



Nr. 689/20.06.2024

SC STIMPEX SA

DIRECTOR GENERAL

Ing.

Marcel ISTRATE

Raport științific final
(2022 - 2024)

Competiția:	Proiect de transfer la operatorul economic - PTE 2021
Nr. contract:	105PTE/2021
Cod proiect:	PN-III-P2-2.1-PTE-2021-0357
Domeniul de cercetare:	2.3-Securitate
Titlul :	Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului
Acronim:	IzoEvac
Data începere proiect:	21.06.2022
Data finalizare proiect:	20.06.2024
Durata (luni):	24
Buget total:	1.648.104 lei
Sursa 1 Bugetul de stat	1.193.104 lei
Sursa 2 Alte surse atrase (cofinanțare):	455.000 lei
Pagina web proiect:	https://stimpep.ro/ro/research/izoevac-incinta-portabila-pentru-izolarea-si-evacuarea-personalului/
Instituția coordonatoare:	STIMPEX SA
Director de proiect:	Ing. Marcel ISTRATE
Partener 1 proiect (P1):	Ministerul Apărării Naționale prin Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie

Scopul proiectului constă în transferul tehnologic al produselor rezultate din cercetare, de tipul *Incintelor portabile de izolare și evacuare a personalului contaminat* în/din medii contaminate cu ACR sau agenți patogeni infecțioși, de la Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie către partenerul industrial STIMPEX SA, București.

În vederea îndeplinirii scopului acestui proiect, au fost stabilite următoarele **obiectivele specifice**:

O1. Dezvoltarea și fabricarea unui prototip industrial de serie mică (nivel de maturitate tehnologică TRL 6) pentru produsul *Incintă portabilă de izolare și evacuare a personalului* care să prezinte *îmbunătățiri semnificative* față de prototipurile dezvoltate de către Centrul de Cercetare Științifică pentru Apărare CBRN și Ecologie (nivel de maturitate tehnologică TRL 4), destinat utilizării într-un domeniu de *prioritate publică* și anume al siguranței naționale;

O2. Transferul de tehnologie și know-how către STIMPEX SA, lărgind astfel gama de echipamente din domeniul apărare CBRN pe care acesta o poate oferi pieței, crescându-i totodată competitivitatea la nivel internațional prin asimilarea în fabricație a unui produs cu performanțe



crescute, ***racordând astfel cercetarea aplicativă și progresul tehnologic din România la cerințele mediului socio-economic internațional;***

03. Stimularea ***creșterii cheltuielilor de cercetare*** ale agentului economic prin finanțarea și asimilarea unor noi produse de CDI ale CCIACBRNE, cu potențial de exploatare comercială pe piața internă și internațională, precum și ***angajării sau perfecționării personalului de cercetare*** al acestuia.

04. Dezvoltarea și menținerea unui ***parteneriat durabil*** între STIMPEX S.A. (CO) și CCIACBRNE (P1), fundamentat pe baza activităților de cercetare interdependente precum și a complementarității preocupărilor acestor instituții în domeniul ***dezvoltării și fabricării*** echipamentelor de protecție CBRN prin ***optimizarea utilizării resurselor de cercetare*** (infrastructuri și personal), ***întărind*** astfel ***capacitatea de inovare a întreprinderii partenere***, și generând, totodată, posibilitatea valorificării prin transfer tehnologic și a altor rezultate CDI ale acestui consorțiu (având la bază și experiența anterioară acumulată în cazul multiplelor colaborări).

Utilizarea intenționată sau accidentală a agenților chimici de război sau a agenților patogeni foarte infecțioși generează două scenarii distincte cu nevoi și cerințe specifice, din punct de vedere al domeniului de aplicabilitate al produsului supus transferului tehnologic în cadrul proiectului: 1. O zonă curată (necontaminată/ infectată) unde apare nevoia de ***izolare și transport a pacienților infectați cu agenți infecțioși*** în vederea limitării contaminării personalului medical și a mediului din imediata proximitate, 2. O zonă contaminată cu agenți CBR unde apare nevoia de ***izolare temporară (într-un mediu curat) a răniților și transportul*** acestora către spitale sau alte facilități medicale.

În vederea realizării obiectivelor generale și specifice ale proiectului de față s-au parcurs următoarele etape de lucru:

Etapa 1/2022 Fundamentarea tehnico-științifică privind soluțiile tehnice, inovative, de proiectare a demonstratorului incintă portabilă de izolare și evacuare a personalului în faza laborator, în vederea transferului tehnologic la operatorul economic

În cadrul Etapei 1/2022 au fost derulate activități specifice, fiind îndeplinite următoarele obiective:

- *Cercetări experimentale privind materialele filtrante/ de reținere a agenților chimici, biologici și radiologici, cu proprietăți superioare, din compunerea subsistemului de filtrare-ventilație cu dublu sens.*

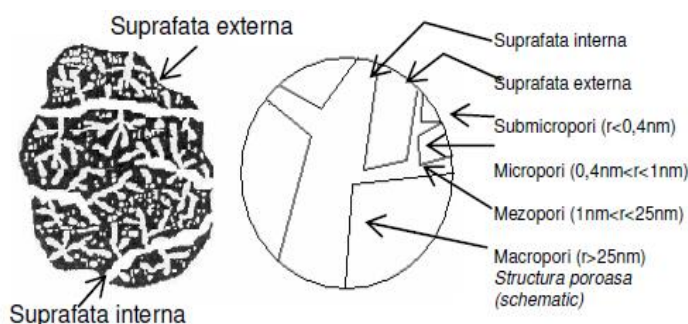
Cercetările recente în domeniul materialelor absorbante/adsorbante se referă în special la deja consacratul cărbune activ precum și la alte posibile alternative de adsorbanti cu aplicabilitate în domeniul de interes: Materiale bazate pe cărbune activ (noi modele, forme, impregnare); Compuși organici structurați (MOFs - matrici organometalice, COFs - matrici organocovalente); Compuși anorganici (zeoliți și alte materiale pe bază de siliciu); Polimeri organici poroși; Polimeri cu microporozitate intrinsecă; Compozite carbon-silice.



Dintre aceste clase materialele bazate pe cărbune activ și Compuși organici structurați (MOF) prezintă importanță în îndeplinirea obiectivelor urmărite.

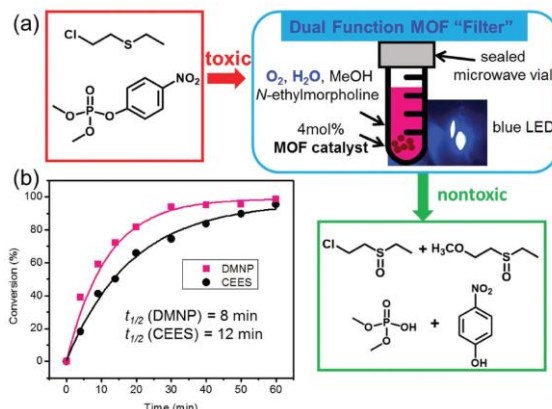
Comportarea cărbunilor activi în procesul de utilizare depinde de caracteristicile sale structurale ca: structura fizică și chimică. Structura fizică a cărbunelui activ include existența mai multor clase de pori: micropori (raza, sau lățimea medie sub 1 nm: diametrul până la 2 nm, mezopori (raza 2 – 25 nm): diametrul până la 50 nm, macropori (raza > 25 nm): diametrul peste 50 nm.

Modelul schematic al cărbunelui activ



Compuși organici structurați și în special **matricile organometalice (MOFs – metal-organic frameworks)** sunt o clasă relativ nouă de materiale adsorbante cristaline cu porozitate ridicată. Proprietățile favorabile ale multor MOFs-uri, cum ar fi *suprafața mare, un volum al porilor accesibil și o stabilitate termică ridicată*, au condus la creșterea interesului față de aceste materiale în ultima perioadă. Un alt exemplu îl constituie *degradarea simultană a doi simulatori DMNP și CEES care, sunt hidrolizați și respectiv oxidați catalitic la produși netoxici în cadrul aceluiași sistem MOF*.

