



MINISTERUL EDUCAȚIEI
Universitatea Națională de Știință și
Tehnologie POLITEHNICA București
Școala Doctorală de
Inginerie Industrială și Robotică

Ing. Daniel Onuț N. BADEA

TEZĂ DE DOCTORAT

**Optimizarea proiectării
și testării echipamentelor
individuale de protecție**

Conducător științific,
Prof.univ.dr.ing. Oana Roxana CHIVU

- 2023 -



**Universitatea Națională de Știință și
Tehnologie POLITEHNICA București**
Decizie CSUD UPB nr. din

Ing. Daniel Onuț N. BADEA

TEZĂ DE DOCTORAT

**Optimizarea proiectării și testării
echipamentelor individuale de protecție**

**Optimizing the design and testing of personal
protective equipment**

COMISIA DE DOCTORAT

Președinte	Prof.univ.dr.ing. Irina SEVERIN	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București
Conducător științific	Prof.univ.dr.ing. Oana Roxana CHIVU	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
Referent	Prof.univ.dr.ing. Dan Florin NIȚOI	Universitatea POLITEHNICA din București
Referent	Prof.univ.dr.ing. Lucian-Ionel CIOCA	Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu
Referent	Prof.univ.dr.ing. TIMUR-VASILE CHIȘ	Universitatea Petrol-Gaze Ploiesti

Cuprins

Cuvânt înainte	4
Introducere	5
Context	5
Cadrului teoretic al cercetării	9
Tema de cercetare	10
Importanța și justificarea cercetării	11
Logica de bază a procesului de cercetare și structura tezei de doctorat	13
Complexitatea și noutatea cercetării	15
Legendă	18
Lista figurilor	19
Lista tabelor	22
<i>Partea I. Stadiul actual al cercetării privind echipamentele individuale de protecție utilizate în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără</i>	24
Capitolul 1. Revizuirea literaturii de specialitate	25
1.1 Prezentarea literaturii de specialitate relevantă	25
1.2 Concepte și teorii în domeniul echipamentelor individuale de protecție	34
1.3 Rezumarea cunoștințelor și localizarea zonelor de incertitudine și deficiențele în literatura de specialitate	35
Capitolul 2. Rolul și importanța echipamentelor individuale de protecție în prevenirea accidentelor și bolilor profesionale	39
2.1 Noțiuni generale	39
2.2 Clasificarea echipamentelor individuale de protecție	41
2.3 Rolul echipamentelor individuale de protecție	48
Capitolul 3. Contextul legislativ național și european în domeniul echipamentelor individuale de protecție	53
3.1 Contextul legislativ privind securitatea și sănătatea în muncă	53
3.2 Cadrul legislativ național privind echipamentele individuale de protecție	58
3.3 Cadrul legislativ european privind echipamentele individuale de protecție	63
Capitolul 4. Sinteză documentară privind tipurile, formele de manifestare și mijloacele de prevenire și protecție a riscurilor de expunere la căldură și flacără în mediul de muncă	69
4.1 Date statistice referitoare la accidentele de muncă produse la nivel național și european	69

4.2 Riscul de expunere la căldură și flacără	75
4.3 Riscurile și bolile profesionale generate de expunerea la căldură și flacără	76
4.4 Îmbrăcămintea de protecție adecvată împotriva riscului de expunere la căldură și flacără	77
Capitolul 5. Concluzii privind stadiul actual al cercetării privind echipamentele individuale de protecție utilizate în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără	78
<i>Partea a II-a. Contribuții la proiectarea și testarea echipamentelor individuale de protecție</i>	81
Capitolul 6. Direcțiile, obiectivul principal și metodologia de cercetare-dezvoltare privind proiectarea și testarea echipamentelor individuale de protecție	82
6.1 Direcții de cercetare-dezvoltare	82
6.2 Obiectivul principal al activității de cercetare-dezvoltare	82
6.3 Metodologia de cercetare-dezvoltare	84
Capitolul 7. Cercetări experimentale privind analiza materialelor textile utilizate pentru fabricarea echipamentelor individuale de protecție	86
7.1 Selectarea materialelor textile	86
7.2 Metode de testare	86
7.2.1 Metode de testare a performanței de protecție mecanică a materialelor textile selectate (sfâșiere, tracțiune și rezistența cusăturii)	88
7.2.1.1 Comportamentul la sfâșiere	88
7.2.1.2 Comportamentul la tracțiune	89
7.2.1.3 Rezistența la tracțiune a cusăturilor	90
7.2.2 Metode de testare a performanței de protecție termică a materialelor textile selecte (căldură radiantă)	90
7.2.2.1 Determinarea indicelui de transfer de căldură la expunerea la căldură radiantă	90
7.2.2.2 Rezistența la tracțiune reziduală a materialului expus la căldură radiantă	91
7.2.3 Metode de testare a performanței de protecție fizică a materialelor textile selecte (permeabilitate la aer)	92
7.2.3.1 Test de permeabilitate la aer	92
7.3 Rezultate experimentale privind caracteristicile de protecție ale eșantioanelor selectate	93
7.3.1 Rezistența la sfâșiere	93
7.3.2 Rezistența la tracțiune	102

7.3.3	Rezistența la tracțiune a cusăturilor	103
7.3.4	Rezistența la căldură radiantă	105
7.3.5	Rezistența la tracțiune reziduală a materialului expus la căldură radiantă	107
7.3.6	Determinarea permeabilității la aer mm/min (echivalent in l/m ² .s)	108
7.4	Interpretarea rezultatelor	113
7.5	Discuții și concluzii	115
	Capitolul 8. Metodologia de evaluare a riscurilor pentru a determina echipamentul individual de protecție adecvat	119
8.1	Explorarea elementelor de bază ale managementului siguranței EIP	119
8.2	Dezvoltarea metodologiei de evaluare a nivelului de risc pentru selectarea EIP adecvat mediului de muncă cu expunere la căldură și flacără	121
8.3	Metodologia pentru achiziția de EIP adecvat	128
8.3.1	Determinarea cerințelor	128
8.3.2	Achiziția de EIP	128
	Capitolul 9. Concluzii finale și contribuții personale privind proiectarea și testarea echipamentelor individuale de protecție. Limitele cercetării. Recomandări pentru direcții viitoare de cercetare	132
9.1	Concluzii asupra cercetării realizate	132
9.2	Contribuții personale	135
9.3	Limitele cercetării și perspective viitoare de cercetare	138
9.3.1	Limitele cercetării	138
9.3.2	Perspective viitoare de cercetare	139
	Bibliografie	141

Cuvânt înainte

Finalizarea acestei teze de doctorat a fost posibilă datorită contribuției mai multor persoane cărora doresc să le mulțumesc deoarece m-au susținut și îndrumat pe parcursul acestei călătorii.

În primul rând, aș dori să-mi exprim cea mai profundă apreciere și recunoștință față de conducătorul meu științific, prof. univ. dr. ing. Oana Roxana CHIVU, pentru sprijinul său, îndrumarea continuă și feedback-ul pe tot parcursul programului, precum și pentru că mi-a oferit îndrumări și observații constructive pentru a finaliza acest proiect. Sunt profund recunoscător pentru contribuțiile incomensurabile pe care le-a adus la dezvoltarea mea profesională.

Acest efort nu ar fi fost posibil fără sprijinul Institutului Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Protecția Muncii – I.N.C.D.P.M. "Alexandru Darabont" București, care mi-a pus la dispoziție toate resursele tehnice de care am avut nevoie pe perioada elaborării tezei de doctorat.

Cuvintele nu pot exprima recunoștința față de colegii mei de laborator, al căror sprijin a fost o sursă constantă de motivație.

În cele din urmă, vreau să exprim cea mai profundă recunoștință familiei mele, care a crezut în mine și m-a sprijinit necondiționat pentru finalizarea tezei de doctorat. Încurajările lor au jucat un rol esențial în realizările mele.

Sunt profund recunoscător tuturor persoanelor menționate deoarece îndrumarea și sprijinul lor au făcut ca acest lucru să devină realitate.

Daniel Onuț Badea

Introducere

Context

În prezent, digitalizarea și automatizarea peisajului economic din România și nu numai, a determinat un nivel sporit de securitate în mediul de lucru, deși există încă un număr mare de ocupații care necesită protecție continuă a lucrătorilor, în special în țările în care metodele tradiționale de lucru sunt încă predominante. Modificările situației economice au adus modificări ale caracterului pericolelor din mediul de muncă și au apărut riscuri noi care nu erau cunoscute înainte (riscuri emergente) datorită noilor metode, substanțe și materiale utilizate, practici de lucru (cutume de lucru) și a schimbărilor climatice.

Când mediile de muncă se schimbă, lucrătorii pot fi afectați negativ din punct de vedere psihologic, fizic sau social. Odată cu o expunere crescută la o varietate de riscuri pentru securitate și sănătate, precum și o vulnerabilitate sporită și incapacitate de a se adapta la acestea, riscul de accidentare pentru un lucrător este amplificat și poate influența comportamentul acestuia la locul de muncă și nu numai.

Cadrului teoretic al cercetării

Cadrul teoretic conturat în Figura 1.5 sprijină abordarea acestei cercetări.

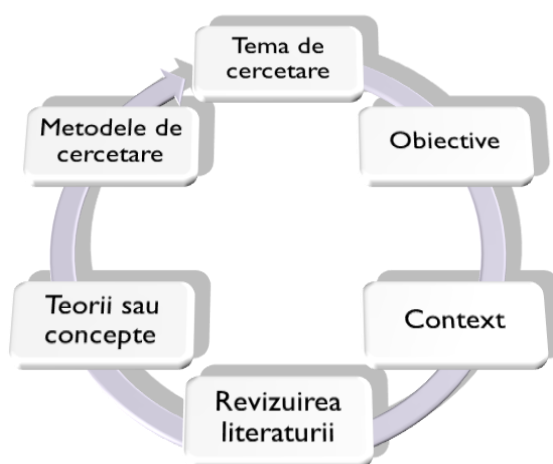


Figura 1.5 Cadrul conceptual al cercetării

Tema de cercetare

Intenția prezentei cercetări care face obiectul tezei de doctorat este de a încorpora conceptul de management al securității și sănătății în muncă în sistemul general de management, cu cele două componente: asigurarea securității lucrătorilor prin utilizarea echipamentelor de protecție în procesul de muncă și asigurarea securității la locul de muncă, prin acordarea lucrătorilor de echipament de protecție adecvat riscurilor la care sunt expuși în mediul de muncă. Scopul este de a forma un ansamblu unitar. Astfel, cercetarea este necesară pentru a reduce incertitudinea și discrepanțele privind condițiile de muncă

actuale și viitoare din România. Cercetarea le va oferi factorilor de decizie o mai bună înțelegere a modului de a lua decizii bazate pe dovezi care sprijină siguranța și sănătatea lucrătorilor.

Importanța și justificarea cercetării

Evaluarea proprietăților de protecție ale materialelor textilelor este imperativă pentru progresul continuu al îmbrăcăminte de protecție. Lucrătorii și producătorii au încredere în cercetare pentru a produce seturi de date fiabile, asigurându-se că materialele textilele își îndeplinesc scopul propus fără a le afecta proprietățile de protecție, chiar și după mai multe spălări, astfel încât utilizatorii să poată lucra în siguranță. În acest scop, acest studiu va explora comportamentul la diferite expuneri termice, la transpirație și spălare a diferitelor țesături de protecție utilizate în îmbrăcăminte de lucrătorilor din sectoarele cu risc ridicat de accidentare (pompieri, sudură etc.). Testarea eșantioanelor se va face în condiții umede și uscate atât înainte, cât și după spălare. Testele de laborator vor acoperi rezistența la tracțiune, rezistența la sfâșiere, rezistența cusăturii, permeabilitatea, precum și comportarea la căldura radiantă și comportarea la tracțiune după expunerea la căldura radiantă.

Logica de bază a procesului de cercetare și structura tezei de doctorat

Conținutul tezei de doctorat este structurat în 9 capitole și cuprinde un număr de 140 pagini dedicate studiului științific și referințe bibliografice.

Această cercetare începe cu o *Introducere* care conturează contextul cercetării, domeniul de aplicare, scopul, fluxul de cercetare și structura tezei de doctorat, oferind fundamentul studiului.

Capitolul 1, cu titlul *Revizuirea literaturii de specialitate*, analizează cercetările curente efectuate în domeniu și trece în revistă studiile existente. Acest rezumat al cercetărilor efectuate cu privire la proprietățile de protecție ale țesăturilor utilizate la fabricarea EIP demonstrează că, în acest moment, cunoștințele și informațiile nu sunt cuprinzătoare și nici actualizate. Identificarea datelor și lacunelor de cunoștințe reprezintă baza acestui studiu de cercetare.

Capitolului 2 *Rolul echipamentelor individuale de protecție în prevenirea accidentelor și bolilor profesionale* își propune să exploreze diferitele tipuri și categorii de echipamente individuale de protecție, precum și contribuția acestora în prevenirea accidentelor de muncă și bolilor profesionale, acolo unde măsurile tehnice și organizatorice nu sunt suficiente.

Capitolul 3 denumit *Contextul legislativ național și european privind echipamentele individuale de protecție*, se concentrează pe conturarea cadrului legislativ actual, precum și a reglementărilor și standardelor naționale și europene privind securitatea și sănătatea la locul de muncă, cu o atenție deosebită pe echipamentele individuale de protecție. Această analiză inițială a fost folosită pentru a susține domeniul general al cercetării, permițând să se obțină o înțelegere mai profundă a nevoilor asociate cu echipamentele individuale de protecție pentru a reduce riscul de expunere la căldură și flacără în mediul de muncă.

Capitolul 4 *Sinteză documentară privind tipurile, formele de manifestare și mijloacele de prevenire și protecție a riscurilor de expunere la căldură și flacără*, oferă un rezumat al tipurilor, formelor și măsurilor preventive împotriva riscurilor de expunere la căldură și flacără, însoțit de date statistice privind accidentele de muncă la nivel național și european. Acest capitol va examina riscurile și bolile profesionale asociate cu riscul de expunere la căldură și flacăra, și va oferi, o trecere în revistă a îmbrăcăminte de protecție necesară pentru aceste condiții de muncă periculoase. Tratarea acestor subiecte va oferi detalii

despre caracteristicile riscurilor de expunere la căldură și flacără, precum și despre metodele de protecție adecvate, oferind o imagine a situației actuale în domeniul cunoștințelor abordate în acest studiu.

Capitolul 5 intitulat *Concluzii privind stadiul actual al cercetării privind echipamentele individuale de protecție utilizate în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără*, cuprinde principalele constatări privind stadiul actual al cercetărilor și progresul înregistrat în domeniul EIP.

Al șaselea capitol, denumit *Direcțiile, obiectivul principal și metodologia de cercetare-dezvoltare privind proiectarea și testarea echipamentelor individuale de protecție*, prezintă direcțiile de cercetare-dezvoltare și obiectivele cercetării. A fost stabilită o abordare bine definită a procesului de cercetare. S-a realizat o structurare sistematică a etapelor și tehnicilor de cercetare. Având în vedere natura inovatoare și potențialul cercetării, capitolul următor a abordat elaborarea unui studiu experimental axat pe analiza materialelor textile utilizate la fabricarea echipamentului individual de protecție.

Dezvoltarea capitolului 7 intitulat *Cercetări experimentale privind analiza materialelor textile utilizate pentru fabricarea echipamentelor individuale de protecție*, a constatat în investigații experimentale pentru a explora proprietățile de protecție ale materialelor textile utilizate la fabricarea îmbrăcămintei de protecție adecvată pentru mediile de lucru cu expunere la căldură și flacără. Analiza unei selecții de eșantioane de materiale textile a fost efectuată pentru a produce rezultate documentate.

În capitolul 8 *Metodologia de evaluare a riscurilor pentru a determina echipamentul individual de protecție adecvat*, folosind datele din experimentele efectuate în capitolul 7, a fost elaborată o metodologie de evaluare a nivelului de risc pentru selectarea EIP adecvat mediului de muncă cu expunere la căldură și flacără. De asemenea, a fost stabilită o metodologie pentru achiziția de EIP adecvat în scopul de a promova securitatea și sănătatea lucrătorilor în mediul de muncă.

Capitolul 9 intitulat *Concluzii finale și contribuții personale privind proiectarea și testarea echipamentelor individuale de protecție. Limitele cercetării. Recomandări pentru direcții viitoare de cercetare*, cuprinde principalele constatări și contribuțiile autorului. Limitele studiului de cercetare sunt evidențiate, împreună cu sugestiile pentru cercetări ulterioare.

Complexitatea și noutatea cercetării

Complexitatea cercetării este determinată de importanța și relevanța temei abordate, de reglementările naționale și internaționale, de natura și amploarea potențialelor riscuri abordate și de natura dinamică a mediilor de muncă care generează noi riscuri pentru siguranța și securitatea lucrătorilor. O metodologie de cercetare interdisciplinară și multidisciplinară a fost utilizată pentru a furniza dovezi pentru proprietățile de protecție ale materialelor textile utilizate la fabricarea EIP pentru lucrătorii din mediile de lucru cu expunere la căldură și flacără.

Așa cum este prezentat în Figura 1.7, abordarea generală a cercetării este o combinație de informații și date preluate din literatura de specialitate, discuții focus grup, experimente de laborator, evaluarea rezultatelor și expertiza autorului în domeniul cercetat.

