vērtējumiem, kas veikti tālā lauka eksperimentos, jo sagraušanas mehānisms var atšķirties (Bedon et al., 2023). Tas nozīmē, ka īpaša uzmanība ir jāpievērš, plānojot šādus risinājumus, lai garantētu, ka ir sasniegts vēlamais aizsardzības līmenis.

3.3.1.3. Ķeršanas sistēmas

Šādas sistēmas ir konstruētas, lai apturētu plīsušu stiklu vai visu logu no iekrišanas ēkā un tādējādi mazinātu to bojājumu sekas. Tās var iedalīt divās plašās kategorijās: vienas sistēmas, ko parasti uzstāda kombinācijā ar citām aizsardzības sistēmām, un otras, kas ir efektīvas arī kā atsevišķi risinājumi. Pirmajā kategorijā ir stieņi, kabeļi un citas stiprinājumu sistēmas, ko parasti papildina ar vienu no iepriekš aprakstītajiem stikla veidiem (parasti ASF), bet otrajā ir aizkari un ķeršanas tīkli. Abas šīs sistēmas (t. i., aizkari un tīkli) galvenokārt izmanto, ja ir ļoti augstas drošības prasības, jo to uzstādīšana var samazināt loga caurredzamību, kas bez pienācīga pamatojuma var būt nepieņemami.

Stieņi/kabeļi/stiprinājumu sistēmas Šīs sistēmas parasti uzstāda, kombinējot ar ASF vai laminēto stiklu, lai palielinātu kopējā risinājuma efektivitāti gadījumos, kad saplīsušās stikla rūtis vienā gabalā atdalās no loga rāmja. Stingros ķērāju stieņus piestiprina pie loga rāmja un novieto horizontāli un/vai vertikāli, lai atturētu visu stiklojumu no ielidošanas blakus esošajā telpā. Var izmantot arī vienu stingro stieni, ko novieto atvēruma vidusdaļā, lai atdalīšanās gadījumā saplīsušais stiklojums aptūtos ap to, kamēr to joprojām satur kopā iekšējo plēvju starpslāņi. Izšķirošs šādu stieņu konstrukcijas parametrs ir to stiprinājums loga rāmī, jo tam jābūt pietiekami stipram, lai izturētu radušos triecienviļņa spēkus, jo stingrās sistēmas uzkrāj lielu enerģijas daudzumu pat tad, ja UAS uzbrūk ar salīdzinoši nelieliem spridzekļiem. Tāpēc

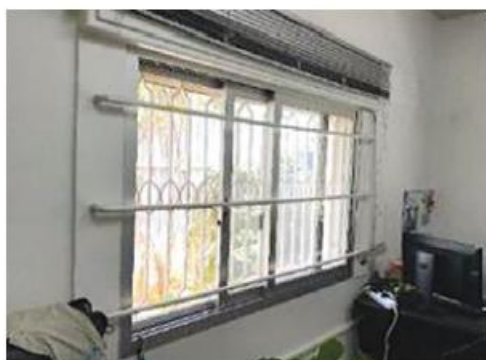
atbalstošajai konstrukcijai (piemēram, apkārtējai sienai) nesabrūkot ir jāspēj izturēt spēku radīto slodzi.

Kabeļi un citi līdzīgi elastīgi risinājumi (ir pieejami arī elastīgi ķeršanas stieņi) ir konstruēti, lai absorbētu tādu enerģijas daudzumu, kas tiek virzīts uz sistēmu pēc stiklojuma atdalīšanās.

Elastīguma dēļ kabeļus var modernizēt atbilstīgi dažādām logu ģeometrijas vajadzībām. Tos var arī kombinēt ar trieciena absorbēšanas ierīcēm, lai palielinātu sistēmas enerģijas absorbēšanas spēju.

Šo ierīču izmantošanu var apsvērt, ja logu rāmji ir salīdzinoši vāji, lai daļu trieciena enerģijas absorbētu ierīce, tādējādi samazinot loga rāmja izturības prasības (kas būtu stingrākas cietu savienojumu gadījumā). Lai novērtētu šādu sistēmu konstrukcijas parametrus, ieskaitot kabeļu diametru, fiksācijas elementus un attālumu starp tiem, izmanto triecienviļņa raksturlielumus, proti, *UAS* transportētā spridzekļa svaru un detonācijas punkta attālumu līdz stikla fasādei.

19. attēls. Stingro stieņu ķeršanas sistēmas (kreisajā pusē) (avots: Apvienoto Nāciju Organizācijas Drošuma un drošības departamenta (*UNDSS*) Fiziskās drošības nodaļa) un kabeļu ķeršanas sistēmas (labajā pusē) (avots: Window Gard B.V.) piemērs



Aizkari/tikli Pretēji iepriekšējai kategorijai šīs sistēmas var izmanto kā atsevišķus aizsardzības risinājumus vai savienot ar *AFS* vai laminēto stiklu (ķeršanas tīklus parasti apvieno ar citiem pasākumiem). To galvenais mērķis ir uztvert visus lidojošos stikla fragmentus vai rāmja daļas, kas, izplatoties triecienviļņim, radušās pēc loga sabrukšanas. Parasti tās uzstāda aiz ēkas fasādes, un to stiprinājumi ir atbilstīgi jāprojektē. Tās neaiztur stikla fragmentus no ielidošanas blakus esošajā telpā, taču stikla plīsuma gadījumā tās spēj samazināt to nolidoto attālumu, tādējādi ievērojami samazinot ēkas iemītnieku savainošanās risku. Triecienviļņa aizkarus parasti izgatavo no elastīga poliestera materiāliem, un tos piestiprina tikai atvēruma augšdaļā. Tā kā tie nav uzstādīti loga sānos vai pie palodzes, to uzstādīšana nodrošina pienācīgu triecienviļņa novadišanu. Šādi aizsardzības aizkari noteikti ir jāatstāj paredzētajā pozīcijā, jo, atbīdīti no ēkas iemītniekiem, tie zaudē iedarbības mazināšanas spēju. Tomēr, tā kā tie nav piestiprināti pie loga sānu malām vai palodzes, tos var viegli atbīdīt tīrīšanas nolūkā vai drošuma apsvērumu dēļ (piemēram, ugunsgrēka gadījumā). To materiāla veids un krāsa lielā mērā ietekmē gaismas iekļuvi telpā, tāpēc tos var izvēlēties atbilstoši iekštelpu dizainam. Savukārt tīkli ir izgatavoti no tērauda vai poliestera virvēm, kas parasti ir piestiprinātas pa visu loga rāmja perimetru. Tie var ļoti efektīvi aizturēt lielākas stikla daļas, taču tie parasti slikti aiztur mazākas stikla lauskas, tāpēc tiem papildus jāuzstāda *ASF*.

20. attēls. Triecienviļņa aizkaru piemērs (avots: UNDSS, Physical Security Unit)

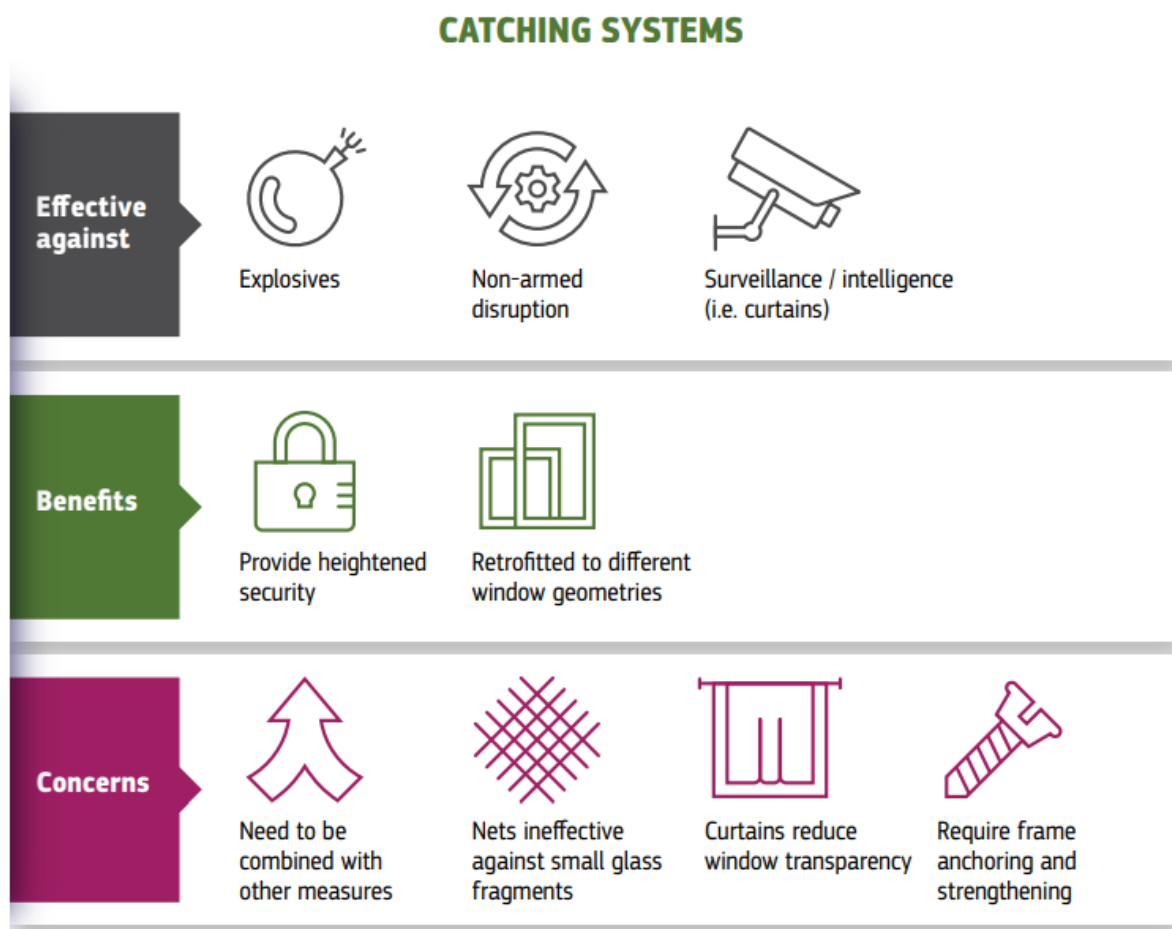


Lai gan tie ir populāri triecienviļņa iedarbības mazināšanas risinājumi, kas pieņemti pastiprinātu drošības prasību dēļ, to veiktspēju un uzstādīšanu neregulē īpaši standarti, kā tas notiek attiecībā uz stiklojumu, bet gan ir pieņemti risinājumi, kas izstrādāti, izmantojot labākās prakses piemērus un gūto pieredzi. Viens no galvenajiem elementiem, kas ir rūpīgi jāplāno, ir to stiprinājums, jo tiem ir jāabsorbē lieli spēki, ko izraisa plīstošs stiklojums vai sabrūkošs logs (pat tad, ja neliels sprāgstvielu daudzums atrodas nelielā attālumā, kā tas notiek gadījumos, kad *UAS* transportē *IED*). Ja iespējams, kabeļi un stieņi jāstiprina pie ēkas stiprākajiem konstruktīvajiem elementiem, piemēram, sijām, kolonnām un plātnēm. Turklāt logu rāmjus var tieši piestiprināt pie betona plāksnēm vai ēkas perimetra sijām (nesošās sijas), lai apkārtējām sienām nebūtu jāiztur izraisītie reaģēšanas spēki. Kā minēts *PSU* Informācijas biļetenā [*PSU Information Bulletin*] (UNDSS, 2021), jāņem vērā šādi ieteikumi:

- stieņa/kabeļa atstatumam jābūt aptuveni 0,5 m horizontāli un/vai vertikāli;
- tērauda stieņiem jābūt ar 12 mm diametru un 50 kN stiepes izturību, ar 5 mm biezu, četrstūra vai apaļu (10 × 10 cm) plāksni, kas ar četrām skrūvēm piemetināta to galos;
- tērauda trošu kabeļiem jābūt ar vismaz 6 mm diametru un 25 kN stiepes izturību, vēlams, izgatavoti no neliela skaita lielu trošu;
- stiprinājumam pie betona sienām (un stiprināta mūra, ja tas ir pietiekami izturīgs) jābūt izgatavotam, izmantojot 10 cm garus nerūsējošā tērauda enkurus ar vismaz 8 mm diametru;
- stiprinot pie sienām, kas nav no betona (piemēram, mūris, cementa bloki), enkuri ir jāstiprina cauri sienai, un ārsienas priekšpusē tiem ir jāpievieno arī 5 mm bieza metāla plāksne (tās izmēri: 15 × 15 cm).

