

MOBILE COMPLEX DECONTAMINATION UNIT

GHENA Marian-Florentin^{1*}, CIORANU Cristina², IORDACHE Lucreția-Theodora³,
SMIRICOV Andreea-Elena⁴ și TUDOROIU Florina-Simona⁵

¹Facultatea: IIR, Specializarea: INPN, Anul de studii: II, e-mail: marian.florentin.ghena@gmail.com

²Facultatea: IIR, Specializarea: IAAC, Anul de studii: II, e-mail: cristina.cioranu20@gmail.com

³Facultatea: IIR, Specializarea: DIPI, Anul de studii: II, e-mail: iordachetheodora10@gmail.com

⁴Facultatea: IIR, Specializarea: IEMA, Anul de studii: II, e-mail: andreeasmiricov@gmail.com

⁵Facultatea: IIR, Specializarea: IEMA, Anul de studii: II, e-mail: todoroiu_simona96@yahoo.ro

Conducător științific: Conf.univ.dr.ing. **Elena LĂCĂTUȘ**

SUMMARY: Due to the evolution of the pandemic, the project has undergone several changes over time; from light, simple and compact products, it has reached mobile equipment that comes to the aid of qualified personnel. The latest method in SARS-CoV2 infections worldwide shows that we are still at the beginning of the global launch of vaccination and that an international effort will be needed to bring the pandemic under control around the globe. In order to help the current situation, mobile and complex assembly have been created that uses some of the most innovative technologies.

CUVINTE CHEIE: decontaminare complexă, radiație UVC, concentrat dezinfectant, pulverizare.

1. Introducere

Din cauza activităților pe care omul le realizează zilnic, involuntar este nevoit să interacționeze cu diverse suprafețe și obiecte care conțin bacterii și viruși de tot felurile. Chiar dacă acesta are tendința de a-și spăla mâinile în mod regulat, nu este același lucru și în cazul spălării suprafețelor și obiectele pe care le-au atins deoarece bacteriile sunt microorganisme procariote și alcătuiesc domeniul Bacteria (sinonim Eubacteria). Prezintă de cele mai multe ori o lungime de câțiva micrometri, dar sunt foarte diverse din punct de vedere morfologic, regăsindu-se sub formă sferică, alungită sau spiralată (elicoidală). Bacteriile au fost printre primele forme de viață care au apărut pe Pământ și sunt prezente în majoritatea habitatelor existente. Se regăsesc în sol, apă, izvoare termale, deșeuri radioactive, [1] chiar și la adâncimi mari din scoarța terestră. Bacteriile trăiesc în relații de simbioză sau sunt uneori paraziți ai plantelor și animalelor. În schimb, un virus este un agent patogen inframicrobian, invizibil la microscopul optic, care nu are capacitatea de autoreproducere, ci este multiplicat de celula parazitată. Virusurile provoacă diverse boli infecțioase numite viroze [2]. Virusurile reprezintă cea mai simplă formă de viață acelulară. Virusurile nu sunt considerate ființe vii, dar cu toate acestea dispun de material genetic, aflându-se la intersecția dintre viu și neviu. Spre deosebire de celelalte forme de viață, nu consuma hrană și nu produc energie.

2. Stadiul actual și produse concurente



S-au identificat mai multe produse disponibile comercial pe piață care îndeplinesc funcțiile de bază de decontaminare și sterilizare la care se adaugă și celelalte funcții secundare precum depozitarea obiectelor decontaminate, însă niciunul nu satisface toate nevoile și restricțiile impuse.

Provocările continue în ceea ce privește menținerea optimă a curățării obiectelor medicale și dezinfectării camerelor spitalului au creat un interes crescut pentru tehnologiile de decontaminare “fără atingere”, inclusiv utilizarea luminii ultraviolete (UV). Mai multe studii au arătat că unele dispozitive UV pot reduce considerabil contaminarea suprafețelor și pot reduce infecțiile asociate asistenței medicale. În ciuda comercializării substanțiale a acestor dispozitive pentru utilizare în mediile de sănătate, sunt disponibile puține informații cu privire la dozele de radiație UV-C necesare pentru a produce reducerile

dorite ale agenților patogeni din domeniul sănătății și capacitatea dispozitivelor mobile de a administra doze adecvate pe diferite suprafețe din camerele pacienților. [3]

Analiza produselor disponibile comercial este prezentată în tabelul 2.1.