Mecanismul de reacție pentru MOF-ul dublu funcționalizat pentru degradarea simulatorilor de ACR, DMNP și CEES prin hidroliză și oxidare



Un parametru semnificativ care vine să susțină un grad de reținere a contaminanților net superior îl reprezintă suprafața de adsorbție. Dacă în cazul cărbunelui activ se poate ajunge la suprafețe specifice de până la 1.000 m²/g, în cazul MOF-urilor se obține valori de peste 2.000 m²/g. Cu toate acestea, gradul mare de selectivitate al MOF-urilor conduc la o *utilizare extrem de limitată a acestora în domeniul protecției CBR*.

Cercetările experimentale au ținut cont și de cerințele Standardelor europene EN 14387:2021 *Aparate de protecție respiratorie. Filtre împotriva gazelor și filtre combinate* și EN 143: 2021 *Aparate de protecție respiratorie. Filtre de particule. Cerințe, încercări, marcare*, prezintă o clasificare a filtrelor de protecție respiratorie atât din punct de vedere al capacității de reținere a agenților toxici cât și a căderii de presiune/ rezistenței respiratorii prin acestea. De asemenea au fost evaluate o serie de filtre anti-aerosoli, necesare filtrării aerului în modul de funcționare cu presiune negativă al produsului. Nivelul de reținere a aerosolilor este definit de clasa acestora, în conformitate cu EN 1822 – Filtre de aer de înaltă eficiență (EPA, HEPA, ULPA).



Având în vedere datele obținute s-a concluzionat că utilizarea filtrelor combinate (filtru antiaerosoli + cărbune activ) constituie soluția tehnică recomandată pentru proiectarea și realizarea elementelor filtrante din compunerea produsului supus transferului tehnologic. Aplicabilitatea unor materiale alternative (Ex. MOFs - matrici organometalice, COFs - matrici organocovalente, zeoliți și alte materiale pe bază de siliciu, polimeri organici poroși etc.) este extrem de limitată și selectivă.

- Cercetări experimentale privind soluții și metode de autodecontaminare catalitică și fotocatalitică.

Raportul de experimentare aferent a prezentat detaliat o serie de aspecte teoretice și practice referitoare la *degradarea ACR prin unități polimerice reactive* precum și *prin catalizatori care contin metale*. Anumite compozite MOF/polimer, cu aplicabilitate în decontaminarea ACR, tind să utilizeze catalizatori MOF similari, fie variind polimerul utilizat (materialul suport), fie modificând procesarea materialului hibrid, pentru inducerea diferitor calități/caracteristici. Cel mai utilizat MOF pentru decontaminarea ACR pe suporturi textile a fost UiO-66-NH₂, urmat de MOF-808. MOF/compozitele polimerice pot fi electrofilate în fibre, procesate în pelicule subțiri sau membrane de tip „sandwich” și formate în microcapsule MOF încapsulate. În figura de mai jos este prezentată o gamă de polimeri utilizați până la acest moment pentru decontaminarea ACR tip MOF/polimer.

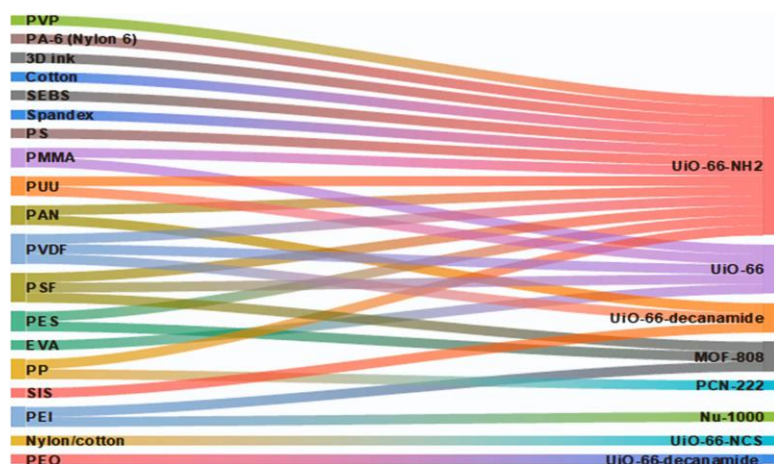


Diagrama care ilustrează gama largă de polimeri utilizați până în prezent ca și catalizatori MOF pentru decontaminarea ACR. Polimerii sunt enumerați pe stânga, iar catalizatorii MOF în dreapta. Panglicile colorate indică cu ce MOF polimerul a fost combinat

Determinările experimentale au pornit cu sinteza de acoperiri cu proprietăți de autodecontaminare, depunerea acestora și evaluarea gradului de autodecontaminare.

Pentru atingerea scopului lucrării, au fost preparate șapte tipuri de soluții, fiecare dintre acestea fiind obținute prin punerea în contact a două componente: o componentă diaminică A, respectiv o componentă diizocianat, B. Componenta A a fost constituită majoritar din poli(propilen glicol) bis(2-aminopropil eter) (PPG 4000), o diamină care are rolul de a conferi flexibilitate filmului polimeric. Ca extender de lanț s-a utilizat difenilhidrazina (DPH). Compușii fotoactivi utilizați sunt enumerați în continuare: 4,4',4'',4'''-(porfirin-5,10,15,20-tetraol) tetrafenol (porfiringa), tetraamino ftalocianina de zinc (ZnPC), (N,N'-bis(2-hidroxietil)-1,6,7,12-tetracloroperilen-3,4:9,10-bis(dicarboximida) (PDI) și nanoparticule de CeO₂. Componenta B a fost constituită dintr-un prepolimer cu grupări funcționale diizocianat – Metilen difenil diizocianat (MDI). Solventul utilizat a fost acetona. Cele șapte soluții pentru depunerea pe suporturi textile/

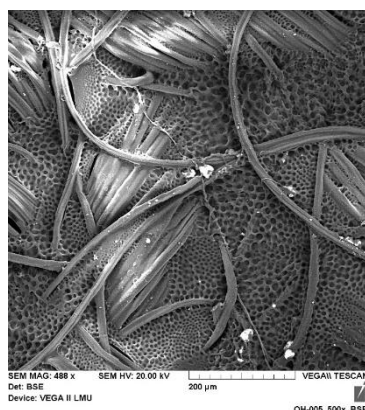
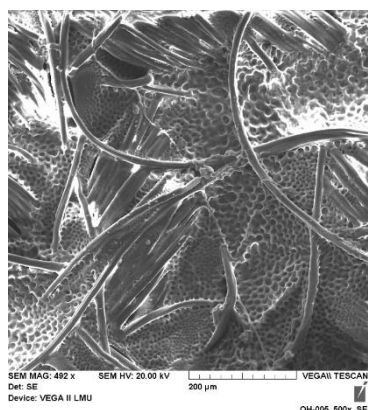


poliesterice (codificate corespunzător) au fost aplicate pe o serie de eșantioane. Eșantioanele depuse au fost lăsate la temperatura camerei, în vederea evaporării solventului, finalizării reacției de obținere a poliureei și formării peliculei pe materialul textil/ poliesteric.

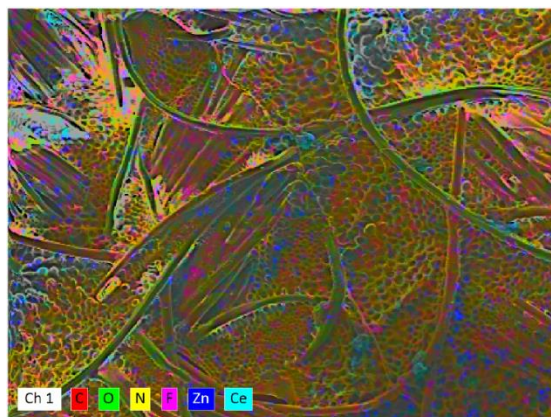


Eșantioane depuse, lăsate la temperatura camerei

Investigarea morfologică a materialelor depuse s-a folosit un microscop electronic de baleiaj (SEM) VEGA II LMU dotat cu o unitate de microanaliză prin dispersie de radiații X (EDX).



