



Valsts pētījumu programmas
"Aizsardzības inovāciju pētījumu programma"
zinātniskās un sociālās ietekmes
izvērtēšanas pārskats
(īstenošanas periods
20.12.2021.-30.06.2024.)

Saturs

Valsts pētījumu programmas "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma" regulējums	2
Programmas virsmērķis, mērķis, uzdevumi, sasniedzamie rezultāti, horizontālie uzdevumi	2
Finansējums, izsludināšana, iesniegšana, iesniegumu izvērtēšana, finansētie projekti	2
Īstenošana, uzraudzība	3
Zinātniskie pārskati un to izvērtējums	4
Īstenotie projekti, to zinātniskā un sociālā ietekme	5
Projekts Nr. VPP-AIPP-2021/1-0007 "Uzlabota elektromagnētiskā aizsardzība un kibernetikas lauka apstākļos, izmantojot inovatīvas ekranēšanas, uzraudzības datu iznīcināšanas tehnoloģijas"	5
Projekts Nr. VPP-AIPP-2021/1-0015 "Kombinēts viegls un augstas temperatūras izturīgs hibrīda kompozīts kombinētai dronu aizsardzībai no tiešās enerģijas ieročiem (DEW-Combat)"	8
Projekts Nr. VPP-AIPP-2021/1-0009 "Ar grafēna un silīcija aerogelu uzlabotas vieglas ballistikās aizsargvestes prototips ar iestrādātu vairākzonu spiedienjutīgu slāni triecienu atklāšanai"	11
Secinājumi	14
Pārskata sagatavošanā izmantotie informācijas avoti	15

Valsts pētījumu programmas "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma" (turpmāk – programma) regulējums

[Zinātniskās darbības likums](#) (pieņemts: 14.04.2005.);

[2018. gada 4. septembra Ministru kabineta noteikumi Nr. 560 "Valsts pētījumu programmu projektu īstenošanas kārtība"](#) (turpmāk – MK Noteikumi);

[2021. gada 10. augusta Ministru kabineta rīkojums Nr. 537 "Par valsts pētījumu programmu "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma"](#) (turpmāk – MK rīkojums);

[Valsts pētījumu programmas "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma" projektu pieteikumu atklātā konkursa nolikums](#) (turpmāk – nolikums)

Programmas virsmērķis, mērķis, uzdevumi, sasniedzamie rezultāti, horizontālie uzdevumi

Saskaņā ar MK rīkojumu

Programmas virsmērķis - jaunu zināšanu, prasmju un risinājumu attīstība valsts aizsardzības nozarei prioritārās pētniecības un tehnoloģiju jomās.

Programmas mērķi - sekmēt tehnoloģiju pārnesi, kā arī inovatīvu lietišķi izmantojamu risinājumu un produktu attīstību atbilstoši valsts aizsardzības nozares, kā arī Ziemeļatlantijas līguma organizācijas (turpmāk - NATO) politikas plānošanas dokumentos noteiktajām aizsardzības tehnoloģiju prioritātēm.

Atbilstoši programmas īstenošanas mērķiem, **programmas uzdevums** ir jauna vai uzlabota produkta, prototipa vai tehnoloģiskā risinājuma izveide kādā no šādām jomām:

- kibernetika, elektroniskā karadarbība un fotoniskās ierīces drošiem sakariem un kibertelpas kontroles ekonomiskākiem risinājumiem;
- robotika, multifunkcionālā sensorika, bezpilota sistēmas un saistītie autonomijas risinājumi;
- karavīru aprīkojuma sistēmas, tai skaitā individuālais ekipējums un tekstila tehnoloģijas, valkājamā elektronika.

Programmas īstenošanas laikā noteikti šādi **sasniedzamie rezultāti**:

- jauna vai pilnveidota tehnoloģija, inovatīva risinājuma vai produkta prototips;
- tehnoloģiju tiesības;
- intelektuālā īpašuma licences līgumi.

Programmai noteikti šādi **kopīgie (horizontālie) uzdevumi**:

- attīstīt tehnoloģisko kompetenci un nodrošināt konsultatīvu zinātnisku atbalstu militāro spēju attīstībā programmas uzdevumā minētajās jomās, kā arī jautājumos, kas saistīti ar to nodrošināšanu un uzturēšanu;
- attīstīt un uzturēt zināšanu bāzi par NATO un Eiropas Savienības nacionālajām un multinacionālajām pētniecības iniciatīvām prioritārajās jomās un nodrošināt Latvijas zinātnieku sadarbību un iesaisti starptautiskos pētniecības projektos, veicinot intelektuālā darbaspēka noturēšanu Latvijā;
- programmas nodrošināšanai projektu īstenošanai savstarpēji sadarboties kopīgu aktivitāšu īstenošanā (piemēram, oriģināli zinātniskie raksti, konferences un semināri).

Finansējums, izsludināšana, iesniegšana, iesniegumu izvērtēšana, finansētie projekti

Aizsardzības ministrija ir noteikta par atbildīgo institūciju programmas īstenošanā. Programmu izstrādāja Aizsardzības ministrija sadarbībā ar nozares partneriem, tajā skaitā Nacionālajiem bruņotajiem spēkiem. Programmu finansē no Aizsardzības ministrijai valsts budžeta apakšprogrammā 22.12.00 "Nacionālo bruņoto spēku uzturēšana" piešķirtajiem valsts budžeta līdzekļiem. Programmas kopējais finansējums laika posmam no 2021. līdz 2023. gadam ir 1 500 000 euro

(2021. gadam 544 520 euro, 2022. gadam 477 740 euro, 2023. gadam 477 740 euro). 105 000 euro no tiem paredzēti administratīvo izmaksu segšanai.

Izsludināts: 01.11.2021; iesniegšanas termiņš: 15.11.2021; [Oficiālais paziņojums](#).

Informācija par iesniegšanu ir apkopota Latvijas Zinātnes padomes (turpmāk – LZP) sagatavotajā pārskatā: [Valsts pētījumu programmas "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma" projektu pieteikumu atklātā konkursa izvērtēšanas pārskats. Rīga, 2021](#). Viena projekta pieteikuma maksimālais finansējums - 465 000 euro. Viena projekta īstenošanai paredzēti 24 mēneši laika posmā no 2021. līdz 2023. gadam.

Konkursā tika iesniegti 12 projektu pieteikumi. Tika veikts katra projekta pieteikuma atbilstības konkursā noteiktajiem administratīvajiem kritērijiem izvērtējums. Viens no projekta pieteikumiem tika administratīvi noraidīts. Katram no administratīvajiem kritērijiem atbilstošam pieteikumam tika veikta zinātniskā izvērtēšana, kuru veica divi ārvalstu eksperti, kurus projektu sekretāri atlasīja atbilstoši projektu pieteikumu zinātnes nozarei un tematikai. Konkursa rezultātā tika pieņemts lēmums par trīs visaugstāk novērtēto projektu atbalstu:

- VPP-AIPP-2021/1-0007 **"Uzlabota elektromagnētiskā aizsardzība un kiberdrošība lauka apstākļos izmantojot inovatīvas ekranēšanas, uzraudzības datu iznīcināšanas tehnoloģijas"** ietvaros plānots izstrādāt kritiskās infrastruktūras aizsardzības pārvalka prototipu, kas nodrošinātu elektromagnētisko aizsardzību un kiberdrošību, atklājot inovatīvu viegla svara materiālu;
- VPP-AIPP-2021/1-0015 **"Kombinēts viegls un augstas temperatūras izturīgs hibrīda kompozīts kombinētai dronu aizsardzībai no tiešās enerģijas ieročiem"** piedāvāts pētīt un izgatavot pilnīgi jaunu hibrīdkompozīta materiālu militāram pielietojumam, lai nodrošinātu dronu aizsardzību;
- VPP-AIPP-2021/1-0009 **"Ar grafēna un silīcija aerogelu uzlabotas viegla ballistikās aizsargvestes prototips ar iestrādātu vairākzonu spiedienjutīgu slāni triecienu atklāšanai"** paredzēts uzlabot aizsargvestes auduma ballistikās termoregulācijas īpašības, samazinot svaru, bloķējot infrasarkanā starojumu un pievienojot gudrās funkcijas veselības novērošanai.