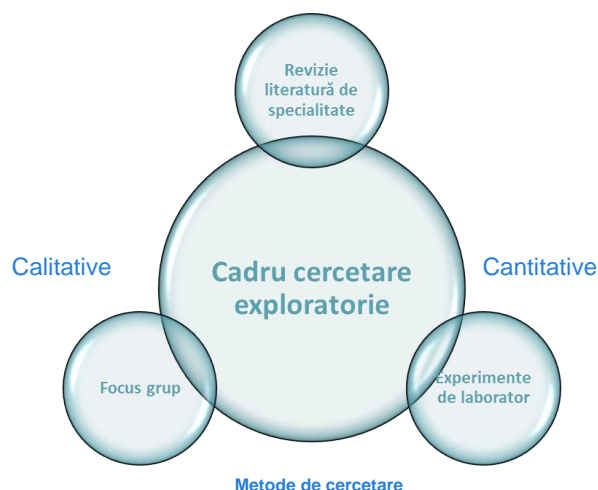


Figura 1.7 Cadrul general de cercetare abordat

Capitolul 1. Revizuirea literaturii de specialitate

1.1 Prezentarea literaturii de specialitate relevantă

Analiza efectelor factorilor externi asupra proprietăților de protecție ale materialelor textile utilizate în producția de EIP este scopul principal al tezei de doctorat. Rezultatele cercetării pot servi drept ghid pentru angajatorii și producătorii de EIP din România pentru a contribui la protejarea securității și sănătății lucrătorilor prin prevenirea potențialelor riscuri cauzate de expunerea la căldură și flacără în mediul de muncă.

Grafic, Figura 1.1 ilustrează procesul de revizuire a literaturii într-o manieră generică.

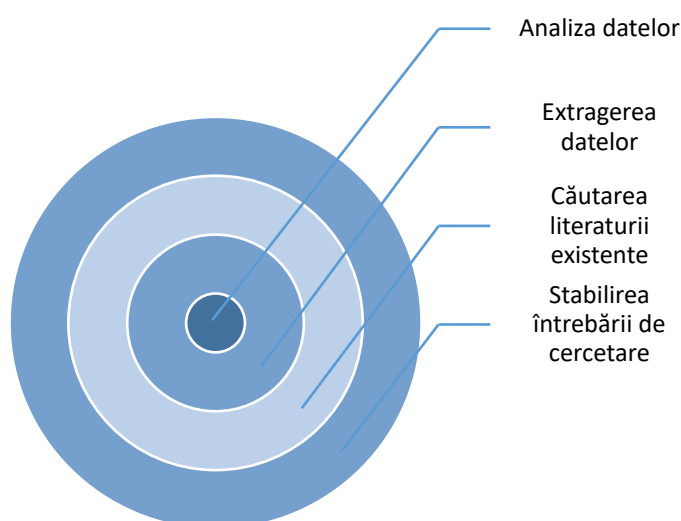


Figura 1.1 Procesul de revizuire al literaturii de specialitate

1.2 Concepte și teorii în domeniul echipamentelor individuale de protecție

Riscul este descris formal ca estimarea probabilității și intensității efectelor adverse [100]. Percepția riscului și toleranța la risc sunt două elemente importante și cu impact în procesul de luare a deciziilor privind securitatea și sănătatea la locul de muncă.

Abilitatea de a recunoaște gravitatea (amplora) și componentele unui risc este cunoscută sub denumirea de percepție a riscului. Riscul este evaluat pe baza percepției persoanei asupra probabilității sale și a efectelor negative ale acestuia.

Toleranța la risc este capacitatea unei persoane de a accepta și de a fi confortabilă cu un anumit risc. Lipsa de cunoaștere a gravității riscului sau incapacitatea de a înțelege gravitatea riscului poate duce la o toleranță (acceptare) mai mare la risc.

Variabilele care au un impact asupra percepției și toleranței la risc sunt:

- Dezvoltarea unui mediu orientat spre siguranță prin implementarea unei culturi de siguranță
- Punerea în aplicare a legislației privind securitatea și sănătatea în muncă
- Stresul la locul de muncă poate interfera cu capacitatea unui lucrător de a lua decizii corecte atunci când vine vorba de luarea deciziilor
- Capacitatea lucrătorului în raport cu procesul de muncă

1.3 Rezumarea cunoștințelor și localizarea zonelor de incertitudine și deficiențele în literatura de specialitate

Analiza stadiului actual al cercetărilor privind materialele textile utilizate la fabricarea echipamentelor individuale de protecție pentru medii de lucru cu expunere la căldură și flacără a condus la următoarele concluzii:

(a) Cercetările au relevat două abordări principale: îmbunătățirea performanței de protecție și a confortului îmbrăcăminte de protecție. Nicio revizuire a acestor caracteristici nu este documentată în studiile recente, lăsând astfel o mulțime de provocări și posibilități pentru cercetări ulterioare deoarece proprietățile de protecție și confortul sunt în contradicție.

(b) Cercetările nu au furnizat date cuprinzătoare și informații detaliate cu privire la factorii externi care afectează performanța de protecție a materialelor textile utilizate la fabricarea îmbrăcăminte de protecție pentru medii de lucru cu expunere la căldură și flacără.

(c) Cercetările au fost rareori capabile să examineze și să integreze multiple aspecte și elemente relevante pentru performanța de protecție a materialelor textile utilizate în producția de îmbrăcăminte de protecție utilizate în medii de lucru cu expunere la căldură și flacără.

(d) Proprietățile de protecție ale EIP se pot schimba. Au fost identificate diferite scenarii în care mediul de lucru este sigur pentru lucrători în funcție de îmbrăcăminte de protecție pe care o utilizează dar, proprietățile de protecție ale îmbrăcăminte pot fi afectate deoarece au fost expuși la condiții care ar putea influența caracteristicile EIP-ului utilizat.

(e) Dovezile și informațiile limitate disponibile în prezent sugerează că îmbrăcăminte de protecție existentă permite lucrătorilor să opereze în condiții normale, „de rutină”, pentru securitatea și sănătatea lor. Cu toate acestea, pentru a înțelege pe deplin proprietățile de protecție ale materialelor textile utilizate în producția de echipamente de protecție pentru mediile de lucru cu expunere la căldură și flacără, trebuie efectuate noi testări experimentale pentru a obține date și cunoștințe suplimentare și actualizate, ținând cont de:

- condițiile reale din mediul de muncă și
- de influența transpirației și a procesului de îmbătrânire rezultat prin spălări repetate, asupra proprietăților de protecție al materialelor textile utilizate în producția de EIP utilizate în activități care implică contactul cu căldura și flacăra.

Capitolul 2. Rolul și importanța echipamentelor individuale de protecție în prevenirea accidentelor și bolilor profesionale

2.1 Noțiuni generale

Echipamentul de protecție este recunoscut la nivel mondial ca termenul care desemnează echipamentul purtat de lucrători pentru a diminua riscul de accidentare și boli profesionale care pot fi cauzate de expunerea la riscuri termice, chimice, fizice, electrice, mecanice sau alte tipuri de riscuri care pot să apară în mediul de muncă. Echipamentul individual de protecție este destinat să servească drept barieră de siguranță și care:

- a fost proiectat cu scopul de a proteja utilizatorul de factorii de risc.
- are o funcție indirectă deoarece prin utilizarea lui, poate împiedica apariția unor fenomene care pot provoca accidente, de exemplu, purtarea de îmbrăcăminte de protecție antistatică în timpul manipulării substanțelor explozive ajută la protejarea împotriva încărcării electrostatice cauzate de frecare, dar nu și de efectele unei explozii.

2.2 Clasificarea echipamentelor individuale de protecție

În conformitate cu Regulamentul (UE) 2016/425, EIP se clasifică în următoarele categorii de risc [1]:

Categoria I - categoria de risc cel mai scăzut;

Categoria II - cuprinde riscuri care nu fac parte din categoriile I și III;

Categoria III - este compusă exclusiv din riscuri cu cele mai grave consecințe.

O diviziune a echipamentului individual de protecție se poate face în funcție de partea corpului pe care o acoperă. Zona pe care o protejează EIP este criteriul pentru sistemul de clasificare utilizat în prezent.

2.3 Rolul echipamentelor individuale de protecție

Este o cerință legală a fiecărui stat ca angajatorii să asigure securitatea, integritatea corporală și sănătatea lucrătorilor și a altor persoane aflate în mediul de muncă. Această obligație se realizează în mod structurat, prin implementarea managementului securității și sănătății în muncă. Scopul este prevenirea accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Pentru realizarea acestui obiectiv trebuie implementate măsuri tehnice și organizatorice adecvate, pe baza factorilor de risc identificați în mediul de muncă.

Figura 2.5 prezintă trei măsuri distincte de prevenire/protecție a lucrătorilor:

- i. prevenirea intrinsecă;
- ii. protecție colectivă;
- iii. protecție individuală.

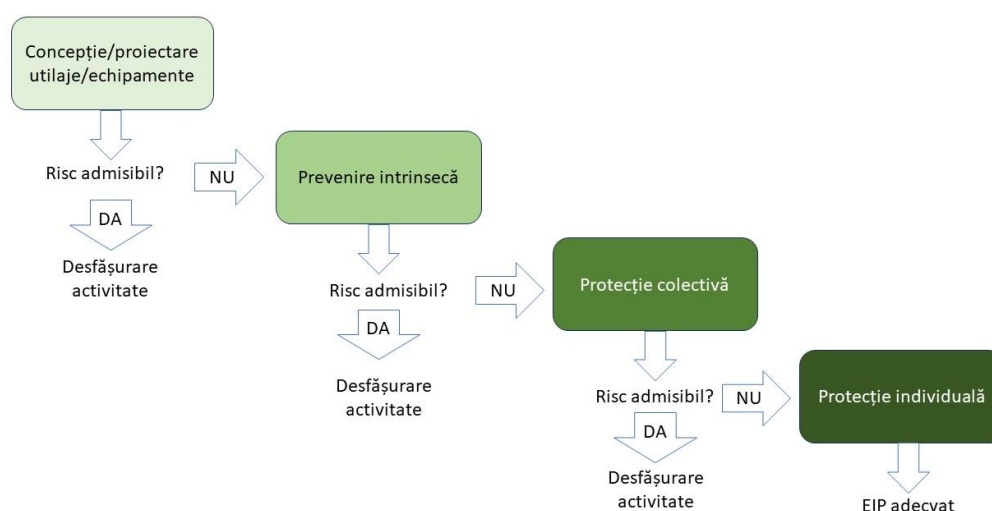


Figura 2.5 Tipuri de măsuri de prevenție

Capitolul 3. Contextul legislativ național și european în domeniul echipamentelor individuale de protecție

3.1 Contextul legislativ privind securitatea și sănătatea în muncă

Într-o comunicare privind condițiile de muncă și modernizarea legislației și a politicii Uniunii Europene în materie de securitate și sănătate în muncă, Comisia Europeană a comunicat Parlamentului European că, deși evaluarea acquis-ului UE în domeniul securității și sănătății în muncă, realizată în cadrul Programului Comisiei Europene privind o reglementare adecvată (REFIT), a stabilit că aceste legi în general funcționează și sunt adecvate scopului urmărit, ar trebui să se asigure un progres constant deoarece în anumite domenii reglementările existente ar trebui actualizate prin îmbunătățirea și extinderea protecției, iar punerea în aplicare, aderarea și aplicarea acestor reglementări ar trebui consolidate [37]. Analiza a relevat faptul că o serie de dispoziții specifice ale anumitor directive nu mai corespund situației actuale și a indicat necesitatea identificării unor mijloace eficiente pentru a face față riscurilor emergente.

Tabelul 3.1 demonstrează implementarea măsurilor de securitate și sănătate în muncă implementate la nivelul UE [38].

Tabelul 3.1 Măsurile de securitate și sănătate în muncă implementate la nivelul UE [38]

Nr. crt.	Măsurile implementate
1.	Îmbunătățirea mediului de lucru cu un accent deosebit pe protejarea siguranței și sănătății lucrătorilor
2.	Condițiile de muncă
3.	Securitatea socială și protecția socială a lucrătorilor
4.	Protecția lucrătorilor în caz de reziliere a contractului de muncă
5.	Informarea și consultarea lucrătorilor
6.	Reprezentarea și apărarea colectivă a intereselor lucrătorilor și angajatorilor, inclusiv administrarea comună
7.	Condițiile de muncă pentru resortisanții din țările terțe care sunt rezidenți legali pe teritoriul Uniunii
8.	Integrarea persoanelor excluse de pe piața forței de muncă
9.	Egalitatea dintre bărbați și femei în ceea ce privește șansele pe piața forței de muncă și tratamentul la locul de muncă

3.2 Cadrul legislativ național privind echipamentele individuale de protecție

Cadrul legislativ național al securității și sănătății în muncă, reglementat prin Strategia națională în domeniul securității și sănătății în muncă pentru perioada 2018 – 2020 este conceput pentru a încorpora elementele fundamentale ale cadrului european de securitate și sănătate în muncă [71].

Reglementările naționale privind securitatea și sănătatea în muncă sunt esențiale pentru protejarea securității și sănătății lucrătorilor.

3.3 Cadrul legislativ european privind echipamentele individuale de protecție

În Europa, siguranța și sănătatea lucrătorilor se numără printre cele mai importante probleme ale societăților. Recent, din cauza pandemiei de COVID-19 și a altor factori externi, UE a fost nevoită să modifice modul în care gestionează și reglementează munca. Piața muncii și mediul de muncă au suferit schimbări majore din cauza noilor tehnologii, a globalizării, a schimbărilor demografice și economice, creând noi provocări pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor. Prin urmare, este esențial să se întreprindă măsuri de identificare, evaluare și control a riscurilor la locul de muncă pentru a asigura un mediu de muncă sigur și sănătos. Pentru a preveni, combate și reduce riscurile de la locul de muncă, au fost introduse și aplicate noi proceduri, cu cerința de a folosi EIP pentru a asigura protecția împotriva accidentelor și bolilor profesionale. Utilizarea EIP este esențială în acest context pentru a proteja împotriva accidentelor și bolilor profesionale.

Pentru a asigura siguranța și îmbunătățirea calității produselor, reglementări la nivel european sunt stabilite prin eforturile colective ale părților interesate, precum producătorii, consumatorii și autoritățile de reglementare a unui anumit material, produs, proces sau serviciu.

Documentul tehnic cunoscut ca standard este destinat să servească drept regulă, ghid sau definiție.

Implementarea standardelor asigură interoperabilitatea și securitatea și facilitează includerea companiilor în lanțul valoric și în comerț. În plus, standardele sunt utilizate pentru a pune în aplicare reglementările și politicile UE.

Capitolul 4. Sinteză documentară privind tipurile, formele de manifestare și mijloacele de prevenire și protecție a riscurilor de expunere la căldură și flacără în mediul de muncă

4.1 Date statistice referitoare la accidentele de muncă produse la nivel național și european

Sistemul de clasificare al Statisticilor europene privind accidentele la locul de muncă (ESAW) ale Eurostat, definește accidentele la locul de muncă drept evenimentele care au loc în timpul muncii care produc vătămări fizice sau psihologice.

Eurostat furnizează date statistice privind accidentele de muncă produse la nivelul UE [86].

Uniunea Europeană a înregistrat 3347 de accidente de muncă fatale în 2021, o scădere cu 11 decese față anul precedent. Datele sunt prezentate în Figura 4.1. Cifrele pentru 2021 arată că numărul de accidente fatale la 100.000 de persoane angajate a fost sub 1,00 în Țările de Jos, Grecia, Finlanda, Suedia și Germania și peste 3,00 în România, Franța, Malta, Lituania și Letonia.

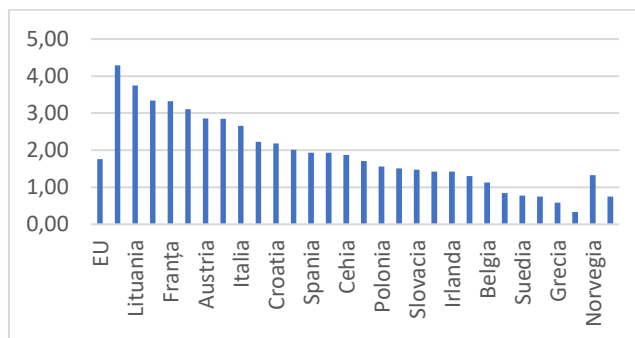


Figura 4.1 Accidente de muncă fatale, UE, 2021 (ratele de incidență la 100.000 persoane angajate), Sursa: Eurostat (cod de date online: hsw_n2_02) [86]

În cursul anului 2021, au fost 1516 accidente de muncă non-fatale la 100 000 de persoane angajate. România și Bulgaria au raportat cea mai scăzută rată a accidentelor non-fatale, mai puțin de 100 accidente la 100.000 de persoane angajate, în timp ce Danemarca și Franța au înregistrat cea mai mare rată, de peste 2.500 la 100.000 de persoane angajate. Puținele incidente ale accidentelor neletale se pot datora unei probleme de subraportare legată de o serie de factori, ar putea fi rezultatul unei dificultăți de raportare, inclusiv lipsa unor sisteme eficiente de raportare. Datele statistice sunt prezentate în Figura 4.2.