Imagini SEM/EDX OH-005



Pentru evaluarea **proprietăților autodecontaminante**, după verificarea capacității de rezistență la penetrarea iveritei, eșantioanele au fost extrase cu un solvent organic în vederea investigațiilor GC-MS. Trei eșantioane curate de material textil au fost marcate cu 10 μ L (2 picături) de iverită. După 24h de expunere în condiții de laborator, probele au fost extrase cu acetonitril timp de 10 min, cu agitare puternică. Conform investigațiilor GC-MS s-a constatat o recuperare a iveritei din probele blank de $84 \pm 2\%$.

Eșantioanele celor 2 materiale acoperite au fost supuse aceleași proceduri și au fost analizate prin GC-MS. S-a constatat o recuperare cuprinsă între $53 \pm 3\%$ și $66 \pm 1\%$ pentru probele testare. S-a demonstrat astfel o degradare a iveritei de cel puțin 18% comparativ cu proba blank, numai la nivelul interfeței material – picătura de toxic.

Se poate concluziona astfel, că acoperirile ce conțin substanțe fotocatalitice prezintă proprietăți autodecontaminante și *sunt susceptibile a folosite la confecționarea incintelor portabile pentru izolarea și evauarea personalului*, fără a fi supuse unui alt pericol de contaminare externă.



- *Cercetări experimentale cu privire la caracteristicile mecanice și de permeație a agentilor chimici prin materialele polimerice avansate*

Pentru caracterizarea din punct de vedere al proprietăților mecanice și de permeanței la ACR lichizi, a fost făcută o analiză privind materialele cu posibilă utilizare a incintei de protecție a produsului. Astfel, materialele cu aplicabilitate ridicată sunt:

- **Polimerii termoplastici (TP).** Se poate spune în general că polimerii TP cu structură cristalină și temperaturi de înmuiere mai mari de 100°C sunt foarte rezistenți la acțiunea ACR, astfel: poliesterii, poliamidele, poliformaldehidele, polisulfonele și policarbonații, atât fire cât și pelicule au proprietăți satisfăcătoare pentru utilizarea lor la realizarea EIP CBRN izolante. Întrucât unii polimeri TP sunt rigizi, introducerea de plastifianți pentru a crește gradul de flexibilitate al peliculelor determină penetrări inacceptabil de mari a ACR.

- **Elastomerii.** Ca și în cazul celorlalți polimeri, atunci când se cercetează calitățile de protecție ale unei pelicule de elastomer la acțiunea ACR se studiază modul în care interacționează picătura de ACR cu suprafața de protecție, urmărindu-se două aspecte, să le spunem majore: sorbția directă în structura materialului și penetrația prin material.

La ora actuală se consideră că dacă un polimer rezistă la iverit el va fi cu atât mai rezistent la alți ACR. Dacă o peliculă de polimer se utilizează în protecție la un anumit ACR, atunci testul la acel ACR este necesar și relevant pentru a se cunoaște performanțele de protecție a respectivului produs.

Dintre elastomerii cunoscuți până în prezent, primul verificat la vapori de iverit (grosimea stratului 500μm) a fost cauciucul natural, care a dat un timp de permeație de 50 minute. Ceilalți elastomeri au cam aceleași valori de protecție (50 minute-2 ore) existând și trei excepții:

- *Cauciucul siliconic.* Acesta are timp de protecție foarte scăzut (de ordinul a 4 minute), fiind folosit ca membrană în detecția AC;

- *Cauciucurile perfluorocarbonate* (Viton, Fluorel ș.a.) au timpi de protecție de aproximativ 7 zile. Sunt cei mai performanți elastomeri, dar nu se utilizează în protecția CBRN din următoarele motive: sunt costisitori, necesită la prelucrare substanțe toxice, dau probleme de incompatibilitate cu pielea și nu pot fi utilizați la temperaturi scăzute deoarece își pierd foarte repede proprietățile elastice;

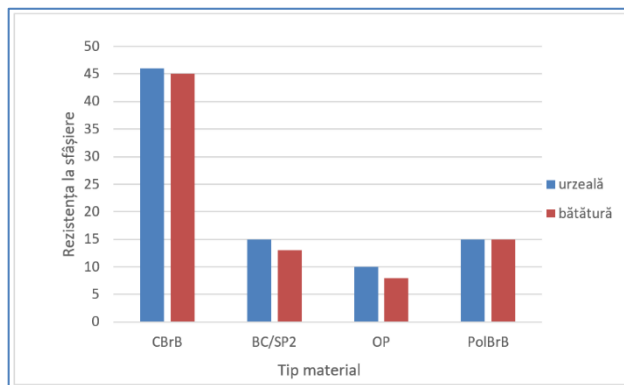
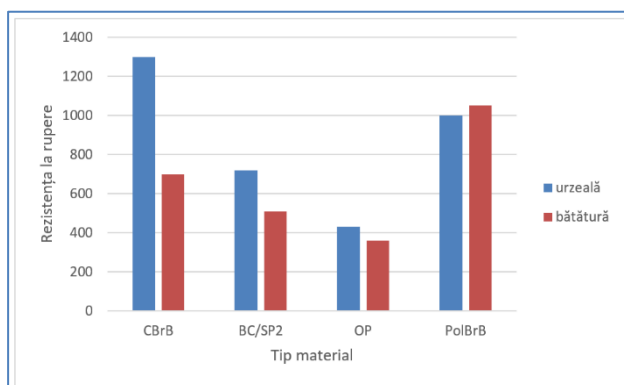
- *Cauciucul butilic (CB)* dar și amestecurile bazate pe CB au timpi de protecție de aproximativ 2 zile, indiferent de copolimerul utilizat sau de proprietățile acestuia și indiferent dacă CB a fost halogenat sau nu.

Materialele identificate au fost evaluate prin prisma următorilor parametri: *rezistență și alungire la rupere* –**EN ISO 1421** Suporturi textile acoperite cu cauciuc sau mase plastice. Determinarea rezistenței la tracțiune și a alungirii la rupere, **EN ISO 527-3** Materiale plastice. Determinarea proprietăților de tracțiune. Partea 3: Condiții de încercare pentru filme și folii, *rezistență la sfâșiere* –**EN ISO 4674-1** Suporturi textile acoperite cu cauciuc sau materiale plastice. Determinarea rezistenței la rupere. Partea 1: Metode cu viteză de rupere constantă, **EN ISO 6383-1** Materiale plastice. Filme și folii. Determinarea rezistenței la sfâșiere. Partea 1: Metoda de



sfășiere tip pantalon, *comportare la ardere* – **EN ISO 6940** Materiale textile. Comportarea la foc. Determinarea ușurinței de a se aprinde a epruvetelor orientate vertical, **SR EN ISO 15025** Îmbrăcăminte de protecție. Protecție împotriva căldurii și flăcărilor. Metoda de încercare pentru propagarea limitată a flăcării, *impermeabilitate la hidrocarburi și produse petroliere* – **EN ISO 14419** Materiale textile. Oleofobizare. Încercări de rezistență la hidrocarburi, *rezistența la penetrarea apei*. Determinarea rezistenței la presiune hidrostatică – **EN ISO 811:2018**. Țesături. Determinarea rezistenței la penetrarea apei. Încercare la presiunea hidrostatică., **SR 9569:2008** Țesături. Determinarea rezistenței la pătrundere a apei. (Încercarea la presiunea hidrostatică), *capacitate de protecție față de ACR lichizi (iperită)* – metodă specifică Laboratorului Echipamente de Protecție CBRN/ CCIACBRNE.