Konkursā apstiprinātie projekti aptver visas konkursa nolikumā noteiktās jomas - kiberdrošību un elektronisko karadarbību, robotiku un bezpilota sistēmas, kā arī karavīru aprīkojuma sistēmas, tai skaitā individuālo ekipējumu un tekstila tehnoloģijas.

Īstenošana, uzraudzība

Programmas uzraudzības struktūra veidota, lai nodrošinātu gan projekta progresu, gan rezultātu sasniegšanu, gan arī finansējuma efektīvu izlietojumu, vienlaikus pozicionējot projekta rezultātus plašākā stratēģiskā kontekstā. Programmas stratēģiskās vadības padome sniedza konsultatīvu atbalstu programmas izstrādes un īstenošanas laikā un paredzēts, ka tā sniegs arī viedokli par programmas rezultātiem pēc tās noslēguma. Programmas īstenošanas un uzraudzības komisija (turpmāk – komisija) regulāri sekoja projekta izpildes progresam. Komisija lēma par programmas īstenošanu un uzraudzību atbilstoši MK noteikumu Nr. 560 8. punktā un komisijas nolikumā noteiktajam. LZP nodrošina programmas ieviešanu, veicot finanšu un rezultātu izpildes uzraudzību, kā arī projekta zinātnisko rezultātu izpildes monitoringu un programmas noslēguma izvērtēšanu.

LZP projekta īstenošanas uzraudzību veic trīs virzienos – zinātniskā ekspertīze, projekta rezultātu izpildes uzraudzība un finansējuma izlietojuma efektivitātes uzraudzība. Zinātniskās ekspertīzes laikā ārvalstu zinātniskie eksperti vērtē, vai projektā izmantotās zinātniskās pieejas, metodes, pētniecības resursi ir atbilstoši, lai sasniegtu iecerētos mērķus. Finansējuma izlietojuma efektivitātes uzraudzības ietvaros LZP pārbaudīja projekta izdevumus, ņemot vērā projekta finanšu pārskatā iesniegtos datus, kā arī pārbaudot izdevumus pamatojošos dokumentus.

Visu 3 projektu īstenošana tika uzsākta 2021. gada 20. decembrī un ir paredzēta līdz 2023. gada 19. decembrim. Sākotnēji paredzētais īstenošanas laiks pēc projekta VPP-AIPP-2021/1-0009 izpildītāju lūguma šim projektam tika pagarināts līdz 2024. gada 30. jūnijam.

Triju projektu īstenošanai, atbilstoši šo projektu pieteikumu plānotajam budžetam, tika piešķirts 1 283 445 euro finansējums jeb 92,0% no projektu īstenošanai paredzētās maksimālās summas. Projektu budžeti paredzēja 65,9%

izmantot zinātniskās grupas atalgojumam, 14,1% precēm un pakalpojumiem un 20% (jeb 25% iepriekš minētajiem tiešajiem attiecināmajiem izdevumiem) netiešajiem attiecināmajiem izdevumiem.

Projektu īstenošanas laikā tika izmantots 1 233 220 *euro* jeb 96,1% no piešķirtā finansējuma. Divos projektos tika sasniegts augsts piešķirtā finansējuma apgušanas līmenis – 97,1% un 98,8%, bet vienā projektā tika sasniegts zemāks līmenis – 92,9%. Kopumā programmas finansējuma apguve jāvērtē kā laba (> 95%).

Zinātniskie pārskati un to izvērtējums

Pēc projektu 12 mēnešu īstenošanas to īstenotāji iesniedza vidusposma pārskatu, kam tika veikta zinātniskā izvērtēšana. Ārvalstu eksperti izvērtēja katra projekta zinātnisko devumu, sasniegto un potenciālo projekta ietekmi un tā īstenošanu. Visu trīs projektu gadījumā eksperti konsolidētajā vērtējumā rekomendēja **“Turpināt projektu”**. Informācija par vidusposmā sasniegto zinātnisko un sociālo ietekmi ir apkopota LZP sagatavotajā pārskatā [Valsts pētījumu programmas "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma" zinātniskās un sociālās ietekmes vidusposma izvērtēšanas pārskats \(īstenošanas periods 20.12.2021.-19.12. 2023.\). Rīga, 2023.](#)

Pēc projekta noslēguma (ietverot tā pagarinājumu) projekta īstenotāji iesniedza noslēguma zinātnisko pārskatu. Eksperti, vērtējot projekta noslēguma pārskatu un sagatavotos nodevumus, konsolidētajā zinātniskajā vērtējumā sniedza novērtējumu **“Mērķis ir sasniegts”**. Ekspertu atziņas un vērtējumi par projekta īstenošanu iekļauti šī pārskata nodaļā “Ekspertu vērtējums un ieteikumi izpildītājiem”.

Īstenotie projekti, to zinātniskā un sociālā ietekme

Katra no trim īstenotajiem projekta zinātniskā devuma un sociālās ietekmes apraksts ir sagatavots atbilstoši šādai shēmai:

Projekta numurs un nosaukums (latviski un angļiski);

Pamatinformācija par projektu: projekta iesniedzējs un sadarbības partneri (ja tādi ir), pamata un papildu zinātnes nozares, prioritārie virzieni zinātnē, viedās specializācijas jomas, projekta kopsavilkums un atslēgas vārdi; projekta finansējums.

Zinātniskie rezultāti;

Zinātniskais devums;

Zinātniskās kapacitātes pieaugums un studentu iesaiste zinātniskajā darbībā

Sociālā ietekme;

Komunikāciju aktivitātes;

Projektu īstenošana, ekspertu ieteikumi izpildītājiem.

Projekts Nr. VPP-AIPP-2021/1-0007 “Uzlabota elektromagnētiskā aizsardzība un kiberdrošība lauka apstākļos, izmantojot inovatīvas ekranēšanas, uzraudzības datu iznīcināšanas tehnoloģijas”

Nosaukums angļiski (*Project title*): **Enhanced electromagnetic protection and cybersecurity through field-deployable innovative shielding, monitoring and data destruction technologies.**

Projekta iesniedzējs: Rīgas Tehniskā universitāte (RTU),

Projekta sadarbības partneri: Elektronikas un datorzinātņu institūts (EDI), Latvijas Universitātes Matemātikas un informātikas institūts (LU MII).

Projekta vadītājs: Sergejs Gaidukovs, Dr.inž. (RTU, vadošais pētnieks).

Zinātnes nozares: Elektrotehnika, elektronika, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas (Pamata nozare); Materiālzinātne (Papildu nozare).

Prioritārie virzieni zinātnē: Tehnoloģijas, materiāli un inženiersistēmas produktu un procesu pievieno-tās vērtības palielināšanai un kiberdrošībai; Valsts un sabiedrības drošība un aizsardzība.

Viedās specializācijas joma: Viedie materiāli, tehnoloģijas un inženiersistēmas.