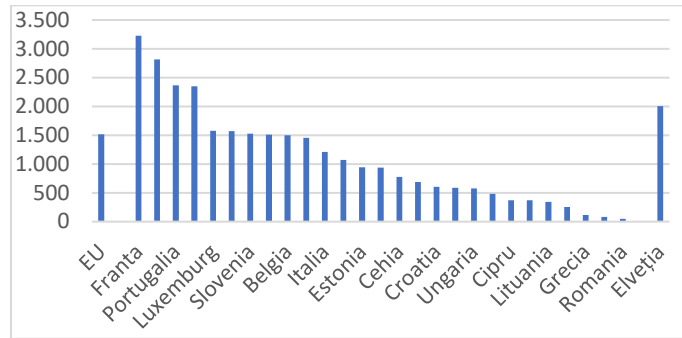


Figura 4.2 Accidentele de muncă non-fatale, UE, 2021 (ratele de incidență la 10000 de persoane angajate), Sursa: Eurostat (cod de date online: hsw_n2_01) [86]

O privire asupra datelor din Figura 4.3 relevă tipurile de vătămări atunci când lucrătorii au suferit accidente. Pe parcursul anului 2021 în UE, cele mai răspândite două tipuri de leziuni au fost rănilor și leziunile superficiale (28,0%) și luxațiile, entorsele și întinderile (26,0%), cu comotia și leziunile interne (19,5%) și fracturile osoase (11,0%). următoarele două cele mai frecvente.

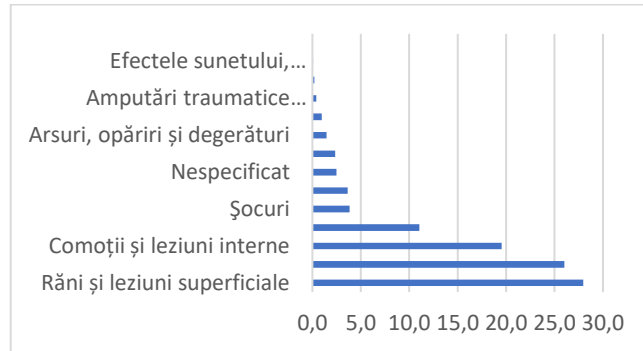


Figura 4.3 Accidente de muncă fatale și non-fatale în funcție de tipul de vătămare, UE, 2021 (% din accidente), Sursa: Eurostat (cod de date online: hsw_n2_07) [86]

Datele privind accidentele de muncă sunt un instrument valoros pentru a înțelege cerințele locului de muncă și pentru a stabili siguranța și bunăstarea personalului. Aceste date permit crearea de planuri pentru a aborda noile riscuri care se formează în mediile de muncă în schimbare continuă.

4.2 Riscul de expunere la căldură și flacără

Într-o varietate de medii profesionale, cum ar fi sudarea sau stingerea incendiilor, căldura și flacăra pot reprezenta un risc semnificativ pentru lucrători. Utilizarea echipamentului individual de protecție este esențială pentru siguranța lucrătorilor. Lucrătorii din medii calde și reci trebuie să fie protejați de riscul de a fi expuși la căldură și flacără. Îmbrăcămintea pe bază de Nomex® este de obicei cel mai popular tip de îmbrăcămintă de protecție folosit în aceste medii de muncă.

4.3 Riscurile și bolile profesionale generate de expunerea la căldură și flacără

Principalele riscuri cu care se confruntă lucrătorii într-un mediu de lucru expus la căldură și flacără includ:

- scânteele create de activitățile de sudare pot provoca incendii sau arsuri dacă intră în contact cu materiale inflamabile sau alte materiale periculoase;
- căldura condusă prin conducte/țevi este transferată și poate intra în contact cu materiale combustibile sau alte substanțe periculoase;
- materialele explozive pot genera niveluri ridicate de presiune, gaz și căldură atunci când sunt expuse la temperaturi extreme;
- diferiți reactivi atunci când sunt amestecați cu apă pot produce un gaz inflamabil
- oxidanții pot declanșa singuri un incendiu sau pot elibera oxigen sau alte gaze inflamabile care pot produce un incendiu;
- arsuri ale pielii cauzate de contactul cu suprafețe fierbinți sau sunt expuși la flacără deschisă sau scântei;
- stresul termic are potențialul de a cauza boli profesionale, inclusiv insolație, epuizare termică, crampe de căldură sau erupții cutanate termice.

Cele mai răspândite boli profesionale cauzate de expunerea la căldură și flacără sunt:

- *Insolația* Când temperatura corpului crește prea repede și nu se produce transpirația, se instalează insolația deoarece corpul nu poate să-și scadă temperatura. Confuzia, modificări ale stării mentale, dificultățile de vorbire, vederea încețoșată și pierderea cunoștinței se numără printre simptome.
- *Extenuarea* Transpirația excesivă poate duce la epuizare termică atunci când organismul a pierdut prea multă apă și sare. Durerea de cap, greața, amețeala, setea, temperatura crescută se numără printre simptome.
- *Crampe* Lucrătorii care transpira intens în timpul activităților lor pot dezvolta crampe de căldură dacă nivelul de sare din corpul lor scade. Crampele musculare, durerile sau spasmele în abdomen, brațe sau picioare se numără printre simptome.
- *Erupția cutanată* Transpirația abundentă este sursa erupției cutanate. Erupțiile cutanate persistente sau simptomele inflamatorii ale pielii se numără printre simptome.

4.4 Îmbrăcămintea de protecție adecvată împotriva riscului de expunere la căldură și flacără

Determinarea îmbrăcămintei de protecție adecvată pentru acest tip de condiții de muncă presupune evaluarea proprietății de protecție ale țesăturilor utilizate la fabricarea EIP în raport cu diferiții factori externi întâlniți în mediul de lucru. Pentru a asigura caracterul de protecție al materialelor textile utilizate la realizarea îmbrăcămintei de protecție, trebuie efectuate teste de laborator care presupun expunerea îmbrăcămintei la căldură, abraziune, compresie etc.

Capitolul 5. Concluzii privind stadiul actual al cercetării privind echipamentele individuale de protecție utilizate în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără

Pe baza analizei cercetărilor actuale privind echipamentele individuale de protecție utilizate la locurile de muncă expuse la căldură și flacără, se evidențiază următoarele rezultate concluzii:

- La nivel global un număr mare dintre lucrători sunt expuși la riscuri termice la locul de muncă, aceste ocupații fiind clasificate cu risc ridicat de accidentare și îmbolnăvire profesională. Interesul cercetătorilor în acest domeniu a crescut pas cu pas, după cum se vede din numărul de publicații științifice publicate la nivel mondial (v. § 1.1).
- Datele și literatura de specialitate demonstrează că utilizarea EIP generează în continuare o serie de preocupări și probleme privind siguranța lucrătorilor:
 - purtarea EIP poate limita mobilitatea;
 - durata de viață a EIP este dictată de timpul și de mediul la care sunt expuse;
 - manipularea, utilizarea și depozitarea necorespunzătoare a EIP poate duce la contaminarea suplimentară și la reducerea duratei de viață.
- Percepția riscului și toleranța la risc sunt două concepte importante și cu impact în procesul de luare a deciziilor privind securitatea și sănătatea la locul de muncă. Devine astfel imperativă implementarea de programe de siguranță pentru a crește gradul de conștientizare la risc și pentru a reduce toleranța la risc, astfel încât organizațiile și locurile de muncă să rămână sigure și sănătoase (v. § 1.2).
- Analiza stadiului actual al cercetărilor privind materialele textile indică faptul că în ciuda studiilor multiple realizate, există încă o lipsă de informații și date referitoare la materialele textile folosite la fabricarea de EIP utilizate în activități cu expunere la căldură și flacără iar decalajul dintre cunoștințele teoretice și practica curentă nu a fost încă redus. Până în prezent s-au obținut doar date relevante la întrebări de cercetare punctuale, specifice, rareori fiind seturi sau baze de date care să cuprindă atât proprietățile materialelor textile, cât și informații legate de umiditate sau alte proprietăți relevante din punct de vedere termic (v. § 1.3).
- Echipamentul de protecție este recunoscut la nivel mondial ca termenul care desemnează echipamentul purtat de lucrători pentru a diminua riscul de accidentare și boli profesionale care pot fi cauzate de expunerea la riscuri termice, chimice, fizice. Echipamentul individual de protecție este destinat să servească drept barieră de siguranță, cu scopul de a proteja utilizatorul de factorii de risc la care este expus în mediul de muncă (v. § 2.1).
- Ierarhizarea riscurilor se face în funcție de nivelul de protecție oferit de echipamente: minore, grave și cele de gravitate medie care nu se încadrează în niciuna din cele două categorii. Cel mai des întâlnit sistem de clasificare al EIP este în funcție de zona pe care o protejează și anume protecția capului, protecția împotriva zgomotului, protecția ochilor și a feței, protecția respiratorie, protecția mâinii și brațului, protecția picioarelor și a gambelor, protecția pielii, protecția trunchiului și a abdomenului și protecția întregului corp (v. § 2.2).

- Privită drept „măsura de ultimă instanță” în domeniul securității și sănătății lucrătorilor, protecția individuală a fost marginalizată, minimalizându-i importanța. În ciuda acestui fapt, EIP este scutul final între factorul de risc și corpul uman ceea ce a întărit nevoia de cercetare a proprietăților sale de protecție (v. § 2.3).
- Analiza contextului legislativ național și european a relevat faptul că o serie de dispoziții specifice ale anumitor directive nu mai corespund situației actuale și a indicat necesitatea identificării unor mijloace eficiente pentru a face față riscurilor noi și emergente (v. § 3.1 – 3.3).
- Datele privind accidentele de muncă sunt un instrument valoros pentru a înțelege cerințele locului de muncă. Aceste date permit crearea de planuri pentru a aborda noile riscuri care se formează în mediile de muncă în schimbare continuă. Datele statistice indică faptul că deși s-a înregistrat o ușoară scădere a numărului accidentelor de muncă, acestea se mențin la un nivel destul de îngrijorător (v. § 4.1).
- Riscul de expunere la căldură și flacără este întâlnit într-o varietate de medii profesionale, cum ar fi sudarea sau stingerea incendiilor, căldura și flacăra și reprezintă un risc semnificativ pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor. Materiale textile ignifuge și rezistente la căldură și flacără au fost dezvoltate cu scopul de a împiedica răspândirea focului și de a preveni arderea (v. § 4.2).
- Au fost identificate principalele riscuri cu care se confruntă lucrătorii într-un mediu de lucru expus la căldură și flacără, precum și cele mai răspândite boli profesionale cauzate de expunerea la căldură și flacără, în scopul de a proiecta un management SSM eficient care promovează practici pozitive în materie de siguranță și sănătate (v. § 4.3).
- Alegerea îmbrăcăminte de protecție adecvată pentru acest tip de condiții de muncă presupune evaluarea proprietății de protecție ale țesăturilor utilizate la fabricarea EIP în raport cu diferiții factori externi întâlniți în mediul de lucru. Pentru a asigura caracterul de protecție al materialelor textile utilizate la realizarea îmbrăcăminte de protecție, trebuie efectuate teste de laborator care presupun expunerea îmbrăcăminte la căldură, abraziune, compresie etc. (v. § 4.4).

Capitolul 6. Direcțiile, obiectivul principal și metodologia de cercetare-dezvoltare privind proiectarea și testarea echipamentelor individuale de protecție

6.1 Direcții de cercetare-dezvoltare

Dirjecțiile de cercetare-dezvoltare sunt aliniate cu cele mai recente evoluții în cercetarea echipamentelor individuale de protecție:

- Dezvoltarea unei noi abordări în managementul SSM prin încorporarea celor două elemente principale ale unui mediu de muncă sigur: utilizarea EIP și acordarea de EIP adecvat riscurilor la care sunt expuși lucrătorii în mediul de muncă, ca o alternativă și un mijloc esențial de a asigura securitatea și sănătatea lucrătorilor;
- Dezvoltarea unui studiu de cercetare experimentală care se bazează pe evaluarea și analiza proprietăților mecanice (sfâșiere, tracțiune), termice (căldură radiantă) și fizice (permeabilitate la aer) ale materialelor textile utilizare în producerea de EIP utilizate împotriva expunerii la căldură și flacără, precum și pe performanța de protecție a acestora după evaporarea transpirației;
- Dezvoltarea a două metodologii de cercetare, dintre care prima vizează evaluarea riscurilor pentru selectarea de EIP adecvat mediului de muncă cu expunere la căldură și flacără iar a doua se bazează pe obținerea EIP adecvat riscurilor identificate la locul de muncă, care să țină cont de condițiile reale de muncă;
- Implementarea în practică a noilor metodologii, prin identificarea și evaluarea riscurilor la locurile de muncă cu expunere la căldură și flacără.

6.2 Obiectivul principal al activității de cercetare-dezvoltare

Scopul cercetării este de a oferi producătorilor și utilizatorilor EIP informații și date noi privind proprietățile de protecție ale materialelor textile utilizate în medii periculoase care implică expunerea la căldură și flacără, pentru a reduce numărul de accidente și îmbolnăviri profesionale.

Obiectivul principal (OP) al acestei cercetări este de a evalua materialele textile utilizate la fabricarea îmbrăcăminte de protecție purtată de lucrătorii expuși la căldură și flăcări la locul lor de muncă.

Obiectivele cheie (OC) ale acestui studiu includ:

OC1. Investigarea efectelor umidității asupra fluxului de căldură radiantă printr-un sistem de îmbrăcăminte de protecție termică.

OC2. Evaluarea performanței de protecție a materialelor textile în condiții de degradare prin spălare, umiditate, transpirație, căldură și frig.

Pentru a atinge obiectivele cheie, s-au stabilit *obiective specifice (OS)*:

OS1. Analiza cunoștințelor existente cu privire la echipamentele individuale de protecție utilizate în medii de lucru cu expunere la căldură și flacără.

OS2. Examinarea cadrului legislativ național și european care reglementează echipamentele individuale de protecție utilizate în locuri de muncă cu potențială expunere la căldură și flacără.

OS3. Structurarea unei tipologii a echipamentelor individuale de protecție și scopul acestora în prevenirea accidentelor de muncă și bolilor profesionale.

OS4. Dezvoltarea a două metodologii de cercetare: de evaluare a riscurilor pentru alegerea de EIP adecvat și de procurare a EIP necesar la locul de muncă.

OS5. Fundamentarea teoretică și experimentală pentru investigarea proprietăților de protecție a materialelor textilele utilizate la fabricarea echipamentelor de protecție utilizate în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără.

6.3 Metodologia de cercetare-dezvoltare

Abordarea generală a cercetării, așa cum este prezentată în Figura 6.2, este derivată dintr-o combinație a mai multor metode de cercetare.


Faza de colectare date			
	Revizuirea literaturii de specialitate		Publicații relevante
	Discuții de grup (focus grup)	Cercetare calitativă	Discuții față în față
	Experimente de laborator	Cercetare cantitativă	Analiza și interpretarea rezultatelor
Contribuții personale la proiectarea și testarea EIP			

Figura 6.2 Schema metodologiei de cercetare

Cercetarea a debutat cu culegerea de informații din literatura de specialitate privind stadiul actual al cercetării în domeniul echipamentelor individuale de protecție, în special cele utilizate în mediile de muncă cu expunere la căldură și flacără. Informațiile acumulate au furnizat bazele pentru înțelegerea progresului cercetării și a contextului actual.

Informațiile calitative au fost strânse prin utilizarea cercetării calitative prin discuții de grup (focus grup), care a constat în trei sesiuni de 60 de minute cu un grup restrâns de patru participanți, cercetători în domeniul SSM, pentru a discuta despre echipamentul individual de protecție utilizat la locurile de muncă cu expunere la căldură și flacără. A fost adoptată abordarea de tip față în față, cu discuții libere, flexibile.

Obiectivele și metodologia cercetării au fost ulterior dezvoltate prin activități experimentale. Au fost efectuate studii de laborator pe materiale textile utilizate pentru fabricarea îmbrăcăminte de protecție utilizată împotriva riscurilor de expunere la căldură și flacără.

Capitolul 7. Cercetări experimentale privind analiza materialelor textile utilizate pentru fabricarea echipamentelor individuale de protecție

7.1 Selectarea materialelor textile pentru evaluarea proprietăților de protecție

Pentru atingerea obiectivelor cercetării s-au efectuat experimente în laborator privind proprietățile mecanice (sfâșiere, tracțiune), termice (căldură radiantă) și fizice (permeabilitate la aer) ale materialelor textile utilizate la fabricarea EIP, precum și performanța de protecție a acestora după uscarea transpirației. Diferite tipuri de materiale textile cu structuri distincte au fost testate pentru a evalua efectele spălărilor repetate și ale transpirației asupra acestora.

Pentru această cercetare au fost selectate opt tipuri diferite de textile de protecție termică utilizate în producția de articole de îmbrăcăminte de protecție. Caracteristicile textilelor sunt prezentate în Tabelul 7.1.

Tabelul 7.1 Detalierea materialelor textile selectate

Eșantion de țesături	Compoziție	Masa pe unitatea de suprafață (g/m ²)
A	80% Bbc + 19% PES + 1% AS	185
B	75% bumbac + 24% PES + 1% AS	275
C	98% fibre aramidice (93% Nomex/ 5% Kevlar) și 2% AS	265
D	54% Viscoza FR+20% Lână+20% PA + 5% fibre aramidice+1% AS	375
E	26% Bbc + 41% PES + 32% modacrilice+1% AS	330
F	99% Bbc +1% AS	220
G	75% fibre meta-aramid/23% para-aramidice/2%AS	195
H	98% fibre aramidice/2%AS	210

7.2 Metode de testare

Experimentele efectuate în laborator au fost realizate în conformitate cu următoarele condiții de testare:

- testarea eșantioanelor în stare inițială;
- testarea eșantioanelor în starea uscată și umedă a materialului textil după supunerea acestuia la un proces de curățare de 5 până 50 de cicluri de spălare;
- testarea eșantioanelor în starea uscată și umedă a materialului textil după o condiționare de 7 ore în soluție de apă cu sare (25 g sare la 1 litru de apă), pentru simularea condițiilor de lucru în stare transpirată a lucrătorului și articolului de îmbrăcăminte;
- testarea eșantioanelor după condiționarea de 7 ore la temperatura de 50°C;
- testarea eșantioanelor după condiționarea de 7 ore la temperatura de -10°C.