21. attēlā ir pārskats par ķeršanas sistēmu veidiem, kuri ir efektīvi pret *UAS* uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem, kā arī norādīti daži apsvērumi saistībā ar to izmantošanu.

21. attēls. Ķeršanas sistēmu efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem

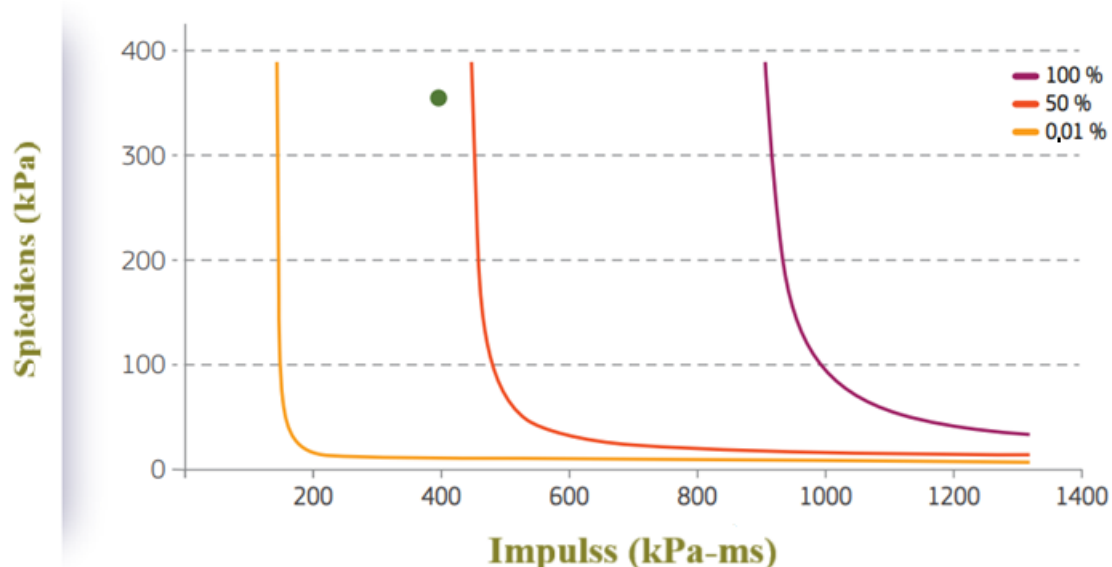


Angļu val.	Latviešu val.
CATCHING SYSTEMS	ĶERŠANAS SISTĒMAS
Effective against	Efektīvas pret
Explosives	Sprāgstvielām
Non-armed disruption	Traucējumiem, neizmantojot ieročus
Surveillance/intelligence (i.e. curtains)	Novērošanu/izlūkošanu (t. i., aizkari)
Benefits	Priekšrocības
Provide heightened security	Nodrošina pastiprinātu drošību
Retrofitted to different window geometries	Pielāgotas atbilstīgi dažādiem logu ģeometrijas variantiem
Concerns	Trūkumi
Need to be combined with other measures	Jāapvieno ar citiem pasākumiem
Nets ineffective against small glass fragments	Tīkli nav efektīvi pret maziem stikla fragmentiem
Curtains reduce transparency	Aizkari mazina caurredzamību
Require frame anchoring and strengthening	Rāmis jāpiestiprina un jānostiprina

3.3.1.4. Apkārtējās/atbalsta sienas

Vērtējot triecienvilni, parasti neņem vērā ēkas apkārtējās sienas, jo tiek uzskatīts, ka tās spēj izturēt radīto triecienvilni. Tā kā sprāgstvielu skaits, ko var pārvadāt ar UAS, vairākumā gadījumu ir salīdzinoši neliels, iespējamība, ka apkārtējā siena sabruks, ir maza. Ja izvērtētajos uzbrukuma scenārijos ir prognozēts palielināts pārvadātās kravas svars (> 5 kg TNT ekvivalenta), īpašu uzmanību varētu pievērst vājām, nestiprinātām mūra sienām, alumīnījam vai citiem apšuvuma veidiem, ko liela sprādziena gadījumā var caursist. Piemēram, 22. attēlā parādīta 0,7 mm bieza tērauda paneļa apšuvuma caursišanas iespējamība, eksplodējot 4 kg TNT, kas novietoti 2 m attālumā no tā priekšpuses, kas ir aptuvenais minimālais attālums, kurā karājas UAS. Šie rezultāti ir iegūti, izmantojot JRC rīku *BLADE*² (pamatojoties uz spiediena un impulsa diagrammām), un var redzēt, ka plāksnes caursišanas iespējamība ir vienāda ar 60 %. Tāpēc gadījumos, kad slepeni materiāli vai cilvēki ir izvietoti tieši pie potenciālā detonācijas punkta, atkarībā no uzbrukuma scenārija, iespējams, būs jānostiprina apkārtējie tērauda paneļi (vai slepenie materiāli / cilvēki jāpārvieto tālāk prom no apkārtējās sienas).

22. attēls. 0,7 mm bieza tērauda paneļa caursišanas iespējamība, eksplodējot 4 kg TNT, kas novietoti 2 m attālumā no tā virsmas (avots: JRC rīks *BLADE*)



Līdzīgi diagrammai, kas parādīta 22. attēlā, JRC rīku *BLADE* var izmantot, lai iepriekš novērtētu dažādu veidu ārsienu caursišanas iespējamību. Nākamajā tabulā ir sniegtas aplēses, kas veiktas, izmantojot šo rīku. Pieņem, ka ļaunprātīga UAS transportēs eksplozīvu TNT ierīci un karāsies viena vai divu metru attālumā no sienas priekšpuses. Ir konstatēts, ka sienu caursišanas iespējamība parasti ir neliela nelieliem spridzekļiem, bet var būtiski palielināties, ja spridzekļi ir lielāki un ja ārsiena ir izgatavota no neizturīgiem materiāliem. Spridzekļa lielums, ko “atvērtās” kategorijas UAS varētu transportēt, ir aprēķināts no 11. attēlā ievietotajiem datiem.

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

11. tabula. Ārsienas caursišanas iespējamība, kas aprēķināta, izmantojot JRC triecienviļņa novērtēšanas rīku

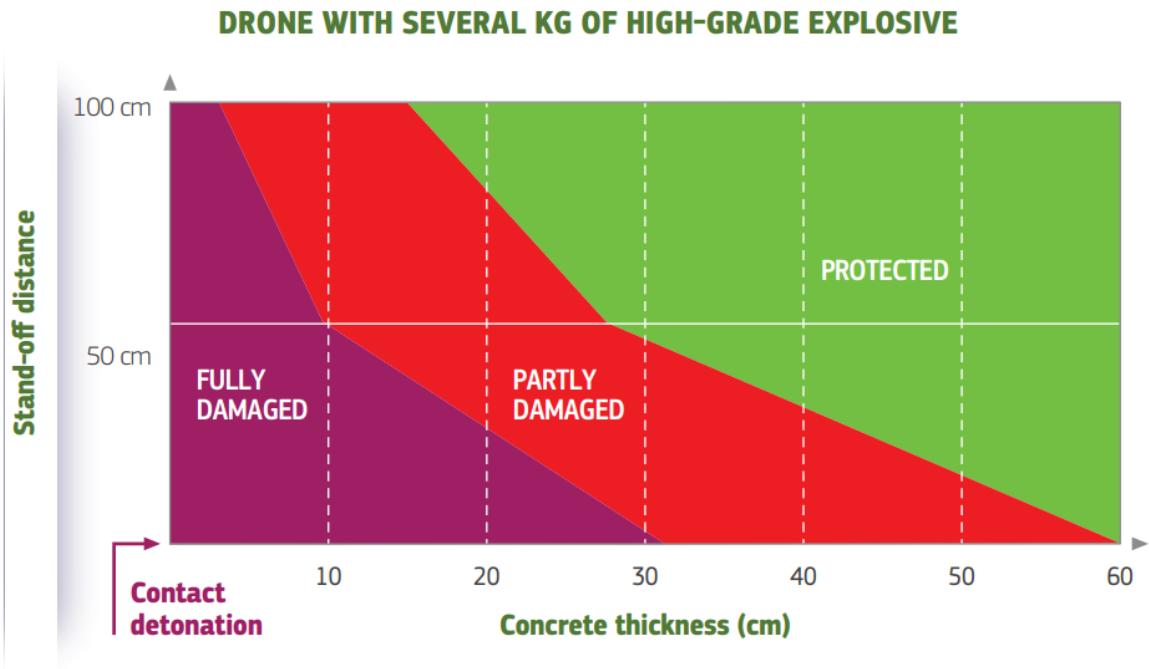
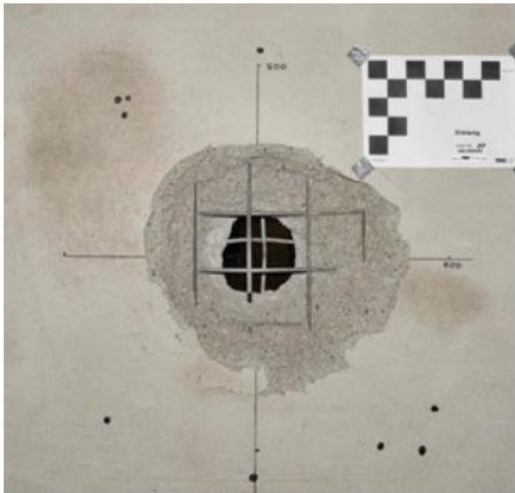
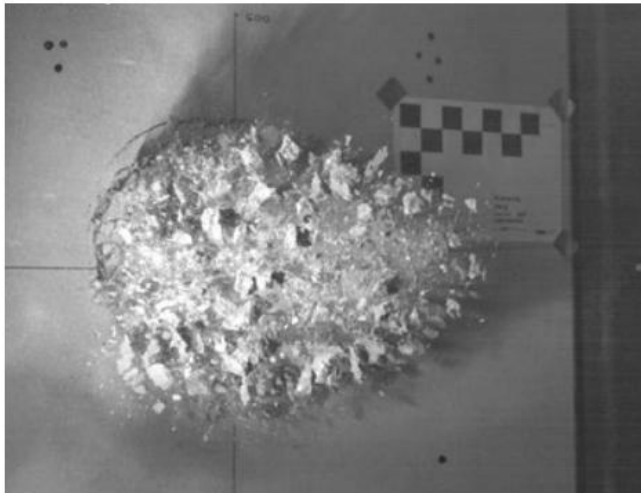
Ārsienas veids	UAS attālums līdz sienai	UAS A2 apakškategorija (MTOM < 4 kg)		UAS A3 apakškategorija (MTOM < 25 kg)	
		Kravnesība (ņemot vērā 11. attēlu)			
		VIDĒJA	AUGSTA	ZEMA	VIDĒJI ZEMA
Nestiprināti ķieģeļi	1 m	10–20 %	40–60 %	50–70 %	>70 %
	2 m	<5 %	10–20 %	10–20 %	>70 %
Nestiprināti betona bloki	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 %

Radušos ārsienas fragmentu daudzumu var samazināt, izmantojot iekšpusē (un, iespējams, arī ārpusē) uzsmidzināmu polimēra pārklājumu vai uzlīmējot ģeotekstilmateriāla audumu, jo tie ir elastīgi un labi spēj pielāgoties deformācijai. Neviena no šiem risinājumiem nenostiprina sienu, taču tie tomēr var apturēt iespējamo atlieku nokļūšanu apdzīvotā telpā.