Projekta kopsavilkums: Projekta mērķis ir izstrādāt pilnīgu datu aizsardzības koncepciju, kas ietver aizsardzību, uzraudzību un datu iznīcināšanu. Projekta aktivitātes ir saistītas ar rīku komplekta prototipu, kas nodrošina uzlabotu elektromagnētisko aizsardzību un kiberdrošību laukā, attīstot inovatīvus vieglus ekranēšanas risinājumus tandēmā ar Mākslīgā Intelektā (MI) balstītiem uzraudzības risinājumiem elektromagnētiskajiem un kiberdomēniem, kas kopā ar citiem sensoriem var ļaut identificēt potenciāli bīstamas situācijas, kurās datu zādības vai cita veida elektroniskā kiberuzbrukuma novēršanai nepietiek ar ekranēšanu, un ja da-tu vai aprīkojuma zudums ir nenovēršams, ir iespēja uzsākt drošu un ātru datu nesēju iznīcināšanu. Pašreizējais kiberdrošības tehnoloģiju koncepcijas prototips tiks izstrādāts un pārbaudīts atbilstoši militārā un publiskā sektora prasībām. Šajā projektā izveidotais konsorcijs ar savām pamatzināšanām un kompetencēm spēj apvienot kiberdrošības tehnoloģiju izstrādi, testēšanu un validāciju sasniedzot tehnoloģijas gatavības līmeni TRL4.

Atslēgas vārdi: Aizsardzība pret elektronisko uzbrukumu un novērošanu, EMI ekranēšana, datu drošība, mašīnmācīšanās, kompozītmateriāli.

Projekta finansējums: piešķirts 465 000 euro; izlietots 432 155 euro; apgūts 92,9%.

Zinātniskie rezultāti

Kategorija	Plānots noslēgumā, (skaits)	Publicēts (skaits)
Origināli zinātniskie raksti, kuru citēšanas indekss sasniedz vismaz 50 procentus no nozares vidējā citēšanas indeksa, kas iesniegti vai pieņemti publicēšanai <i>Web of Science Core Collection</i> vai <i>Scopus</i> datubāzēs iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos.	2	3
Konferenču materiāli - kopsavilkumi	2	13
Jauna produkta vai jaunas tehnoloģijas, tai skaitā metodes, prototips	1	1
Iesniegts projekta pieteikums starptautiskā vai nacionālā pētniecības un attīstības projektu konkursā	1	5
Sekmīgi nokārtots maģistra valsts (gala) pārbaudījums, ievērojot programmas mērķi un uzdevumus	1	2
Citi pētniecības specifikai atbilstoši projekta rezultāti (tai skaitā dati), kas papildina iepriekš minētos rezultātus	3	-

Publikācijas:

1. Bleija, M.; Platnieks, O.; Macutkevič, J.; Banys, J.; Starkova, O.; Grase, L.; Gaidukovs, S. Poly(Butylene Succinate) Hybrid Multi-Walled Carbon Nanotube/Iron Oxide Nanocomposites: Electromagnetic 11 Shielding and Thermal Properties. - *Polymers* 2023(3), 15, 515. <https://doi.org/10.3390/polym15030515>
2. Bertašius, P.; Plyushch, A.; Macutkevic, J.; Banys, J.; Selskis, A.; Platnieks, O.; Gaidukovs, S. Multilayered Composites with Carbon Nanotubes for Electromagnetic Shielding Application. - *Polymers* 2023, 15, 1053, 2023, <https://doi.org/10.3390/polym15041053>
3. Bleija, M.; Platnieks, O.; Starkova, O.; Orlova, L.; Gaidukovs, S. Evaluation of thermal conductivity models and dielectric properties in metal oxide-filled poly(butylene succinate-co-adipate) composites. – *Scientific Reports*, 2024, <https://doi.org/10.1038/s41598-024-64426-5>

Noslēguma posmā plānotie zinātniskie rezultāti ir pilnībā sasniegti un daļā no rezultātiem pārsniegti. Piemēram, konferenču materiāli, projekta pieteikumi starptautiskā vai nacionālā pētniecības un attīstības projektu konkursos. Trīs publikācijas ir *Open Access* izdevumā ar Q1 ranžējumu datu bāzē *Scopus*, kā arī plānota vēl viena publikācija datu bāzē *Scopus* indeksētā izdevumā Q1/Q2 kategorijā. Izstrādes procesā vēl ir trīs promocijas darbi, atbilstoši programmas tēmai.

Zinātniskais devums

Noslēguma posma konsolidētajā vērtējumā eksperti atzinuši, ka projekts ir veiksmīgi sasniedzis izvirzītos mērķus, izstrādājot progresīvas elektromagnētiskās aizsardzības vairogu un kibernetikas tehnoloģijas aizsardzības nozarei. Projektā ieviestās inovatīvās tehnoloģijas nodrošina tā tehnoloģisko pārākumu salīdzinājumā ar esošajiem risinājumiem. Projekta komanda, apvienojot spēkus materiālzinātnē un informācijas un komunikācijas tehnoloģijās, ir veikusi vairākas nozīmīgas darbības:

1. Izstrādāti jauninājumi elektromagnētiskās aizsardzības materiālos, radot EMI vairogu, elektroniskajās kaujas iekārtās.
2. MI iespējoto radio novērošanas risinājumu piemērošana un testēšana.
3. Sistēmas izveide, kurā integrēti EMI aizsargmateriāli un uz MI balstīta uzraudzība, demonstrējot efektīvu datu diskdziņa iznīcināšanu nepareizas apstrādes gadījumā.

Projekta rezultāti ir veiksmīgi dokumentēti žurnālu rakstos un konferenču publikācijās, demonstrējot augstu pētniecības un inovācijas līmeni. Konsorcijs sadarbojas ar Latvijas Zemessardzi ir stiprinājusi noturību pret elektroniskā kara uzbrukumiem, un šī sadarbība ir sasniegusi Aizsardzības ministrijas izvirzītos mērķus. Papildus projekta ietekme nav tikai militārā, bet arī civilajā jomā, veicinot pamattehnoloģiju attīstību. Projekta komandas stratēģija ietvēra aktīvu jaunu pētījumu priekšlikumu iesniegšanu gan ES, gan NATO, lai turpinātu inovāciju un sadarbības attīstību.

Zinātniskās kapacitātes pieaugums un studentu iesaiste zinātniskajā darbībā

Projekta līdzšinējiem rezultātiem paredzama liela ietekme uz primārajām aizsardzības un drošības jomām, kā arī uz civilajām jomām, kas saistītas ar galvenajām pamata tehnoloģijām materiālzinātnē, informācijas un komunikācijas

tehnoloģijās, tostarp inovatīvu elektromagnētiskās aizsardzības materiālu izstrādes un dizaina jomā. MI iespējoti radio uzraudzības risinājumi. Projekta zinātniskā kapacitāte tika stiprināta caur sīki izstrādātiem darba posmiem, kas ietvēra nanomateriālu izpēti, kompozītmateriālu analīzi, materiālu elektromagnētiskās ekranēšanas validāciju un MI uzraudzības risinājumu izstrādi. Tika organizēta sadarbība ar akadēmiskajiem partneriem no RTU un LU, stiprinot zinātnisko kapacitāti un nodrošinot praktisku pieredzi studentiem. Šī integrētā pieeja ir devusi nozīmīgu ieguldījumu projektā, kā arī palīdzējusi sagatavot jaunus zinātniekus un speciālistus nākotnes izaicinājumiem.