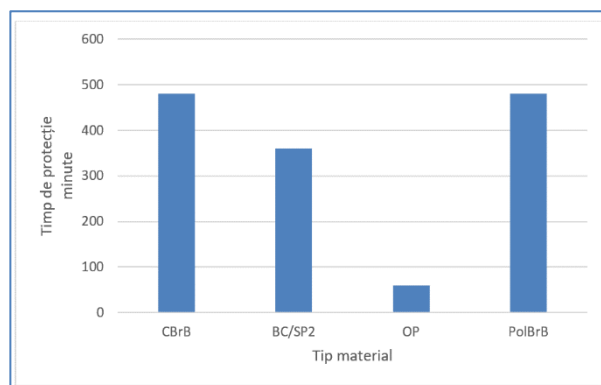
În ceea ce privește rezistența la rupere și sfășiere, din cele patru materiale cu posibilă utilizare pentru incintă se diferențiază clar două materiale (CBrB - cauciuc brombutilic depus pe suport poliesteric, PolBrB - țesătură poliesterică acoperită pe o singură față cu cauciuc brombutilic ignifugat).



Rezistența la rupere (stg.) / sfășiere (dr.) a materialelor pentru incinta de protecție

În urma efectuării testelor referitoare la capacitatea de protecție față de ACR, aceleași 2 materiale s-au diferențiat cu posibilă utilizare la confecționarea incintei (CBrB, PolBrB) în timp ce materialele propuse pentru realizarea ferestrelor au valori comparabile.

Capacitate de protecție la picături de ACR (iperită)

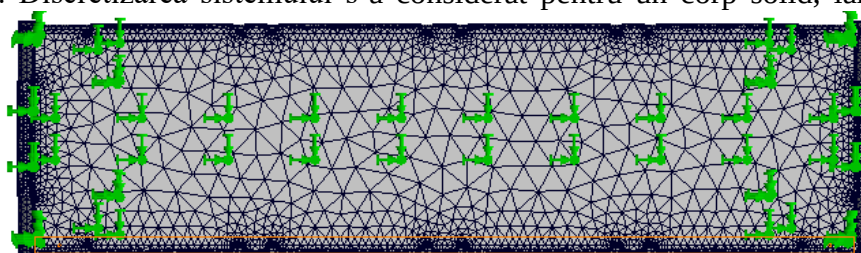




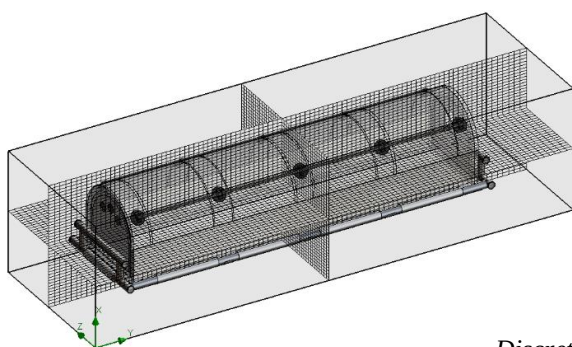
- Cercetări în vederea proiectării demonstratorului tehnologic al produsului incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului. Modelări și simulări privind fluxurile de aer în diferite regimuri de funcționare. Modelări și simulări privind comportarea la solicitare hidrodinamică a structurii precum și comportarea la solicitări în timpul decompresiei rapide/ accidentale la transportul aerian

Pentru analiza comportamentului sistemului, s-au realizat simulări de curgere a aerului în diferite regimuri de funcționare. Modelul este creat din 56 de piese definite după geometria generală a ansamblului, fiecare dintre acestea având mase și volume caracteristice. Studiul efectuat a fost unul de tip Static (Sistemul este considerat a fi în echilibru, iar diferiții parametri determinați nu sunt dependenți de timp). Discretizarea sistemului s-a considerat pentru un corp solid, iar efectele termice au fost incluse. Modelul de bază este prezentat în figura alăturată.

Geometria fixă



Pentru realizarea simulării s-au definit elemente geometrice fixe (față de care se calculează forțele rezultante pentru întreg sistemul) pe suprafața inferioară a modelului. Domeniul computațional a fost setat la o dimensiune de 75x85x270 cm, pentru a acoperi întreg volumul modelului și a lua în calcul o distanță minimă de observare a fluxurilor de aer înainte de intrarea, respectiv după ieșirea din model. Pentru elementele componente au fost definite modele de material, pentru care s-au stabilit o serie de parametri precum: *tipul materialului, rezistența la tracțiune, modulul elastic, coeficientul lui Poisson, densitate, modul de rigiditate*.



Discretizarea domeniului

Discretizarea domeniului computațional s-a definit astfel încât dimensiunea maximă a unui element să fie de 25x27x25mm. Discretizarea s-a efectuat pe un număr de 40x100x40 de elemente (160.000).

Simulările s-au realizat în două regimuri de funcționare (de presiune pozitivă și de presiune negativă).

La nivelul de prototip de cercetare, produsul a urmat o serie de teste pentru evaluarea modului de comportare la transportul pacienților infectați, cu aceste incinte de izolare, cu aeronavele – teste efectuate la **camera barometrică** din cadrul Institutului Național de Medicină Aeronautică și Spațială. Rezultatele testelor au condus la concluzia ca produsul poate fi folosit în **condiții de siguranță până la zboruri la înălțimi de peste 10.000 m**



Etapă 2/2023 Fundamentarea tehnico-științifică privind soluțiile tehnice, inovative, de realizare a demonstratorului tehnologic. Realizarea și testarea demonstratorului tehnologic. Proiectarea, realizarea și verificarea funcționalității liniei de fabricație a lotului prototip industrial

În cadrul Etapei 2/2023 au fost derulate activități specifice, fiind îndeplinite următoarele obiective:

- *Elaborarea specificației de dezvoltare a demonstratorului tehnologic al produsului.*

În contextul măsurilor de asigurare a sănătății și securității la nivel strategic, operativ și tactic, Apărarea CBRN constituie, potrivit conceptelor doctrinare NATO și naționale, un domeniu distinct și de mare importanță. În conformitate cu normele specifice de înzestrare din Armata României, aliniate la standardele NATO, forțele NATO/naționale trebuie să fie dotate în domeniul apărării CBRN, printre altele cu sisteme de tipul ***incintelor portabile pentru izolarea și evacuarea personalului*** în/din medii contaminate cu ACR sau agenți patogeni infecțioși.

În funcție de natura amenințării, ***incintele portabile pentru izolarea și evacuarea personalului funcționează în două regimuri:***

- *Dispozitivul de filtro-ventilație asigură o presiune pozitivă în incintă.* În acest regim produsul asigură:

- pe de o parte, evacuarea răniților din medii contaminate CBR și TIC la autovehicule, aeronave, ambulanțe sau orice alt tip de vehicul cu facilități de transport a răniților pe o targă standard în condiții de siguranță;