3.3.1.5. Augšējā stāva pārseguma plātne

Parasti pārseguma plātnes ēku augšējos stāvos ir paredzētas, lai izturētu pastāvīgu un pagaidu slodzi (un dažkārt avārijas slodzes), kas uz tām var iedarboties ekspluatācijas laikā. Pat tādās ļoti aizsargātās ēkās kā valdības ēkas un vēstniecības, kurās iespējams ticams apdraudējums, izmantojot sprāgstvielas, augšējā pārseguma plātnes / jumta pārseguma plātnes parasti netiek papildus nostiprinātas. Tas ir tāpēc, ka tradicionāli uzbrukuma scenārijos ar spridzekli iespējamo detonācijas centru nosaka zemes līmenī, jo parasti uzskata, ka transportēšanas līdzeklis ir cilvēks vai transportlīdzeklis. Tādējādi palielinās drošs attālums, tāpēc no jumta ir jānotur salīdzinoši nelielas slodzes. Tomēr iespēja izmantot dronu spridzekļa nogādāšanai ēkas augšējā stāvā nozīmē to, ka plātnes var tikt pakļautas pārmērīgai lokālai slodzei, kura var radīt bojājumus noteiktā vietā un caursitumus, kas var būt nepieņemami, ja šādās vietās atrodas augsta riska zonas. Lai gan šāda plātnei tuva (vai kontakta) detonācija neierosinās progresējošu sabrukšanas mehānismu, ģenerētie fragmenti var radīt plašus ievainojumus, kas varētu pat kļūt nāvējoši cilvēkiem, kas atrodas zem jumta, kā parādīts 23. attēlā. Šajā pašā attēlā betona plātnes veiktspēja pēc vairāku kilogramu jaudīgu sprāgstvielu detonācijas ir parādīta attiecībā pret sprāgstvielas attālumu no plātnes priekšpusē un plātnes biezumu. Jānorāda, ka metāla pārsegumi, kas izgatavoti no auksti velmētām rievotām tērauda plāksnēm, ir ļoti neaizsargāti pret lokāliem spridzekļiem, jo to enerģijas absorbcijas potenciāls ir nepietiekams.

23. attēls. Piemērā parādīts betona plāksnes caursitums, detonējot vidēju TNT daudzumu 20 cm attālumā no tās (augšā) priekšpusēs (avots: Moritz Hupfauf, Universität der Bundeswehr München), un plātnes veiktspēja, detonējot vairākus kilogramus jaudīga spridzekļa (apakšā)



Angļu val.	Latviešu val.
DRONE WITH SEVERAL KG OF HIGH-GRADE EXPLOSIVE	DRONS AR VAIRĀKIEM KG JAUDĪGAS SPRĀGSTVIELAS
Stand-off distance	Drošs attālums
FULLY DAMAGED PARTLY DAMAGED PROTECTED	PILNĪGI BOJĀTS DAĻĒJI BOJĀTS AIZSARGĀTS
Contact detonation	Kontaktdetonācija

Concrete thickness (cm)	Betona biezums (cm)
100 cm	100 cm
50 cm	50 cm

Plātņu (vai citu konstrukcijas elementu) stiprināšanai vietās, kas uzskatāmas par neaizsargātām, ir pieejamas vairākas iespējas. Viegli piemērojams un ekonomisks esošo betona plātņu stiprināšanas paņēmieni ir augstas stiprības betona papildu kārtas uzklāšana iepriekšējai plātnei un tās biezuma palielināšana. Ja, baidoties, ka šis slānis ietekmēs plātnes konstrukcijas stabilitāti, papildu svārs nav vēlams, ir pieejamas vieglākas alternatīvas, kas nodrošina vajadzīgo aizsardzību, būtiski nepalielinot plātnes svāru. Dzelzsbetona plāksni var pastiprināt, pievienojot metāla plāksnes, kas izgatavotas no tērauda, alumīnija sakausējumiem un titāna. Tērauda plāksņu aizsardzības līmenis kopumā ir augstāks nekā titānam vai alumīnijam, taču tērauda blīvums ievērojami palielina konstrukcijas svāru. Ja svārs ir problēma, var apsvērt iespēju izmantot titānu, taču tam ir augstākas izmaksas un sarežģītāka metināšana.

No otras puses, alumīnija sakausējumiem ir jābūt biezākiem, lai nodrošinātu to pašu aizsardzības līmeni, kādu sniedz tērauds, toties tiem ir labas metināšanas īpašības. Konstrukcijas aizsardzības līmeņa paaugstināšanai var izmantot arī polimēru matricas kompozītmateriālus (piemēram, kevlaru) kārtainu plāksņu formā, taču to uzstādīšana var izmaksāt dārgi. Turklāt keramiku, ko parasti izmanto, lai nodrošinātos pret lādiņiem, var izmantot, taču parasti to papildina ar metāla vai polimēra aizmugures plāksni, kas nodrošina papildu kārtu radīto fragmentu nokrišanas apturēšanu.

Kā jau norādīts, potenciālā UAS transportēta IED droša attāluma palielināšana līdz ēkas norobežojošām konstrukcijām ir viens no efektīvākajiem paņēmieniem sprādziena seku mazināšanai, lai gan, ja to nevar garantēt, var izmantot vairākus no iepriekš minētajiem materiāliem ar enerģijas absorbcijas spēju. Kontaktdetonācijas gadījumos varētu būt vajadzīgi materiāli ar lielāku absorbcijas potenciālu, lai samazinātu caur plātnēm pārvadītās enerģijas daudzumu un mazinātu atdalīto fragmentu radīto ievainojumu iespējamību. Pastāvīgi tiek izstrādātas laminētas konstrukcijas, kurās apvienoti dažādi materiāli un kuras spēj apvienot dažādu materiālu priekšrocības, lai nodrošinātu optimālu aizsardzības līmeni.

3.3.1.6. Tīkli/žogi

Galvenais pretedronu tīklu un žogu mērķis ir izveidot nožogojumu un neatļautiem droniem aizliegt iekļūt apslēpta objekta telpās, vienlaikus garantējot iespējamās ļaunprātīgas kravas minimālo attālumu līdz objekta perimetram vai ēkas norobežojošajām konstrukcijām. Tīklus un žogus ir viegli pielāgot atbilstīgi dažādiem objektu izmēriem, un tos var efektīvi izmantot dažādās vietās, tostarp (bet ne tikai) stadionos, cietumos, augstskolās, ātrijos un iekšpagalmos.

- **Žogi** ir stingri (parasti izgatavoti no tērauda trošu pinuma), tāpēc to uzstādīšana ir sarežģītāka, un tie kopā ar atbilstošiem detektoriem spēj nodrošināt pastiprinātu aizsardzību pret ienākošām UAS. Tomēr uzkrītošā izskata dēļ tie ir nav ļoti populāri ieinteresēto personu vidū, kas parasti izvēlas diskrētākus risinājumus, kas nerada ierobežošanas sajūtu.
- **Tīkli**, no otras puses, ir viegli uzstādāmi, nemaksā dārgi un caur pinumu nodrošina labu caurskatāmību, jo nav tik uzkrītoši pamanāmi kā žogi. To elastīgums nozīmē to, ka UAS avārijas gadījumā tīkls ļoti deformēsies un trieciena radītais spēks izplatīsies lielākā

platībā. Tie ir izgatavoti no dažādiem materiāliem, piemēram, neilona, polipropilēna, poliestera, nerūsējošā tērauda vai pat kevlarā, un tie var būt mezgloti vai bez mezgliem.

Palielinot ļaunprātīga UAS attālumu līdz tā potenciālajam mērķim, šādas sistēmas mazina izrietošās sekas, ko pēc tam var papildus mazināt, izmantojot vieglākus un lētākus pasākumus. Piemēram, palielinot minimālo attālumu starp UAS, kas transportē IED, un logu vai plātni, rezultātā triecienviļņa parametri eksponenciāli samazināsies (Karlos and Solomos, 2013). Tāpēc prasības attiecībā uz stiklojumu vai plātņu stiprināšanu būs ievērojami zemākas un attiecīgi samazināsies arī saistītās izmaksas. Tāpat tīklus vai līdzīgus pasākumus var ieviest, lai palielinātu attālumu starp bīstamu paku (t. i., CBRN ierīci) un HVAC sistēmas ārējo gaisa ieplūdi, tādējādi samazinot šāda ieroča radītu iekšējai piesārņošanas risku. Ja iespējams, HVAC gaisa ieplūdes sistēma jānovieto uz slīpas virsmas, lai pie tās nebūtu iespējams novietot kādu priekšmetu, jo tas slīdētu lejup no nožogojuma fasādes.

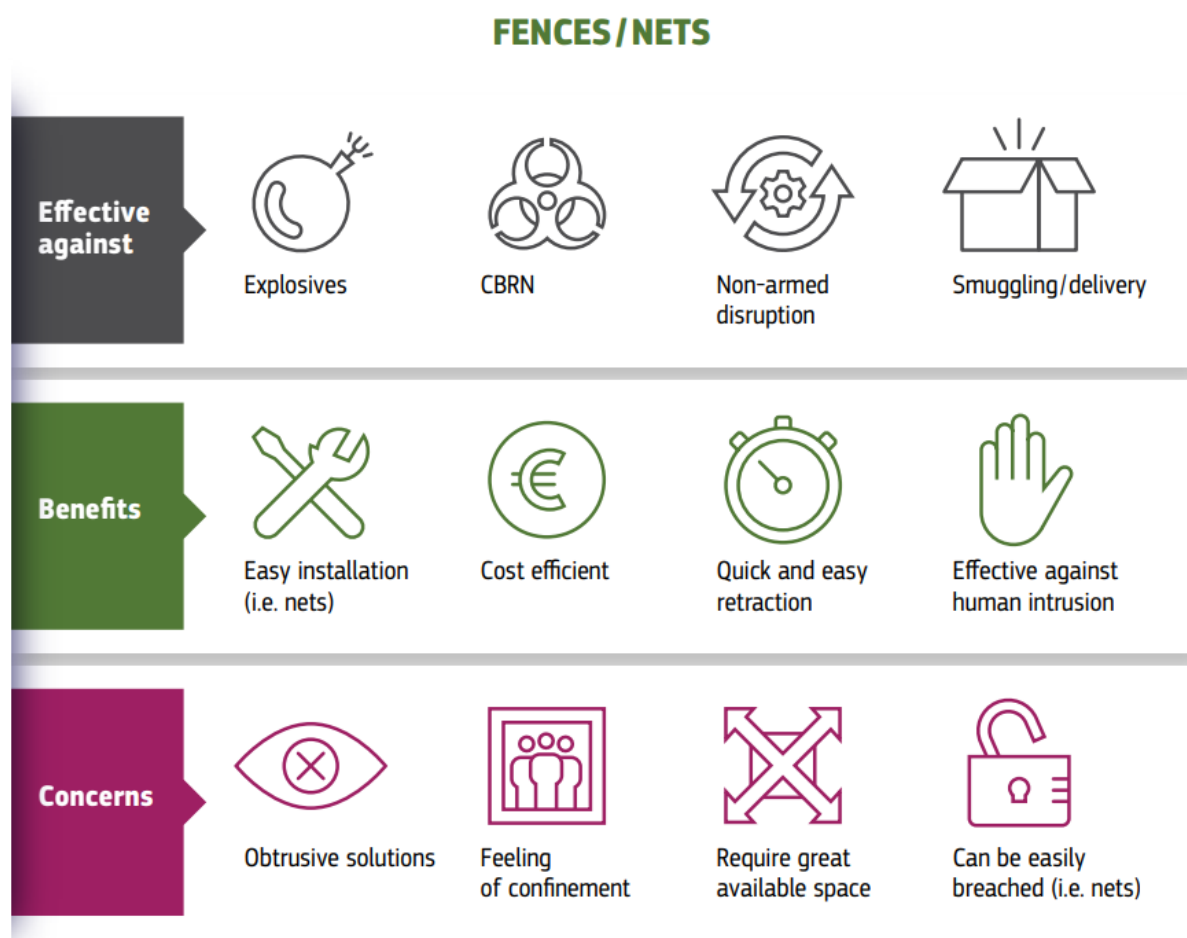
24. attēls. Pretedronu žoga (kreisā puse) un nerūsējošā tērauda tīkla (labā puse) izvietošanas risinājumi