O condiționare de 7 ore într-o soluție de apă sărată (25 g de sare la 1 litru de apă) a fost aplicată probelor A - F pentru a simula condițiile de transpirație ale utilizatorului și a articolului de îmbrăcăminte. Înainte de testare, toate eșantioanele au fost supuse unei perioade de condiționare de 24 de ore la o temperatură de (20±2)°C și umiditate relativă de (65±5)%.

7.2.1 Metode de testare a performanței de protecție mecanică a materialelor textile selectate (sfâșiere, tracțiune și rezistența cusăturii)

7.2.1.1 Comportamentul la sfâșiere

Eșantioanele selectate au fost evaluate pentru rezistența la sfâșiere conform SR EN ISO 13937-2:2001 Materiale textile. Proprietăți de sfâșiere ale materialelor textile plane. Partea 2: Determinarea forței de sfâșiere pe epruvete pantalon (Metoda de sfâșiere unică) [94].

7.2.1.2 Comportamentul la tracțiune

Rezistența la tracțiune a eșantioanelor selectate a fost testată conform SR EN ISO 13934-1:2013 Materiale textile. Proprietăți de tracțiune ale țesăturilor. Partea 1: Determinarea forței maxime și a alungirii la forța maximă prin metoda cu epruvetă tip bandă [95].

7.2.1.3 Rezistența la tracțiune a cusăturilor

Rezistența la tracțiune a cusăturilor a eșantioanelor selectate a fost evaluată conform SR EN ISO 13935-1:2014 Materiale textile [96]. Proprietăți privind rezistența la tracțiune a cusăturilor țesăturilor și articolelor textile confecționate. Partea 1: Determinarea forței maxime de rupere a cusăturilor prin metoda pe bandă.

7.2.2 Metode de testare a performanței de protecție termică a materialelor textile selectate (căldură radiantă)

7.2.2.1 Determinarea indicelui de transfer de căldură la expunerea la căldură radiantă

Pentru determinarea indicelui de transfer de căldură la expunerea la căldură radiantă a fost testată conform SR EN ISO 6942:2022 Îmbrăcăminte de protecție. Protecție împotriva căldurii și a focului. Metodă de încercare. Evaluarea materialelor și a ansamblurilor de materiale expuse la o sursă de căldură radiantă [80].

7.2.2.2 Rezistența la tracțiune reziduală a materialului expus la căldură radiantă

În conformitate cu SR EN ISO 13934-1:2013 Materiale textile. Proprietăți de tracțiune ale țesăturilor. Partea 1: Determinarea forței maxime și a alungirii la forța maximă prin metoda cu epruvetă tip bandă, a fost evaluată rezistența la tracțiune reziduală a materialului expus la căldură radiantă [95].

7.2.3 Metode de testare a performanței de protecție fizică a materialelor textile selectate (permeabilitate la aer)

7.2.3.1 Test de permeabilitate la aer

Testul de permeabilitate la aer a fost efectuat în conformitate cu SR EN ISO 9237:1999 Materiale textile. Determinarea permeabilității la aer a materialelor textile [98].

7.3 Rezultate experimentale privind caracteristicile de protecție ale eșantioanelor selectate

7.3.1 Rezistența la sfâșiere

Rezultatele testelor efectuate asupra eșantioanelor selectate sunt prezentate în Figurile 7.7 – 7.18.

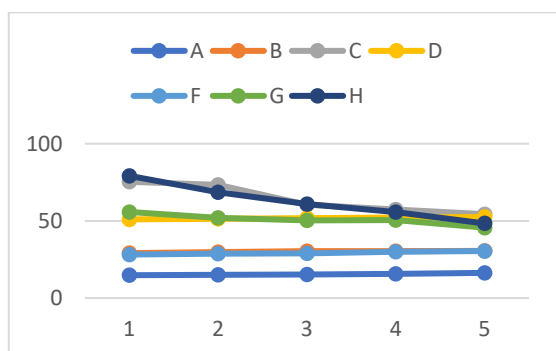


Figura 7.7 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție longitudinală

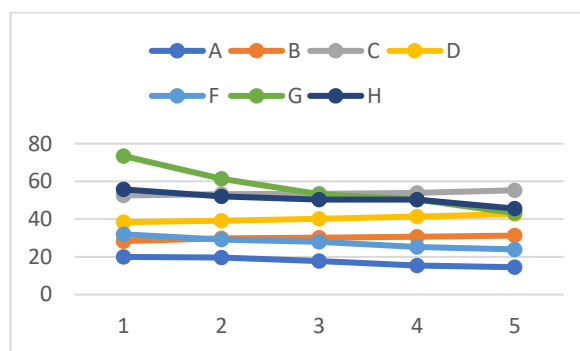


Figura 7.9 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după condiționarea la umiditate, direcție longitudinală (condiționare 23°C și 85%)

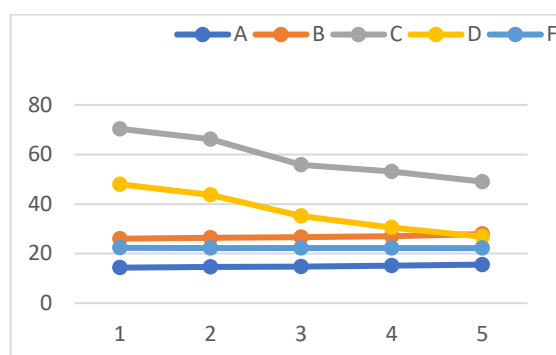


Figura 7.8 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție transversală

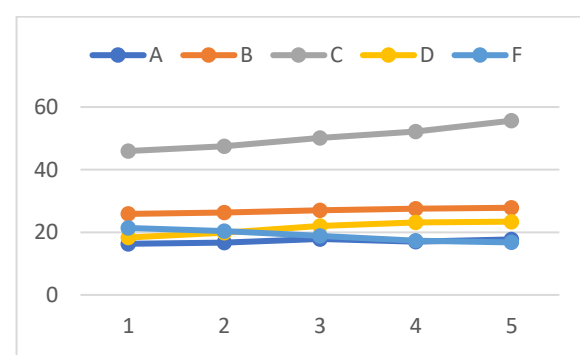


Figura 7.10 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după condiționarea la umiditate, direcție transversală (condiționare 23°C și 85%)

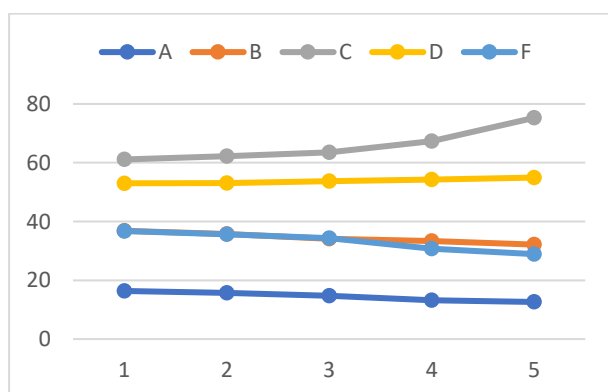


Figura 7.11 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție longitudinală (condiționare 7 ore în soluție sărată, stare uscată)

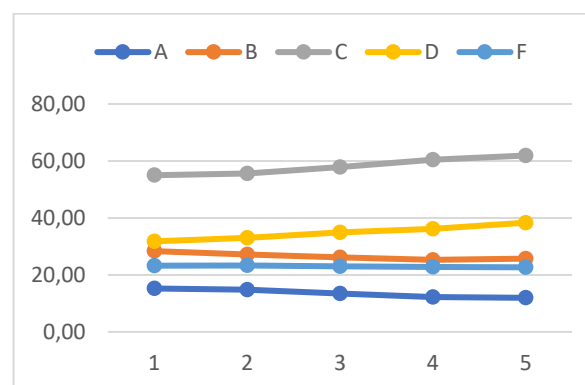


Figura 7.12 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție transversală (condiționare 7 ore în soluție sărată, stare uscată)

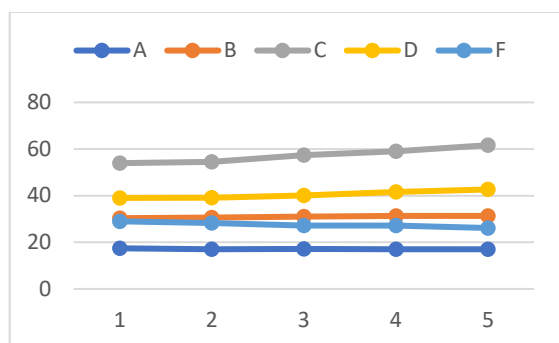


Figura 7.13 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție longitudinal (condiționare 7 ore în soluție sărată, stare umedă)

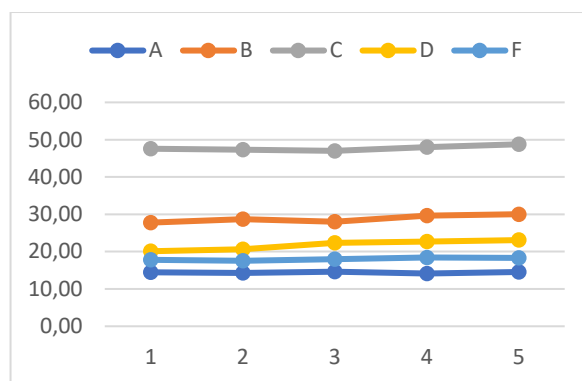


Figura 7.14 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție transversal (condiționare 7 ore în soluție sărată, stare umedă)

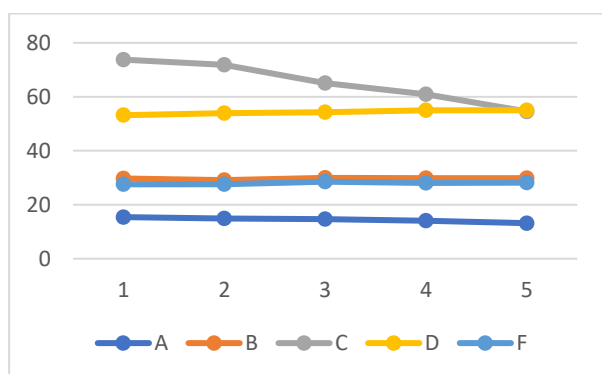


Figura 7.15 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție longitudinal (condiționare 7 ore la 50°C)

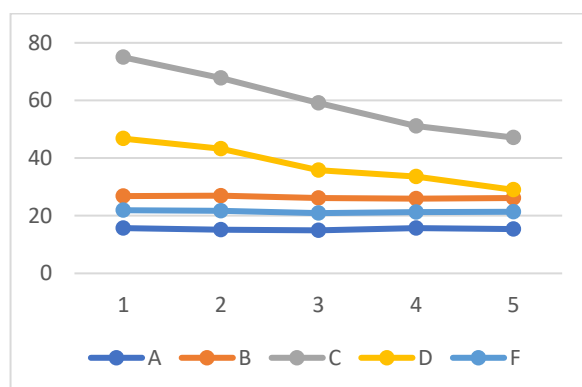


Figura 7.17 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție longitudinal (condiționare 7 ore la -10°C)

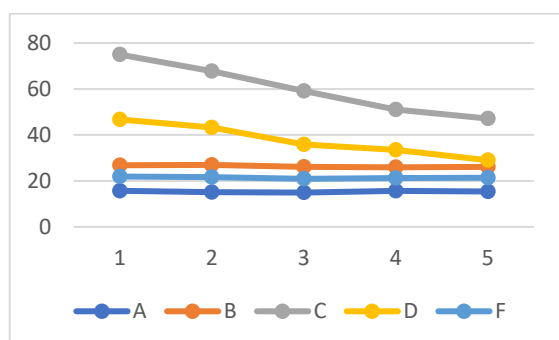


Figura 7.16 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție transversal (condiționare 7 ore la 50°C)

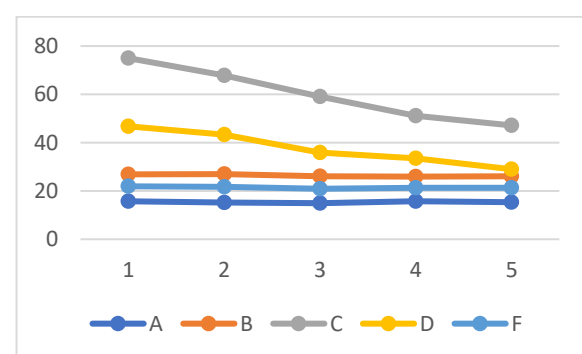


Figura 7.18 Distribuția valorilor forței de sfâșiere după aplicarea pretratamentului de spălare, direcție transversal (condiționare 7 ore la -10°C)

7.3.2 Rezistența la tracțiune

Rezultatele testelor sunt prezentate grafic în Figura 7.20, pentru o înțelegere îmbunătățită.

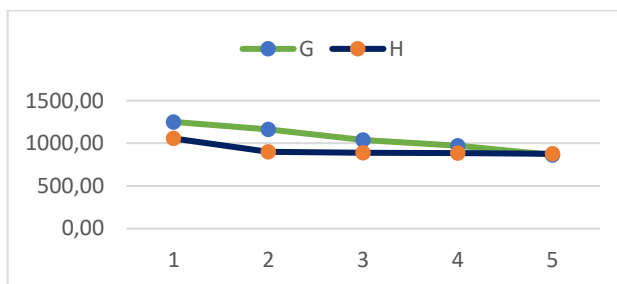


Figura 7.20 Distribuția valorilor rezistenței la rupere (N) după condiționarea la umiditate, direcție longitudinală (condiționare 23°C și 85%)

7.3.3 Rezistența la tracțiune a cusăturilor

Rezultatele testelor efectuate pe probe de material sunt prezentate grafic (Figurile 7.22 – 7.23).

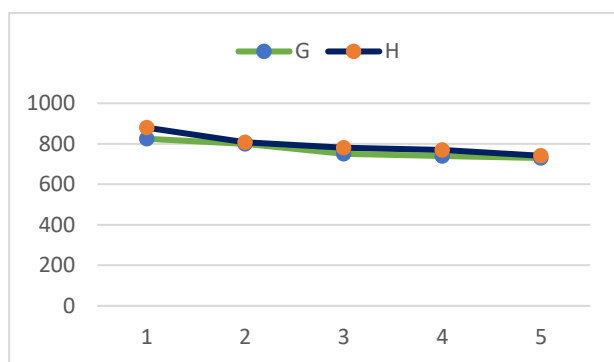


Figura 7.22 Distribuția valorilor forței maxime de rupere a cusăturilor prin metoda pe bandă (N)

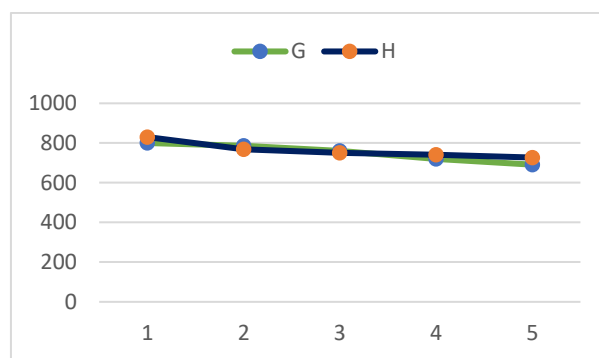


Figura 7.23 Distribuția valorilor forței maxime de rupere a cusăturilor prin metoda pe bandă (N) după condiționarea la umiditate, direcție longitudinală, (condiționare 23°C și 85%)

7.3.4 Rezistența la căldură radiantă

Tabelul 7.17 prezintă rezultatele testelor efectuate.

Tabelul 7.17 Influența umidității asupra indicelui de transfer a căldurii radiantă

Eșantion	Condiționare 23°C și 85%	Densitate de flux caloric incident, (kW/m ²)	Țimp pentru creștere a temperaturii cu 12°C, (s)	Țimp pentru creștere a temperaturii cu 24°C, (s)	Indice de transfer a căldurii de radiație HTI ₂₄ - HTI ₁₂ , (s)
Multistrat Strat1 - 98% fibre aramidice ignifuge și 2% AS, masa de circa 210 g/mp; Strat 2 - membrană imperrespirabilă din poliuretan cașerată pe un strat din nețesut 100% fibre aramidice	50 spălări	40	16,4	24,3	7,9
	50 spălări Condiționare 23°C și 85%		16,1	23,	7,6

Strat 3 - țesătură aramidică și vâscoză					
Multistrat Strat 1- 76% meta-aramidice/23% para-aramidice 1% AS, cu masa de circa 210 g/mp Strat 2 - membrană imperrespirabilă din poliuretan cașerată pe un strat din nețesut 100% fibre aramidice Strat 3 - țesătura ignifuge aramidice și viscoză	50 spălări	40	16,6	24,4	7,8
	50 spălări Condiționare 23°C și 85%		16,2	24,1	7,9
Multistrat Strat 1 – 98% aramidice + 2% AS, masa 195g/mp Strat 2 – 50% aramidice/50% viscoză, cașerat pe membrana PU Strat 3 - 98% aramidice + 2% antistatice	50 spălări	40	16,4	20,6	4,2
	50 spălări Condiționare 23°C și 85%		16,3	20,4	4,1

7.3.5 Rezistența la tracțiune reziduală a materialului expus la căldură radiantă

În tabelul de mai jos (Tabelul 7.18) sunt prezentate rezultatele testelor efectuate asupra eșantioanelor de material textil selectate.