Sociālā ietekme

Projekts ietekmē un stiprina Latvijas valsts aizsardzību, valsts pārvaldi, tautsaimniecību un sabiedrību kopumā vairākos līmeņos:

- tiks veikti vispārēji uzlabojumi valsts un sabiedrības aizsardzības līmenī, aizsargājot kritisko infrastruktūru un galvenos pakalpojumus, realizējot programmas prioritāti “Kiberdrošība, elektroniskā karadarbība un fotoniskās ierīces drošiem sakariem un rentablākiem kibertelpas kontroles risinājumiem”;
- rasti risinājumi, kas aizsargā pret elektroniskiem uzbrukumiem un novērošanu, uzlabo kiberneturību;
- izstrādātas jaunas progresīvas tehnoloģijas un MI;
- ieviesti mūsdienīgi ražošanas procesi ar efektīvākām ilgtspējīgām alternatīvām;
- būs ieguvums no mūsdienu informācijas un komunikācijas tehnoloģiju (IKT) un viedo materiālu nākotnes izaugsmes;
- tiks veicināta tautsaimniecības un rūpniecības transformācija, ieviešot izstrādāto moderno KET, nodrošinot kiberdrošības risinājumu kopumu.

Komunikāciju aktivitātes

Projekta īstenošanas laikā īstenoti vairāki publicitātes un komunikācijas pasākumi, kas bija nozīmīgs informācijas avots ieinteresēto personu grupām un plašākai sabiedrībai:

- prezentācija "Iegulto sistēmu praktiskā integritātes pārbaude un pirkstu nospiedumu noņemšana";
- prezentācija "Karš Ukrainā: kiberfronte" (iepazīstinot ar projektu saistītos rezultātus vairākos kontekstos);
- prezentācija DIH-World “EDI Diena 2022”;
- pasākums “Zinātnieku nakts 2022” EDI, un RTU MLĶF, pasākums “Kibernakts 2022”;
- intervija “Radio NABA”;
- tikšanās ar Valsts policijas pārstāvjiem;
- Atvērto durvju diena, skolēnu un studentu ekskursija RTU MLĶF;
- Globalsafe hakatons 2022;
- Publikācijas RTU, EDI un LU MII mājaslapās;
- *Facebook*, *CPSM* un *ResearchGate* projekta profils informēšanai par projekta norisi.

Projekta īstenošana, ekspertu ieteikumi izpildītājiem

Projekts ir devis ievērojamu ieguldījumu elektromagnētiskās aizsardzības un kiberdrošības jomās, panākot rezultātus, kas varētu ietekmēt gan aizsardzības, gan civilo sektoru. Eksperti norādījuši, ka projektā demonstrētā zinātniskā izcilība, jo īpaši EMI ekranēšanas tehnoloģiju izstrādē un pielietošanā. Inovatīvu elektromagnētiskās aizsardzības materiālu izstrāde un to pielietojums elektroniskajās militārās iekārtās demonstrēja ievērojamas inovācijas salīdzinājumā ar esošajām tehnoloģijām. To vēl vairāk veicināja MI iespējot radiouzraudzības risinājumu integrācija, kas efektīvi sekmēja vispārējo zināšanu attīstību šajā jomā.

Ekspertu ieteikumi projekta īstenošanai:

- Palielināt sasniegto rezultātu izplatīšanu, izstrādājot tīmekļa vietnes, lai potenciāli attīstītu plašākas starptautiskās sadarbības iespējas. Šī platforma varētu kalpot arī kā repozitorijs pētniecības rezultātiem, mācību materiāliem un aktualizācijām par notiekošajām un turpmākajām iniciatīvām.

- Stiprināt MI inovāciju: turpmākie projekti varētu būt vērsti uz MI tehnoloģijas aspektu tālāku attīstību, kas īpaši pielāgotas aizsardzības lietotnēm, potenciāli radot vēl lielāku inovāciju un ietekmi.
- Veicināt nepārtrauktu sadarbību ar Latvijas Zemessardzi un Aizsardzības ministriju
- Ilgtermiņā, lai pilnībā realizētu izstrādāto inovāciju potenciālu, lietderīgi būtu turpināt projektu, kurā galvenā uzmanība pievērsta tehnoloģiju komercializācijai, ražošanas procesu paplašināšanai, un sadarbības ar nozares ieinteresētajām personām veicināšanu, lai izpētītu iespējamus pielietojumus ārpus aizsardzības nozares.

Projekts Nr. VPP-AIPP-2021/1-0015 "Kombinēts viegls un augstas temperatūras izturīgs hibrīda kompozīts kombinētai dronu aizsardzībai no tiešās enerģijas ieročiem (DEW-Combat)"

Nosaukums angliiski (*Project title*): **Combined lightweight–high temperature resistant hybrid composite for combined protection of drones from Direct Energy Weapon (DEW-Combat).**

Projekta finansējums: 369 000 euro.

Projekta iesniedzējs: Rīgas Tehniskā universitāte (RTU),

Projekta vadītājs: Andrejs Šiškins, Dr.inž. (RTU, vadošais pētnieks).

Zinātnes nozares: Materiālzinātne (pamata nozare); Mašīnbūve un mehānika (papildu nozare).

Prioritārie virzieni zinātnē: Tehnoloģijas, materiāli un inženiersistēmas produktu un procesu pievienotās vērtības palielināšanai un kibernetiķi; Valsts un sabiedrības drošība un aizsardzība.

Viedās specializācijas joma: Viedie materiāli, tehnoloģijas un inženiersistēmas.

Projekta kopsavilkums: DEW-Combat projekta mērķis ir izstrādāt radikāli jaunu hibrīda kompozītmateriālu militāram lietojumam, lai aizsargātu pret uzbrukumiem ar elektromagnētiskā trieciena (EMI) impulsiem un lieljaudas lāzeriem, ko parasti dēvē par virzītas enerģijas ieročiem (DEW). Militārā paradigma ir mainījusies: arvien vairāk ieroču veidu ir bezpilota, kā rezultātā, tie ir daudz mazāki (droni) un, tā kā to cena ir daudz zemāka, tie būs lielākā skaitā (uzbrukuma gadījumā). Tāpēc ir sarežģīti izmantot ballistiskos risinājumus efektīvai aizsardzībai pret šādiem draudiem. DEW attīstība notiek visās militāri attīstītajās valstīs, īpaši ASV, Ķīnā, Indijā, Krievijā un citās. Šī brīža aktuālajā ģeopolitiskajā situācijā ir liels potenciāls un pieprasījums, vieglu un vienlaikus ar elektromagnētisko ekranējumu un augstas temperatūras izturīgu materiālu izstrādei.

Atslēgas vārdi: viegls, izturīgs pret augstu temperatūru, kompozīts, tiešās enerģijas ierocis, lāzers.

Projekta finansējums: piešķirts 369 000 euro; izlietots 364 626 euro; apgūts 98,8%.

Zinātniskie rezultāti

Kategorija	Plānots noslēgumā, (skaits)	Publicēts (skaits)
Origināli zinātniskie raksti, kuru citēšanas indekss sasniedz vismaz 50 procentus no nozares vidējā citēšanas indeksa, kas iesniegti vai pieņemti publicēšanai <i>Web of Science Core Collection</i> vai <i>Scopus</i> datubāzēs iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos.	3	5
Origināli zinātniskie raksti, kas publicēti <i>Web of Science</i> vai <i>Scopus</i> datubāzēs iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	1	-
Konferenču materiāli - kopsavilkumi	-	2
Jauna produkta vai jaunas tehnoloģijas, tai skaitā metodes, prototips	1	1
Sekmīgi nokārtots maģistra valsts (gala) pārbaudījums, ievērojot programmas mērķi un uzdevumus	-	2

Publikācijas:

1. Shishkin A., Abramovskis V., Zalite I., Singh A. K., Mezinskis G., Popov V., Ozolins J. Physical, Thermal, and Chemical Properties of Fly Ash Cenospheres Obtained from Different Sources. – *Materials*, 2023, 16(5), 20355. <https://doi.org/10.3390/ma16052035>
2. Abramovskis, V.; Drunka, R.; Csáki, Š.; Lukáč, F.; Veverka, J.; Illkova, K.; Gavrilovs, P.; Shishkin, A. Preparation and Characteristics of High-Performance, Low-Density Metallo–Ceramics Composite. - *Materials* 16(24), 2023, <https://doi.org/10.3390/ma16247523>
3. Abramovskis, A.; Zalite, I.; Maiorov, M.; Baronins, J.; Singh, A.K.;Lapkovskis, V.; Goel, S.; Shishkin, A. High-Temperature, Lightweight Ceramics with Nano-Sized Ferrites for EMI Shielding: Synthesis, Characterisation, and Potential Applications. - *Materials* 16(24), 2023, <https://doi.org/10.3390/ma16247615>
4. Baronins, J.; Antonov, M.; Abramovskis, V.; Rautmane, A.; Lapkovskis, V.; Bockovs, I.; Goel, S.; Thakur, K.; Shishkin, A. The Effect of Zinc Oxide on DLP Hybrid Composite Manufacturability and Mechanical-Chemical Resistance. - *Polymers* 15(24), 2023, <https://doi.org/10.3390/polym15244679>
5. Eiduks, T.V.; Drunka, R.; Abramovskis, V.; Zalite, I.; Gavrilovs, P. J. Baronins, V. Lapkovskis Study of Lightweight Ceramic Matrix-Less Syntactic Foam Composed of Cenosphere Using Spark Plasma Sintering. - *Materials* 17 (2), 2024, <https://doi.org/10.3390/ma1702045>

Projekta rezultāti tika ievērojami pārsniegti, par ko liecina izcilie sasniegumi publikāciju un zinātnisko aktivitāšu jomā. Paredzēto trīs publikāciju vietā projekta ietvaros ir publicētas piecas zinātniskās publikācijas. No tām četras ir publicētas augsti novērtētos *Scopus* indeksētajos žurnālos *Materials* (Q2), savukārt viena publikācija ir publicēta prestižajā Q1 žurnālā *Polymers*. Papildus tam, projekta komanda ir veiksmīgi piedalījusies divās starptautiskās zinātniskajās konferencēs, kur prezentēja projekta rezultātus, tādējādi paplašinot pētniecības ietekmi un radot jaunas sadarbības iespējas. Turklāt projekta ietvaros ir izstrādāti divi maģistra darbi, kas balstīti uz projekta laikā iegūto zinātniskajiem materiāliem un tehnoloģijām. Būtisks projekta sasniegums ir arī jaunas tehnoloģijas izstrāde, kas nozīmīgi veicina attiecīgās zinātnes jomas attīstību. Šie rezultāti apliecina, ka projekts ir bijis ļoti veiksmīgs, sniedzot vērtīgus ieguldījumus gan akadēmiskajā vidē, gan tehnoloģiju attīstībā.

Zinātniskais devums

Projekts veicis ievērojamus soļus progresīvu materiālu izstrādē, lai pasargātu militāro tehniku no elektromagnētisko traucējumu (EMI) un virzītās enerģijas ieroču (DEW) uzbrukumiem. Projektā tika risināti kritiski jautājumi, kas saistīti ar nepareizu EMI ekranizāciju, kas var radīt nopietnus sakaru sistēmu bojājumus un draudus drošībai, tostarp veselības apdraudējumus cilvēkiem, piemēram, bezmiegu un galvas-sāpes. Efektīva EMI ekranēšana ir būtiska, lai samazinātu nevēlamas emisijas no elektroniskajām iekārtām un aizsargātu tās no ārējiem elektromagnētiskajiem viļņiem vai signāliem.

Projekta inovatīvā pieeja ietver hibrīda kompozītmateriāla projektēšanu, kas sastāv no kausētas metalizētas keramikas dobām mikrosfērām (CHM) ar zemu siltumvadītspēju. Šim materiālam ir divslāņu sistēma: ārējais slānis uztver EMS viļņus un bloķē lāzera iekļūšanu caur nejaušiem iekšējiem atstarojumiem, bet otrais slānis iztur EMS impulsa un lāzera staru darbības. Materiālam piemīt ievērojamas īpašības, tostarp termiskā stabilitāte līdz 1200 °C, zems blīvums un zems EMS atstarošanas indekss, kas to padara piemērotu dažādu militāro un kosmiskās aviācijas platformu aizsardzībai.

Zinātniskās kapacitātes pieaugums un studentu iesaiste zinātniskajā darbībā

Papildus tehniskajiem sasniegumiem DEW-Combat apkarošanas projekts ir ievērojami palielinājis zinātnisko kapacitāti, iesaistot studentus savā pētnieciskajā darbībā. Izmantojot praktisku pieredzi šo progresīvu materiālu izstrādē, studenti ir ieguvuši vērtīgas iemaņas progresīvu materiālu zinātnē un inženierzinātnēs. Projekta ietvaros izstrādāti trīs bakalaura darbi, viens maģistra darbs un izstrādes stadijā viens promocijas darbs, kas tiks aizstāvēts 2026. gadā.

Sociālā ietekme

Veiksmīgu eksperimentu rezultātā jauno materiālu izmantošana neaprobežosies tikai ar dronu un kuģu aizsardzību pret EM un lāzera triecieniem, bet to potenciāli varēs izmantot arī citiem objektiem, kuriem jābūt radaru neredzamiem

(lidmašīnām, zemūdeņu iznīcinātājiem). Projekta sociālā ietekme paredzama uz valsts aizsardzību, tautsaimniecību, valsts pārvaldi un rīcībspolitiku, kā arī uz sabiedrību:

- izstrādātās tehnoloģijas uzlabos valsts drošības un aizsardzības spējas, lai aizsargātu pret uzbrukumiem ar elektromagnētiskā trieciena (EMI) impulsiem un lieljaudas lāzeriem;
- paredzami vispārēji uzlabojumi valsts un sabiedrības aizsardzības līmenī, aizsargājot kritisko infrastruktūru un galvenos pakalpojumus, realizējot aktuālo programmas tematisko prioritāti "Kiberdrošība, elektroniskā karadarbība un fotoniskās ierīces drošiem sakariem un rentablākiem kibertelpas kontroles risinājumiem";
- izstrādātas jaunas progresīvas tehnoloģijas;
- izpētīti iespējami mūsdienīgi ražošanas procesi ar efektīvākām ilgtspējīgām alternatīvām;
- veicināta tautsaimniecības un rūpniecības transformācija, ieviešot izstrādātos materiālus.

Komunikāciju aktivitātes

Projekta īstenošanas laikā īstenoti vairāki publicitātes un komunikācijas pasākumi, kas bijis nozīmīgs informācijas avots ieinteresēto personu grupām un plašākai sabiedrībai:

- intervija Latvijas Radio 2 par jaunu materiālu izstrādi no atlikuma (otreizējas pārstrādes) produktiem;
- RTU MSAC 2022, Rīga, seminārs <https://msac.rtu.lv/> <https://msac.rtu.lv/konferences-raksti/>
- RTU 63 studentu konference 2022, Rīga, https://www.rtu.lv/writable/public/files/RTU_63.pdf;
- diskusija ar Kipras studentiem 2022. gada 30. novembrī;
- projekta prezentācija un diskusija par potenciālo sadarbību ar Michigan Technological University, ASV 2022. gada 19.-20. septembrī.