Virves diametru izvēlas atkarībā no ienākošā drona stiprības un ātruma, toties tīkla acu lielumam jāatbilst tā prognozētajam lielumam. UAS, ko izmanto, lai slepeni noklausītos sarunas, vai izlūkošanai, parasti ir mazākas (piemēram, minidroni) nekā tās, ko izmanto priekšmetu transportēšanai, tāpēc attiecīgi jāpielāgo tīkla acu lielums, proti, pirmajā gadījumā 45–50 mm, bet otrajā gadījumā 120–160 mm. Tīkli, ko parasti izmanto šim nolūkam, ir ugunsizturīgi, un vajadzības gadījumā tos var ievilkāt. Parasti tos pievieno pie perimetra stieplu troses, stieņa vai caurules, kas savukārt piestiprināta pie pamatā esošās konstrukcijas ar īpašiem turētājiem un savienotājiem. Savienotājiem jāspēj izturēt UAS avārijas gadījumā radītais spēks un tas droši jānovada uz konstrukciju. Žoga/tīkla attālums no aizsargātās platības ir jāizvēlas rūpīgi, lai mazinātu iespējamās bīstamās kravas radītās sekas. Piemēram, izmantotā tīkla attālums no ēkas fasādes nosaka arī iespējamā IED detonācijas centra attālumu un tādējādi arī radītā triecienviļņa iedarbību uz ēku un tās iemītniekus norobežojošām

konstrukcijām. 25. attēlā ir sniegts pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros efektīvi var izmantot žogus/tīklus, un norādīti vairāki apsvērumi, kas jāņem vērā pirms to izmantošanas.

25. attēls. Pretedronu žogu/tīklu efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem

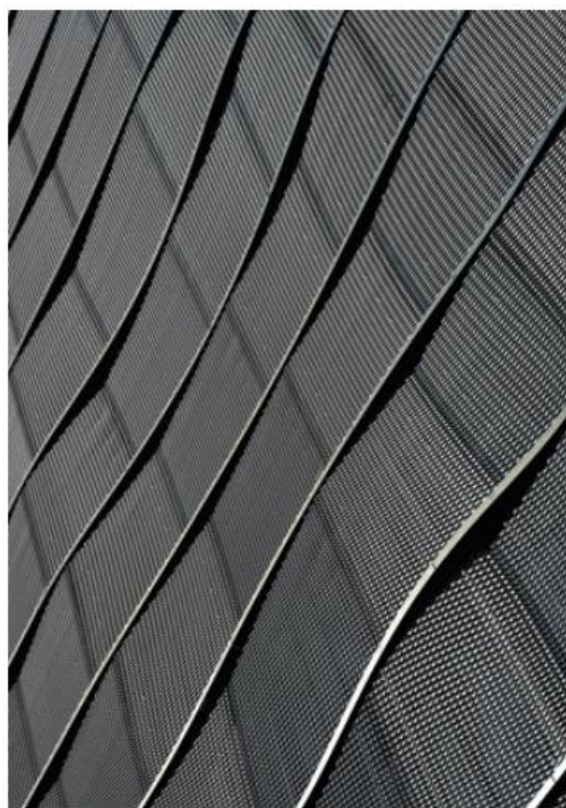


Angļu val.	Latviešu val.
FENCES/NETS	ŽOGI/TĪKLI
Effective against	Efektīvi pret
Explosives	Sprāgstvielām
CBRN	CBRN
Non-armed disruption	Traucējumiem, neizmantojot ieročus
Smuggling/delivery	Kontrabandu/piegādi
Benefits	Priekšrocības
Easy installation (i.e. nets)	Viegla uzstādīšana (t.i., tīkli)
Cost efficient	Rentabli
Quick and easy retraction	Ātra un viegla ievilkšana
Effective against human intrusion	Efektīvi pret cilvēku ielaušanos
Concerns	Trūkumi
Obtrusive solutions	Uzkrītoši risinājumi
Feeling of confinement	Nožogojuma sajūta
Require great available space	Vajadzīga plaša pieejamā telpa

3.3.3. Ēkas ārējie apvalki

Šos risinājumus izmanto ēkas ārpusē, lai bloķētu triecienviļņa iekļūšanu ēkas iekšpusē. Tos parasti ievieš, lai palielinātu esošo ēku drošības līmeni, taču tos var ieviest arī jaunām konstrukcijām. Parasti tie izskatās kā perforētas plāksnes vai ķēžu tīkli, kas uzstādīti paneļa vai rāmja iekšpusē, ko savukārt pievieno pie ēkas fasādes, kā parādīts 26. attēlā. Tie var būt fiksēti vai darbināmi elektroniski, un parasti tie ir izgatavoti no tērauda. Tie nodrošina ēnojumu, tādējādi uzlabojot ēkas energoefektivitāti, kā arī aizsedz skatu no ēkas iekšpuses. Neraugoties uz to, dažus variantus var pabīdīt uz sāniem, lai ielaistu vairāk gaismas vai veiktu tīrīšanu, tomēr, lai garantētu vēlamo aizsardzību, tiem ir jāpaliek sākotnējā atrašanās vietā. Izmēģinājumi ir pierādījuši, ka tad, ja šādi elementi ir pārklāti ar ūdens slāni, ir iespējams papildus samazināt triecienviļņa parametrus.

26. attēls. Perforētas tērauda plāksnes (kreisā puse) un tērauda ķēžu tīkls (labā puse), kas uzstādīti ārpusē pie ēkas fasādes



Cits risinājums, kas no naftas pārstrādes rūpnīcām, rūpnīcām un militārajām bāzēm ir pārņemts komerciālām ēkām un kas vienlaikus līdzinās viesuļvētras slēgiem, ir žalūziju izmantošana – tās var pielikt arī ēkas fasādes priekšā. Žalūziju līstes var pielāgot, lai regulētu ēnojumu ēkā, bet sprādziena gadījumā triecienviļnis, kas izplatās, automātiski aizver līstes un atstarojas no to virsmas. Var izstrādāt arī bloķēšanas mehānismu, lai pēc aizvēršanas noturētu līstes aizvērtas un nepieļautu to atvēršanos triecienviļņa negatīvajā fāzē.

Lai gan šīs žalūzijas ir sarežģīti piestiprināt pie ēkas ietvara, to nostiprināšanai ir izšķiroša nozīme, lai nepieļautu, ka triecienviļnis padara tos par lādiņu. Turklāt, lai neatļautas UAS tuvošanās gadījumā paslēptu ēkas iekšpusi, šīs žalūzijas var aizvērt, nospiežot pogu.

27. attēls. Stikla (kreisā puse) un metāla (labā puse) žalūzijas



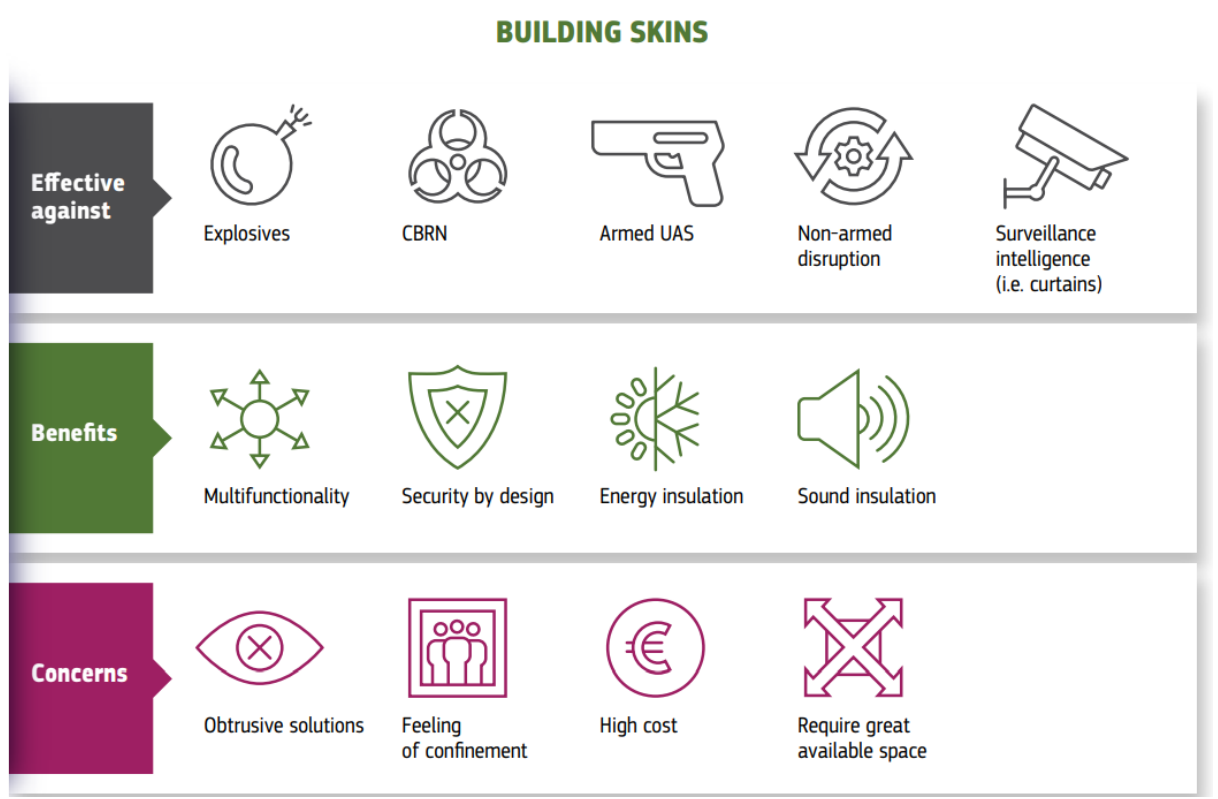
Žalūzijas, kas uzstādītas noteiktā attālumā no ēkas fasādes, kā parādīts 27. attēlā, arī garantē minimālā attāluma palielināšanu starp ļaunprātīgu UAS un ēkas iemītniekiem. Tādu pašu efektu var panākt, integrējot citus arhitektoniskus un konstruktīvus elementus, piemēram, dubultfasādes. Šīs sistēmas ir veidotas no diviem slāņiem (kas parasti izgatavoti no stikla), un pēdējās desmitgadēs tās ir kļuvušas populāras, īpaši augstceltnēs, jo tās var efektīvi samazināt ēkai nepieciešamo enerģijas daudzumu. Atstarpe starp abiem slāņiem, kas var būt no vairākiem desmitiem centimetru līdz pāris metriem, nodrošina gaisa cirkulāciju (vai nu dabisku, vai mehānisku), kā arī nodrošina izolāciju pret ekstremālu temperatūru un trokšņainu vidi. 28. attēlā parādītas divas tipiskas dubultfasādes ēkas, kur ārējais ēkas slānis ir veidots no stikla, lai nodrošinātu skaidru skatu un dabisku gaismu.