Tabelul 7.18 Influența umidității asupra rezistenței la tracțiune reziduală a materialului expus la căldura radiantă

Eșantion	Condiționare 23°C și 85%	Densitate de flux caloric incident, (kW/m ²)	Forța de rupere, (N) direcție longitudinal	Forța de rupere, (N) direcție transversal
Multistrat Strat 1 - 98% fibre aramidice ignifuge și 2% AS, masa de circa 210 g/mp; Strat 2 - membrană imperrespirabilă din poliuretan cașerată pe un strat din nețesut 100% fibre aramidice Strat 3 - țesătură aramidică și vâscoză	50 spălări	10	1310	1060
	50 spălări Condiționare 23°C și 85%		1300	1010
Multistrat Strat 1 - 76% meta-aramidice/23% para-aramidice 1% AS, cu masa de circa 210 g/mp Strat 2 - membrană imperrespirabilă din poliuretan cașerată pe un strat din nețesut 100% fibre aramidice	50 spălări	10	1300	1100
	50 spălări Condiționare 23°C și 85%		1310	1050

Eșantion	Condiționare 23°C și 85%	Densitate de flux caloric incident, (kW/m ²)	Forța de rupere, (N) direcție longitudinal	Forța de rupere, (N) direcție transversal
Strat 3 - țesătura ignifuge aramidice și viscoză				
Multistrat Strat 1 – 98% aramidice + 2% AS, masa 195g/mp Strat 2 – 50% aramidice/50% viscoză, cașerat pe membrana PU Strat 3 - 98% aramidice + 2% antistatice	50 spălări	10	1010	960
	50 spălări Condiționare 23°C și 85%		1000	950

7.3.6 Determinarea permeabilității la aer mm/min (echivalent în l/m².s)

Datele colectate în urma încercărilor pe eșantioanele de material selectate sunt prezentate grafic în Figurile 7.27 – 7.32.

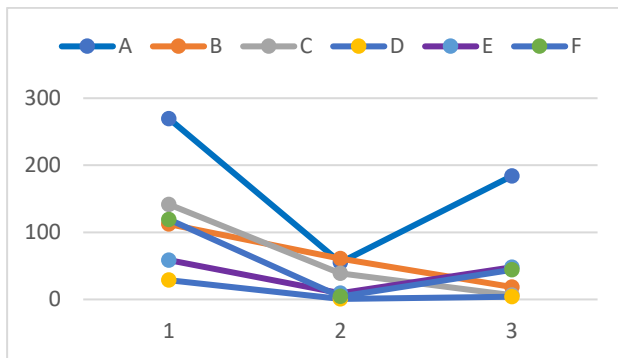


Figura 7.27 Distribuția valorilor rezistenței la permeabilitate la aer după condiționarea (23°C și 85%, stare uscată)

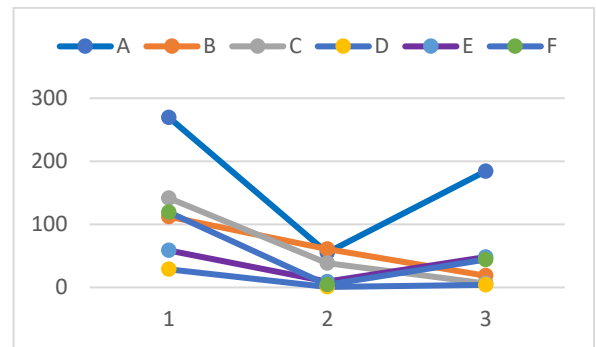


Figura 7.29 Distribuția valorilor rezistenței la permeabilitate la aer după aplicarea pretratamentului de spălare (condiționare 7 ore în soluție sărată, stare uscată)

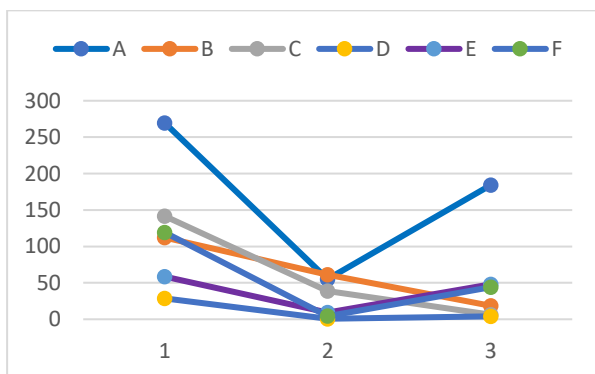


Figura 7.28 Distribuția valorilor rezistenței la permeabilitate la aer după condiționarea (23°C și 85%, stare umedă)

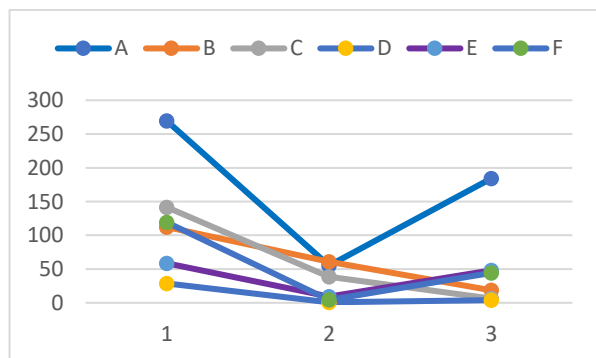


Figura 7.30 Distribuția valorilor rezistenței la permeabilitate la aer după aplicarea pretratamentului de spălare (condiționare 7 ore în soluție sărată, stare umedă)

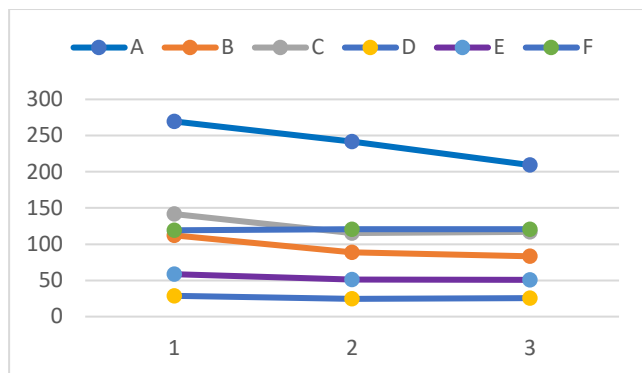


Figura 7.31 Distribuția valorilor rezistenței la permeabilitate la aer după aplicarea pretratamentului de spălare și condiționare 7 ore în soluție sărată (condiționare 3 ore la 50°C)

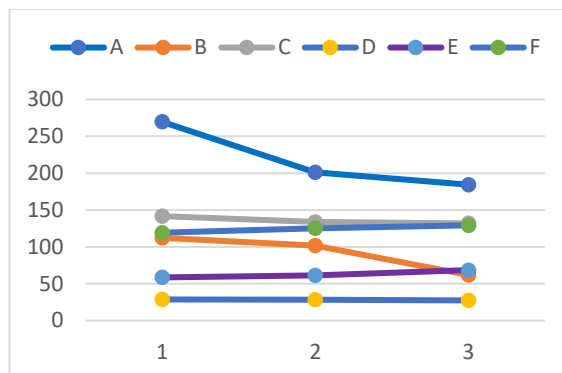


Figura 7.32 Distribuția valorilor rezistenței la permeabilitate la aer după aplicarea pretratamentului de spălare (condiționare 3 ore la -10°C)

7.4 Interpretarea rezultatelor

Prin compararea rezultatelor testelor experimentale cu valorile obținute pentru eșantioanele de material în stare inițială, necondiționate, au rezultat următoarele:

Rezistența la sfâșiere

- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție longitudinal, după aplicarea pretratamentului de spălare pentru eșantioanele A, B, D și F;
- forța de sfâșiere, direcție longitudinal, scade pentru eșantioanele C, G și H după aplicarea pretratamentului de spălare;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, pentru eșantioanele A, B și F nu prezintă modificări semnificative, după aplicarea pretratamentului de spălare;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, scade pentru eșantioanele C, D și H după aplicarea pretratamentului de spălare;
- forța de sfâșiere, direcție longitudinal, pentru eșantioanele A, B, C și D nu prezintă modificări semnificative, după ce a fost aplicată condiționarea la umiditate;
- forța de sfâșiere, direcție longitudinal, scade pentru eșantioanele C, D și H după ce a fost aplicată condiționarea la umiditate;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, pentru eșantioanele A și B nu prezintă modificări semnificative, după ce a fost aplicată condiționarea la umiditate;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, scade pentru eșantioanele C, D și F după ce a fost aplicată condiționarea la umiditate;
- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție longitudinal, după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare uscată, pentru eșantioanele A, B, D și F;
- forța de sfâșiere, direcție longitudinal, scade pentru eșantioanele C după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare uscată;
- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție transversal, după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare uscată, pentru eșantioanele A, B și F;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, scade pentru eșantioanele C și D după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare uscată;

- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție longitudinal, după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare umedă, pentru eșantioanele A, B și F;
- forța de sfâșiere, direcție longitudinal, scade pentru eșantioanele C și D după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare umedă;
- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție transversal, după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare umedă, pentru eșantioanele A, B;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, scade pentru eșantioanele C D și F după condiționarea 7 ore în soluție sărată, stare umedă;
- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție longitudinal, după condiționarea 7 ore la 50°C, pentru eșantioanele A, B, C și F;
- forța de sfâșiere, direcție longitudinal, scade pentru eșantioanele după condiționarea 7 ore la 50°C;
- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție transversal, după condiționarea 7 ore la 50°C, pentru eșantioanele A, B;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, scade pentru eșantioanele C D și F după condiționarea 7 ore la 50°C;
- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție longitudinal, după condiționarea 7 ore la -10°C, pentru eșantioanele A, B, C și F;
- forța de sfâșiere, direcție longitudinal, scade pentru eșantioanele după condiționarea 7 ore la -10°C;
- nu sunt modificări semnificative ale forței de sfâșiere, direcție transversal, după condiționarea 7 ore la -10°C, pentru eșantioanele A, B;
- forța de sfâșiere, direcție transversal, scade pentru eșantioanele C D și F după condiționarea 7 ore la -10°C;

Rezistența la tracțiune

- pentru eșantioanele G și H, pretratamentul de spălare a provocat o scădere a rezistenței la tracțiune atât a materialului;

Rezistența la tracțiune a cusăturilor

- pentru eșantioanele G și H, pretratamentul de spălare a provocat o scădere a rezistenței la tracțiune a cusăturilor;

Rezistența la căldură radiantă

- rezistența la căldură radiantă a eșantioanelor expuse la căldura radiantă rămân aproape neafectate de aplicarea tratamentului de condiționare la umiditate;

Rezistența la tracțiune reziduală a materialului expus la căldură radiantă

- rezistența la tracțiune reziduală a eșantioanelor expuse la căldura radiantă rămân aproape neafectate de aplicarea tratamentului de condiționare la umiditate;

Determinarea permeabilității la aer mm/min (echivalent în l/m².s)

- eșantioanele A, B și F au o permeabilitate ridicată în stare inițială, uscată, care scade după aplicarea pretratamentului de spălare și după condiționarea ulterioară în soluție salină;

- eșantionul C nu a prezentat nicio modificare a permeabilității la aer după pretratamentul de spălare, totuși s-a observat o scădere foarte mare după condiționarea în soluție salină.
- eșantioanele D și E nu prezintă modificări semnificative a permeabilității la aer după pretratamentele de spălare și condiționare într-o soluție salină.

7.5 Discuții și concluzii

Rezultatele testelor de laborator conduc la următoarele concluzii:

- eșantioanele A, B și F nu prezintă modificări semnificative a rezistenței la sfâșiere după ce le-a fost aplicat un pretratament prin spălare și condiționare în soluție salină timp de 7 ore. Aceste eșantioane conțin mai mult de 75% bumbac;
- eșantioanele C, D, E, G și H, compuse din fibre aramidice sau modacrilice, care au o rezistență mai mare la sfâșiere dar pretratamentul de spălare aplicat are ca rezultat o scădere a acestei rezistențe;
- după 7 ore de condiționare în soluție salină, eșantioanele C, D și E nu au fost afectate semnificativ din punct de vedere al rezistenței la sfâșiere;
- pentru eșantioanele G și H, pretratamentul de spălare a provocat o scădere a rezistenței la tracțiune atât a materialului, cât și a cusăturilor.
- rezistența la căldură radiantă și rezistența la tracțiune reziduală a eșantioanelor expuse la căldura radiantă rămân aproape neafectate de aplicarea tratamentului de condiționare la umiditate;
- eșantioanele A, B și F, care au în compoziție peste 75% bumbac, au o permeabilitate ridicată în stare inițială, uscată, care scade după aplicarea pretratamentului de spălare și după condiționarea ulterioară în soluție salină;
- eșantionul C, care are în compoziție fibre aramidice, nu a prezentat nicio modificare a permeabilității la aer după pretratamentul de spălare, totuși s-a observat o scădere foarte mare după condiționarea în soluție salină.
- eșantioanele D și E, care au un conținut ridicat de vâscoză sau fibre modacrilice, nu prezintă modificări semnificative a permeabilității la aer după pretratamentele de spălare și condiționare într-o soluție salină.

Rezumând rezultatele testelor de laborator, sunt evidente următoarele:

- materialele textile compuse predominant din bumbac își păstrează rezistența la sfâșiere indiferent de pretratamentele de spălare și condiționare de 7 ore în soluție aplicate și au o permeabilitate ridicată în stare inițială, uscată, chiar și după astfel de tratamente dar care scade după aplicarea celor două pretratamente;
- fibrele aramidice sau modacrilice au o rezistență superioară la sfâșiere, care este redusă prin aplicarea pretratamentului de spălare, dar nu sunt afectate substanțial de condiționarea de 7 ore în soluție salină;
- permeabilitatea la aer a eșantioanelor care au în compoziție fibre aramidice nu se modifică la pretratamentul de spălare, însă scade semnificativ după condiționarea în soluție salină;
- pretratamentele de spălare și condiționare în soluție sărată nu afectează semnificativ permeabilitatea la aer a materialelor cu un conținut ridicat de fibre modacrilice sau viscoză;

- rezistența la căldură radiantă și rezistența la tracțiune reziduală a materialului expus la căldura radiantă nu sunt modificate semnificativ de aplicarea tratamentului de condiționare la umiditate.

Capitolul 8. Metodologia de evaluare a riscurilor pentru a determina echipamentul individual de protecție adecvat

8.1 Explorarea elementelor de bază ale managementului siguranței EIP

Principiile și tehnicile de gestionare a EIP trebuie să fie documentate pentru a demonstra modul de acordare, procurare și verificare a EIP adecvate activităților desfășurate de angajator. Acest lucru necesită o evaluare sistematică și revizuirea procedurilor. Diagrama din Figura 8.1 conturează sistemul de management în domeniul EIP.

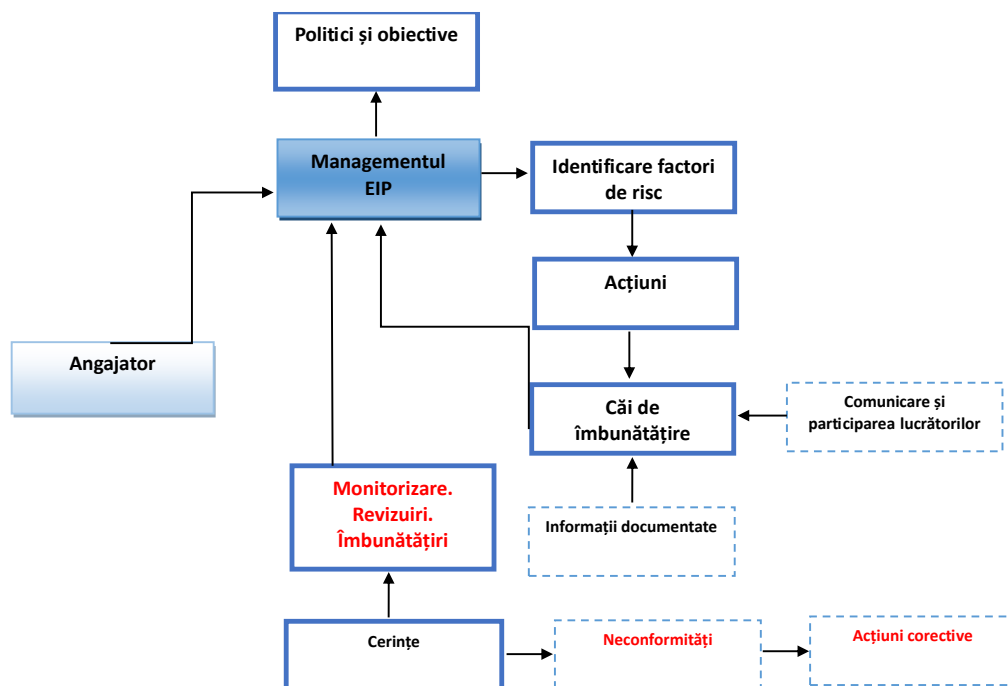


Figura 8.1 Diagrama sistemului de management în domeniul EIP

8.2 Dezvoltarea metodologiei de evaluare a nivelului de risc pentru selectarea EIP adecvat mediului de muncă cu expunere la căldură și flacără

Odată cu consultarea și implicarea lucrătorilor, se determină necesarul pentru dotarea pentru fiecare loc de muncă și se realizează listele de acordare a EIP. Următoarele trei etape trebuie avute în vedere atunci când se elaborează necesarul și cerințele EIP:

- *Identificarea elementelor specifice activităților desfășurate în mod regulat și cu caracter ocazional (cum sunt reparații, mentenanță, intervenții).*

Elementele specifice ar putea include:

- tipuri de sarcini de îndeplinit: durata, frecvența;

- locul de desfășurare al activității (în interior, în exterior);
- tipul activității (regulată, ocazională);
- cine îndeplinește, în general, această sarcină
- tipul de materiale manipulate;
- substanțele utilizate sau la care sunt expuși în mediul de muncă (fum, gaze, vapori, lichide, pulberi, substanțe solide).