Tabelul 2.1. Produsele disponibile comercial

Produs	Caracteristici
	<p>Inactivează până la 99.99% dintre bacteriile rezistente: Coronavirus, Clostridium Difficile, MRSA, VRE, Norovirus etc.</p> <p>Poate fi programat și este ușor de utilizat inclusiv de personalul de curățenie, nu necesită competențe speciale. Poate funcționa zi și noapte, iar lumina UV cu care distruge virusii și bacteriile pătrunde în toate spațiile și locurile greu accesibile personalului care asigură servicii de curățenie.</p> <p>Nu este un dispozitiv medical, ceea ce face ca utilizarea lui să fie una extrem de ușoară din punct de vedere administrativ.</p>
	<p>Dezinfectează Dezinfectează 100% orice zona Igienizează Igienizează 100% orice zona Distruge Bacteriile Distruge bacteriile 100% Distruge virusii Distruge virusii 100% Programare inteligentă Autonomie mare Acumulatorul ofera un timp de lucru de peste 8 ore</p>
	<p>Dimensiuni corp aparat dezinfectare - lățime: 111.2 cm - adâncime: 48 cm - înălțime: 216.6 cm Dimensiuni corp control - lățime: 33 cm - adâncime: 103.4 cm - înălțime: 75.3 cm Capacitate rezervor dezinfectant - 38 l</p>
	<p>Componente în detaliu: Structura din aluminiu 1,5x4,5 m cu 8 picioare și o înălțime de trecere de 2,20 m Oxford 500D acoperiș 1,5x4,5 m cu 4 găuri speciale pentru aerisire (în zona centrală a acoperișului pe fiecare parte), 2 pereți laterali Oxford 500D, fiecare 4,5 m, 8 plăci de podea galvanizate Iluminare LED, Podea din cauciuc 1,5x4,5 m Linie de duză din oțel inoxidabil Sistem de pompare extern din aluminiu, constând din: Dulap de control cu barieră de lumină și releu de timp Pompă de înaltă presiune (70 bar), debit de apă 1 l / min Pompa de dozare automată, Suport pentru recipientul dezinfectant, Filtru de apă</p>

În urma unei analize tehnico-economice, a rezultat faptul că este mult mai indicat achiziționarea echipamentelor ansamblului decât fabricarea acestora din cauza gradului ridicat de acuratețe/precizie.

3. Analiza SWOT

Conceptul analizei strategice SWOT provine dintr-o cercetare efectuată între anii 1960 și 1970 la Stanford Research Institute din SUA. Acronimul SWOT provine din engleză Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats, însemnând „Puncte tari, Puncte slabe, Oportunități, Amenințări”. [4] Analiza SWOT reprezintă o metodă utilizată în mod frecvent în mediul industrial și de afaceri pentru a veni în ajutorul proiectării unei viziuni de ansamblu asupra unui produs sau al întregii firme. Funcționează ca o radiografie a firmei sau a ideii de afaceri și evaluează în același timp factorii de influență interni și externi ai unei organizații, precum și poziția acesteia pe piață sau în raport cu ceilalți competitori. Este utilizat în prima fază a unui proiect, pentru ca elementele de analiză să poată alcătui baza planului de proiect și să poată fi folosite ulterior în cadrul proiectului. [5] Folosind analiza SWOT prezentată în tabelul 3.1., echipa a identificat punctele tari și slabe, oportunitățile și amenințările din cadrul proiectului.

