



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

**Alina N. FĂTU (TRIFU)**

# **TEZĂ DE DOCTORAT**

**CERCETĂRI PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA SECURITĂȚII ȘI  
SĂNĂTĂȚII ÎN MUNCĂ ÎN VEDEREA MINIMIZĂRII  
EFECTELOR NOXELOR LA SUDAREA ÎN MEDII DE GAZE  
PROTECTOARE**

**RESEARCH ON IMPROVING OCCUPATIONAL SAFETY AND  
HEALTH IN ORDER TO MINIMIZE THE EFFECTS OF  
POLLUTANTS WHEN WELDING IN PROTECTIVE GAS  
ENVIRONMENTS**

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



**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie  
POLITEHNICA București  
ȘCOALA DOCTORALĂ INGINERIE INDUSTRIALĂ ȘI ROBOTICĂ**

# **REZUMAT TEZĂ DE DOCTORAT**

**CERCETĂRI PRIVIND ÎMBUNĂTĂȚIREA SECURITĂȚII ȘI  
SĂNĂTĂȚII ÎN MUNCĂ ÎN VEDEREA MINIMIZĂRII  
EFECTELOR NOXELOR LA SUDAREA ÎN MEDII DE GAZE  
PROTECTOARE**

**RESEARCH ON IMPROVING OCCUPATIONAL SAFETY AND  
HEALTH IN ORDER TO MINIMIZE THE EFFECTS OF  
POLLUTANTS WHEN WELDING IN PROTECTIVE GAS  
ENVIRONMENTS**

**Autor: Alina N. FĂTU (TRIFU)**

## **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	
Referent	Prof.univ.dr.ing. Valentin PETRESCU	Universitatea „Lucian Blaga” din Sibiu
Referent	Conf.univ.dr.ing. Claudia BORDA	Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București
Referent	Conf.univ.dr.ing. Anamaria Ioana FEIER	Universitatea Politehnica Timișoara

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## Cuprins

<i>Cuvânt înainte</i> .....	3	3
Introducere .....	4	4
Legendă .....	7	
<i>Partea I. Stadiul actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind emisiile de noxe la sudarea în medii de gaze protectoare</i>		
<i>Capitolul 1. Stadiul actual al cercetarilor teoretice și experimentale privind securitatea și sănătatea în muncă referitoare la emisiile de noxe la sudare</i>	9	6
1.1. Metodologia PRISMA – descriere .....	9	6
1.2. Strategia de căutare .....	10	
1.3. Criteriile de eligibilitate și selecția studiilor .....	11	
1.4. Extragerea și analiza datelor .....	12	6
1.5. Rezultate .....	12	
1.5.1. Analiza bibliometrică .....	12	
1.5.2. Sursele utilizate și criteriile de selecție .....	13	
1.6. Concluzii .....	16	
<i>Capitolul 2. Studiu privind generarea noxelor în procesele de sudare în mediu de gaze protectoare și efectele asupra securității și sănătății sudorilor</i>	20	7
2.1. Introducere.....	20	7
2.2. Stadiul actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind formarea și compoziția noxelor .....	28	8
2.2.1. Principalele gaze rezultate în urma operațiilor de sudare .....	29	
2.2.2. Rata de formare și compoziția fumului .....	31	
2.3. Stadiul actual privind efectele noxelor asupra securității și sănătății sudorilor ...	39	9
2.4. Stadiul actual privind măsurile de prevenire și protecție împotriva noxelor de sudură .....	46	10
2.4.1. Controlul expunerii la noxele de sudură .....	49	
2.4.2. Mijloace tehnice de protecție .....	51	
2.4.3. Echipamente individuale de protecție .....	52	
<i>Capitolul 3. Concluzii referitoare la stadiul actual al cercetărilor privind emisiile de noxe la sudare și efectele privind securitatea și sănătatea muncii</i>	53	11
<i>Partea a II - a. Contributii la îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare</i>		
<i>Capitolul 4. Direcțiile, obiectivul principal și metodologia de cercetare-dezvoltare pentru îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare</i>	58	16
4.1. Direcții de cercetare-dezvoltare .....	58	
4.2. Obiectivul principal al activității de cercetare-dezvoltare .....	58	
4.3. Metodologia de cercetare-dezvoltare .....	59	17
<i>Capitolul 5. Contribuții privind îmbunătățirea condițiilor de lucru pentru locul de muncă sudor</i>	61	19