Projekta īstenošana, ekspertu ieteikumi izpildītājiem

Ekspertu vērtējuma nobeiguma ziņojumā ir uzsvērts, ka DEW-Combat projektā ir panākts ievērojams progress inovatīvu materiālu paraugu izstrādē un raksturošanā. Izpētes rezultāti ir rūpīgi dokumentēti piecās publikācijās, apliecinot projekta veiksmīgu atbilstību sākotnējām darba paketēm. Projekta komanda ir ievērojami attīstījusi elektromagnētisko traucējumu (EMI) ekranēšanas jomu, izstrādājot jaunu metodi, kas ferīta nanodaļiņas integrē porainās struktūrās un keramikas dobajās mikrosfērās. Šie konstatējumi ir nozīmīgs ieguldījums zinātnē par hibrīdkompozītmateriāliem, jo īpaši aizsardzībai pret elektromagnētiskiem impulsiem un lieljaudas lāzeriem.

Lai projekta grupa vēl vairāk stiprinātu turpmāko projektu zinātnisko izcilību, ietekmi un īstenošanu, nodrošinot ilgtermiņa ilgtspējību un panākumus gan pētniecības, gan tirdzniecības jomā, ekspertu ieteikumi projekta īstenošanai:

- lai palielinātu projekta komerciālo potenciālu, projekta grupai būtu jācenšas nodrošināt izstrādāto materiālu un tehnoloģiju patentus. Ieteicams iesaistīt militārpersonas un ieinteresētos rūpnieciskās ražošanas jomas pārstāvjus projekta vadības grupā, lai veicinātu tehnoloģiju pārnesi un komercializāciju, piemēram, kompozītmateriālu tehnoloģiskā procesa un materiālu ražošanas licencēšanu;
- ņemot vērā izstrādāto materiālu (piemēram, dronu, kuģu, ar radaru neredzamu gaisa kuģu) iespējamo plašo pielietojumu, turpmākajos projektos priekšlikumos galvenā uzmanība būtu jāpievērš šo pielietojumu attiecināšanai arī uz citām ar aizsardzību saistītām nozarēm;
- nodrošināt projekta rezultātu ietekmi un publisku atpazīstamību, lai veicinātu zināšanu apmaiņu un sadarbības iespējas. Turpmākajos projektos būtu jāizstrādā un jāīsteno elektroniskais rīks produktivitātes un informācijas pārvaldībai. Šis rīks varētu uzlabot projekta efektivitāti un nodrošināt reāllaika atjauninājumus projektā ieinteresētajām personām;
- projekta sasniegumi, tostarp uzlabotu EMI ekranizācijas paņēmieni ieviešana, uzsver pētniecības darbību un inovāciju augsto līmeni. Turpmākais darbs, kā EI un lāzera trieciena testi prototipa demonstrētājam, būs būtisks, lai pilnībā apstiprinātu materiāla efektivitāti un pamatotu tā turpmāku izstrādi un piemērošanu.

Projekts Nr. VPP-AIPP-2021/1-0009 "Ar grafēna un silīcija aerogelu uzlabotas vieglas ballistiskās aizsargvestes prototips ar iestrādātu vairākzonu spiedienjutīgu slāni triecienu atklāšanai"

Nosaukums angliiski (*Project title*): **Graphene-and-silica-aerogel-enhanced lightweight ballistic protection vest prototype with integrated pressure-sensitive layer for multi-zone impact detection.**

Projekta iesniedzējs: Rīgas Tehniskā universitāte (RTU).

Projekta vadītājs: Silvija Kukle, Dr.sc.ing. (RTU, vadošais pētnieks).

Zinātnes nozares: Materiālzinātne (pamata nozare); Elektrotehnika, elektronika, informācijas un komunikāciju tehnoloģijas; Nanotehnoloģija (papildu nozares).

Prioritārie virzieni zinātnē: Tehnoloģijas, materiāli un inženiersistēmas produktu un procesu pievieno-tās vērtības palielināšanai un kibernetiķi; Valsts un sabiedrības drošība un aizsardzība.

Viedās specializācijas joma: Viedie materiāli, tehnoloģijas un inženiersistēmas.

Projekta kopsavilkums: Lai sasniegtu projekta mērķus, tiks izstrādāta metode nanolīmeņa grafēna pārklājumu sintēzei un uzklāšanai uz para-aramīda šķiedras tekstilmateriāliem. Tekstila slāņos tiks iestrādāti grafēna un silīcija aerogela slāņi, lai nodrošinātu ballistisko aizsardzību, ar mērķi uzlabot tekstilmateriāla viena slāņa ballistisko pretestību par 7-8% un samazināt nepieciešamo slāņu skaitu, kas ļaus samazināt svaru par 10%. Slāņu ar augstu (grafēns) un zemu (silīcija) siltumvadītspēju izvietojuma izvēle nodrošinās uzlabotas termoregulācijas un infrasarkanā starojuma ekranēšanas funkcijas. Papildus tiks izstrādāts tekstila spiediena sensors un elektroniskā sistēma ar seriālo interfeisu, kas pēc integrēšanas tekstila slāņos palielinās biežumu ne vairāk kā par 3 mm un nodrošinās trieciena vietas un spēka noteikšanu. Šāds sensors ļaus integrēt triecienu uzraudzības funkcijas.

Atslēgas vārdi: funkcionālais tekstils, tekstila nanopārklājumi, valkājamā elektronika, ballistiskā aizsardzība.

Projekta finansējums: piešķirts 449 445 euro; izlietots 436 440 euro; apgūts 97,1%.

Zinātniskie rezultāti

Kategorija	Plānots noslēgumā, (skaits)	Publicēts (skaits)
Origināli zinātniskie raksti, kas iesniegti vai pieņemti publicēšanai <i>Web of Science Core Collection</i> vai <i>Scopus</i> datubāzēs iekļautajos žurnālos vai konferenču rakstu krājumos	4	6
Konferenču materiāli - kopsavilkumi	-	7
Jauna produkta vai jaunas tehnoloģijas, tai skaitā metodes, prototips	3	3
Iesniegts projekta pieteikums starptautiskā vai nacionālā pētniecības un attīstības projektu konkursā	-	5
Noteiktā kārtībā aizstāvēts promocijas darbs, ievērojot programmas mērķi un uzdevumus	-	1
Zinātniskās datubāzes un datu kopas, kas izstrādātas projekta ietvaros	-	1
Citi pētniecības specifikai atbilstoši projekta rezultāti (tai skaitā dati), kas papildina iepriekš minētos rezultātus	1	3

Publikācijas:

1. Kukle, S.; Briedis, U.; Balgale, I.; Baķe, I. The Hybrid Soft BP Packages With Integrated Into Their Composition Graphene-Modified Para-Aramid Fabric Layers in Combinations with the Different Ballistic Kevlar Textiles. - *Polymers* 2024, <https://doi.org/10.3390/polym16152106>
2. Kukle, S.; Baķe, I.; Vilcena, L.; Abele, L. Graphene-containing Para aramid Fabric Coating via Surfactant Assisted Exfoliation of Graphite. - *Materials Today: Proceedings*, 2024, Vol. 97, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.09.131>

3. Okss, A.; Vališevskis, A.; Briedis, U.; Baltiņa, I. Functional Fabrics for Multilayered Textile Pressure Sensors: Comparison of Structures and Sensitivity Characteristics. - ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT, 2023, <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF089>
4. Vališevskis, A.; Briedis, U.; Okss, A. Extending the Dynamic Range of Piezoresistive Textile Pressure Sensors for Impact Detection - Textile Bioengineering and Informatics Symposium Proceedings 2023, 2023, <https://doi.org/10.3993/tbis2023>.
5. Vališevskis, A.; Briedis, U.; Okss, A. Dynamic Testing of Piezoresistive Fabrics for Use in Smart Wearable Personal Protective Equipment. - Proceedings of NBC 2023, 2023, https://doi.org/10.1007/978-3-031-37132-5_6
6. Bake, I.; Rampane, L.; Balgale, I.; Kukle, S.; Adijans, I. Evaluation of the Graphene Dispersions for Kevlar Fabrics Functionalization Obtained by the Liquid-Exfoliation of Graphite. - Environment. Technology. Resources. Rezekne, Latvia, Proceedings of the 15th International Scientific and Practical Conference. 2024, <https://doi.org/10.17770/etr2024vol1.7985>