Tabelul 3.1. Analiza SWOT

Puncte tari	Puncte slabe
Design atractiv Îndeplinește funcții multiple Materiale rezistente Costuri reduse Produs inovativ Focalizare pe necesitățile apărute pe piață pe termen lung Dezvoltare spirit de echipă în organizație prin respectarea și înțelegerea muncii fiecăruia Tehnologie inovatoare Adaptabilitate în funcție de nevoi Mobilitate	Număr limitat de produse oferite Bugetele de marketing sunt mici, doar marii producători au acces la publicitatea pe scară largă Lipsa surselor de finanțare. Dimensiuni mari
Oportunități	Amenințări
Creșterea cererii pe piață a produselor multifuncționale Variatatea redusă pe piață a unui produs care să satisfacă această nevoie Adăugarea de noi funcții acestui tip de produs poate crea un avantaj față de produsele de pe piață Evoluție pandemie Îmbolnăvirea continuă a personalului calificat Nevoia unei incinte care poate asigura medicilor siguranță	Ridicarea costurilor produsului poate duce la scăderea succesului produsului pe piață Scoaterea pe piață de către concurență a unor produse cu funcții multiple Apariția crizei financiare

În urma aplicării analizei SWOT, rezultă faptul că implementarea incintei mobile de decontaminare complexă prezintă un potențial ridicat de succes deoarece numărul oportunităților și al punctelor tari este mult mai mare comparativ cu amenințările și punctele slabe.

4. Evoluția produsului

În graficul din figura 4.1. se poate observa situația cazurilor de infectare cu SARS-CoV2 la nivel mondial pe parcursul unui an de la apariție:

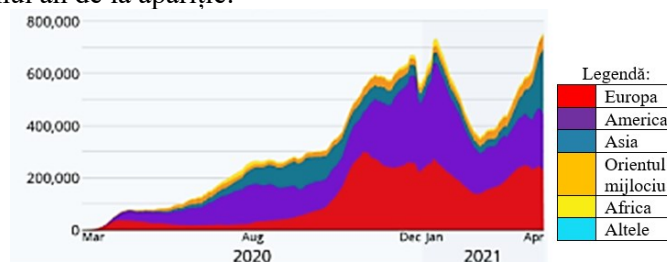


Fig. 4.1. Evoluția cazurilor de infectare cu SARS-CoV2 [6]

Se observă că cel mai mare număr de infectări cu acest virus aparține populației Africii.

La 11 martie 2020, Organizația Mondială a Sănătății a anunțat oficial despre COVID-19 ca ar putea fi clasificat drept o pandemie.

"OMS a evaluat non-stop acest focar non-stop și suntem profund îngrijorați atât de nivelurile alarmante de răspândire și severitate, cât și de nivelurile alarmante de inacțiune", a declarat atunci directorul general al organizației, Tedros Adhanom.

Pe atunci, OMS raporta 118.000 de cazuri în 114 de țări, îndemnând factorii de decizie să ia măsuri agresive pentru a schimba cursul pandemiei. „Aceasta nu este doar o criză de sănătate publică, ci o criză care va atinge fiecare sector”, a avertizat Tedros Adhanom, într-o declarație parcă prevestitoare din perspectiva actuală.

Treisprezece luni mai târziu, au existat peste 141 de milioane de cazuri de COVID-19 în întreaga lume, peste 3 milioane de oameni murind de boală și milioane suferind de efectele sale pe termen lung. În timp ce numărul de cazuri în scădere și accelerarea lansării vaccinului au stârnit optimism în unele părți ale lumii, experții în sănătate au avertizat în repetate rânduri că virusul rămâne o amenințare iminentă pentru moment, în special cu apariția mai multor variante ale acestuia în toată lumea. [6]

Pe parcursul semestrelor, produsul nostru a suferit mai multe modificări (fig. 4.2.), motivul principal fiind situația pandemică actuală. Creșterea cazurilor de coronavirus, îmbolnăvirea continuă a personalului medical, a făcut dintr-un produs mobil, de dimensiuni mici, care dezinfecta telefoane și obiecte mici, un echipament pentru îndepărtarea și decontaminarea mânușilor și măștilor. A treia evoluție a produsului, o constă într-un ansamblu de decontaminare și sterilizare cu UV în care este inclus și echipamentul pentru îndepărtarea și decontaminarea mânușilor și măștilor. Ultima variantă, este o variantă mai îmbunătățită a celui de-al treilea concept, iar îmbunătățirile aduse sunt: ansamblul a devenit mobil prin adăugarea unui container cu roți (fig. 4.7.), modificarea tunelului de decontaminare și sterilizare (fig. 4.3.) și modificarea echipamentului automat pentru decontaminarea și sterilizarea diverselor incinte cu ajutorul radiațiilor UV (fig. 4.5.)