28. attēls. Piemēros redzamas ēkas ar dubultu apvalku Vroclavā, Polijā (kreisajā pusē), un Milānā, Itālijā (labajā pusē)



Jānorāda, ka šeit parādītie pasākumi sākotnēji tika izstrādāti, nedomājot par risku, ko rada UAS radītais apdraudējums, jo to mērķis bija uzlabot ēkas iemītnieku ērtības, samazināt apsildes izmaksas vai mazināt (ar UAS nesaistīta) sprādziena sekas ēkas ārpusē. Tomēr to lietderība nav saistīta tikai ar sākotnējās konstrukcijas nolūku, un tos var izmantot arī kā daudzfunkcionālus elementus, kas var aizsargāt pret dažādiem UAS izraisītiem uzbrukumiem. Tas, ka šīs sistēmas aizsedz skatu uz ēkas iekšpusi (atkarībā no ārējā apvalka materiāla caurredzamības), nozīmē to, ka tās var izmantot arī atsevišķu personu noslēpšanai, piemēram, VIP, no plānotiem slepkavības mēģinājumiem, izmantojot bruņotas UAS. Turklāt izlūkošanas un/vai novērošanas UAS, kas mēģina iesaistīties spiegošanā, tādējādi ir grūtāk iegūt informāciju. Ja ir papildu slānis, mērķa novērošana no attāluma (piemēram, videonovērošana, slepena noklausīšanās) un neaizsargātības dokumentēšana kļūst aizvien sarežģītāka, jo UAS nevar pietuvoties mērķim tuvā attālumā. Turklāt, kā jau minēts, otrs apvalks palielina drona transportētā iespējamā spridzekļa attālumu līdz ēkas iemītniekiem un tāpēc ievērojami samazina sprādziena sekas. Galu galā šo risinājumu divējādā pielietojamība atbilst integrētas drošības principiem, jo saskaņā ar tiem ir jāpieņem daudzfunkcionalitāte, un tā harmoniski jāiekļauj apkārtējā vidē. 29. attēlā ir sniegts pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros var efektīvi izmantot parādītos ēku apvalkus, kā arī norādītas vairākas problēmas, kas jāņem vērā pirms to izmantošanas.

29. attēls. Pretudronu ēku apvalku efektivitāte un apsvērumi izmantošanai *UAS* izraisītos uzbrukumos



Angļu val.	Latviešu val.
BUILDING SKINS	ĒKU APVALKI
Effective against	Efektīvi pret
Explosives	Sprāgstvielām
CBRN	CBRN
Armed UAS	Bruņotām UAS
Non-armed disruption	Traucējumiem, neizmantojot ieročus
Surveillance intelligence	Novērošanu izlūkošanai
Benefits	Priekšrocības
Multifunctionality	Daudzfunkcionalitāte
Security by design	Integrēta drošība
Energy insulation	Enerģijas izolācija
Sound insulation	Skaņas izolācija
Concerns	Trūkumi
Obtrusive solutions	Uzkrītoši risinājumi
Feeling of confinement	Nožogojuma sajūta
High cost	Augstas izmaksas
Require great available space	Vajadzīga plaša pieejamā telpa

3.3.4. Vājināšanas risinājumi

Informācijas aizsardzība pret zādzībām vai iznīcināšanu ir sarežģīts uzdevums, jo elektroniskās sistēmas izstaro elektromagnētisko starojumu, tāpēc, lai veiktu iespējamu uzbrukumu, nav vajadzīgs elektronisks vai programmatūras savienojums. Antena, kas uzstādīta datora tuvumā, var atklāt noplūstošu signālu, ja tas ir pietiekami stiprs, un atjaunot ģenerēto informāciju. Tā kā, palielinoties attālumam, signāla intensitāte strauji samazinās, agresors var izmantot dronus, lai ienestu antenu vai līdzīgu ierīci un novietotu to informācijas avota tuvumā. Tāpat arī var ienest ļoti mazu noklausīšanās ierīci un novietot to iespējami tuvu avotam, lai slepeni noklausītos sarunas. Modernās UAS kļūst aizvien mazākas, spēj lidot lielākos attālumos un ir daudz drošākas, tāpēc tās daudzos gadījumos var lidot nepamanītas un pietuvoties telpām, kurās tiek glabāti sensitīvi/konfidenciali dati vai notiek konfidencialas sarunas. Tāpēc tās var izmantot, lai uzlauztu tuvējos Wi-Fi tīklus vai citus bezvadu tīklus, un izmantotu infrasarkanā staru mikrofonus, lai noklausītos sarunas.

Metālu saturošas logu plēves, pateicoties to metāla saturam, var nodrošināt būtisku aizsardzību pret elektromagnētisko lauku iedarbību un tādējādi samazināt vai pat novērst izstarotos signālus. Šādi pasākumi ir kļuvuši aizvien populārāki, jo droni var iekļūt objektos, kuri līdz šim uzskatīti par drošiem, un tāpēc ieinteresētajām personām bija jāizvēlas jaunākas aizsardzības stratēģijas. Šādas plēves var efektīvi izmantot, lai bloķētu emisijas no slēgtas telpas pat caur stiklu, vienlaikus saglabājot ārējo redzamību. Tas nozīmē, ka tās bez redzamiem estētiskiem efektiem vācina RF, infrasarkanā starojumu un elektromagnētisko lauku. Tāpēc tās aizsargā sensitīvu informāciju un konfidencialus datus no uzlaušanas, novēršot elektronisko sakaru spiegošanas mēģinājumus, un samazina sekmīgu slepenas elektroniskas noklausīšanās uzbrukumu iespējamību. Turklāt tās parasti papildina aizsardzība pret UV starojumu vai pat aizsardzība pret ielaušanos.

Šādas vājināšanas plēves tāpat kā ASF uzliek tieši uz stikla ēkas iekšpusē neatkarīgi no loga ģeometrijas. Tās izmēram ir jāatbilst vienai loga rāmja daļai, un, lai iegūtu labāku vizuālo izskatu, to vēlama uzstādīt vienā gabalā. Šo plēvju aizsardzības spējas ir atkarīgas no dažādiem faktoriem, tostarp no biezuma, īpašībām un metāla satura. To efektivitātes novērtējumu var veikt, izmantojot īpašas testa metodes (ASTM F3057-16 vai IEC061000-5-7:2001), kas piedāvā arī dažādu aizsardzības pakāpju klasifikācijas procedūras.

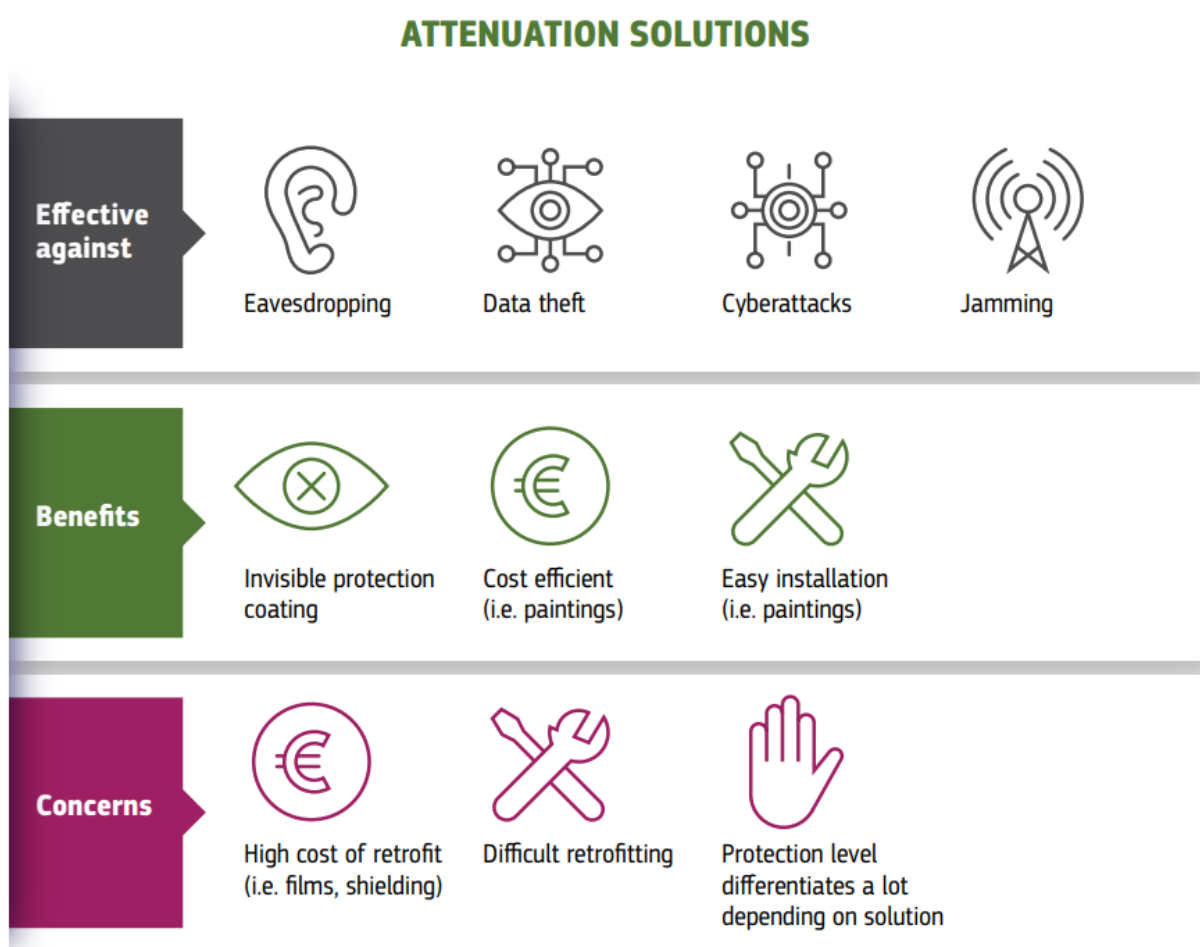
Līdztekus logiem, kas RF noplūdes ziņā ir visneaizsargātākā daļa, arī apkārtējos telpas vai ēkas elementus (t. i., sienas, jumtu, grīdas un durvis) var pienācīgi aizsargāt, lai bloķētu spiegošanu, kibernetiskus uzbrukumus un drošības pārkāpumus. To parasti panāk ar metāla aizsegu (piemēram, metāliska auduma tapeti), kas aptver telpu, izveidojot Faradeja būri, kā arī izmantojot ekranētas durvis. Sienās var uzstādīt arī metāliskus tīklus, ko pielīmē pie betona virsmām vai izklāj zem jumta. Tāpat aiz logiem var piekārt ekranējošus audumus, kas līdzinās aizkariem vai moskītu tīkliem, taču, lai tie būtu efektīvi, tiem vienmēr ir jāpaliek paredzētajā vietā.

30. attēls. Metāliska plēve, kas izmantota kā starpslānis sienās, kas aptver augsta riska zonu



Elektromagnētisko un infrasarkanā starojumu var aizturēt telpā, izmantojot vadītspējīgas krāsas, ko uz sienām vai griestiem var uzklāt ar smidzinātāju vai rullīti. To priekšrocības ir zemās izmaksas, pielāgojamība dažādiem telpas dizaina risinājumiem, vienkāršā uzklāšana un tas, ka tās var krāsot virs parastajām arhitektūras krāsām. Šo vadītspējīgo pārklājumu efektivitāte ir atkarīga no to sastāva, taču kopumā tie nodrošina efektīvu alternatīvu atsevišķiem pārklājumiem vai metāla tīkliem.