Projekta gaitā sasniegti ievērojami rezultāti, pārsniedzot sākotnēji plānoto publikāciju skaitu. Plānoto četru publikāciju vietā tika publicētas sešas zinātniskās publikācijas, no kurām divas ir publicētas augsta līmeņa *Scopus* Q1 un Q2 žurnālos. Projekta rezultāti aktīvi prezentēti arī septiņās starptautiskajās konferencēs, kur notikusi plaša zinātnisko ideju apmaiņa un rezultātu izplatīšana. Projekta laikā tika izstrādāti un pabeigti trīs plānotie jaunie produkti/tehnoloģijas, demonstrējot projekta praktisko pielietojamību. Turklāt projekta ietvaros izstrādāts un publicēts viens promocijas darbs, un vēl viens promocijas darbs ir plānots aizstāvēt līdz 2026. gadam. Lai veicinātu turpmāko projekta attīstību, ir iesniegti pieci jauni projektu pieteikumi. Šī aktīvā darbība nodrošina tālākas pētniecības iespējas un turpmāku inovāciju attīstību attiecīgajā zinātnes jomā.

Zinātniskais devums

Projekts ir guvis vairākus būtiskus sasniegumus tekstila inženierijas jomā, jo īpaši ar grafēnu pārklātu aramīda audumu un spiediena sensoru tehnoloģiju izstrādē ballistikas aizsardzībai. Tika izstrādāta jauna metode grafēnu saturošu pārklājumu uzklāšanai para-aramīda auduma šķiedrām, uzlabojot to adhēziju un pārveidojot to virsmu, lai uzlabotu funkcionalitāti. Šo metodi var attiecināt arī uz poliamīda (neilona) šķiedrām. Pētījumā tika ieviesti inovatīvi risinājumi grafēna pilingā no grafīta pārslām, stabilas emulsijas izveidošanā un šī pārklājuma uzklāšanā uz auduma, apejot resursu ietilpīgus ekstrakcijas procesus. Tas ir ievērojams pavērsiens funkcionālo ballistisko audumu attīstībā. Tika izveidots matricas tipa spiediena sensors (MTPS), izmantojot trīsslāņu tekstila sistēmu ar vertikāli izvietotiem elektrodiem un elektromehāniski vadošiem (EC) tekstilizstrādājumiem. Lai integrētu sensorus auduma slāņos, tika izmantotas mašīnu izšūšanas metodes.

Projekta ietvaros tika izstrādāta moduļu ballistikās aizsardzības veste, ņemot vērā ASV Nacionālā tieslietu institūta (NIJ) standartus, NATO STANAG prasības un ergonomiskos faktorus dažādiem karavīru ķermeņa tipiem. Vestes dizains nodrošina savietojamību ar dažādiem cilvēka auguma uzbūves tipiem un darbības vidēm, kas parāda militāro lietojumu individuālo aizsardzības līdzekļu progresu. Šīs inovācijas nodrošina jaunas pieejas ballistisko aizsardzības līdzekļu uzlabošanai un sensoru tehnoloģiju integrēšanai aizsargaprīkojumā, kas iespējams, ietekmēs karavīru aprīkojuma sistēmu dizainu un funkcionalitāti visā pasaulē.

Zinātniskās kapacitātes pieaugums un studentu iesaiste zinātniskajā darbībā

Projekta īstenošanas gaitā zinātniskā grupa sadarbojās ar Latvijas aizsardzības nozares uzņēmumu, lai definētu ballistikās aizsargvestes konstruktīvo moduļu pamatfunkcijas. Notika aktīva sadarbība ar Latvijas Republikas Aizsardzības ministriju pētniecības procesa atbalstam un eksperimentālo pētījumu veikšanai, kā arī ar Valsts Aizsardzības loģistikas un iepirkumu centru (VALIC), kas veicināja starpsektoru sadarbību un grupas kapacitātes paaugstināšanu. Projekta ietvaros tika organizēta arī sadarbība ar Šveices institūtu, kurā tika izstrādāti trīs hibrīda ballistisko paku varianti ar ≤12 slāņiem, kā arī veikti salīdzinošie ballistikas testi. Sadarbībā ar Itālijas uzņēmumu tika izstrādāta metode grafēna modificētu slāņu veidošanai hibrīdām ballistikas pakām. Pateicoties sadarbībai ar VALIC, izpētītas ballistisko paneļu īpašības, izstrādāti prototipi un izveidoti 16 mīksto ballistisko aizsardzības paneļu izmēri, ievērojot NA-TO STANAG 2335 standartus. Turklāt, sadarbojoties ar Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtu, tika veikti dispersijas īpašību testi un iegūti augstas izšķirtspējas SEM mikrogrāfi, kas palīdzēja metodes izstrādē. Sadarbības ietvaros ar Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Inženierzinātņu institūtu, tika izveidoti paraugi ar lāzeru apstrādātiem grafēna pārklājumiem, lai izpētītu dažādu lāzera parametru ietekmi. Projektā iesaistītie dalībnieki ieguvuši jaunas progresīvas zinātniskās un praktiskās zināšanas strauji

augošajā aizsardzības jomā, tādējādi paaugstinot savu konkurētspēju. Projektā tika iesaistīti studenti, kas guva jaunas zināšanas nanomateriālu un tekstila pētniecībā ar pielietojumu aizsardzības nozarē.

Sociālā ietekme

Paredzama būtiska projektā iegūto rezultātu ietekme, jo īpaši rūpnieciskajā pielietojumā. Vieglas un izturīgākas ballistikās aizsardzības vestes izgatavošana ir galvenais aizsardzības nozares mērķis, jo tas uzlabos karavīru kustību amplitūdu un aizsardzību. Lai palielinātu karavīru bruņu funkcionalitāti, izstrādāta spiediena sensora slāņa integrēšana materiālā. Uzsāktā sadarbība ar aizsardzības nozares uzņēmumu un vietējās aizsardzības sistēmas pārstāvjiem, varētu veicināt kopīgu jaunu projektu iesniegšanu programmās "Eiropas Aizsardzības fonds (EAF)" un/vai "Zinātne mieram un drošībai" (SPS). Potenciāli projekta rezultāti var tikt izmantoti arī sporta preču ražošanā un nozarēs, kurās nepieciešams tekstilizstrādājums ar uzlabotām mehāniskajām īpašībām un svāra samazinājumu (piemēram, sporta auto sēdekļi).

Projekta rezultātā paredzama ietekme uz valsts tautsaimniecību, valsts pārvaldi un rīcībpolitiku, kā arī uz sabiedrību:

- armijas, policistu, īpašo spēku karavīru, zemessargu, kā arī civiliedzīvotāju aizsardzības palielināšana, nodrošinot ar kvalitatīviem aizsarglīdzekļiem (ballistikās vestes). Tiks piedāvāts jauns risinājums (arī NATO un ES ietvaros) aizsardzības aprīkojums ar uzlabotiem parametriem un jaunām viedajām funkcijām;
- produktam paredzams pielietojums sportā (piemēram, paukošanas jaku izstrāde), tā ietekmējot sporta un atpūtas nozari;
- iespējams potenciāls pielietojums veselības aprūpē, piemēram, spiedienjutīgu gultas pārklāju izmantošana gulošiem pacientiem izgulējumu profilaksei;
- projekta ietvaros izstrādātās metodes un tehnoloģijas būtiski ietekmēs aizsardzības nozari un kalpos kā IAL pievienotā vērtība un dos nozīmīgu konkurences priekšrocību tirgū;
- tiks veicināta tautsaimniecības un rūpniecības transformācija, ieviešot izstrādātos materiālus.