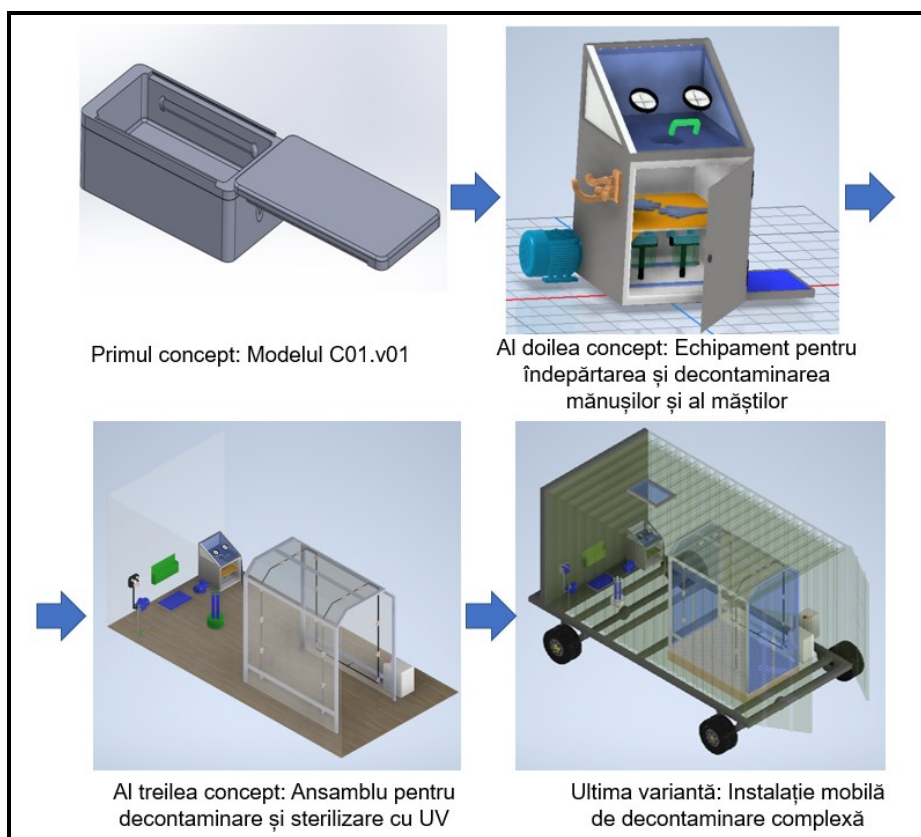


Fig. 4.2. Evoluția ansamblului

Proiectarea produselor s-a realizat utilizând programul dedicat intitulat Autodesk Inventor 2020 utilizând licența de student [7]. Pentru asamblarea pieselor, se va folosi modulul Assembly Design, unde cu ajutorul constrângerilor se asamblează părțile obținute în modulul Part Design.

Pentru o bună înțelegere a incintei mobile, vor fi prezentate și descrise mai jos produsele care au suferit modificări.