▪ *Identificarea factorilor de risc din mediul de muncă*

Crearea unei liste de verificare care să acopere riscurile existente la locul de muncă este utilă pentru a ajuta procesul de identificare și ar trebui să includă informații despre:

- locurile de muncă;
- sarcinile sau activitățile realizate;
- riscurile identificate.

▪ *Metodologia privind evaluarea nivelului de risc pentru selectarea de EIP adecvat mediului de muncă cu expunere la căldură și flacără*

Cunoașterea riscurilor la care poate fi expus lucrătorul este esențială pentru a lua o decizie bine informată și corectă cu privire la tipul de EIP adecvat. Acest tip de evaluare a riscurilor nu are scopul de a analiza riscurile la locul de muncă, ci de a decide asupra EIP adecvat pentru a proteja utilizatorul care este expus anumitor factori de risc în mediul de muncă. Această formă de evaluare trebuie să fie încorporată în sistemul de management. Metodologia de evaluare dezvoltată în cadrul prezentei cercetări se aplică mediilor de muncă cu expunere la căldură și flacără.

Atunci când se evaluează severitatea (S) potențialelor consecințe asupra utilizatorului dacă este expus la risc trebuie luate în considerare:

- zonele corpului expuse;
- efecte asupra organismului, încadrate în 3 categorii (scăzut, mediu, ridicat) sau 5 niveluri de intensitate (neglijabil, scăzut, moderat, ridicat, extrem).

La aprecierea probabilității (P) ca utilizatorul să fie expus la riscuri, se vor lua în considerare următoarele:

- în cazul extinderii sau dezvoltării activității, probabilitatea producerii unui accident sau îmbolnăvire profesională ca urmare a unui risc crește odată cu numărul lucrătorilor expuși care îndeplinesc sarcina, indiferent dacă anterior au avut sau nu au avut loc incidente similare;
- frecvența și durata de expunere la risc;
- lipsa unor facilități (de exemplu, apă);
- funcționare defectuoasă a componentelor echipamentelor, instalațiilor și ale dispozitivelor de securitate aferente acestora;
- nivelul de uzură al EIP;
- erori umane.

Pentru selectarea adecvată a EIP pentru lucrătorii expuși la căldură și flacără în mediul de muncă, se utilizează scala de evaluare a nivelului de risc, așa cum este prezentată în Tabelul 8.1.

Tabelul 8.1 Scala de evaluare a nivelului de risc

Valoare	Probabilitate (P)	Severitate (S)
5	Aproape sigur (cu siguranță va apare)	Extrem (decese, amputări, fracturi majore, intoxicații cronice)
4	Foarte probabil (sunt șanse mari să apară)	Ridicat (arsuri chimice și termice, tăieturi profunde, afectări parțiale ale auzului, dizabilitate permanentă)
3	Ocazional (pe viitor s-ar putea să mai apară)	Moderat (arsuri grave, fracturi)
2	Rar (nu a mai apărut de mulți ani)	Scăzut (zgârieri ușoare, arsuri superficiale, tăieturi)
1	Foarte improbabil (este imposibil să apară sau niciodată nu a apărut)	Neglijabil

Formula de calcul este: $R = P \times S$

Unde R reprezintă riscul

P reprezintă probabilitatea

S reprezintă severitatea.

Matricea de risc este prezentată în Tabelul 8.2.

Tabelul 8.2 Matricea de risc

Probabilitate (P)	Severitate (S)				
	1	2	3	4	5
5	5	10	15	20	25
4	4	8	12	16	20
3	3	6	9	12	15
2	2	4	6	8	10
1	1	2	3	4	5

Legendă: **Risc scăzut**; **Risc mediu**; **Risc ridicat**

Exemplu de scenariu tipic prin utilizarea metodei de evaluare a riscurilor pentru alegerea tipului de EIP adecvat

Pompierii în mediul de muncă sunt expuși la situații periculoase care pot implica flăcări, substanțe chimice sau vătămări grave. Riscurile potențiale pentru pompieri includ:

Riscuri termice: În caz de incendiu, pompierii sunt frecvent expuși la flacără (probabilitate: foarte probabil). Focul este principalul factor de risc și poate să producă căldură radiantă, convectivă sau de contact, care poate conduce chiar și la decesul lucrătorului (severitate: extremă).

Formula de calcul: 4 (Foarte probabil) x 5 (extrem) = 20 **Risc ridicat**

Riscuri chimice: Ocazional, pompierii pot intra în contact cu uleiuri și grăsimi în timpul întreținerii sau reparației echipamentelor de stingere a incendiilor (probabilitate: ocazional). Gradul de expunere este moderat (severitate: scăzută).

Formula de calcul: 3 (Ocazional) x 2 (scăzut) = 6 **Risc mediu**

Riscuri mecanice: Pompierii se confruntă frecvent în timpul îndeplinirii sarcinilor lor (probabilitate: foarte probabil) cu riscul de a suferi răni grave precum tăieturi profunde, chiar și invaliditate permanentă (severitate: ridicată).

Formula de calcul: 4 (Foarte probabil) x 4 (Ridicat) = **16 Risc ridicat**

8.3 Metodologia pentru achiziția de EIP adecvat

8.3.1 Determinarea cerințelor

Determinarea cerințelor presupune:

- alegerea sortimentelor și tipurilor de EIP adecvate;
- elaborarea specificațiilor tehnice pentru a aborda riscurile identificate la locul de muncă;
- estimarea cantităților necesare pentru fiecare tip de echipament;
- stabilirea cerințelor pe care trebuie să le îndeplinească EIP, cum ar fi includerea marcajului CE, oferirea de instrucțiuni în limba română, obținerea certificării de la un organism notificat etc.

8.3.2 Achiziția de EIP

Persoana responsabilă cu asigurarea de EIP este cea care stabilește parametrii de protecție ale utilizatorului în raport cu riscurile împotriva cărora EIP este menit să protejeze. Pentru o decizie informată, persoana responsabilă pentru achiziționarea EIP trebuie să fie instruită în prealabil.

Tabelul 8.5 cuprinde o listă de întrebări care ar putea fi luate în considerare atunci când se achiziționează EIP.

Tabelul 8.5 Listă de întrebări privind achiziția de EIP

Întrebare
S-a făcut identificarea activităților și spațiilor de lucru care necesită folosirea EIP de către lucrător?
Au fost documentate și evaluate riscurile identificate?
Care este nivelul necesar de protecție pentru EIP?
Sunt identificate părțile corpului care necesită protecție și nivelurile de protecție?
A fost selectat tipul de EIP care are combinația de caracteristici și performanță pentru a combate riscurile identificate?
Este EIP potrivit pentru utilizator și adecvat scopului și riscului?
S-a verificat dacă este necesar ca EIP să fie certificat în conformitate cu standardele specifice?
S-a stabilit dacă EIP necesită caracteristici distinctive pentru vizibilitate ridicată și/sau identificare, cum ar fi material reflectorizant?
Există informații disponibile sunt disponibile cu privire la curățarea, decontaminarea și dezinfectarea EIP selectat?
Există informații disponibile cu privire la modul de inspectare, întreținere și eliminare a EIP cu utilizare limitată?

Capitolul 9. Concluzii finale și contribuții personale privind proiectarea și testarea echipamentelor individuale de protecție. Limitele cercetării. Recomandări pentru direcții viitoare de cercetare

9.1 Concluzii asupra cercetării realizate

- Până în prezent, cercetările științifice efectuate asupra accidentelor de muncă și bolilor profesionale cauzate de expunerea la căldură și flacără au scos în evidență că există încă lacune de cunoaștere:
 - criteriile de performanță de protecție subliniază necesitatea luării în considerare a condițiilor reale în care vor fi utilizate EIP în mediul de lucru expus la căldură și flacără, din cauza factorilor de mediu care pot să apară; ulterior, condițiile pe care le experimentează lucrătorii trebuie să fie analizate în raport cu realizate conform cerințele din standard;
 - informații și cunoștințe insuficiente despre proprietățile de protecție a EIP după procesele de spălare și îmbătrânire.
- În cea mai mare parte, studiile și analizele privind proprietățile de protecție ale EIP s-au realizat după producerea de evenimente la locul de muncă (accidente, incidente) (v. § 1.3).
- Luând în considerare poziția și importanța protecției individuale în garantarea securității și sănătății în muncă a lucrătorilor, se poate concluziona că, deși protecția individuală ar trebui să fie ultima soluție adoptată, după implementarea măsurilor de protecție colectivă și organizatorică, aceasta ar putea fi singura măsură de luat în considerare deoarece ar putea fi ultima linie de apărare împotriva accidentelor de muncă și bolilor profesionale (v. § 2.1).
- Varietatea de EIP disponibile care se disting prin partea corpului pe care o protejează, formă, funcția de protecție, materiale utilizate, au condus la necesitatea stabilirii unui sistem de clasificare (v. § 2.2).
- Pentru a implementa cu succes un sistem de management SSM eficient și adecvat activităților desfășurate, este important să se încorporeze cele două componente ale acestuia în sistemul general de management al organizației. Sistemul de management al SSM se bazează pe două elemente: securitatea și sănătatea lucrătorilor asigurată prin EIP, ca măsură de protecție a lucrătorilor și securitatea la locul de muncă sub aspectul acordării lucrătorilor de echipamente individuale de protecție adecvate riscurilor la care sunt expuși. Pentru aceasta este nevoie, în primul rând, de alocarea de resurse umane și financiare, iar în al doilea rând, de promovarea la nivelul organizației a unei culturi SSM prin comunicarea și implicarea lucrătorilor, identificarea și evaluarea riscurilor, furnizarea EIP adecvat, evaluarea și îmbunătățirea sistemului de management (v. § 3.1).
- Strategia Națională pentru Cercetare, Inovare și Specializare Inteligență 2022 – 2027 conectează activitățile de cercetare provocările societale, precum bunăstare și incluziune socială, sănătate, schimbări tehnologice, schimbări climatice [7]. Următoarele obiective au fost stabilite la nivel european prin Cadrul Strategic al UE privind securitatea și sănătatea în muncă pentru perioada 2021 – 2027 [8]:
 - prevenirea riscurilor și promovarea unui mediu mai sigur și mai sănătos la locul de muncă;
 - menținerea sănătății lucrătorilor pe parcursul întregii vieți profesionale;
 - protecția împotriva accidentelor de muncă și a bolilor profesionale (v. § 3.2).

- În ciuda statutului său de „măsură de ultimă instanță” pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor, echipamentul individual de protecție totuși joacă încă un rol în combaterea riscurilor. Dovezile statistice din surse naționale și europene arată că frecvența accidentelor la locul de muncă este în scădere. În ciuda scăderii ușoare cu doar 11 accidente fatale în 2021 față de 2020, numărul accidentelor și pierderilor umane și economice rămân alarmant de ridicate (v. § 4.1).
- Expunerea la căldură și flacără poate reprezenta un pericol major pentru lucrători, putându-le afecta securitatea și sănătatea. Principalele riscuri asociate mediului de muncă cu expunere la căldură și flacără sunt scânteile care pot provoca incendii sau arsuri, conducerea căldurii prin țevi, materialele explozive, diferiți reactivi, leziuni ale pielii prin contact cu materiale sau echipamente fierbinți, stresul termic (v. § 4.3).
- Căldura și flacăra pot reprezenta factori de risc deosebit de îngrijorător pentru sănătatea lucrătorilor din metalurgie și sticlărie, industria siderurgică (forje, turnătorii), sudare și stingerea incendiilor. Pentru a-i proteja, există o gamă largă de îmbrăcăminte de protecție (v. § 4.3).
- În cazul ocupațiilor precum sudori și pompieri, lucrătorii sunt expuși frecvent la căldură și flacără, ceea ce reprezintă un risc pentru securitate și sănătate. Țesăturile ignifuge și rezistente la flacără sunt două clase de materiale textile rezistente la căldură și la flacără (v. § 4.3).
- Îmbrăcăminte de protecție purtată de lucrătorii enumerați anterior poate fi expusă la căldură, abraziune, compresiune, umiditate în timpul executării sarcinilor. În consecință, trebuie efectuate teste de laborator pentru a evalua proprietățile de protecție ale materialelor textile utilizate la fabricarea îmbrăcăminte de protecție (v. § 4.4).
- Selectarea îmbrăcăminte de protecție adecvată acestor medii de muncă necesită stabilirea caracteristicilor de protecție ale materialelor textile din care este fabricat EIP, în raport cu influența diferiților factori externi întâlniți în mediul de lucru (v. § 6.4).
- Ținând cont de factori externi întâlniți în mediul de muncă real, au fost efectuate experimente de laborator pentru a analiza proprietățile de protecție ale materialelor textile utilizate pentru fabricarea îmbrăcăminte de protecție utilizată împotriva expunerii la căldură și flacără (v. § 6.4.2)
- Experimentele de laborator au examinat influența anumitor factori precum îmbătrânirea rezultată din aplicarea unui proces de curățare (spălare), umiditate, transpirație excesivă, frig extrem și căldură ridicată asupra unei varietăți de opt materiale textile selectate în acest scop. Testele de laborator au fost concepute și au sprijinit o înțelegere mai cuprinzătoare a fenomenului de degradare (îmbătrânire) asupra unui set de materiale textile alese și folosite în prezent la fabricarea îmbrăcăminte de protecție utilizată în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără (v. § 7.1).
- Analiza comparativă a rezultatelor cercetării experimentale a indicat că factorii externi precum îmbătrânirea rezultată din aplicarea unui proces de curățare (spălare), umiditate, transpirație excesivă, frig extrem și căldură ridicată au un impact diferit asupra proprietăților de protecție ale materialelor textile. Compoziția materialului textil este un factor cheie, fapt demonstrat prin faptul că în ceea ce privește țesăturile cu o proporție mare de bumbac, rezistența la sfășiere rămâne relativ neafectată de ciclurile de spălare și condiționarea cu soluție salină de 7 ore iar permeabilitatea este ridicată în stare inițială, care scade după aplicarea celor două pretratamente. După ce a fost condiționat într-o soluție salină, materialul cu fibre de aramidă în compoziția sa suferă o scădere semnificativă a permeabilității la aer (v. § 7.2-7.3).
- Sistemul de management SSM trebuie adaptat sarcinilor și mediului de muncă în care lucrătorii își desfășoară activitatea (v. § 8.1).

- Cercetarea a dezvoltat și aplicat o metodologie de evaluare a riscurilor pentru a selecta tipul adecvat de EIP pentru a proteja lucrătorul expus la căldură și flacără în mediul de muncă. Această metodologie a fost posibilă prin recunoașterea anumitor parametri luați în considerare la evaluarea riscurilor împotriva cărora EIP oferă protecție. Gama adecvată de EIP va fi selectată examinând fișa de evaluare a riscurilor. Luând în considerare cantitatea, durata și nivelul factorilor de risc care la care lucrătorii sunt expuși în mediul de muncă, se va face selecția de EIP (v. § 8.2).
- Procesul de determinare a nivelului de risc pentru selectarea EIP adecvat pentru un loc de muncă cu expunere la căldură și flacără a permis o combinație și o corelare între estimarea probabilității de apariție și efectele probabile asupra securității și sănătății lucrătorului. Dacă riscul nu poate fi eliminat sau adus la un prag acceptabil, atunci este esențial să se implementeze măsuri de atât tehnice, cât și organizatorice pentru a proteja securitatea și sănătatea lucrătorului. Dacă aceste măsuri nu sunt suficiente, atunci este necesar să se doteze lucrătorii cu echipament individual de protecție (v. § 8.2).
- Furnizarea EIP lucrătorilor a relevat necesitatea dezvoltării metodologiei pentru alegerea și achiziția de EIP. Metodologia constă în două etape: identificarea cerințelor EIP-ului și achiziția propriu-zisă de EIP adecvate factorilor de risc identificați în mediul de muncă (v. § 8.3).
- Prin cercetările științifice efectuate în cadrul acestei teze de doctorat, au fost prezentate primele date experimentale care să arate cum pot fi recreate condiții reale de muncă într-un laborator, pentru a examina influența factorilor externi asupra performanței de protecție a EIP împotriva căldurii și flăcării. S-a realizat experimentarea parametrilor mecanici (sfâșiere, tracțiune și rezistența cusăturii), termici (căldură radiantă) și fizici (permeabilitate la aer) a materialelor textile utilizate în producerea de EIP-uri, pentru a obține o mai bună înțelegere a fenomenului de degradare a acestora ca urmare a aplicării procesului de curățare (spălare) și transpirație, care ar putea ajuta la dezvoltarea de noi țesături pentru o mai bună siguranță a lucrătorilor.
- Abordările și metodologiile dezvoltate pot fi privite ca o referință care poate fi personalizate și utilizate pentru a evalua o gamă variată de factori de risc întâlniți în mediul de muncă.