31. attēls. Vājināšanas risinājumu efektivitāte un ar to izmantošanu saistīti apsvērumi



Angļu val.	Latviešu val.
ATTENUATION SOLUTIONS	VĀJINĀŠANAS RISINĀJUMI
Effective against	Efektīvi pret
Eavesdropping Data theft Cyberattacks Jamming	Slepenu noklausīšanos Datu zādzību Kiberuzbrukumiem Traucējumu radīšanu
Benefits	Priekšrocības
Invisible protection coating Cost efficient (i.e. paintings) Easy installation (i.e. paintings)	Neredzams aizsargslānis Rentabli (t. i., krāsas) Viegla uzstādīšana (t.i., krāsas)
Concerns	Trūkumi
High cost of retrofit (i.e. films, shielding) Difficult retrofitting Protection level differentiates a lot depending on solution	Augstas pielāgošanas izmaksas (t.i., plēves, ekranējums) Sarežģīta pielāgošana Aizsardzības līmenis ļoti atšķiras atkarībā no risinājuma

3.3.5. Slēpšana un pārvietošana

Maskēšana, slēpšana, apvalkošana un dažādu aktīvu pārvietošana, kas varētu būt UAS aktivizēta uzbrukuma mērķis, varētu būt viena no izmaksu ziņā visefektīvākajām metodēm, ko izmantot iespējamā incidenta seku mazināšanai. Riska novērtēšanas procesā, kas aprakstīts iepriekš, var noteikt izvērtētā objekta neaizsargātos elementus, kas cilvēkiem un/vai konstrukcijai rada vislielāko risku. Lai šādus elementus noslēptu no drona redzamības līnijas, tos var maskēt, izmantojot ainavas materiālus, mēbeles vai citus vizuālus šķēršļus, vienlaikus mazinot pazīmes, kas norāda uz kritisko komunālo infrastruktūru. Šādu teritorijas plānošanu un ainavas projekta izstrādi var veikt, ievērojot galvenos integrētas drošības principus, nodrošinot daudzfunkcionālu, ilgtspējīgu un estētisku elementu iekļaušanu projekta drošības plānā.

3.3.5.1. Pārvietošanas darbības

Uzbrukumiem ar UAS var būt neskaitāmi daudz mērķu, tostarp (bet ne tikai) kaitējuma nodarīšana cietušajam, sensitīvas informācijas iegūšana, panikas reakcijas izraisīšana un reputācijas kaitējuma veicināšana. Aktīvu, kas varētu būt agresora iespējamie mērķi, pārvietošana samazina to neaizsargātību un būtiski samazina sekmīga uzbrukuma ietekmi (palielinās arī atturēšanas potenciāls, jo mērķis kļūst nepievilcīgs). Piemēram, augsta riska brīvdabas pasākuma pārvietošana uz būves iekšējām telpām būtiski samazina saistīto risku, jo tādējādi mazinās UAS spēja pietuvoties pūlim un veikt uzbrukumu. Tāpat ik pēc noteikta laika var mainīt maršrutu, pa kuru VIP tuvojas objektam un iekļūst tajā, lai UAS ekspluatantam būtu grūtāk prognozēt, kam pievērst uzmanību. Kā jau minēts iepriekš, IED sprādziens ārpusē aiz neaizsargāta vai daļēji aizsargāta loga rada stikla fragmentus, kas tiek iesviesti blakus esošajā telpā, radot smagus ievainojumus un upurus. Biroju un ēkas iemītnieku pārvietošana tā, lai tie atrastos lielākā attālumā no ārējiem logiem, samazina saistīto risku, jo, pārvarot lielāku attālumu, stikla fragmenti ātri zaudē nāvējošo potenciālu. Turklāt ar atbilstīgiem sensoriem aprīkotu UAS spēju veikt kiberuzbrukumu lielā mērā ietekmē pret

kiberuzbrukumiem neaizsargātu priekšmetu attālums no drona, tāpēc šādu elementu pārvietošana projām no ēkas logiem samazina lokālā tīkla sekmīgas uzlaušanas un sensitīvu datu manipulācijas risku.

3.3.5.2. Slēpšanas darbības

Privātuma stiklus, plēves un aptumšošanas aizkarus arī var izmantot, lai bloķētu skatu uz ēkas iekšpusi no UAS, kas aprīkota ar videokameru, un tāpēc tie aizsargā pret privātās dzīves neaizskaramības pārkāpšanu, sensitīvas informācijas iegūšanu, mikrofonu vai citu sensoru attiecīgu izvietošanu un var pat aizsargāt pret šaujamieročiem (t. i., nāvējošiem droniem) un uzbrukumiem ar IED, jo mērķis nav redzams.

Brīvajā tirgū ir pieejami dažādi necaurspīdīgu stiklu un plēvju veidi ar dažādu necaurredzamības līmeni.

- Caurspīdīgu stiklu apstrādā ar smilšu strūklu vai kodina ar skābi, tādējādi vienā stikla rūs pusē izveidojot matētu virsmu. Tā vēl laiž cauri gaismu, tāpēc attēli nav pilnīgi noslēpti, bet ir neskaidri.
- Teksturēta stikla rūtī ir iegravēts zīmējums vai raksts. Tā vēl laiž cauri gaismu, taču attēli ir sagrozīti.
- Aptumšots/krāsots stikls faktiski ir kristālskaids, taču krāsa to padara necaurredzamu. Tumšākas krāsas palielina privātumu, taču attēlus joprojām var atpazīt.
- Dūmakains stikls tāpat kā krāsots stikls ir skaids, un tā tumšā krāsa apgrūtina redzamību, taču pilnīgi nebloķē skatu no ēkas ārpuses.
- Stikla bloki ir biezi, no stikla veidoti bloki, kas ļauj iekļūt dabiskajai gaismai, bet savas tekstūras dēļ sagroza attēlus.
- Viedie stikli apvieno noteiktas iepriekš minēto kategoriju īpašības, jo to necaurspīdīguma līmeni var mainīt ārējs stimuls, piemēram, spriegums. Šie stikli pārtop no caurspīdīgiem par necaurredzamiem, nospiežot pogu.

Spoguļplēves ir pielīpošas, un tām ir metālisks slānis, kas rada spoguļa izskatu, atstaro gaismu un sniedz ārkārtīgi augstu necaurspīdīguma līmeni. Tās nodrošina lielisku privātumu dienā, jo atspoguļo stikla spožāko pusi (t. i., sauli dienas apstākļos) un ļauj skatīties uz ārpusi no puses, kurā ir mazāk gaismas. Naktī spoguļošanas efekts ievērojami samazinās, jo īpaši, ja aizsargājamajā telpā ir spožas gaismas, taču pat tad plēve joprojām spēj atspoguļot nedaudz spīduma no ielas laternām un pilsētas spozmes.

Šo stiklu un plēvju blakusparādība ir to spēja nodrošināt siltumizolāciju, samazinot ēkā iekļūstošā siltuma daudzumu, jo saules gaisma tiek atstarota projām no fasādes, tāpēc samazinās gaisa kondicionēšanas nepieciešamība. Kombinējot dažādus stikla slāņus un drošības risinājumus (piemēram, ķeršanas sistēmas), ir iespējams arī uzlabot parametrus to aizsardzībai pret triecienvilni, ielaušanos vai lodēm.

32. attēls. Teksturēta/krāsota stikla (kreisā puse) un ar spoguļplēvi aplīmēta stikla (labā puse) piemēri



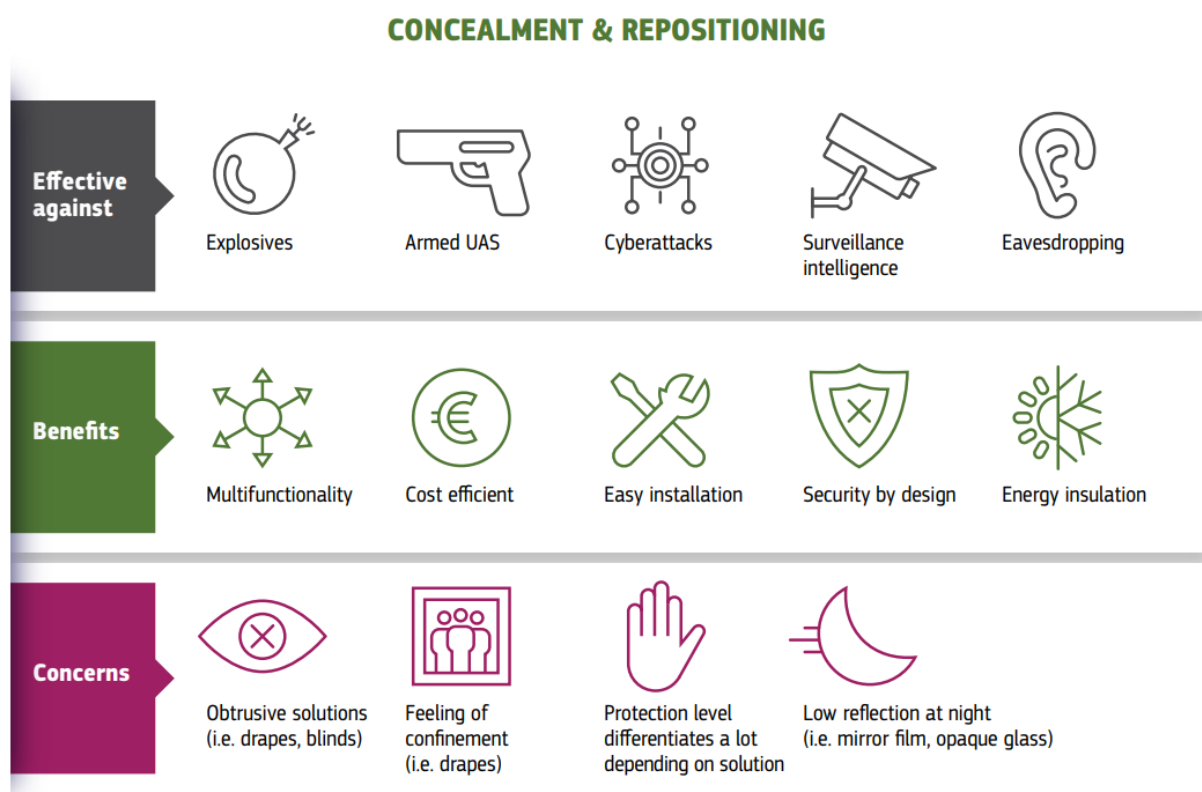
Vienkāršs un izmaksu ziņā efektīvs risinājums, kas var ļoti labi noslēpt, ir privātuma aptumšošanas aizkaru, slēģu, žalūziju vai drapēriju, kurām ir aptumšojoša odere, uzstādīšana, lai pilnīgi bloķētu skatu no ēkas ārpusē. Gaišāku krāsu un vieglāki audumi pilnīgi nebloķē dabisko gaismu, un drons ar iemontētu videokameru joprojām var atšķirt figūras telpā, turklāt šis efekts kļūst izteiktāks naktī, kad telpa ir spoži apgaismota. Turklāt, atklājot UAS, ārējās žalūzijas var aizvērt elektroniski vai manuāli, lai bloķētu skatu uz ēkas iekšpusi. Protams, šādi risinājumi ir efektīvi tikai tad, ja paliek aizvērtā stāvoklī, nenovēršami ierobežojot telpā iekļūstošās gaismas daudzumu. Tomēr izvēlētā risinājuma veidu, krāsu un formu var pielāgot atbilstoši telpas iekšējam izkārtojumam. Atstāšana atvērtā stāvoklī, lai telpā iekļūtu vairāk gaismas, ir iespēja, kas palielina risku, jo, atklājot ēkas tuvumā UAS, tiem jābūt aizvērtiem. Tas nozīmē, ka jābūt ieviestam efektīvam un ātram atklāšanas mehānismam, ko papildina pienācīga informēšanas kampaņa, lai informētu ēkas iemītniekus par to, kā rīkoties, lai drošības incidenta gadījumā aizvērtu pieņemtos risinājumus.

33. attēls. Logu alumīnija žalūzijas (kreisā puse) un tumšas krāsas drapērijas (labā puse)



34. attēlā ir redzams pārskats par uzbrukuma scenārijiem, kuros var efektīvi izmantot parādītās slēpšanas un pārvietošanas metodes, un norādītas vairākas problēmas, kas jāņem vērā pirms to izmantošanas.