Tunel pentru decontaminare și sterilizare cu agenți chimici

În domeniul sănătății, „alcoolul” se referă la doi compuși chimici solubili în apă - alcool etilic și alcool izopropilic - care au în general caracteristici germicide subestimate. Acești alcooli sunt rapid bactericizi și nu bacteriostatici împotriva formelor vegetative ale bacteriilor. De asemenea, sunt tuberculocide, fungicide și virucide, dar nu distrug sporii bacterieni. Activitatea lor cidală scade brusc atunci când este diluată sub 50% concentrație, iar concentrația bactericidă optimă este de 60% - 90% soluții în apă [8]. Alcoolul etilic (70%) a fost concentrația cea mai eficientă pentru uciderea fazei tisulare de *Cryptococcus neoformans*, Alcoolul izopropilic (20%) este eficient în uciderea chisturilor *Acanthamoeba culbertsoni*, cum sunt clorhexidina, peroxidul de hidrogen și timerosal [9]. Un echipament care are drept scop decontaminarea utilizând alcoolul este prezentat în figura 4.3.

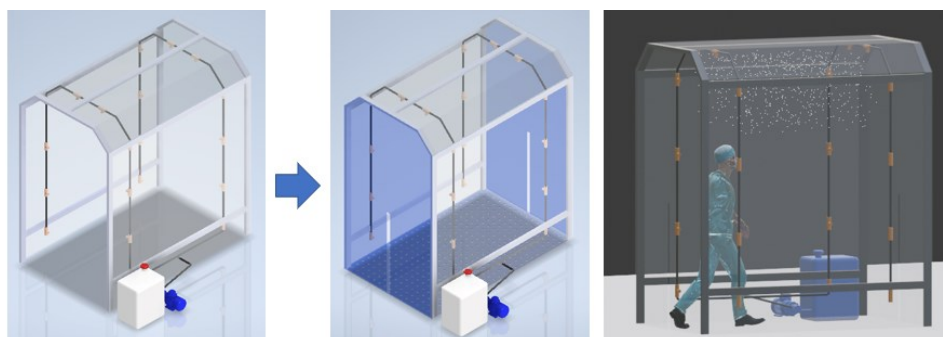


Fig. 4.3. Modificarea tunelului de decontaminare și sterilizare cu agenți chimici

Mod de funcționare

Acționarea incintei se realizează automat prin activarea ei de către senzorii încorporați în momentul în care aceștia detectează un individ în perimetrul de funcționare care vor porni la rândul lor cele 20 surse de pulverizare concomitente, ajustabile pe înălțime. Acest dispozitiv este instalat pe circuitul epidemiologic de intrare în încăperea destinată decontaminării și sterilizării echipamentelor purtate de către cadrul medical. La ieșirea din tură, personalul trece echipat prin acest filtru și este decontaminat cu soluții de grad înalt sub formă de vapori, pentru siguranță cât mai mare și scăderea riscurilor de accidente epidemiologice. Ulterior, personalul se dezchipează, se dezinfectează și efectuează un duș conform normelor. În figura 4.4. sunt prezentate elementele constructive ale incintei.

Linia duzei inoxidabile este conectată la o stație de pompare externă, care direcționează dezinfectantul în duze individuale. Acestea asigură dispersia dezinfectantului în particule minuscule, formând o ceață foarte fină care se așează pe toate suprafețele cum ar fi îmbrăcăminte, încălțăminte sau alte obiecte din tunel.

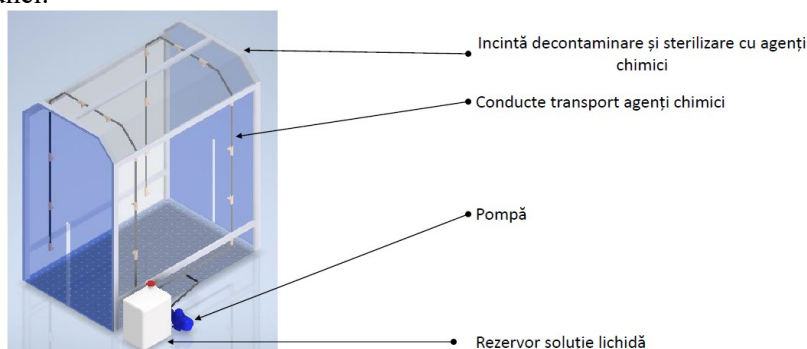


Fig. 4.4. Elementele principale constructive ale tunelului

Evoluția robotului automat va fi prezentată în figura 4.5.