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

5.1. Evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă Sudor prin metoda INCDPM .....	61	19
5.1.1. Elementele de muncă ale sistemului evaluat .....	61	
5.1.2. Factorii de risc identificați .....	62	
5.1.3. Fișa de măsuri propuse pentru locul de muncă evaluat .....	71	
5.1.4. Interpretarea rezultatelor evaluării .....	74	
5.2. Metoda de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru activitățile de sudare MEVARO-SUD .....	75	20
5.2.1. Etapele metodei .....	76	
5.2.2. Aplicarea metodei .....	79	
5.2.3. Condiții de aplicare .....	81	
5.2.4. Aplicarea metodei pentru postul de lucru sudor în medii de gaze protectoare într-un atelier de confecții metalice .....	84	
5.3. Concluzii .....	97	22
<i>Capitolul 6. Contributii privind îmbunătățirea condițiilor de sănătate și securitate a muncii într-un atelier de confecții metalice</i>	99	23
6.1. Metodologia cercetărilor întreprinse pentru îmbunătățirea condițiilor de lucru pentru postul de lucru sudor .....	99	23
6.2. Prezentarea măsurătorilor de emisii pentru postul de lucru sudor .....	99	
6.3 Sistemele de măsurare a emisiilor la postul de muncă .....	102	24
6.4. Proiectarea și realizarea unui sistem de ventilație a aerului necesar evacuării emisiilor dintr-un atelier de sudare .....	104	25
6.5. Măsurarea emisiilor din atelierul de sudare după montarea sistemului de ventilație proiectat și realizat .....	107	25
6.6. Concluzii .....	110	25
<i>Capitolul 7. Cercetarea experimentală și elaborarea Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă</i>	111	26
7.1. Introducere.Descrierea sistemului .....	111	26
7.2. Părți componente. ....	114	27
7.3. Elaborarea aplicației informatice în Excel pentru componenta „măsuri de protecție,, a Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă pentru lucrătorii cu dizabilități auditive .....	132	27
7.4. Concluzii .....	142	28
<i>Capitolul 8. Concluzii finale și contribuții principale privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare</i>	143	29
Bibliografie .....	148	34

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## ***Cuvânt înainte***

Cercetarea-dezvoltarea actuală din domeniul ingineriei sudării, care propune o nouă viziune economică, având ca prioritate tematică stimularea unei economii mai eficiente din punctul de vedere al folosirii resurselor naturale, mai ecologice și mai competitive, cât și strategia comunitară privind sănătatea și securitatea în muncă care are ca scop "diminuarea continuă, durabilă și unitară a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale" reprezintă argumentul de baza și orientarea studiilor de doctorat, concretizate prin prezenta teză de doctorat.

Programul de doctorat a inclus pregătirea, prezentarea și susținerea examenelor și rapoartelor științifice, aprofundarea cercetării, propunerea și dezvoltarea de soluții și metode de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru operatorii sudori, conceperea de măsuri și mijloace specifice care să avertizeze asupra eventualelor dereglări din cadrul sistemului de muncă, proiectarea și realizarea unui sistem de ventilație a aerului dintr-un atelier de sudare corespunzător cerințelor de ssm, executarea de activități conexe cercetării-dezvoltării-inovării, redactarea și publicarea de articole științifice, precum și elaborarea prezentei teze de doctorat privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare.

Exprim întreaga recunoștință și profunde aprecieri conducătorului științific prof. univ. dr. ing. Oana - Roxana CHIVU specialist renumit și om de știință cu înaltă ținută morală, care, prin suportul permanent și călăuzirea eficientă mi-a îndrumat concepțiile și eforturile, sprijinindu-mă să duc la bun sfârșit această teză.