9.2 Contribuții personale

Contribuția personală din perspectiva obiectivelor cercetării

- Stabilirea obiectivului general al cercetării pe baza problemelor și lacunelor identificate în domeniul securității și sănătății la locul de muncă legate de utilizarea EIP în mediile de muncă cu expunere la căldură și flacără. Cercetările vor sprijini producătorii să dezvolte îmbrăcăminte de protecție îmbunătățită și adecvată pentru lucrătorii care îndeplinesc în mod regulat sarcini cu expunere la căldură și flacără.
- Sublinierea obiectivelor principale ale cercetării prin evidențierea principalelor direcții majore de cercetare pentru a investiga proprietățile de protecție ale materialelor textilele utilizate la fabricarea îmbrăcămintei de protecție purtate de lucrători în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără.
- Stabilirea de obiective specifice pentru a ilustra rezultatele dorite ale cercetării necesare pentru atingerea obiectivelor principale.
- Pentru a atinge obiectivele cercetării, au fost folosite atât metode cantitative, cât și calitative de colectare a datelor (cum ar fi literatura de specialitate, discuții de grup și experimente de laborator), care au consolidat procesul de cercetare prin confirmarea și consolidarea rezultatelor cercetării.

Contribuția personală din perspectiva studiului documentar dezvoltat în cadrul cercetării

- Revizuirea literaturii de specialitate pentru a prezenta stadiul actual al cercetării în domeniu și o analiză a cercetărilor consacrate. Studiul oferă o imagine de ansamblu asupra caracteristicilor de protecție ale țesăturilor utilizate pentru fabricarea EIP, dar este evident că datele și cunoștințele actuale nu sunt cuprinzătoare. Această etapă a permis identificarea lacunelor de date și cunoștințe și să conturăm principalele teorii/conceptele din domeniul EIP. Acest lucru a permis formularea propriei cercetări cu caracter de noutate și originalitate.
- Realizarea unei cercetări privind rolul pe care EIP îl joacă în prevenirea accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Cercetarea a vizat prezentarea principalelor categorii de EIP, clasificarea și scopul lor în protecția lucrătorilor, atunci când măsurile tehnice și organizatorice nu sunt suficiente. Această etapă a oferit cunoștințe și a facilitat înțelegerea protecției individuale în prevenirea accidentelor de muncă și îmbolnăvirilor profesionale la locul de muncă.
- O investigație a contextului legislativ național și european privind echipamentele individuale de protecție pentru securitate și sănătate în muncă, a fost realizată pentru a oferi o bază și a consolida cadrul contextual general de desfășurare a cercetării, pentru a examina cerințele EIP utilizate împotriva riscului de expunere la căldură și flacără la locul de muncă.
- Un studiu exhaustiv asupra tipurilor, formelor de manifestare și mijloacelor de prevenire și protecție împotriva riscurilor de expunere la căldură și flacără a facilitat prezentarea datelor statistice privind accidentele de muncă atât în context național, cât și european. De asemenea, sunt discutate riscurile potențiale și bolile profesionale asociate activităților cu expunere la căldură și flacără, inclusiv tipurile de îmbrăcăminte de protecție adecvate acestor medii de muncă. Scopul acestei etape a fost obținerea de informații cu privire la caracteristicile riscurilor de expunere la căldură și flacără, oferind o imagine asupra stadiului actual al cunoașterii în domeniul de cercetare explorat, care a ghidat etapele ulterioare ale cercetării.

Contribuția personală din perspectiva fundamentării teoretice a cercetării

- Rezumarea cunoștințelor actuale cu privire la echipamentele individuale de protecție utilizate în medii cu căldură și flacără și identificarea lacunelor de cercetare din literatura de specialitate.
- Examinarea legislației naționale și europene referitoare la securitatea și sănătatea la locul de muncă, precum și a standardelor europene privind echipamentele individuale de protecție, identificând principalele teorii sau concepte în domeniul echipamentelor individuale de protecție.
- Prezentarea importanței echipamentului de protecție personală în prevenirea accidentelor și a bolilor profesionale, împreună cu clasificarea și descrierea principalelor categorii de protecție oferită.
- Prezentarea principalilor factori de risc la care pot fi expuși lucrătorii în mediile de muncă cu expunere la căldură și flacără
- Prezentarea evoluției datelor statistice referitoare la accidentele de muncă produse la nivel național și european, din care se poate observa că numărul accidentelor se menține la un nivel ridicat, la care se adaugă consecințele umane și economice ale accidentelor de muncă.
- Dezvoltarea a două metodologii. Evaluarea riscurilor pentru selectarea de EIP adecvat mediului de muncă cu expunere la căldură și flacără este nucleul primei metodologii, iar a doua se bazează pe obținerea EIP adecvat.

- Metodologia abordată în cadrul cercetării și instrumentele dezvoltate pot fi considerate un șablon și utilizate ulterior prin adaptarea acestora la diferiți factori de risc întâlniți în mediile de muncă.

Contribuția personală din perspectiva fundamentării experimentale a cercetării

- Evaluarea proprietăților mecanice (sfâșiere, tracțiune), termice (căldură radiantă) și fizice (permeabilitate la aer) ale materialelor textile utilizate în producerea de EIP utilizate împotriva expunerii la căldură și flacără, precum și performanța de protecție a acestora după evaporarea transpirației.
 - Au fost efectuate teste de laborator pe o selecție de opt tipuri de textile de protecție termică care sunt utilizate în prezent pentru producția de îmbrăcăminte de protecție.
 - Pentru a se examina influența procesului de spălare și a transpirației asupra performanței de protecție a îmbrăcămintei de protecție, s-au experimentat parametrii mecanici (sfâșiere, tracțiune și rezistența cusăturii), termici (căldură radiantă) și fizici (permeabilitate la aer) a materialelor textile după ce au fost expuse la transpirație și îmbătrânire rezultată din aplicarea unui proces de curățare prin spălare. Testele de laborator au fost utilizate pentru a crește cunoștințele și o mai bună înțelegere a efectelor procesului de degradare pe un set de textile selectate utilizate în producția de îmbrăcăminte de protecție utilizată în medii de muncă cu expunere la căldură și flacără.

Contribuția personală din perspectiva diseminării rezultatelor cercetării

În perioada stagiului de doctorat am fost autorul principal și coautor la un număr de 7 articole și lucrări științifice, după cum urmează:

- 1 articol publicat în reviste indexate Web of Science;
- 2 lucrări științifice publicate în reviste de specialitate;
- 3 lucrări științifice publicate în volumele unor manifestări științifice internaționale desfășurate în țară;
- 1 lucrare științifică în curs de publicare în volumul unei manifestări științifice internaționale desfășurată în țară.

9.3 Limitele cercetării și perspective viitoare de cercetare

9.3.1 Limitele cercetării

- Numărul, varietatea și dimensiunea eșantioanelor de materiale textile – dacă numărul, varietatea și dimensiunea eșantioanelor de materiale textile ar fi fost mai mare, s-ar fi putut produce mai multe experimente și rezultate mai concludente.
 - Domeniu de cercetare limitat – din cauza limitărilor în ceea ce privește numărul, varietatea și dimensiunea eșantioanelor, precum și varietatea echipamentelor de laborator, nu a fost fezabil să se studieze întregul subiect abordat prin cercetare.
 - Constrângeri de timp - cercetarea nu a fost efectuată pe o durată suficientă de timp pentru a colecta suficiente date și pentru formula concluzii mai extinse.
 - Domeniul de aplicare al concluziilor – amploarea concluziilor din cadrul cercetării este limitată în comparație cu lucrările cercetătorilor care au la dispoziție o gamă mult mai variată de echipamente de laborator.

9.3.2 Perspective viitoare de cercetare

- Există multe cerințe legale pe care producătorii de EIP trebuie să le respecte înainte de a le introduce pe piață. Se fac multe eforturi pentru ca pompierii și sudorii să fie bine protejați împotriva focului, temperaturii ridicate, fumului, metalului topit, lovirii și multor alte riscuri la care sunt expuși. Însă, au fost identificate un număr limitat de studii privind colonizarea bacteriană a echipamentelor de pompieri și sudor. În ciuda acestui fapt, acest factor nu trebuie neglijat pentru ocupațiile de pompier și sudor deoarece, în afară de mirosul neplăcut și disconfortul fizic, dezvoltarea microbiană poate duce la o scădere a rezistenței la tracțiune și a țesăturii. O atenție deosebită trebuie acordată distrugerii biologice a fibrelor textile ale utilajelor, în special a fibrelor naturale. Cei mai frecvenți agenți ai descompunerii fibrelor textile sunt ciupercile (de exemplu, *Aspergillus*) și bacteriile (de exemplu, *Bacillus*).
- Un număr mare de pompieri și sudori au fost diagnosticați cu cancer. După reevaluarea în iunie 2022, Agenția Internațională pentru Cercetarea Cancerului (IARC) a clasificat expunerea profesională la stingerea incendiilor drept cancerigenă pentru oameni (Grupa 1) [101]. Oxizii metalici se lipesc pe piele sau pe îmbrăcăminte, prin urmare, săpunurile și detergenții obișnuiți sunt ineficienți pentru a îndepărta metalele grele. Întrebarea de cercetare care necesită răspuns este: Chiar și după spălare, este posibil ca echipamentul individual de protecție folosit de pompieri și sudori să poată provoca îmbolnăviri lucrătorilor care îl poartă?

* * *

Prezenta teză de doctorat, prin tema de cercetare abordată, metodologia aplicată și rezultate, are caracter de unicitate pe plan național, formând conexiuni logice între temele studiate pentru a atinge obiectivele propuse.

Această teză de doctorat este importantă din punct de vedere științific deoarece experimentează parametrii mecanici (sfâșiere, tracțiune și rezistența cusăturii), termici (căldură radiantă) și fizici (permeabilitate la aer) a materialelor textile utilizare la fabricarea EIP, pentru o înțelegere mai aprofundată a degradării, fenomen care este provocat de procesul de curățare prin spălare și efectele transpirației. Aceste proprietăți testate vor oferi producătorilor de EIP capacitatea de a asigura o protecție adecvată pentru lucrători în diferite medii de muncă, contribuind astfel la dezvoltarea de noi materiale textile.

Importanța practică a prezentei teze de doctorat constă în faptul că cercetările teoretice și experimentale încorporate în cadrul acestei teze de doctorat au condus la dezvoltarea de cunoștințe și instrumente cu caracter de originalitate care pot sprijini lucrătorii, angajatorii și alte părți interesate în asigurarea și menținerea securității și sănătății la locurile de muncă.

De asemenea, se poate aprecia că părțile teoretice, metodologice și experimentale pe care le-am dezvoltat în cadrul cercetării reprezintă contribuții cu caracter inovativ în domeniul cercetărilor consacrate prevenirii și combaterii riscurilor de expunere la căldură și flacără.

Bibliografie

- [1] Regulamentul (UE) 2016/425 al Parlamentului European și al Consiliului din 9 martie 2016 privind echipamentele individuale de protecție și de abrogare a Directivei 89/686/CEE (2017)
- [2] Regulamentul nr. 22 al Comisiei Economice pentru Europa a Organizației Națiunilor Unite privind dispozițiile armonizate referitoare la omologarea căștilor de protecție și a vizierelor acestora pentru șoferii și pasagerii motocicletelor și motoretelor
- [3] Sutton, I. (2017). Chapter 14 - Personal Protective Equipment. În *Plant Design and Operations (Second Edition)* (pg. 401-415). Gulf Professional Publishing, ISBN 9780128128831, <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812883-1.00014-0>.
- [4] Berry C, M. A. (2008, December 16). A guide to personal protective equipment. p. from: <http://www.nclabor.com/osha/etta/indguide/ig25.pdf>.
- [5] Hotărârea Guvernului nr. 1048/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă. (2006). Monitorul Oficial nr. 722 din 23 august 2006.
- [6] Puszkarz AK, Krucinska I. The study of knitted fabric thermal insulation using thermography and finite volume method. *Textile Research Journal*. 2017;87(6):643-656. doi:10.1177/0040517516635999
- [7] Hotărârea Guvernului nr. 933/2022 privind aprobarea Strategiei naționale de cercetare, inovare și specializare inteligentă 2022-2027, Publicată în Monitorul Oficial, Partea I nr. 744 din 25 iulie 2022
- [8] Comunicare a Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor - Cadrul strategic al UE privind sănătatea și securitatea la locul de muncă 2021-2027 Securitatea și sănătatea în muncă într-o lume a muncii în schimbare, COM/2021/323 final
- [9] George, T. (Retrieved 2023). Exploratory Research | Definition, Guide, & Examples. Scribbr, from <https://www.scribbr.com/methodology/exploratory-research/>.
- [10] Shalev I, Barker RL. Protective Fabrics: A Comparison of Laboratory Methods for Evaluating Thermal Protective Performance in Convective/Radiant Exposures. *Textile Research Journal*. 1984; 54(10):648-654. doi:10.1177/004051758405401003
- [11] Szczecińska, K., & Lezak, K. (2000). Review of research studies of ergonomic aspects of selected personal protective equipment. *International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE*, Spec No, 143–151. <https://doi.org/10.1080/10803548.2000.11105116>
- [12] Rossi, R., Indelicato, E., & Bolli, W. (2004). Hot steam transfer through heat protective clothing layers. *International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE*, 10(3), 239–245. <https://doi.org/10.1080/10803548.2004.11076611>
- [13] SHAW A. Steps in the selection of protective clothing materials. *Textiles for Protection*. 2005:90–116. doi: 10.1533/9781845690977.1.90. Epub 2014 Mar 27. PMID: PMC7171460.

- [14] Guowen Song, Paskaluk S, Sati R, Crown EM, Doug Dale J, Ackerman M. Thermal protective performance of protective clothing used for low radiant heat protection. *Textile Research Journal*. 2011;81(3):311-323. doi:10.1177/0040517510380108
- [15] Boorady, L. (2013). Exploration of Firefighter Turnout Gear Part 1: Identifying Male Firefighter User Needs. *Journal of Textile and Apparel Technology and Management*.
- [16] E.M. Crown, J.C. Batcheller, 9 - Technical textiles for personal thermal protection, Editor(s): A. Richard Horrocks, Subhash C. Anand, *Handbook of Technical Textiles (Second Edition)*, Woodhead Publishing, 2016, Pages 271-285, ISBN 9781782424659, <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-465-9.00009-4>.
- [17] Effects of various factors on performance of thermal protective clothing, Editor(s): Guowen Song, Sumit Mandal, René M. Rossi, In *Woodhead Publishing Series in Textiles, Thermal Protective Clothing for Firefighters*, Woodhead Publishing, 2017, Pages 163-182, ISBN 9780081012857, <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101285-7.00007-1>
- [18] Heus R, Denhartog EA. Maximum allowable exposure to different heat radiation levels in three types of heat protective clothing. *Ind Health*. 2017 Dec 7;55(6):529-536. doi: 10.2486/indhealth.2017-0137. Epub 2017 Oct 3. PMID: 28978903; PMCID: PMC5718773.
- [19] Feng J, Zhang M, Hua T, Chan KH. Study of a newly structuralized meta-aramid/cotton blended yarn for fabrics with enhanced flame-resistance. *Textile Research Journal*. 2020; 90(5-6):489-502. doi:10.1177/0040517519871262
- [20] Candadai, Aaditya (2021). Thermal metrology and characterization of high thermal conductivity polymer fibers and fabrics. Purdue University Graduate School. Thesis. <https://doi.org/10.25394/PGS.14191310.v1>
- [21] Schlader, Z. J., Schwob, J., Hostler, D., & Cavuoto, L. (2021). Simultaneous assessment of motor and cognitive tasks reveals reductions in working memory performance following exercise in the heat. *Temperature (Austin, Tex.)*, 9(4), 344–356. <https://doi.org/10.1080/23328940.2021.1992239>
- [22] Kalazić A, Brnada S, Kiš A. Thermal Protective Properties and Breathability of Multilayer Protective Woven Fabrics for Wildland Firefighting. *Polymers (Basel)*. 2022 Jul 21;14(14):2967. doi: 10.3390/polym14142967. PMID: 35890743; PMCID: PMC9317430.
- [23] Sritharan J, Kirkham TL, MacLeod J, et al. Cancer risk among firefighters and police in the Ontario workforce. *Occup Environ Med*. 2022;79(8):533-539. doi:10.1136/oemed-2021-108146
- [24] Tochiara, Y., Lee, J. Y., & Son, S. Y. (2022). A review of test methods for evaluating mobility of firefighters wearing personal protective equipment. *Industrial health*, 60(2), 106–120. <https://doi.org/10.2486/indhealth.2021-0157>
- [25] Nature, Pagină accesată: <https://www.nature.com/>, 2023
- [26] NIOSH, Pagină accesată: <https://www.cdc.gov/niosh/index.htm>, 2023