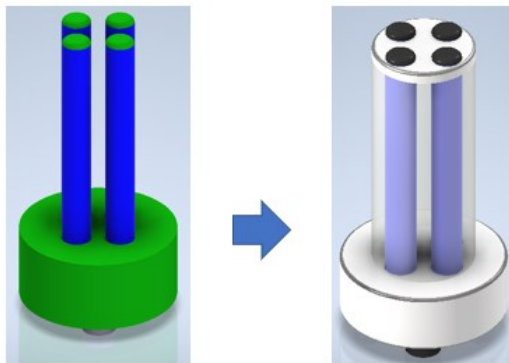


Fig. 4.5. Modificarea echipamentului automat pentru decontaminarea și sterilizarea diverselor incinte cu ajutorul radiațiilor UV

Mod de funcționare

Este un robot de dezinfectie cu UV, ce folosește o tehnologie unică de cartografiere a camerei, furnizează o doză germicida rapidă și eficientă de energie UV-C cu undă continuă, care ucide germeni și agenți patogeni când și unde este necesar. Este un dispozitiv inteligent ce elimina complet ineficiența curățării regulate. Avantajele și beneficiile utilizării într-un proces de dezinfectie sigur, eficient și tratabil:

- evidențierea automată a procedurilor și eliminarea greșelii umane;
- siguranță în exploatarea, trasabilitatea și integritatea datelor;
- posibilitatea alegerii agenților patogeni și programarea automată a dezinfectiei;
- calculul automat al suprafeței și timpului necesar dezinfectării și indicarea punctelor de staționare;
- combina metoda fizică UV-C și cea chimică cu Ozon asigurând dezinfectarea suprafețelor umbrite și eliminând ozonul rezidual la finalul ciclului;
- crește eficiența și siguranța utilizării spațiilor astfel dezinfectate prin eliminarea timpilor tehnologici specifici altor metode cum ar fi nebulizarea;
- protejarea materialelor printr-o agresivitate mai redusă în comparație cu alte metode;
- lipsa costurilor de exploatare și a consumabilelor cu excepția lămpilor și a curentului electric.

În figura 4.6. sunt prezentate elementele constructive ale echipamentului.

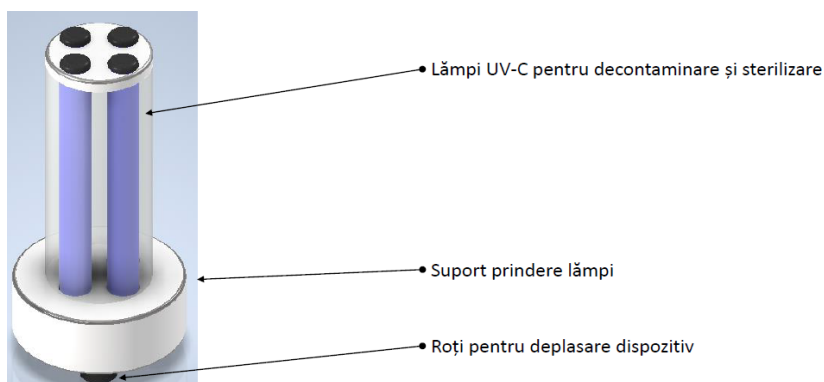


Fig. 4.6. Componentele principale ale echipamentului automat pentru decontaminarea și sterilizarea diverselor incinte cu ajutorul radiațiilor UV

Asamblarea produselor s-a realizat într-un container mobil pentru a asigura mobilitatea acestuia prezentat în figura 4.7.