Adresez calde mulțumiri cadrelor didactice din Departamentul ICTI pentru îndrumare și recomandările valoroase oferite.

Mulțumesc mamei, surorii și fiicei mele Diana pentru sprijinul acordat.

*Alina N. FĂTU (TRIFU)*

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## Introducere

Dezvoltarea modernă a tuturor domeniilor industriale, precum construcții de mașini, construcții metalice, construcții navale, electrotehnică, aeronautică, a devenit posibilă datorită evoluției proceselor de sudare și a procedeelelor conexe sudării, cu ajutorul cărora se poate executa îmbinarea diferitelor organe de mașini și ansambluri.

Elementele care au condus la aplicarea pe scară tot mai largă a proceselor de sudare sunt: realizarea de îmbinări sudate cu proprietăți mecanice superioare metalului de bază; economie de material; diminuarea cantității de muncă; etanșeitatea superioară a cusăturilor sudate în cazul instalațiilor, rezervoarelor și țevilor pentru fluide; productivitatea sporită, însoțită de reducerea costurilor construcției respective, etc.

Prin sudare, construcțiile metalice pot fi ușor transformate sau îmbunătățite chiar pe parcursul execuției, ansamblurile sudate pot fi ușor reparate. Utilizarea în proporții tot mai mari a oțelurilor și aliajelor de înaltă rezistență a permis realizarea, pentru aceleași condiții de exploatare, sau chiar mai severe, construcții mai ușoare la un preț mai mic. În special în domeniul navelor spațiale, progresul nu ar fi fost posibil fără utilizarea sudării în mediu de gaze protectoare, deoarece acum pot fi îmbinate metalele și aliajele de înaltă rezistență în medii cu temperaturi foarte ridicate sau foarte scăzute. Tot prin sudare pot fi realizate și construcțiile ce lucrează în medii corozive sau de uzură intensă, precum și construcțiile expuse la solicitări variabile importante.

Progresul înregistrat în ultimii 10 ani de sudare, ca metodă tehnologică de îmbinare nedemontabilă a metalelor, este inseparabil legat de evoluția tehnicilor de sudare în mediu protector de gaze în general și de sudarea MIG-MAG în special. Cercetările efectuate în țări intens industrializate precum S.U.A., Japonia sau Comunitatea Europeană, referitor la ritmul de dezvoltare tehnologiilor de sudare prin topire cu arc electric din ultimii ani și importanța acestor procedee demonstrează neîndoiește că sudarea în mediu de gaze protectoare cu electrod fuzibil MIG-MAG este procedeul cu cea mai impresionantă evoluție, respectiv cu cea mai mare amploare de întrebuițare la ora actuală (tabelul 1).

Tabelul 1. Dinamica procedeelelor de sudare prin topire la nivel mondial

Țara	Procedeu de sudare			Anul
	SE (%)	MIG/MAG (%)	SF (%)	
CE	58	32	10	2000
	21	71	8	2020
SUA	52	40	8	2000
	31	62	7	2020
Japonia	67	18	15	2000
	19	74	7	2020

Considerând evoluția procedeelelor de sudare din ultimii 10 ani din țările industrializate, precum și informațiile IIW (Institutul Internațional de Sudură) și cele ale Federației Europene de profil (EWF), îmbinările sudate evoluează actualmente într-un ritm ridicat, pe care puține ramuri industriale îl pot egala. Această dezvoltare este adevărată și pentru România, până la sfârșitul acestui deceniu, în țara noastră trebuie să crească nivelul tehnologic din domeniul ingineriei sudării până la echivalentul țărilor avansate. Aceasta determină existența mai multor instalații de debitare cu laser, de sisteme robotizate pentru sudare, dar și materiale performante pentru sudare, gaze protectoare mai ieftine și de bună calitate. De asemenea, România este angrenată în preschimbarea imaginii ingineriei de sudare, de la curenta „3 D” (Dirty, Dusty and Dangerous = murdar, prăfuit, periculos) la viitoarea „3 C” (Cool, Clean and

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

Clever = plăcut, curat și deștept), la fel cum se petrece actualmente în întreaga lume cu Asociațiile și Federațiile de sudură.