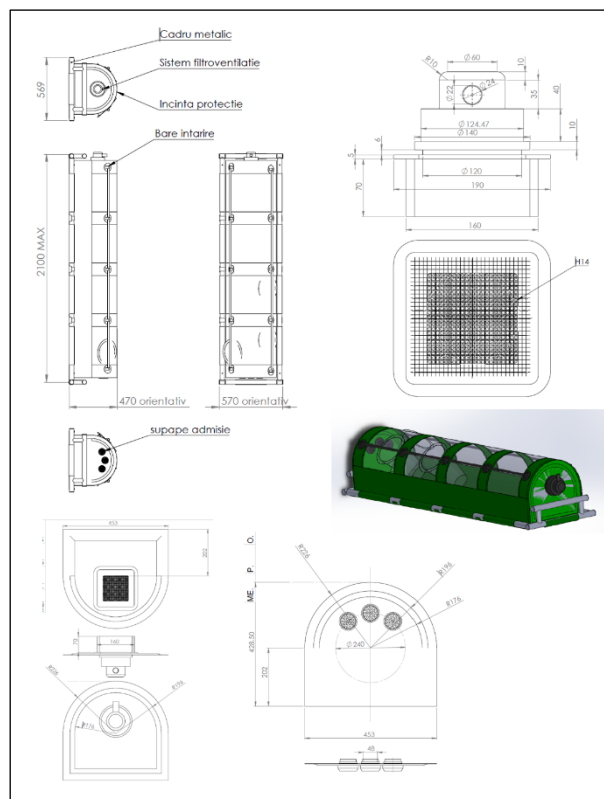
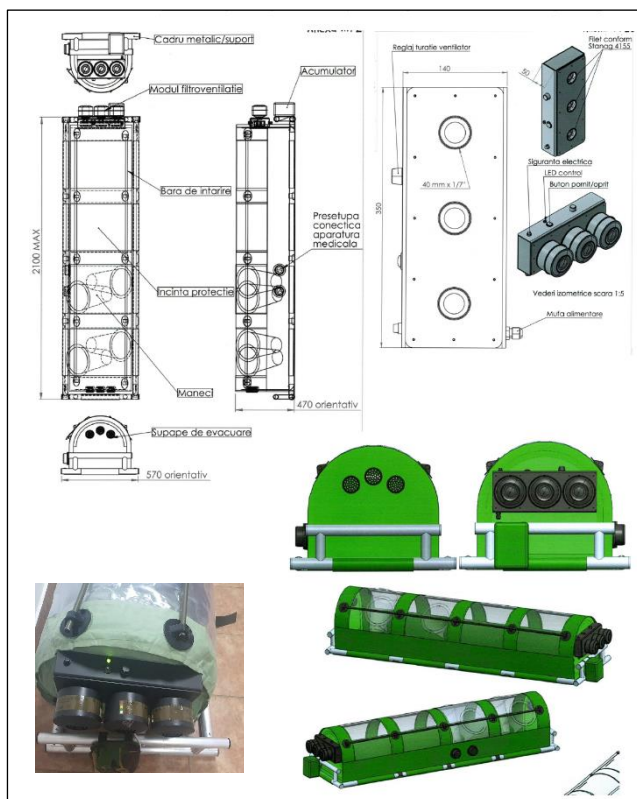
- pe de altă parte, izolarea temporară a răniților față de mediul contaminat CBR/ TIC în lipsa spitalelor sau a oricăror alte facilități medicale

- *Dispozitivul de filtro-ventilație asigură o presiune negativă în incintă.* În acest regim produsul asigură izolarea și transportul pacienților infectați sau contaminați cu agenți patogeni infecțioși prin medii curate, cu menținerea contaminării în interiorul acesteia, permițând simultan proceduri medicale primare de salvare. În plus asigură protejarea lucrătorilor din domeniul asistenței medicale sau a oricărei persoane care poate intra în contact cu un pacient infectat.

Principiul de funcționare se bazează pe circulația unui debit controlat de aer filtrat/decontaminat (prin filtre CBR la admisie în cazul sistemelor din prima categorie sau prin filtre HEPA/ULPA la evacuare în situația sistemelor din cea de a doua categorie) în interiorul incintei de izolare, incintă realizată din materiale cu capacitate de protecție ridicată față de agenții CBR, care asigură o „barieră” între rănit (pacient) și mediul înconjurător.

- *Realizarea demonstratorului al incintei portabile pentru izolarea și evacuarea personalului*

Pe baza specificației de dezvoltare a demonstratorului tehnologic al produsului elaborată partenerul industrial STIMPEX SA București a realizat un lot de 2 bucăți ***incinte portabile pentru izolarea și evacuarea personalului*** - demonstratoare tehnologice. În cadrul acestei activități specialiștii din cadrul Centrului de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie au asigurat asistența tehnică pe întreaga perioadă de realizare a lotului de produse.



- *Testarea și demonstrarea funcționalității demonstratorului tehnologic*

Raport de testare demonstrator tehnologic este structurat pe 2 părți astfel:

- Partea a II-a - *Raport de testare* pentru “ Incinta portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului” (valabil demonstrator tehnologic) în care sunt descrise pe scurt metodele de testare utilizate conform standardelor/procedurilor de testare precum și rezultatele obținute.

În urma parcurgerii programului de testare a rezultat că lotul demonstrator tehnologic întrunește toate condițiile de acceptabilitate impuse prin specificația de dezvoltare a demonstratorului tehnologic.



- *Cercetări privind tehnologia de fabricație la nivel industrial a subsistemului de filtro-ventilației cu dublu sens. Cercetări privind tehnologia de fabricație la nivel industrial a elementelor constructive ale produsului (cu excepția subsistemului de filtro-ventilației) și asamblarea acestuia*

Având la bază demonstratorul tehnologic realizat au fost realizate cercetări care au condus la îmbunătățirea demonstratorului tehnologic (realizarea unui subsistem/ modul de filtro-ventilație CBRN cu dublu sens, depunerea de acoperiri funcționale cu proprietăți de autodecontaminare etc).

Produsul „Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului” (la nivel de prototip industrial – serie 0) este un echipament complex cu dublă funcționalitate.

În modul de funcționare – *presiune negativă* – este un echipament util structurilor medicale sau altor structuri de intervenție, destinat izolării și transportului personalului suspect sau confirmat a fi contaminat cu agenți biologici pe platforme terestre aflate în înzestrarea armatei sau Inspectoratului pentru Situații de Urgență. Utilizarea unei unități de izolare mobile cu presiune negativă conduce la scăderea la minim atât a riscurilor de contaminare a platformelor de transport cât și a personalului care le deservește.

În modul de funcționare – *presiune pozitivă* – este un echipament util structurilor medicale sau altor structuri de intervenție, destinat izolării și evacuării răniților din medii contaminate CBR și TIC la autovehicule, aeronave, ambulanțe sau orice alt tip de vehicul cu facilități de transport a răniților pe o targă standard în condiții de siguranță. Produsul asigură reducerea efectelor contaminării asupra răniților, conducând la limitarea pierderilor de vieți omenești în condițiile executării misiunilor în medii contaminate.

- *Elaborarea documentației tehnice de fabricație a produsului – prototip industrial*

Au fost proiectate și desenate elementele componente ale produsului, pe baza cărora se pot confecționa șabloanele de execuție. Documentație de fabricație împreună cu “Studiul privind tehnologia de fabricație la nivel industrial a Incintei portabile pentru izolarea și evacuarea personalului” elaborat anterior au stat la baza realizării prototipului industrial.

Principale elemente componente ale produsului sunt:

Cadrul metalic este realizat din materiale ușoare care să suporte o sarcină de max. 130 kg (în configurația completă a produsului).

Incinta de protecție la agenți toxici este realizată din pânză poliesterică cauciucată cu un compound de cauciuc brom butilic-polietilenă ignifugat. La unul din capete sunt prevăzute 2 blocuri de racordare a ventilatorului subsistemului de filtro-ventilație, marcate corespunzător regimului de funcționare (“+” – pentru regim de funcționare cu presiune pozitivă și “-” pentru regim de funcționare cu presiune negativă. La capătul opus sunt prevăzute 4 blocuri de fixare cartușe filtrant sorbante CBR cu filet NATO conform STANAG 4155.

Pentru introducerea pacientului, incinta este prevăzută cu fermoar etanș, dispus pe 3 laturi ale acesteia.