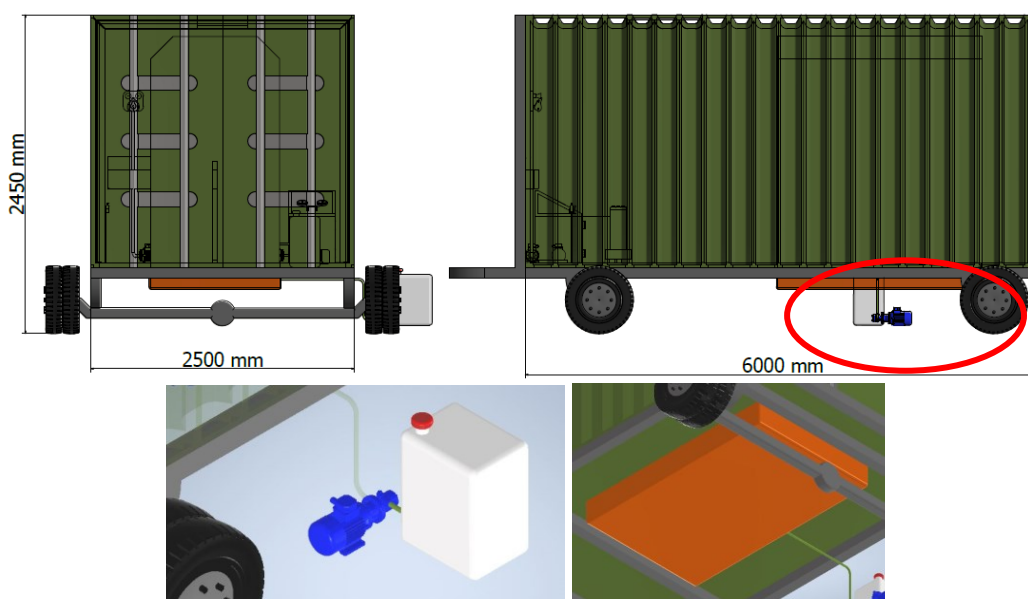


Fig. 4.7. Dimensiuni container pentru transportarea dispozitivului de decontaminare și sterilizare

Furnizarea de energie electrică a elementelor din Instalație se va realiza prin utilizarea unui generator electric [10] alimentat prin combustibili fosili. Eliminarea lichidului uzat se va realiza prin utilizarea pompei de apă, care ulterior va fi colectat de către o companie de reciclare [11] a substanțelor chimice.

Se realizează tabelul 4.1. cu costurile estimate ale produsului pornind de la ultima variantă a conceptului selectat.

Tabelul 4.1. Costuri estimate

Nume componentă	Cantitate (Buc)	Preț minim (RON)	Preț maxim (RON)
Tunel de decontaminare și sterilizare cu agenți chimici	1	4,760	5,499
Echipament pentru îndepărtarea și decontaminarea mănușilor de unică folosință	1	1,469	1,600
Echipament pentru îndepărtarea vizierelor, ochelarilor și măștilor de protecție	1	350	440
Echipament pentru îndepărtarea botoșilor de unică folosință	1	25	28
Echipament pentru depozitarea botoșilor de unică folosință	1	35	50
Echipament pentru furnizarea de soluție lichidă de decontaminare și sterilizare	1	30	43
Echipament automat pentru decontaminarea și sterilizarea diverselor incinte cu ajutorul radiațiilor UV	1	962	1,345
Container	1	21,658	22,067
Generator electric	1	1,733	3,702
Rezervor	1	250.4	300
Pompa vacuum	1	669	829
Total		31,942	35,863

5. Concluzii

În urma studiilor realizate de întreaga echipă cu privire la condițiile de ergonomie pe care Instalația mobilă de decontaminare complexă trebuie să le îndeplinească, dimensiunile pe care trebuie să le aibă, studii cu privire la cerințele de piață și a potențialilor clienți și studii privind materialele care

trebuie a fi folosite la realizarea produsului putem concluziona faptul că produsul nostru îndeplinește toate criteriile și obiectivele propuse inițial.

Echipa a realizat o analiză de piață asupra produselor disponibile comercial pentru a determina dacă este necesar să se realizeze fiecare echipament în parte în cadrul proiectului sau este indicat cumpărarea sau chiar închirierea temporară a lor. În urma analizei putem spune că este indicat ca echipamentele să fie achiziționate deoarece costul de producție este unul ridicat și nu este justificat. Deoarece produsele utilizate în alcătuirea incintei sunt disponibile comercial, acestea au fost alese în prealabil de către furnizor în urma unui studiu amănunțit în funcție de mediul de exploatare al fiecărui echipament.