În condițiile progresului continuu înregistrat de domeniile tehnologice principale ale cercetării europene, care țintesc proiectarea și implementarea unor tehnologii ecologice de fabricație, materiale avansate, reorganizarea și modernizarea sectoarelor industriale tradiționale, în scopul respectării cerințelor comunitare curente privind securitatea și sănătatea muncii, precum și protecția mediului, măsurarea noxelor rezultate în procesele de sudare este de mare importanță.

Obligația micșorării concentrației anumitor substanțe nocive în aerul respirabil la postul de lucru, precum și în secția în care se derulează activitățile industriale de obținere a ansamblor metalice de structuri sudate, a diferitelor piese imbinat prin sudare, ridică problema analizării emisiilor de gaze toxice în condițiile efective de utilizare a anumitor tehnologii de sudare, în scopul de a inventa procedee tehnice de diminuare a acestor emisii, precum și capacitățile de introducere a acestor măsuri în execuția producției industriale, în conformitate cu exigențele Legii securității și sănătății în muncă [L19].

Concomitent cu măsurile de protecție a sănătății operatorilor sudori, ar trebui să existe soluții de protecție a mediului, prin diminuarea eliberării în mediul ambiant a substanțelor nocive emise în timpul proceselor de sudare.

Legea securității și sănătății în muncă [L19], stabilește mijloacele prin care se aplică prevederile asigurării securității în muncă și a sănătății profesionale a lucrătorilor în toate domeniile de activitate, existând documentații redactate de instituțiile de sănătate profesională, respectiv ale agențiilor de protecție a mediului, în care sunt prevăzute pragurile admise de expunere mediată în timp la efectul acestor substanțe dăunătoare.

Utilizarea protecției individuale a lucrătorilor, în vederea asigurării sănătății ocupaționale, prin supravegherea emisiei de substanțe cu acțiune nocivă la locul de muncă, este necorespunzătoare, din cauza numărului mic de instrumente specializate de indentificare și măsurare a noxelor.

În această situație, prezenta teză de doctorat propune realizarea unor evaluări și determinări ale emisiilor de noxe, rezultate la procedeele de sudare în medii de gaze protectoare, dezvoltarea de soluții și metode de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru operatorii sudori, conceperea de măsuri și mijloace specifice care să avertizeze despre eventualele neconcordanțe din cadrul sistemului de muncă.

\* \* \*

Teza de doctorat este configurată în două părți, partea I „Stadiul actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind emisiile de noxe la sudarea în medii de gaze protectoare” cuprinde 3 capitole, iar partea a II-a intitulată „Contribuții la îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare” cuprinde 5 capitole, al căror conținut este prezentat succint în cele ce urmează.

Capitolul 1 “Stadiul actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind securitatea și sănătatea în muncă referitoare la emisiile de noxe la sudare” prezintă metodologia PRISMA, o metodologie standardizată care ajută la garantarea faptului că procesul de revizuire și meta-analiză este riguros și obiectiv. Strategia de căutare s-a concentrat pe trei domenii cheie: modul de formare și compoziția noxelor, efecte adverse asupra sănătății sudorilor, metode de prevenire și protecție.

Capitolul 2 “Studiu privind generarea noxelor în procesele de sudare în medii de gaze protectoare și efectele asupra securității și sănătății sudorilor” prezintă noțiuni general-introductive despre sudarea în medii de gaze protectoare, principalele gaze rezultate în urma tehnologiilor de sudare, cercetarea documentară privind formarea și compoziția noxelor,

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

efectele acestora asupra securității și sănătății sudorilor, precum și mijloace tehnice de protecție.

Capitolul 3 prezintă concluziile desprinse din analiza stadiului actual al cercetărilor privind emisiile de noxe la sudare și efectele asupra securității și sănătății muncii.

În capitolul 4 sunt descrise orientările, obiectivul principal și metodele de cercetare-dezvoltare pentru îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare.