Komunikāciju aktivitātes

Projekta īstenošanas laikā tika īstenoti vairāki publicitātes un komunikācijas pasākumi, kas bijis nozīmīgs informācijas avots ieinteresēto personu grupām un plašākai sabiedrībai:

- informācija par projektu un tā īstenošanas gaitu publicēta RTU mājaslapā <https://www.rtu.lv/>;
- notikusi dalība aizsardzības nozares dienās NAF 2022, <https://federacija.lv/lv/industrijas-dienas-nbs2022>;
- intervija Latvijas Radio 2 <https://lr2.lsm.lv/lv/raksts/nakotnes-pietura/andrejs-siskins-ierocu-unkafijas-vienojosais-elements.a158072/>;
- uzņēmums "Brasa Defense Systems" tika informēts par projektu un tā sasniegumiem, kā arī notikušas apspriedes par sadarbības iespējām;
- projekta pārstāvji piedalījušies seminārā, kas organizēts RTU. Seminārā piedalījās Michigan Technological University (ASV), Latvijas Drošības un aizsardzības organizāciju pārstāvji, kā arī RTU zinātnieki;
- projekta pārstāvji apmeklēja starptautisko izstādi EUROSATORY 2022, Nord Villepinte Izstāžu centrā Parīzē, Francijā.

Projekta īstenošana, ekspertu ieteikumi izpildītājiem

Ekspertu vērtējumā norādīts, ka projektā veiksmīgi tika sasniegti trīs galvenie mērķi: tekstilšķiedru uzlabošana ar grafēna loksniem mehāniskās izturības palielināšanai, spiediena sensoru izstrāde aizsargapģērbam un ballistikā vestes prototipa projektēšana. Galvenie sasniegumi ietver para-aramīda auduma funkcionalizēšanu ar grafēnu, tekstila spiediena sensora izveidi lodes trieciena noteikšanai un ballistikās vestes prototipu atbilstoši NATO standartiem. Projekts veicināja jaunu tehnoloģisko sasniegumu un metodiku attīstību, sniedzot labumu gan aizsardzības nozarei, gan civilajiem pielietojumiem, piemēram, tiesībaizsardzībai un sportam.

Lai projekts varētu ievērojami palielināt tā zinātnisko ietekmi, rūpniecisko piemērojamību un ieguldījumu gan militārajā, gan civilajā jomā, nodrošinot ilgtermiņa panākumus un ilgtspējību, ekspertu ieteikumi projekta īstenošanai:

- veicināt sadarbību ar starptautiskajām pētniecības kopienām, lai izpētītu, kā grafēns un citi nanomateriāli varētu vēl vairāk revolucionizēt ballistikās aizsardzības materiālus;

- pievērsties pārejai no laboratorijas prototipiem uz eksperimentālo ražošanu, lai paātrinātu komercializācijas procesu un nodrošinātu, ka ar grafēnu modificētie ballistiskie tekstilizstrādājumi ir pieejami plašākam pielietojumam, tostarp civilai lietošanai;
- jāturpina attīstīt sadarbību ar galvenajiem aizsardzības nozares dalībniekiem, lai pārbaudītu un apstiprinātu izstrādātos prototipus reālos apstākļos, veicot testus uz vietas ar militārpersonām un citiem galalietotājiem, lai nodrošinātu produkta atbilstību funkcionālajām un ergonomiskajām prasībām.
- veikt aerogēla integrāciju tekstila kompozītos, uzlabojot vestes termiskās un ballistiskās aizsargspējas.
- iesaistīt jaunus pētniekus un studentus turpmākajos projektos, lai palielinātu zinātnisko kapacitāti nanomateriālu un aizsardzības pētniecībā.

Secinājumi

Latvijā nepieciešams stiprināt aizsardzības nozares inovāciju vidi, ieviešot un īstenojot atbilstošus nacionālā līmeņa inovāciju atbalsta mehānismus, kas ietver pētniecības aktivitātes aizsardzības tematikā un nodrošina kvalificētu zinātnisko darbinieku iesaisti. Valsts pētījumu programmai "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma" ir būtiska loma ne tikai nacionālajā līmenī, bet arī starptautiskā mērogā, iekļaujoties NATO spēju politikas plānošanas tehnoloģisko prioritāšu ietvaros.

Valsts pētījumu programmas "Aizsardzības inovāciju pētījumu programma" trīs atbalstīto projektu īstenošana un sasniegtie rezultāti ir devuši nozīmīgu ieguldījumu aizsardzības tehnoloģiju attīstībā, radot jaunas zināšanas un risinājumus gan militārajā, gan civilajā jomā. Programmas izvirzītie mērķi — jaunu tehnoloģiju attīstība, aizsardzības spēju uzlabošana un zināšanu bāzes veidošana — tika pilnībā sasniegti.

Programmas ietvaros īstenotie projekti būtiski veicinājuši aizsardzības nozares zinātnisko progresu, īpaši tādās jomās kā elektromagnētiskā aizsardzība, kiberdrošība, bezpilota sistēmas un karavīru aprīkojums. Projektos tika izstrādātas jaunas tehnoloģijas, metodes un prototipi, kas atbilst mūsdienu valsts aizsardzības vajadzībām un NATO noteiktajām prioritātēm.

Projektiem ir bijusi būtiska ietekme ne tikai aizsardzības jomā, bet arī citos sektoros, piemēram, medicīnā un sportā. Izstrādātās tehnoloģijas, piemēram, tekstila spiediena sensori, var tikt pielietoti dažādos tautsaimniecības sektoros, tostarp sporta ekipējuma un veselības aprūpes aprīkojuma uzlabošanā.

Projekti ir nodrošinājuši aktīvu jauniešu iesaisti zinātnē, iesaistot doktorantus, maģistrantus un bakalaura studentus pētniecības procesā. Tas veicinājis jaunas paaudzes zinātnieku izglītošanu un viņu ieguldījumu nanomateriālu, tekstila tehnoloģiju un aizsardzības nozares pētījumos.

Projekti ir radījuši inovatīvus risinājumus ar augstu komercializācijas potenciālu, piemēram, vieglās un izturīgās ballistiskās vestes, uzlabotos dronu aizsardzības materiālus un elektromagnētiskās aizsardzības risinājumus. Lai maksimāli izmantotu šo jauninājumu potenciālu tirgū, nepieciešams turpināt pāreju no laboratorijas prototipiem uz rūpniecisko ražošanu.

Programma ir veicinājusi starptautisku sadarbību, nodrošinot Latvijas zinātnieku sadarbību ar ārvalstu pētniecības institūtiem un uzņēmumiem, tādējādi paplašinot inovāciju ietekmi un nodrošinot globālu atpazīstamību.

Pārskata sagatavošanā izmantotie informācijas avoti

Pārskats sagatavots, izmantojot informāciju pārskatā minētajos normatīvajos aktos un iepriekšējos Latvijas Zinātnes padomes sagatavotajos pārskatos, konkursā iesniegtajos projektu pieteikumos un to zinātniskajos vērtējumos, projekta īstenotāju iesniegtajos finansētā/īstenotā projekta noslēguma pārskatos un tiem pievienotajos dokumentos, ekspertu veiktā noslēguma pārskata zinātniskajos vērtējumos, kā arī bibliogrāfiskajā datu bāzē Scopus pieejamo informāciju.



Latvijas Zinātnes
padome

Sagatavoja **Latvijas Zinātnes padome**

Rīga, 2024