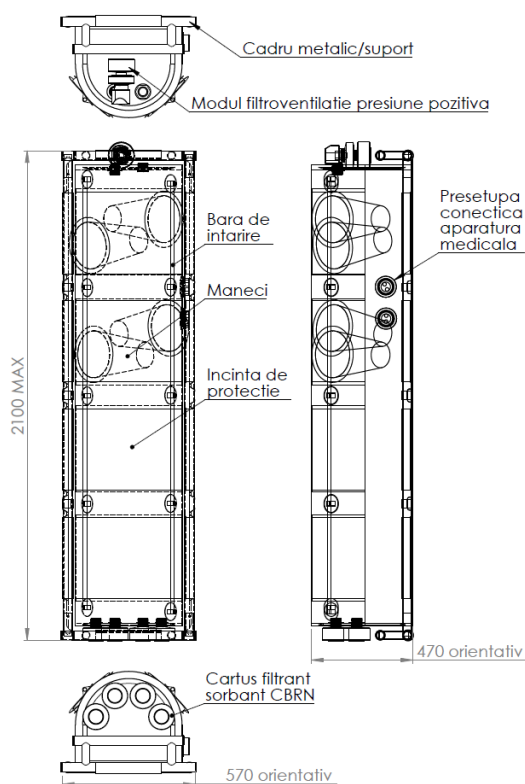


Subsistemul de filtroventilație. Este compus din motor-ventilator și elemente filtrante. Carcasa motorului-ventilator va fi realizată din oțel-inox sau material plastic, cu îmbinări prevăzute cu garnituri care să asigure etanșarea acestora. Va permite funcționarea atât în regim de admisie cât și de evacuare a aerului.

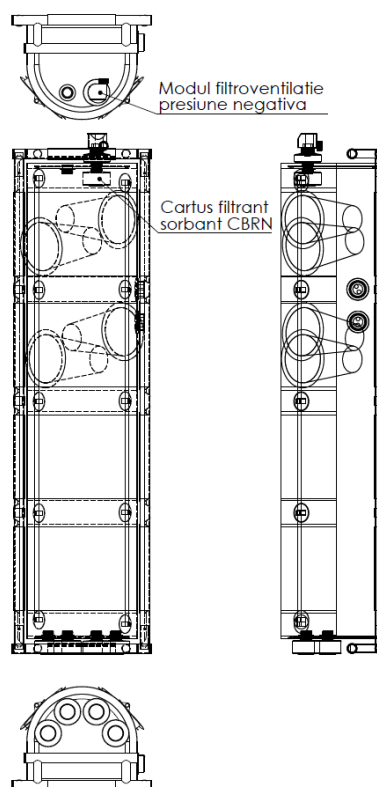
Fluxul de aer în regim presiune pozitivă va fi următorul: aerul contaminat din exterior este trecut printr-un cartuș filtrant sorbant CBR montat pe motorul-ventilator la poziția “+”, intră “curat” în incintă, “spală” pacientul/rănitul și este evacuat prin partea opusă prin supapele de evacuare (se pot monta și cartușe filtrant sorbante CBR).

Fluxul de aer în regim presiune negativă va fi următorul: aerul curat din exterior intră în incinta de protecție prin cele 4 cartușe filtrant sorbante CBR dispuse la partea de la picioarele pacientului, și evacuat, “curat”, de către motorul ventilator montat la poziția “+” prin intermediul unui filtru antiaersoli și a unui cartuș filtrant CBR spre exterior, asigurând în interiorul incintei presiune negativă.

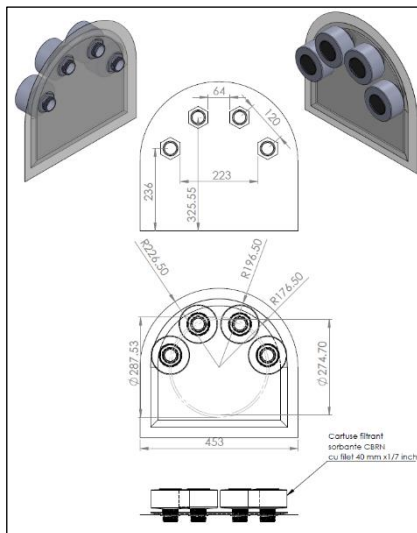
Manometrul diferențial se achiziționează de pe piață (nu se dezvoltă în cadrul proiectului).



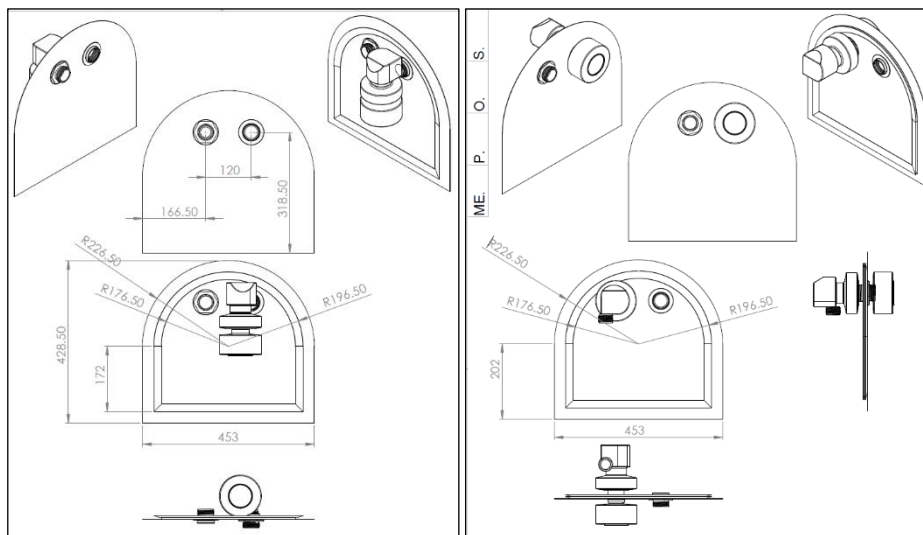
Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului – prototip industrial, ansamblu (funcționare în regim de presiune pozitivă)



Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului – prototip industrial, ansamblu (funcționare în regim de presiune negativă)



Capac spate Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului – prototip industrial, ansamblu.



Capac față Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului – prototip industrial, ansamblu (stânga - funcționare în regim de presiune pozitivă, dreapta - funcționare în regim de presiune negativă)

- Proiectarea și realizarea liniei de fabricație și asamblare a incintei portabile pentru izolarea și evacuarea personalului (inclusiv a componentelor pentru depunerile/ aplicarea tratamentelor speciale) a fost realizată de coordonatorul proiectului, partenerul industrial STIMPEX SA București cu asistență de specialitate din partea P1. Acesta a stabilit echipamentele necesare, succesiunea operațiilor, precum și modul de amplasare a echipamentelor astfel încât să poată fi realizat un flux tehnologic eficient.



Plotter tipare



Mașină debitat metale



Aparat sudură MIG/MAG



Mașina de
croit tip Kuris



Mașina automată
de tăiat accesorii



Etapa 3/2024 . Fabricarea lotului prototip și validarea acestuia prin testarea funcționalității acestuia în condiții care simulează condițiile reale de contaminare CBR. Cerere brevet. Workshop și diseminare la manifestări tehnico-științifice pe tematica proiectului.

În cadrul Etapei 2/2023 au fost derulate activități specifice, fiind îndeplinite următoarele obiective:

- *Fabricarea lotului prototip industrial*

Pe baza documentației tehnice de fabricație a produsului și utilizând liniile de fabricație și asamblare realizate, partenerul industrial STIMPEX SA București a realizat un lot de 5 bucăți ***incinte portabile pentru izolarea și evacuarea personalului*** – prototip - serie 0. În cadrul acestei activități specialiștii din cadrul Centrului de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie au asigurat asistența tehnică pe întreaga perioadă de realizare a lotului de produse.