Timpul cumulată de utilizare a întregii incinte durează aproximativ 5 minute. În tabelul 5.1. se vor evidenția întrebările de cercetare

Tabelul 5.1. întrebări și răspunsuri de cercetare

Întrebare de cercetare	Răspuns
Care ar fi cel mai eficient mod de dezinfectare și sterilizare?	Utilizarea agenților chimici în combinația cu radiațiile UVC
Care sunt efectele adverse ale radiațiilor UVC?	Lampa UVC poate provoca leziuni ochilor atunci când este folosită în apropierea oamenilor sau animalelor. Lumina ultravioletă UVC afectează suprafețele din plastic - având ca efect decolorarea acestora.
Care este timpul indicat de expunere la radiația UVC pentru decontaminarea diferitelor obiecte/suprafețe?	timp de 10-30 min - pentru virusi / bacterii [12]

6. Referințe bibliografice

- [1] Fredrickson JK, Zachara JM, Balkwill DL, Kennedy D, Li SM, Kostandarithes HM, Daly MJ, Romine MF, Brockman FJ (iulie 2004). „Geomicrobiology of high-level nuclear waste-contaminated vadose sediments at the Hanford site, Washington state”. *Applied and Environmental Microbiology*. 70 (7): 4230–41. doi:10.1128/AEM.70.7.4230-4241.2004
- [2] Elvira Sînziana Ciufescu. *Virusologie medicală*. Editura Medicală Națională. 2003
- [3] Boyce JM, Donskey CJ. Understanding ultraviolet light surface decontamination in hospital rooms: A primer. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2019 Sep;40(9):1030-1035. doi: 10.1017/ice.2019.161. Epub 2019 Jun 18. PMID: 31210119.
- [4] Humphrey, Albert (December 2005). "SWOT Analysis for Management Consulting"(PDF). SRI Alumni Newsletter. SRI Internationa
- [5] Dess, Gregory (2018). *Strategic Management*. United States: McGraw-Hill. p. 73. ISBN 9781259927621.
- [6] Felix Richter. New COVID-19 Cases Surge to Pandemic High , 20. Apr. 2021 <https://www.statista.com/chart/22067/daily-new-cases-by-world-region/> (accesat la 07.05.2021, ora 12:02)
- [7] <https://www.autodesk.com/education/students> (accesat la 07.05.2021, ora 15:34)
- [8] Reeve, W.; Erikson, C. M.; Aluotto, P. F. (1979). "A new method for the determination of the relative acidities of alcohols in alcoholic solutions. The nucleophilicities and competitive reactivities of alkoxides and phenoxides". *Can. J. Chem*. 57 (20): 2747–2754. doi:10.1139/v79-444.
- [9] Logsden, John E.; Loke, Richard A. (1999). "Propyl Alcohols". In Jacqueline I., Kroschwitz (ed.). *Kirk-Othmer Concise Encyclopedia of Chemical Technology* (4th ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc. pp. 1654–1656. ISBN 978-0471419617.
- [10] https://www.emag.ro/generator-curent-electric-steinhaus-pro-gen2900-2900-w-cu-stabilizator-de-tensiune-benzina-autonomie-10h-6426228114109/pd/DRM16CBBM/?cmpid=87032&gclid=CjwKCAjw7diEBhB-EiwAskVi16htYiRz0ck2r04khRwpuWXAsJygMH3KJUhuW32C4GmEmfN_2dTIQBoCclwQAvD_BwE (accesat la 08.05.2021, ora 17:34)
- [11] <https://ro.kompass.com/a/servicii-de-colectare-si-reciclare-a-deseurilor-chimice-si-a/72520/> (accesat la 08.05.2021, ora 17:50)
- [12] <https://help.dentstore.ro/lampile-uvc> (accesat la 08.05.2021, ora 18:24)