34. attēls. Slēpšanas un pārvietošanas metožu efektivitāte un ar to izmantošanu saistīti apsvērumi



Angļu val.	Latviešu val.
CONCEALMENT & REPOSITIONING	SLĒPŠANA UN PĀRVIETOŠANA
Effective against	Efektīvas pret
Explosives Armed UAS Cyberattacks Surveillance intelligence Eavesdropping	Sprāgstvielām Bruņotām UAS Kiberuzbrukumiem Novērošanu izlūkošanai Slepenu noklausīšanos
Benefits	Priekšrocības
Multifunctionality Cost efficient Easy installation Security by design Energy insulation	Daudzfunkcionalitāte Rentabli Viegla uzstādīšana Integrēta drošība Energijas izolācija
Concerns	Trūkumi
Obtrusive solutions (i.e. drapes, blinds) Feeling of confinement (i.e. drapes) Protection level differentiates a lot depending on solution	Uzkrītoši risinājumi (t. i., drapērijas, žalūzijas) Nožogojuma sajūta (t. i., drapērijas) Aizsardzības līmenis ļoti atšķiras atkarībā no risinājuma

Low reflection at night (i.e. mirror film, opaque glass)	Sliktāk atspoguļo naktī (t. i., spoguļplēve, necaurredzams stikls)
--	--

3.3.6. Izpratnes veidošana, ģeozonēšana un identifikācijas iespējas

Vairākums dronu incidentu Eiropā patlaban ir saistīti ar paviršu un vieglprātīgu izmantošanu, neizslēdzot tišu ļaunprātīgu rīcību. Lai samazinātu šādu atgadījumu skaitu, var izmantot dažādus pasākumus, taču tie var būt neatbilstīgi attiecībā pret apņēmīgiem agresoriem, jo tos var viegli apiet vai ignorēt. Šādi pasākumi ietver:

- izpratnes un saziņas veidošanu;
- ģeozonēšanu;
- identificēšanas un reaģēšanas iespēju palielināšanu.

Ir svarīgi sazināties ar vietējiem uzņēmumiem, darba ņēmējiem un iedzīvotājiem, lai uzlabotu viņu izpratni par riskiem, kas saistīti ar dronu ļaunprātīgu izmantošanu, un izglītotu par to, kā reaģēt, pamanot dronus. Drošības resursi parasti ir ierobežoti, tāpēc ticami privātpersonu un iedzīvotāju ziņojumi par aizdomīgām darbībām, tostarp novērotās UAS atrašanās vietu, aprakstu un uzvedību, ir būtisks aspekts, lai panāktu precīzu un ātru tiesībsargājošo vienību reakciju. Vietējo kopienu un darbiniekus var iesaistīt atklāšanas darbībās, rīkojot arī informatīvas kampaņas (t. i., sociālajos medijos, internetā) un izvietojot zīmi, piemēram, tādu, kas redzama 34. attēlā, ar ko ierobežo UAS izmantošanu noteiktās zonās. Šāda zīme objekta apmeklētājiem un darbiniekiem rāda, ka viņu reakcija, pamanot dronus, ir vērtīga drošības līmeņa paaugstināšanai, un tas palīdz iestādēm cīnīties pret nelikumīgu un neatbilstīgu ekspluatanta rīcību. Turklāt tā potenciālajiem agresoriem pierāda, ka kopiena aktīvi iesaistās kolektīvajos aizsardzības centienos un tāpēc attur tos no ļaunprātīgas rīcības.

ES dalībvalstīm ir iestādes, kas atbild par ierobežojumu noteikšanu gaisa telpā un kontrolē pilotējamu vai bezpilota lidaparātu lidojumus. Šādi lidojumu aizliegumi jau ir ieviesti ap kritiski svarīgiem objektiem (piemēram, kodoliekārtām, naftas pārstrādes rūpnīcām), militāriem objektiem, lidostām un cietumiem. Dažos gadījumos uzņēmēji un organizācijas var pieprasīt attiecīgajai iestādei iekļaut savu objektu ierobežotu lidojumu zonu sarakstā (ja vēl nav iekļauts) vai kāda pasākuma vai paaugstināta apdraudējuma incidenta dēļ pat noteikt lidojumu pagaidu ierobežojumu. Pēc tam informāciju par ierobežotu lidojumu zonām nodod UAS ražotājiem, kas iestrādā to ģeozonēšanas programmatūrā, kura jau ir instalēta darbderīgos dronos un regulāri tiek atjaunināta. Šāda programmatūra nodrošina, ka UAS nevar izmantot ierobežotu lidojumu gaisa telpā, tādējādi apkārt šai zonai radot neredzamu barjeru. Tomēr tas nenozīmē, ka ikviena gaisa telpa, kas iekļauta ierobežotu lidojumu zonu sarakstā, automātiski ir aizsargāta, jo īpaši pret ļaunprātīgām darbībām. Tā kā šī programma darbojas, izmantojot GPS tīkla un UAS Wi-Fi vai Bluetooth savienojuma kombināciju, apņēmīgi dalībnieki šo programmatūru var vienkārši uzlauzt, apiet vai neatjaunināt. Tomēr tā joprojām var būt vērtīga, lai novērstu incidentus, ko rada vieglprātīga un pavirša UAS izmantošana.



35. attēls. UAS brīdinājuma zīmju piemēri



Stabilas plānošanas un mācību sistēmas izstrāde ir ļoti svarīga drošības un tiesībaizsardzības vienībām, lai stiprinātu UAS identificēšanas un iejaukšanās potenciālu. Šāds plāns var attīstīt nepieciešamās spējas ar īpašām mācībām un vingrinājumiem saistībā ar ziņošanas procedūrām, reaģēšanas plāniem, amatiem un pienākumiem, tehnoloģiju izmantošanu, koordināciju un sadarbību. Vispārējais mērķis ir izveidot aizsardzības stratēģiju, kurā iesaistīsies potenciālo mērķu pārvaldnieki, iedzīvotāji un iestādes, lai kopīgi palīdzētu palielināt sabiedrisko vietu vai infrastruktūru noturību pret UAS izraisītu apdraudējumu. Vairāk informācijas par plānošanas procesu var skatīt rokasgrāmatā par kritiskās infrastruktūras un sabiedrisko vietu aizsardzību (Hansen and Pinto Faria, 2023).

4 Secinājumi



Šī rokasgrāmata izstrādāta, lai veidotu izpratni un informētu gan valsts, gan privātā sektora ieinteresētās personas un mudinātu atjaunināt to aizsardzības stratēģijas, lai reaģētu uz apdraudējumu un problēmām, ko rada dalībnieki, kuriem ir noziedzīgi vai teroristiski nolūki un kuri izmanto *UAS*, lai veiktu uzbrukumu. Šajā dokumentā ir apkopoti, pielāgoti un izklāstīti vairāki dažādi *UAS* virzīti apdraudējumi ēku infrastruktūrai un sabiedriskām vietām, galveno uzmanību pievēršot principiem, uz kuru pamata tika veikta atbilstīgu fizisko aizsardzības pasākumu izvēle un uzstādīšana. Kā jau uzsvērts, digitālo tehnoloģiju izmantošana rada lielas problēmas, jo pašlaik tikai uz tehnoloģiju, visticamāk, nenodrošinās aizsardzību pret visiem dažādajiem *UAS* veidiem un modeļiem.

Tāpēc fiziska nostiprināšana ir alternatīva un pievilcīga aizsardzības stratēģija, kurā var efektīvi iekļaut dažādus pasākumus, kuros apvienotas noteiktas priekšrocības plašā dažādu iespējamo apdraudējumu sistēmā.

Lai izveidotu visaptverošu izpratni par parametriem, kas ietekmē ar *UAS* saistītu apdraudējumu, svarīga ir rūpīga un strukturēta riska novērtēšanas pieeja. Lai gan Eiropā dronu ļaunprātīga izmantošana notiek reti, daudzie incidenti, ko izraisījuši nezinoši vai nevērīgi lietotāji, un aizvien pieaugošās *UAS* spējas, prasa stingru novērtējumu, kurā var izvērtēt iespējamo seku smagumu, izpētīt mērķa neaizsargātību un izvērtēt incidenta īstenošanās iespējamību. Ierosinātajā analizē galvenā uzmanība pievērsta tikai uzbrukumiem, koros izmantotas *UAS*, un tās rezultāti ir izmantoti, lai salīdzinātu dažādu uzbrukuma taktisko paņēmieni relatīvo iespējamību un to ietekmi, atvieglojot lēmuma pieņemšanu par iespējamajām darbībām. Protams, risku nav iespējams novērst pavisam, jo pilnīgai aizsardzībai ir gan ekonomiskā, gan tehniskā puse, tāpēc lēmumu pieņēmējiem nepieciešama skaidra “pieņemamā” definīcija.

Lai novērstu sarežģītos *UAS* izraisītos apdraudējumus, ir svarīgi būt gataviem agresora taktiskajiem paņēmieniem, kas iepriekš vēl netika analizēti, un dinamiski reaģēt, ieguldot līdzekļus dažādos pieejamos risinājumos. Digitālo atturēšanas tehnoloģiju izvēle ir rūpīgi jāpārdomā, jo juridiski ierobežojumi, kopēju testēšanas protokolu trūkums, uzņēmēja klātbūtnes nepieciešamība un dārgā uzturēšana var ierobežot to darbību un padarīt tās neefektīvas. Reakcija uz daudzslāņainajiem apdraudējumiem, ko rada *UAS* ļaunprātīga izmantošana, lielā mērā ir atkarīga no ekspluatācijas vides, infrastruktūras vai sabiedriskās vietas atrašanās vietas un uzdevuma, kā arī no katras dalībvalsts reglamentējošajiem noteikumiem un tiesiskā regulējuma.

Ierosinātie fiziskās nostiprināšanas risinājumi var veidot pamatu, ko izmantot, lai izstrādātu uzticamu aizsardzības stratēģiju. Vairākums šo pasākumu nav izstrādāti tieši *UAS* izraisītu uzbrukumu radītajam apdraudējumam, taču tie ir pielāgoti, lai sniegtu efektīvu aizsardzību pret šādu apdraudējumu. Tā kā tie jau bija pieejami pirms *UAS* radītā apdraudējuma, to efektivitāte ir plaši izmēģināta drošības incidentu gadījumos, un ir pieņemti vairāki standarti to veikspējas izvērtēšanai. Daudzos gadījumos to daudzfunkcionalitāte nozīmē, ka tos var izmantot vairākām iedzīvotāju vajadzībām, ilgtermiņā nodrošinot rentabilitāti un harmonisku iekļaušanu apkārtējā arhitektūrā, ievērojot integrētas drošības principus. Apkopotā un pielāgotā informācija var palīdzēt drošības speciālistiem un inženieriem izstrādāt pienācīgu fiziskās nostiprināšanas stratēģiju, pārvarot šķērslī, ko rada informācijas sadrumstalotība, kas allaž ir raksturīga šajā jomā.

Atsauces

American Society for Testing and Materials (2017), ASTM F1642, *Standard test method for glazing and glazing systems subject to airblast loadings*.

Bedon, C., Markovic, D., Karlos, V. and Larcher, M. (2023), *Numerical Investigation of Glass Windows Under Near-field Blast*, European Commission, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg, JRC 133288.

Centre for the Protection of National Infrastructure (2013), 'Guidance note: Peel adhesion testing and assessment of anti-shatter film (ASF)', CPNI EBP 10/13.

ENCO, Belgian Nuclear Research Centre and International Security and Emergency Management Institute (2019), *Mapping C-UAS Capabilities Now and in the Future – A prospective view on mitigating the UAS threat*, European Commission, HOME/2017/ISFP/FW/CBRN/0086 (limited).

Eiropas Komisija (2017), Komisijas paziņojums – Rīcības plāns sabiedrisku vietu aizsardzības uzlabošanai, COM(2017) 612 final, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX %3A52017DC0612](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/?uri=CELEX%3A52017DC0612).

Eiropas Komisija (2019), Komisijas Deleģētā regula (ES) 2019/945 (2019. gada 12. marts) par bezpilota gaisa kuģu sistēmām un trešo valstu bezpilota gaisa kuģu sistēmu ekspluatantiem, *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 sistēmu 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/LV/TXT/?uri=COM:2020:795:FIN>.