- [27] Kumar, H., Azad, A., Gupta, A. et al. COVID-19 Creating another problem? Sustainable solution for PPE disposal through LCA approach. *Environ Dev Sustain* 23, 9418–9432 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01033-0>
- [28] Mahmood, A., Eqan, M., Pervez, S., Tabinda, A.B., Yasar, A., Brindhadevi, K., Pugazhendhi, A., 2020a. COVID-19 and frequent use of hand sanitizers; human health and environmental hazards by exposure pathways. *Sci. Total Environ.* (2020), <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140561>. Volume, 742; Paper Number 140561.
- [29] Nalugya, A., Kiguli, J., Wafula, S. T., Nuwematsiko, R., Mugambe, R. K., Oputan, P., Tigaiza, A., Isunju, J. B., & Ssekamatte, T. (2022). Knowledge, attitude and practices related to the use of personal protective equipment among welders in small-scale metal workshops in Nansana Municipality, Wakiso District, Uganda. *Health psychology and behavioral medicine*, 10(1), 731–747. <https://doi.org/10.1080/21642850.2022.2106987>
- [30] Alertmedia. (2023). The 2023 State of Employee Safety Report; USA: ©2023 Alertmedia, <https://www.alertmedia.com/employee-safety-report/>
- [31] Heus R, D. E. (2017). Maximum allowable exposure to different heat radiation levels in three types of heat protective clothing. *Ind Health*, 55(6):529-536. doi: 10.2486/indhealth.2017-0137. Epub 2017 Oct 3. PMID: 28978903; PMCID: PMC5718773.
- [32] Rossi, R. I. (2004). Hot steam transfer through heat protective clothing layers. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 10(3), 239-245.
- [33] Petrillo, R. F. (2022). Firefighter Fatalities in the US in 2021. <https://www.nfpa.org/-/media/Files/News-and-Research/Fire-statistics-and-reports/Emergency-responders/osFFF.pdf>.
- [34] Ghid de securitate și sănătate în muncă privind utilizarea echipamentelor individuale de protecție, Elaborat de INCDPM "Alexandru Darabont" – București, 2013, <http://www.inpm.ro/files/publicatii/2013-05.02-ghid.pdf>
- [35] Directiva Consiliului din 21 decembrie 1989 privind apropierea legislațiilor statelor membre referitoare la echipamentul individual de protecție (89/686/CEE), OJ L 399, 30.12.1989
- [36] Hotărârea nr. 1425/2006 pentru aprobarea Normelor metodologice de aplicare a prevederilor Legii securității și sănătății în muncă nr. 319/2006, cu modificările și completările ulterioare, Monitorul Oficial, Partea I nr. 882 din 30 octombrie 2006
- [37] Comunicarea Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor Condiții de muncă mai sigure și mai sănătoase pentru toți - Modernizarea legislației și a politicii Uniunii Europene în materie de securitate și sănătate în muncă, COM/2017/012 final
- [38] Tratatului privind Uniunea Europeană și a Tratatului privind funcționarea Uniunii Europene 9 (TFUE). Jurnalul Oficial C 326 , 26/10/2012 p. 0001 – 0390, 2012.
- [39] Legea nr. 319/2006 a securității și sănătății în muncă, cu modificările și completările ulterioare, Monitorul Oficial, Partea I nr. 646 din 26 iulie 2006
- [40] Directiva 92/85/CEE a Consiliului din 19 octombrie 1992 privind introducerea de măsuri pentru promovarea îmbunătățirii securității și a sănătății la locul de muncă

În cazul lucrătoarelor gravide, care au născut de curând sau care alăptează [a zecea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE], OJ L 348, 28.11.1992, p. 1–7

- [41] Hotărârea Guvernului nr. 1146/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea în muncă de către lucrători a echipamentelor de muncă, Monitorul Oficial al României, Partea I, nr. 815 din 03 octombrie 2006
- [42] Directiva 2009/104/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 16 septembrie 2009 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru folosirea de către lucrători a echipamentului de muncă la locul de muncă [a doua directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE] (Versiune codificată) (Text cu relevanță pentru SEE), OJ L 260, 3.10.2009, p. 5–19
- [43] Hotărârea Guvernului nr. 557/2007 privind completarea măsurilor destinate să promoveze îmbunătățirea securității și sănătății la locul de muncă pentru salariații încadrați în baza unui contract individual de muncă pe durată determinată și pentru salariații temporari încadrați la agenți de muncă temporară, Monitorul Oficial, Partea I nr. 407 din 18 iunie 2007
- [44] Directiva Consiliului din 25 iunie 1991 de completare a măsurilor destinate să promoveze îmbunătățirea securității și sănătății la locul de muncă în cazul lucrătorilor care au un raport de muncă pe durată determinată sau un raport de muncă temporară, OJ L 206, 29.7.1991, p. 19–21
- [45] Hotărârea Guvernului nr. 1091/2006 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru locul de muncă, Monitorul Oficial, Partea I nr. 739 din 30 august 2006
- [46] Directiva Consiliului din 30 noiembrie 1989 privind cerințele minime de securitate și sănătate la locul de muncă [prima directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE], OJ L 393, 30.12.1989, p. 1–12
- [47] Directiva Consiliului din 30 noiembrie 1989 privind cerințele minime de securitate și sănătate pentru utilizarea de către lucrători a echipamentelor individuale de protecție la locul de muncă [a treia directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE], OJ L 393, 30.12.1989, p. 18–28
- [48] Hotărârea Guvernului nr. 1093/2006 privind stabilirea cerințelor minime de securitate și sănătate pentru protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă, Monitorul Oficial, Partea I nr. 484 din 11 mai 2021
- [49] Directiva 2004/37/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 29 aprilie 2004 privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă [a șasea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE a Consiliului] (versiune codificată) Text cu relevanță pentru SEE, OJ L 158, 30.4.2004, p. 50–76
- [50] Directiva 2014/27/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 26 februarie 2014 de modificare a Directivelor 92/58/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CE, 98/24/CE ale Consiliului și a Directivei 2004/37/CE a Parlamentului European și a Consiliului pentru a le alinia la Regulamentul (CE) nr. 1.272/2008 privind clasificarea, etichetarea și ambalarea substanțelor și a amestecurilor, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, seria L, nr. 65 din 5 martie 2014, cu excepția art. 2 al directivei

- [51] Directiva (UE) 2017/2.398 a Parlamentului European și a Consiliului din 12 decembrie 2017 de modificare a Directivei 2004/37/CE privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), Seria L, nr. 345 din 27 decembrie 2017;
- [52] Directiva (UE) 2019/130 a Parlamentului European și a Consiliului din 16 ianuarie 2019 de modificare a Directivei 2004/37/CE privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), seria L, nr. 30 din 31 ianuarie 2019;
- [53] Directiva (UE) 2019/983 a Parlamentului European și a Consiliului din 5 iunie 2019 de modificare a Directivei 2004/37/CE privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), seria L, nr. 164 din 20 iunie 2019.
- [54] Hotărârea Guvernului nr. 1092/2006 privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți biologici în muncă, Monitorul Oficial, Partea I nr. 762 din 07 septembrie 2006
- [55] Directiva 2000/54/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 18 septembrie 2000 privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți biologici la locul de muncă [a șaptea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE], OJ L 262, 17.10.2000, p. 21–45
- [56] Hotărârea Guvernului nr. 1218/2006 privind stabilirea cerințelor minime de securitate și sănătate în muncă pentru asigurarea protecției lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici, cu modificările și completările ulterioare, Monitorul Oficial, Partea I nr. 743 din 29 iulie 2021
- [57] Directiva 98/24/CE a Consiliului din 7 aprilie 1998 privind protecția sănătății și securității lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici la locul de muncă [a paisprezecea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE], OJ L 131, 5.5.1998, p. 11–23
- [58] Directiva 98/24/CE a Consiliului din 7 aprilie 1998 privind protecția sănătății și securității lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici la locul de muncă
- [59] Directiva 91/322/CEE a Comisiei din 29 mai 1991 privind stabilirea valorilor-limită cu caracter orientativ prin aplicarea Directivei 80/1.107/CEE a Consiliului privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți chimici, fizici și biologici la locul de muncă, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene, seria L, nr. 177 din 5 iulie 1991;
- [60] Directiva 2000/39/CE a Comisiei din 8 iunie 2000 de stabilire a primei liste de valori-limită orientative ale expunerii profesionale în aplicarea Directivei 98/24/CE a Consiliului privind protecția sănătății și securității lucrătorilor împotriva riscurilor legate de prezența agenților chimici la locul de muncă, publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene, seria L, nr. 142 din 16 iunie 2000;

- [61] Directiva 2006/15/CE a Comisiei din 7 februarie 2006 de stabilire a unei a doua liste de valori-limită orientative de expunere profesională în aplicarea Directivei 98/24/CE a Consiliului și de modificare a Directivelor 91/322/CEE și 2000/39/CE, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), seria L, nr. 38 din 9 februarie 2006;
- [62] Anexa III a Directivei 2004/37/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 29 aprilie 2004 privind protecția lucrătorilor împotriva riscurilor legate de expunerea la agenți cancerigeni sau mutageni la locul de muncă [a șasea directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE a Consiliului], publicată în Jurnalul Oficial al Comunităților Europene, seria L, nr. 158 din 30 aprilie 2004;
- [63] Directiva 2009/161/UE a Comisiei din 17 decembrie 2009 de stabilire a unei a treia liste de valori-limită orientative de expunere profesională în aplicarea Directivei 98/24/CE a Consiliului și de modificare a Directivei 2000/39/CE a Comisiei, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), seria L, nr. 338 din 19 decembrie 2009;
- [64] Articolul 4 din Directiva 2014/27/UE a Parlamentului European și a Consiliului din 26 februarie 2014 de modificare a Directivelor 92/58/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CE, 98/24/CE ale Consiliului și a Directivei 2004/37/CE a Parlamentului European și a Consiliului pentru a le alinia la Regulamentul (CE) nr. 1.272/2008 privind clasificarea, etichetarea și ambalarea substanțelor și a amestecurilor, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), seria L, nr. 65 din 5 martie 2014;
- [65] Anexa Directivei (UE) 2017/164 a Comisiei din 31 ianuarie 2017 de stabilire a unei a patra liste de valori-limită orientative de expunere profesională în temeiul Directivei 98/24/CE a Consiliului și de modificare a Directivelor 91/322/CEE, 2000/39/CE și 2009/161/UE ale Comisiei, publicată în Jurnalul Oficial al Uniunii Europene (JOUE), seria L, nr. 27 din 1 februarie 2017.
- [66] Hotărârea Guvernului nr. 971/2006 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și/sau de sănătate la locul de muncă, cu modificările și completările ulterioare, Monitorul Oficial, Partea I nr. 683 din 09 august 2006
- [67] Directiva 92/58/CEE a Consiliului din 24 iunie 1992 privind cerințele minime pentru semnalizarea de securitate și sănătate la locul de muncă [a noua directivă specială în sensul articolului 16 alineatul (1) din Directiva 89/391/CEE], OJ L 245, 26.8.1992, p. 23–42
- [68] Hotărârea Guvernului nr. 600/2007 privind protecția tinerilor la locul de muncă, cu modificările ulterioare, Monitorul Oficial, Partea I nr. 473 din 13 iulie 2007
- [69] Directiva 94/33/CE a Consiliului din 22 iunie 1994 privind protecția tinerilor la locul de muncă, OJ L 216, 20.8.1994, p. 12–20
- [70] Hotărârea Guvernului nr. 305/2017 privind stabilirea unor măsuri de punere în aplicare a Regulamentului (UE) 2016/425 al Parlamentului European și al Consiliului din 9 martie 2016 privind echipamentele individuale de protecție și de abrogare a Directivei 89/686/CEE a Consiliului, Monitorul Oficial, Partea I nr. 351
- [71] Hotărârea Guvernului nr. 191/2018 pentru aprobarea Strategiei naționale în domeniul securității și sănătății în muncă pentru perioada 2018 – 2020, Monitorul Oficial, Partea I nr. 331 din 16 aprilie 2018

- [72] Catalogului Standardelor Române al Organizației Române de Standardizare, <https://www.asro.ro/>
- [73] SR EN ISO 11612:2015 Îmbrăcăminte de protecție. Îmbrăcăminte de protecție împotriva căldurii și a flăcărilor. Cerințe de performanță minimale
- [74] SR EN ISO 13688:2013 Îmbrăcăminte de protecție. Cerințe generale
- [75] SR EN 469:2020 EN 469:2020 Îmbrăcăminte de protecție pentru pompieri. Cerințe de performanță pentru îmbrăcămintea de protecție pentru lupta împotriva incendiilor
- [76] SR EN 342:2018 Îmbrăcăminte de protecție. Ansambluri și articole de îmbrăcăminte de protecție împotriva frigului
- [77] SR EN 343+A1:2008 Îmbrăcăminte de protecție. Protecție împotriva ploii
- [78] SR EN ISO 14116:2015 Îmbrăcăminte de protecție. Protecție împotriva flăcărilor. Materiale, ansambluri de materiale și îmbrăcăminte cu propagare limitată a flăcării
- [79] SR EN 863:2003 Îmbrăcăminte de protecție. Proprietăți mecanice. Metodă de încercare: Rezistența la perforație
- [80] SR EN ISO 6942:2022 Îmbrăcăminte de protecție. Protecție împotriva căldurii și a focului. Metodă de încercare. Evaluarea materialelor și a ansamblurilor de materiale expuse la o sursă de căldură radiantă
- [81] SR EN ISO 9151:2017 Îmbrăcăminte de protecție împotriva căldurii și flăcărilor. Determinarea transmisiei căldurii la expunerea la flacără
- [82] SR EN 13911:2018 Îmbrăcăminte de protecție pentru pompieri. Cerințe și metode de încercare pentru cagule de protecție împotriva focului pentru pompieri
- [83] SR EN ISO 13997:2003 Îmbrăcăminte de protecție. Proprietăți mecanice. Determinarea rezistenței materialelor la tăiere cu obiecte tăioase
- [84] SR EN 14058:2017 Îmbrăcăminte de protecție. Articole de îmbrăcăminte de protecție utilizate în medii cu temperaturi scăzute
- [85] SR EN 14360:2004 Îmbrăcăminte de protecție împotriva ploii. Metodă de încercare pentru îmbrăcăminte de gata. Impact la precipitații puternice
- [86] Eurostat, <https://ec.europa.eu/eurostat>
- [87] Organizația Internațională a Muncii (ILO), <https://www.ilo.org/global/lang-en/index.htm>
- [88] Chao Ling, Lamei Guo, Zhengzhou Wang, A review on the state of flame-retardant cotton fabric: Mechanisms and applications, *Industrial Crops and Products*, Volume 194, 2023, 116264, ISSN 0926-6690, <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116264>.
- [89] Ali, W., Zilke, O., Danielsiek, D. et al. Flame-retardant finishing of cotton fabrics using DOPO functionalized alkoxy- and amido alkoxy-silane. *Cellulose* 30, 2627–2652 (2023). <https://doi.org/10.1007/s10570-022-05033-3>
- [90] Lavrent'eva, E. (2013). New-generation fire- and heat-resistant textile materials for working clothes. *Fibre Chemistry*. 45. 107-113. 10.1007/s10692-013-9491-3.

- [91] Baczek, Monika & Hes, Lubos. (2014). Thermal conductivity and resistance of nomex fabrics exposed to salty water. *Tekstil ve Konfeksiyon*. 24. 180-185. 10.13140/2.1.4635.7129.
- [92] C.Q. Yang, 7 - Flame resistant cotton, Editor(s): F. Selcen Kilinc, In *Woodhead Publishing Series in Textiles, Handbook of Fire Resistant Textiles*, Woodhead Publishing, 2013, Pages 177-220, ISBN 9780857091239, <https://doi.org/10.1533/9780857098931.2.177>.
- [93] Song W-M, Zhang L-Y, Li P, Liu Y. High-Efficient Flame-Retardant Finishing of Cotton Fabrics Based on Phytic Acid. *International Journal of Molecular Sciences*. 2023; 24(2):1093. <https://doi.org/10.3390/ijms24021093>
- [94] SR EN ISO 13937-2:2001 Materiale textile. Proprietăți de sfâșiere ale materialelor textile plane. Partea 2: Determinarea forței de sfâșiere pe epruvete pantalon (Metoda de sfâșiere unică)
- [95] SR EN ISO 13934-1:2013 Materiale textile. Proprietăți de tracțiune ale țesăturilor. Partea 1: Determinarea forței maxime și a alungirii la forța maximă prin metoda cu epruvetă tip bandă
- [96] SR EN ISO 13935-1:2014 Materiale textile
- [97] EN ISO 6942:2022 Îmbrăcăminte de protecție - Protecție împotriva căldurii și incendiului - Metoda de încercare: Evaluarea materialelor și ansamblurilor de materiale atunci când sunt expuse la o sursă de căldură radiantă (ISO 6942:2022)
- [98] SR EN ISO 9237:1999 Materiale textile. Determinarea permeabilității la aer a materialelor textile
- [99] Brook Reviews : Protective Clothing Sistem and Materials Mastura Ramele, Editor Marcel Dekker, New York 1993 \$125 272 pagei. *Textile Research Journal*. 1995;65(5):308-308. doi:10.1177/004051759506500510
- [100] National Safety Council. (2003). Course material for Principles of Occupational Safety and Health. Itasca, IL: National Safety Council.
- [101] Sritharan J, Kirkham TL, MacLeod J, et al Cancer risk among firefighters and police in the Ontario workforce *Occupational and Environmental Medicine* 2022;79:533-539.