- *Testarea-evaluarea de dezvoltare a lotului prototip - serie 0*

A fost elaborat planul de testare și evaluare, au fost realizate testele prevăzute în plan și a fost întocmit un raport de testare și evaluare a lotului prototip-serie 0.

Planul de testare și evaluare pentru “Incinta portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului” (valabil lot prototip-serie 0) prezintă programul de testare, fiind detaliate etapele ce urmează a fi parcurse, produsele supuse testării, metodele de testare, standardele de referință și/sau procedurile interne de testare, parametrii supuși testării precum și limitele de acceptare.

Programul de testare a fost parcurs de întreg lotul prototip industrial de 5 cpl. “Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului” pentru verificări inițiale (probe nedistructive) precum și de 2 incinte pentru verificările care permit eșantionarea probelor de testare pentru testele distructive.

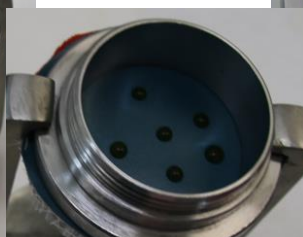


În tabelul următor este prezentată o sinteză a principalelor rezultate care conduc la validarea conformității produsului cu cerințele formulate în specificația de fabricație.

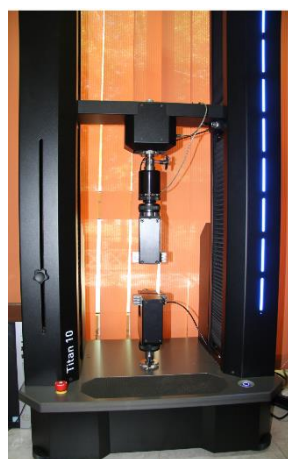
Nr. crt.	Caracteristica	U/M	Valoare impusă	Valoare obținută	Concluzii
<i>Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului</i>					
1.	Componența produsului	-	- cadrul metalic/ suport; - incintă de protecție; - modul de filtru-ventilație CBRN; - manometru diferențial; - geantă de transport	- cadrul metalic/ suport; - incintă de protecție; - modul de filtru-ventilație CBRN; - manometru diferențial; - geantă de transport	CORESPUNDE
2.	Masa produsului	kg	max.25	23,6	CORESPUNDE
3.	Presiune pozitivă în incinta izolantă (<i>în regim de funcționare cu presiune pozitivă</i>)	Pa	min.70	96	CORESPUNDE
4.	Presiune negativă în incinta izolantă (diferență de presiune față de mediul exterior), (<i>în regim de funcționare cu presiune negativă</i>)	Pa	min.25	40 ÷ 50	CORESPUNDE
<i>Cadru metalic/suport</i>					
5.	Sarcină suportată	kg	max. 130	> 130	CORESPUNDE
6.	Dimensiuni de gabarit, Lxl	mm	2080±50 x 547±30	2050 x 550 mm	CORESPUNDE
<i>Incintă de protecție</i>					
7.	Să permită conectarea rănitului la aparatura medicală de prim ajutor	-	Permite conectarea rănitului la aparatura medicală de prim ajutor	Permite conectarea rănitului la aparatura medicală de prim ajutor	CORESPUNDE
8.	Să dispună de ferestre transparente	-	Ferestre transparente	Dispune de ferestre transparente	CORESPUNDE
9.	Să dispună de mănuși atașate pentru acordarea primului ajutor	-	Existența mănușilor atașate pentru acordarea primului ajutor	Dispune de mănuși atașate pentru acordarea primului ajutor	CORESPUNDE
10.	Să fie prevăzut cu fermoar etanș la agenți chimici	-	Închidere cu fermoar etanș la agenți chimici	Închiderea se realizează cu fermoar etanș la agenți chimici	CORESPUNDE
11.	Capacitatea de protecție față de ACR lichizi a materialelor de confecție (<i>suport textil/poliesteric acoperit cu cauciuc butilic și folie multistrat</i>)	ore	min 8 (10g/m ² HD)	> 8 (10g/m ² HD)	CORESPUNDE



Nr. crt.	Caracteristica	U/M	Valoare impusă	Valoare obținută	Concluzii
12.	Rezistență la rupere material de confecție – suport textil/ poliesteric acoperit cu cauciuc butilic -urzeală -bătătură	N N	min.600 min.400	701 504	CORESPUNDE
13.	Rezistență la sfâșiere material de confecție – suport textil/ poliesteric acoperit cu cauciuc butilic -urzeală -bătătură	N N	min.14 min.12	15,9 14,1	CORESPUNDE
14.	Tensiunea la rupere folie multistrat de confecție -longitudinal -transversal	MPa MPa	min.14 min.12	16,3 14,9	CORESPUNDE
15.	Rezistență la sfâșiere folie multistrat de confecție -longitudinal -transversal	N/m m N/m m	min.20 min.15	22,3 17,1	CORESPUNDE
16.	Rezistență la presiune hidrostatică material de confecție – suport textil/poliesteric acoperit cu cauciuc butilic	mm col. apă	min. 8.000	> 8.000	CORESPUNDE
17.	Rezistență la presiune hidrostatică folie multistrat de confecție	mm col. apă	min. 8.000	> 8.000	CORESPUNDE
18.	Rezistență la tracțiune lipituri/ cusături -longitudinal -transversal	N N	min. 400 min. 300	474 387	CORESPUNDE
19.	Rezistență la perforație a materialului de confecție suport textil/poliesteric acoperit cu cauciuc butilic	N	min. 25	33	CORESPUNDE
20.	Rezistență la perforație a materialului de confecție folie multistrat	N	min. 25	29	CORESPUNDE
Subsistem/Modul de filtru-ventilație CBRN					
21.	Autonomie	ore	min. 4	> 4	CORESPUNDE
22.	Filet conectare cartușe filtrant-sorbante CBRN	-	conform STANAG 4155	Rd 40 mm x 1/7"	CORESPUNDE
23.	Filtru antiaerosoli	-	clasa H14	clasa H14	CORESPUNDE



Verificarea capacității de protecție față de agenții chimici de război (iperită)



Verificarea rezistenței la
tracțiune/ sfâșiere

Verificarea rezistenței la
presiune hidrostatică



Verificarea rezistenței la
perforație



Prin desfășurarea proiectului, s-a realizat transferul tehnologic către STIMPEX SA, dezvoltarea în parteneriat și implementarea tehnologiei de fabricație, în vederea realizării lotului prototip industrial de serie mică (Incinta portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului, de către STIMPEX S.A.).

Concluzionând, a fost dezvoltat un prototip cu nivelul de maturitate tehnologică TRL 6, demonstrând-se funcționalitatea produsului în condiții relevante de funcționare. A fost testat și optimizat prototipul la exigențele nivelului de maturitate tehnologică TRL 6, prin urmare gradul de îndeplinire al obiectivelor specifice și, implicit, al obiectivului general, a fost de 100%.