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

European Commission (2022), *Security by Design: Protection of public spaces from terrorist attacks*, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

European Committee for Standardization (1999a), EN 356:1999, *Glass in building – Security glazing – Testing and classification for resistance against manual attack*.

European Committee for Standardization (1999b), EN 1063:1999, *Glass in building – Security glazing – Testing and classification of resistance against bullet attack*.

European Committee for Standardization (2001), EN 13123-1:2001, *Windows, doors and shutters – Explosion resistance – Requirements and classification – Part 1: Shock tube*.

European Committee for Standardization (2002), EN 12600:2002, *Glass in building – Pendulum test – Impact test method and classification for flat glass*.

European Committee for Standardization (2004), EN 13123-2:2004, *Windows, doors and shutters – Explosion resistance – Requirements and classification – Part 2: Range test*.

European Committee for Standardization (2012), EN 13541:2012, *Glass in building – Security glazing – Testing and classification of resistance against explosion pressure*.

European Defence Agency (2018), *A conceptual analysis of hybrid threats in the context of countering minidrones*, Mass Consultants Limited (limited).

Eiropas Parlaments un Padome (2018), Regula (ES) 2018/1139 (2018. gada 4. jūlijs) par kopīgiem noteikumiem civilās aviācijas jomā un ar ko izveido Eiropas Savienības Aviācijas drošības aģentūru, 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 Direktīvas 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.

Hansen, P. and Pinto Faria, R. (2023), *Protection against Unmanned Aircraft Systems: Handbook on the protection of critical infrastructure and public spaces*, European Commission, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg, JRC 132714.

International Organization for Standardization (2007), ISO 16933:2007, *Glass in building – Explosion-resistant security glazing – Test and classification for arena air-blast loading*.

International Organization for Standardization (2018), ISO 31000:2018, *Risk management – Guidelines*.

Karlos, V. and Solomos, G. (2013), *Calculation of Blast Loads for Application to Structural Components*, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Larcher, M., Karlos, V., Valsamos, G. and Solomos G. (2018), *Scenario Study: Drones carrying explosives*, European Commission, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, Luxembourg (limited), JRC 107683.

Larcher, M., Solomos, G., Casadei, F. and Gebbeken, N. (2012), ‘Experimental and numerical investigations of laminated glass subjected to blast loading’, *International Journal of Impact Engineering*, Vol. 39, No 1, pp. 42–50.

UNDSS (2021), *PSU Information Bulletin – Blast protection for windows*, Division of Specialized Operational Support, Physical Security Unit.

Saīsinājumu saraksts

ASF	pretsabiršanas plēve
ASTM	Amerikas Materiālu un izmēģinājumu biedrība
CBRN	ķīmisks, bioloģisks, radioloģisks vai nukleārs
CEN	Eiropas Standartizācijas komiteja
CPNI	Valsts infrastruktūras aizsardzības centrs
C-UAS	bezpilota lidaparātu sistēmu apkarošana
EK	Eiropas Komisija
ES	Eiropas Savienība
HVAC	apsilde, ventilācija un gaisa kondicionēšana
IED	improvizēta sprāgstierīce
ISO	Starptautiskā Standartizācijas organizācija
JRC	Kopīgais pētniecības centrs
MTOM	maksimālā pārcelšanās masa
RF	radiofrekvence
UAS	bezpilota lidaparātu sistēma
UNDSS	Apvienoto Nāciju Organizācijas Drošuma un drošības departaments
UV	ultravioletais
VIP	ļoti svarīga persona

Attēlu saraksts

1. attēls. UAS vispārīgie raksturlielumi un UAS “atvērtās” kategorijas galvenās ekspluatācijas prasības saskaņā ar regulām (ES) 2019/945 un (ES) 2019/947.	11
2. attēls. Riska novērtēšanas un pārvaldības procesa posmi	16
3. attēls. Iespējamie UAS apdraudējumi pilsētā	19
4. attēls. Ar UAS saistītās neaizsargātības klasifikācijas piemērs	22
5. attēls. UAS uzbrukuma taktisko paņēmienu relatīvā iespējamība	29
6. attēls. UAS uzbrukuma taktisko paņēmienu relatīvā riska piemērs	33
7. attēls. Fizisko nostiprināšanas pasākumu raksturīgākās iezīmes	37
8. attēls. UAS atklāšanas/izsekošanas/identificēšanas tehnoloģiju raksturīgās iezīmes un ierobežojumi.....	39
9. attēls. UAS pārtveršanas/neitralizēšanas tehnoloģiju raksturīgās iezīmes un ierobežojumi	42
10. attēls. Tipiska ēkas stikla fasāde (kreisajā pusē) un saplīsis rūdīts stikls bez fragmentu atdalīšanās (labajā pusē).....	45
11. attēls. Dažādu komerciāli pieejamu UAS MTOM un maksimālās kravnesības salīdzinājums.....	46
12. attēls. Stikla bīstamības vērtējumi saskaņā ar attāluma testu (pielāgoti no ISO 16933:2007 un ASTM F1642).....	47
13. attēls. ASF plēve ar silikona savienojumu piestiprināta pie apkārtējā rāmja	50
14. attēls. Atslāņošanās tests ASF līmvielas stāvokļa novērtēšanai.....	50
15. attēls. ASF efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem	52
16. attēls. Laminēta stikla ar divām stikla loksnēm un vienu polimēra starpslāni sagraušanas mehānisms.....	54
17. attēls. Laminētais stikls ar pieciem polivinilbutīrāla starpslāņiem un sešām stikla loksnēm	54
18. attēls. Laminētā stikla efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem.....	56
19. attēls. Stingro stieņu ķeršanas sistēmas (kreisajā pusē) (avots: Apvienoto Nāciju Organizācijas Drošuma un drošības departamenta (UNDSS) Fiziskās drošības nodaļa) un kabeļu ķeršanas sistēmas (labajā pusē) (avots: Window Gard B.V.) piemērs	58
20. attēls. Triecienviļņa aizkaru piemērs (avots: UNDSS, Physical Security Unit)	59
21. attēls. Ķeršanas sistēmu efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem.....	60
22. attēls. 0,7 mm bieza tērauda paneļa caursīšanas iespējamība, eksplodējot 4 kg TNT, kas novietoti 2 m attālumā no tā virsmas (avots: JRC rīks BLADE).....	61

23. attēls.	Piemērā parādīts betona plāksnes caursitums, detonējot vidēju TNT daudzumu 20 cm attālumā no tās (augšā) priekšpusē (avots: Moritz Hupfau, Universität der Bundeswehr München), un plātnes veikspēja, detonējot vairākus kilogramus jaudīga spridzekļa (apakšā)	63
24. attēls.	Pretdronu žoga (kreisā pusē) un nerūsējošā tērauda tīkla (labā pusē) izvietošanas risinājumi	65
25. attēls.	Pretdronu žogu/tīklu efektivitāte un apsvērumi attiecībā uz izmantošanu aizsardzībai pret UAS uzbrukuma taktiskajiem paņēmieniem.....	66
26. attēls.	Perforētas tērauda plāksnes (kreisā pusē) un tērauda ķēžu tīkls (labā pusē), kas uzstādīti ārpusē pie ēkas fasādes.....	67
27. attēls.	Stikla (kreisā pusē) un metāla (labā pusē) žalūzijas	68
28. attēls.	Piemēros redzamas ēkas ar dubultu apvalku Vroclavā, Polijā (kreisajā pusē), un Milānā, Itālijā (labajā pusē)	69
29. attēls.	Pretdronu ēku apvalku efektivitāte un apsvērumi izmantošanai UAS izraisītos uzbrukumos	70
30. attēls.	Metāliska plēve, kas izmantota kā starpslānis sienās, kas aptver augsta riska zonu	72
31. attēls.	Vājināšanas risinājumu efektivitāte un ar to izmantošanu saistīti apsvērumi	72
32. attēls.	Teksturēta/krāsota stikla (kreisā pusē) un ar spoguļplēvi aplīmēta stikla (labā pusē) piemēri.....	75
33. attēls.	Logu alumīnija žalūzijas (kreisā pusē) un tumšas krāsas drapērijas (labā pusē)....	75
34. attēls.	Slēpšanas un pārvietošanas metožu efektivitāte un ar to izmantošanu saistīti apsvērumi.....	76
35. attēls.	UAS brīdinājuma zīmju piemēri.....	79

Tabulu saraksts

1. tabula. Neaizsargātības novērtējuma klasifikācija	24
2. tabula. Katra rādītāja vērtēšanas kritēriji	25
3. tabula. Relatīvā apdraudējuma vērtējuma novērtējums	26
4. tabula. UAS uzbrukumu īstenošanās relatīvās iespējamības novērtēšana	27
5. tabula. Seku vērtējums	31
6. tabula. Relatīvā riska matrica.....	32
7. tabula. Loga rūts bīstamības vērtējumi saskaņā ar ISO 16933:2007 un ASTM F1642	48
8. tabula. Piemēri eksperimentālajiem parametriem, kas izmantoti divu komerciāli pieejamu ASF novērtēšanai.....	51
9. tabula. Stikla rūšu sprādzienizturības klasifikācija	55
10. tabula. Logu sistēmas sprādzienizturības klasifikācija	55
11. tabula. Ārsienas caursišanas iespējamība, kas aprēķināta, izmantojot JRC triecienviļņa novērtēšanas rīku	62

SAZINĀŠANĀS AR ES

KLĀTIENĒ

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

PA TĀLRUNI VAI RAKSTVEIDĀ

Europe Direct ir dienests, kas darbojas, lai palīdzētu jums rast atbildes uz jautājumiem par Eiropas Savienību. Jūs varat sazināties ar šo dienestu:

- pa bezmaksas tālruni: 00 800 6 7 8 9 10 11 (atsevišķi operatori var piemērot maksu par šādiem izsaukumiem),
- zvanot uz standarta numuru: +32 22999696
- izmantojot šo veidlapu: european-union.europa.eu/contact-eu/write-us_en.

UZZINĀT INFORMĀCIJU PAR ES

TIEŠSAISTĒ

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

ES PUBLIKĀCIJAS

ES publikācijas varat skatīt vai pasūtīt op.europa.eu/en/publications. Vairākus bezmaksas publikāciju eksemplārus varat iegūt, sazinoties ar *Europe Direct* vai vietējo informācijas centru (european-union.europa.eu/contact-eu/meet-us_en).

ES TIESĪBU AKTI UN SAISTĪTIE DOKUMENTI

Lai piekļūtu ES juridiskajai informācijai, tostarp visiem ES tiesību aktiem, kas publicēti kopš 1951. gada visu valsts valodu redakcijās, apmeklējiet vietni *EUR-Lex* (eur-lex.europa.eu).

ATVĒRTIE DATI NO ES

Portālā data.europa.eu var piekļūt atvērtām datu kopām no ES iestādes, struktūras un aģentūras. Šos datus var lejupielādēt un atkārtoti izmantot bez maksas gan komerciālām, gan nekomerciālām vajadzībām. Portāls nodrošina arī piekļuvi plašam Eiropas valstu datu kopu klāstam.

**Eiropas Komisijas
zinātnes un
zināšanu dienesta**
Kopīgais pētniecības
centrs

JRC uzdevums

Kopīgā pētniecības centra – Eiropas Komisijas zinātnes un zināšanu dienesta – uzdevums ir atbalsēt ES politiku, visā politikas veidošanas ciklā sniegtot neatkarīgus pierādījumus.



EU Science Hub

joint-research-centre.ec.europa.eu



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



[EU Science Hub-Joint Research Centre](https://www.facebook.com/EU_Science_Hub-Joint_Research_Centre)



[EU Science, Research and Innovation](https://www.linkedin.com/company/eu-science-research-and-innovation)



[EU Science Hub](https://www.youtube.com/EU_Science_Hub)



[EU Science](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)



Publications Office
of the European Union