Diseminarea rezultatelor științifice

In cadrul proiectului a fost întocmită și depusă *1 cerere de brevet național*:

1. C.D. Său, C.S. Lăzăroaie, G.O. Iorga, F. Alexe, A. Marin “Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului cu funcție de autodecontaminare”, transmisă departamentului de specialitate din cadrul Direcției Generale pentru Armamente din MAPN, în vederea înregistrării la OSIM, cu nr. A2409/12.06.2024

De asemenea, pentru îndeplinirea livrabilelor din planul de realizare și pentru prezentarea rezultatelor obținute au fost realizate o serie de lucrări/ articole științifice:

- Articole ISI:

- Gabriela TOADER, Andreea MOLDOVAN, Aurel DIACON, Florin Marian DIRLOMAN, Edina RUSEN, Alice PODARU, Traian ROTARIU, Raluca Elena GINGHINA, Oana Elisabeta HOZA, Effect of aromatic chain extenders on polyurea/polyurethane coatings designed for defense applications, Polymers MDPI

- Edina RUSEN, Gabriela TOADER, Aurel DIACON, Florin DÎRLOMAN, Liviu MATACHE, Florentina ALEXE, Adrian DINESCU, Alexandra MOCANU, , Synthesis and Mechanical Performances of Polyurethane Bio-Based Adhesives Resulted from the Depolymerization of Lignocellulose Biomass, ACS Omega 2023 8 (41), 38178-38190, DOI: 10.1021/acsomega.3c04393

- Gabriela TOADER, Raluca-Elena GINGHINA, Adriana Elena BRATU, Alice Ionela PODARU, Daniela PULPEA, Traian ROTARIU, Ana Mihaela GAVRILĂ, Aurel DIACON, *Ionic cross-linked hydrogel films for immediate decontamination of chemical warfare agents, GELS (manuscris)*

- Conferințe internaționale:

- Adriana BRATU, Raluca GINGHINĂ, Izabela STANCU, Gabriela TOADER, Oana HOZA, Florina ZORILĂ, Tudor-Viorel ȚIGĂNESCU, Hydrogels for wounds caused by blister agents, The International Symposium "PRIOrities of CHEMistry for a sustainable development" PRIOCHEM XVIII th Edition, Bucharest, ROMANIA - October 26 – 28, 2022.

- Raluca GINGHINĂ, Adriana BRATU, Gabriela TOADER, Tudor-Viorel ȚIGĂNESCU, Nanoparticles - Enriched Compositions with Applications in Chemical Warfare



Agents Neutralization Textiles, 9th International Conference on Materials Science and Technologies – RoMAT 2022, Bucharest, ROMANIA - November 24 – 25, 2022.

○ Daniel CĂLINESCU, Gabriela TOADER, Andreea MOLDOVAN, Raluca GINGHINĂ, Florentina ALEXE, Alice PODARU, Florin DARLOMAN, Mihai ALEXANDRU, Florina ZORILĂ, Ecological Effervescent Tablets for Decontamination Applications, 9th International Conference on Materials Science and Technologies – RoMAT 2022, Bucharest, ROMANIA - November 24 – 25, 2022.

○ Daniela PULPEA, Gabriela TOADER, Bogdan PULPEA, Liviu MATACHE, Adrian ROTARIU, Traian ROTARIU, Pamfil ȘOMOIAG, Alice PODARU, Mihai UNGUREANU, *Mechanical Properties of Peelable Coatings Employed for CBRN Decontamination*, 9th International Conference on Materials Science and Technologies – RoMat 2022, Bucharest, Romania (poster)

○ Ciprian SĂU, Raluca GINGHINĂ, Florentina ALEXE, Dan CĂLINESCU, Dănuț MOȘTEANU, *Portable isolation unit with positive and negative pressure for contaminated people's transportation*, The 30th edition of the KBO 2024 conference, Land Forces Academy, Sibiu, June 13-15, 2024.

În cadrul expoziției internaționale Black Sea Defense and Aerospace (BDSA), organizată în București în perioada 22-24.05.2024, în cadrul standului companiei coordonatoare a proiectului STIMPEX SA a fost expusă o gamă largă de produse din portofoliul companiei, ocazie cu care a fost prezentat și produsul dezvoltat în cadrul proiectului.

Coordonatorului proiectului, STIMPEX SA, a organizat la sediul companiei, în data de 17.06.2024, un workshop în care a prezentat rezultatele proiectului.



MINISTERUL EDUCAȚIEI



Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului (IzoEvac)

Denumire program din PN III: P2 - Creșterea competitivității economiei românești prin cercetare, dezvoltare, inovare;

Denumire Subprogram: Subprogramul 2.1-Competitivitate prin cercetare, dezvoltare și inovare;

Tip proiect: Proiect de transfer la operatorul economic;

Cod proiect : PN-III-P2-2.1-PTF-2021-0357;

Contract de finanțare: 1051/PTF/2022

Consorțiu: CO- STIMPEX SA, PI-Centrul de Cercetare și Inovare pentru Apărare CBRN și Ecologie

Director de proiect STIMPEX SA
Ing. Marcel ISTRATE

Responsabil de proiect CCIACBRNE
Col. dr. ing. Ciprian SĂU

Prezentarea livrabililor/indicatorilor obținuți la finalul proiectului comparativ cu cei propuși.

Nr. crt.	Livrabile/indicatori planificați	Nr.	Livrabile/indicatori realizați	Nr.
1.	Raport de experimentare privind caracteristicile de filtrare și a căderii de presiune pentru structurile multistrat - filtre combinate complexe	1	Raport de experimentare privind caracteristicile de filtrare și a căderii de presiune pentru structurile multistrat - filtre combinate complexe	1



Nr. crt.	Livrabile/indicatori planificați	Nr.	Livrabile/indicatori realizați	Nr.
2.	Raport de experimentare privind decontaminarea catalitică și fotocatalitică a agenților chimici de război	1	Raport de experimentare privind decontaminarea catalitică și fotocatalitică a agenților chimici de război	1
3.	Raport de experimentare privind rezistența mecanică și la acțiunea agenților chimici a materialelor cu posibilă utilizare la realizarea produsului	1	Raport de experimentare privind rezistența mecanică și la acțiunea agenților chimici a materialelor cu posibilă utilizare la realizarea produsului	1
4.	Studiu privind modelarea și simularea fluxurilor de aer în diferite regimuri de funcționare, comportarea la solicitări hidrodinamice a structurii și comportarea la solicitări în timpul decompresiei accidentale la transportul aerian	1	Studiu privind modelarea și simularea fluxurilor de aer în diferite regimuri de funcționare, comportarea la solicitări hidrodinamice a structurii și comportarea la solicitări în timpul decompresiei accidentale la transportul aerian	1
5.	Specificația de dezvoltare a demonstratorului tehnologic al produsului	1	Specificația de dezvoltare a demonstratorului tehnologic al produsului	1
6.	Lot demonstrator tehnologic Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului	2	Lot demonstrator tehnologic Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului	2
7.	Raport de testare demonstrator tehnologic	1	Raport de testare demonstrator tehnologic	1
8.	Studiu privind tehnologia de fabricație la nivel industrial a produsului (elemente constructive și subsistem filtro-ventilație)	1	Studiu privind tehnologia de fabricație la nivel industrial a produsului (elemente constructive și subsistem filtro-ventilație)	1
9.	Documentație tehnică de fabricație produs - prototip industrial	1	Documentație tehnică de fabricație produs - prototip industrial	1
10.	Documentație tehnică pentru linia de fabricație a produsului – prototip industrial (subsistem de filtro-ventilație cu dublu sens, elemente componenete produs, asamblare produs)	1	Documentație tehnică pentru linia de fabricație a produsului – prototip industrial (subsistem de filtro-ventilație cu dublu sens, elemente componenete produs, asamblare produs)	1
11.	Linie fabricație	1	Linie fabricație	1
12.	Lot prototip-serie 0 Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului	5	Lot prototip-serie 0 Incintă portabilă pentru izolarea și evacuarea personalului	5
13.	Plan de testare evaluare de dezvoltare a produsului – prototip industrial	1	Plan de testare evaluare de dezvoltare a produsului – prototip industrial	1
14.	Raport de testare evaluare de dezvoltare a produsului – prototip industrial	1	Raport de testare evaluare de dezvoltare a produsului – prototip industrial	1
15.	Cerere de brevet de invenție	1	Cerere de brevet de invenție	1
16.	Articol BDI/ articol la conferință națională/ internațională	2	Articol BDI/ articol la conferință națională/ internațională	5
17.	Articol ISI	1	Articol ISI	3
18.	Stand de prezentare	1	Stand de prezentare	1
19.	Workshop	1	Workshop	1
20.	Pagină web a proiectului	1	Pagină web a proiectului	1

Director de proiect

Ing.

Marcel ISTRATE

Data: 20.06.2024