Capitolul 5 „Contribuții privind îmbunătățirea condițiilor de lucru pentru postul de lucru sudor” prezintă fișa de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă Sudor și măsurile de prevenire și protecție propuse.

Capitolul 6 „Contribuții privind măsurarea și reducerea emisiilor de noxe generate în procesul de sudare” prezintă sistemele de măsurare a emisiilor și măsurătorile efectuate pentru postul de lucru sudor. Este descrisă proiectarea și realizarea unui sistem de ventilație a aerului necesar evacuării emisiilor dintr-un atelier de sudare și apoi refacerea măsurătorilor emisiilor de gaze din atelierul de confecții metalice în care s-a montat sistemul de ventilație proiectat și realizat în acest scop.

În capitolul 7 „Cercetarea experimentală și elaborarea Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă”, autoarea crează un sistem de suport decizional care se adresează managerilor și lucrătorilor SSM din IMM-urile unde se desfășoară activități de sudare, pentru a-i ajuta să identifice riscurile, să cunoască ce măsuri trebuie să fie luate, ce le cere legislația și cum să își instruiască lucrătorii. Sistemul a fost conceput în structură multi-strat, pentru a se mula pe cerințele de suport ale decidenților.

În ultimul capitol al tezei, intitulat „Concluzii finale și contribuții principale privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare” se prezintă concluziile finale ale cercetărilor specifice, se sintetizează contribuțiile personale, elementele de originalitate aduse prin prezenta teză în sfera securității și sănătății în muncă și se prezintă perspectivele și direcțiile de dezvoltare ulterioară.

## **Capitolul 1. Stadiul actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind securitatea și sănătatea în muncă referitoare la emisiile de noxe la sudare**

### **1.1. Metodologia PRISMA – descriere**

Examinarea bibliografiei de specialitate reprezintă o parte de importantă a unui studiu de cercetare științifică. O atenție deosebită, în redactarea unei cercetări academice, se pune pe dezvoltarea unei idei noi care necesită studierea literaturii de specialitate în domeniu, fiind vorba, de înregistrarea cât mai amănunțită a nivelului de pricepere și cuprindere a sectorului științific tratat în articole naționale și internaționale. În elaborarea tezei mele de doctorat am utilizat literatura de specialitate atât ca bază, cât și ca suport pentru dezvoltarea unei noi perspective. Astfel, obiectivul de bază al analizei bibliografice a fost acela de a recapitula și sintetiza raționamentele și observațiile celorlalți cercetători, fără a introduce noi considerente, dar cu eventualitatea de a formula concepții proprii pro și contra informațiilor dobândite prin documentare [A05].

### **1.4. Extragerea și analiza datelor**

Studiile au fost evaluate verificându-se titlul, rezumatul și textul integral în conformitate cu criteriile de includere și excludere. Pentru articolele excluse în timpul screening-ului textului



UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

integral, au fost documentate motivele excluderii. Întrucât întrebarea de cercetare a fost destul de largă, toate informațiile potențial relevante au fost extrase și rezumate. Studiile au fost sortate după conținut pe baza procesului de implementare și a instrumentelor de anchetă. Au fost documentate informații generale despre articole (de exemplu autori, anul, titlul, țara) și au fost extrase și concluziile cheie ale autorilor.

### 1.6. Concluzii

În urma studiului bibliografic efectuat se pot desprinde următoarele concluzii/ s-au remarcat următoarele aspecte:

- Boala profesională este o „stare patologică a unui organ care intervine ca urmare a îndeplinirii unei meserii sau a unei ocupații și este provocată de factori toxici, fizici, chimici sau biologici, specifici locului de muncă, precum și de supraîncărcarea diferitelor organe sau aparate ale organismului uman în desfășurarea activităților de lucru". Se acceptă ca boli profesionale și maladiile care pot fi căpătate de elevi, studenți și ucenici în timpul desfășurării activităților de practică atunci când expunerile la pericol sunt insuficient verificate.
- Expunerea profesională la diferite substanțe periculoase poate, de asemenea, să favorizeze apariția unor boli comune cu o frecvență tot mai mare: hipertensiune arterială, boală cardiacă ischemică, bronșită cronică, tulburări musculo-scheletice și tulburări de comportament. Pentru a le diferenția de bolile profesionale, așa cum sugerează grupul de experți OMS, bolile menționate mai sus au fost denumite într-un context profesional specific sub termenul „boli profesionale”.
- Dualitatea consecințelor patologice, în urma expunerii la o anumită substanță toxică, este legată de amploarea riscului, care, la rândul său, depinde de concentrația substanței toxice respective sau de gradul de surmenaj și de timpul de expunere. La concentrații puternice sau foarte puternice substanța periculoasă manifestă un efect specific și decisiv, care va conduce la apariția bolilor profesionale. La concentrații medii și o expunere pe durată îndelungată efectele devin nedefinite și se situează în sfera afecțiunilor cu o amplă împrăștiere, agentul nociv fiind considerat în complexul factorilor etiologici.

Concluzia fundamentală care a reieșit din analiza bibliografică efectuată a fost că încă nu s-a dovedit cert că gazele degajate în timpul operațiilor de sudare reprezintă motivul producerii cancerului pulmonar în rândul sudorilor, dar, explicarea riscului de cancer pulmonar este adesea complicată pentru că există îndoieli însemnate în majoritatea cercetărilor.

## **Capitolul 2. Studiu privind generarea noxelor în procesele de sudare în mediu de gaze protectoare și efectele asupra securității și sănătății sudorilor**

### 2.1. Introducere

Între domeniile cu ritmuri ridicate de dezvoltare, puternic implicate în industria modernă, sudarea ocupă un loc de frunte datorită avantajelor pe care le oferă în realizarea unor produse de înaltă complexitate.

În țara noastră, ca și pe plan mondial, tehnologiile de sudare ocupă un procent tot mai ridicat în industrie, peste 50% din volumul de semifabricate laminate din oțel fiind menită obținerii structurilor și ansamblelor sudate pentru diferite sectoare economice. Sunt remarcabile realizările de utilaje tehnologice de mare capacitate în domenii precum industria chimică, petrolieră, metalurgică, construcții navale, aeronautice și aerospațiale, elemente și aparatură de mecanică fină, produse electronice și microelectronice și multe altele.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## 2.2. Stadiul actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind formarea și compoziția noxelor

Datorită energiei mari aplicate în timpul procesului de sudare, se formează noxe atunci când metalele de bază și de îmbinare se vaporizează și se condensează în particule în aer. Noxele de sudură sunt un amestec complex care poate conține un număr de metale periculoase și alte specii de particule tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. Noxele emise la sudare

Noxele emise la sudare constau în:	
- Particule de metale, nemetale și anumite substanțe cu efecte nocive sau periculoase, potențiale sau concrete, conținute în fumul de sudură;	- Gaze toxice sau periculoase emise de procesul de sudare, cauzate de efectul termic și de anumite reacții chimice care au loc în procesul de sudare, ca efecte secundare ale acestuia.

Noxele de sudare sunt un subiect important, care a fost studiat pe larg de-a lungul multor ani, iar conștientizarea publicului cu privire la pericolele fumului din procesele de sudare cu arc a crescut semnificativ recent. Mecanismul de bază de generare a fumului de sudare se crede că ar consta în vaporizarea elementelor și oxizilor din zona de sudură unde se consumă electrodul, cu condensarea rapidă a vaporilor pentru a forma particule [F04].

Rata de formare a fumului și compoziția chimică a acestuia sunt influențate de parametri specifici ai regimului de sudare și de tipul metodei. Cei mai semnificativi factori, a căror existență a fost demonstrată a avea un impact asupra ratei formării fumului, precum și asupra compoziției chimice a fumului sunt prezentați în fig.2.8.



Fig. 2.8. Factori de influență în formarea fumului.

La tensiuni mai mari, FFR-urile au fost ușor mai mici. În general, în comparație cu rezultatele pentru un gaz de protecție de argon 12% CO<sub>2</sub>, FFR-urile pentru argon 18% CO<sub>2</sub> au fost mai mari, așa cum se arată în figura 2.13.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

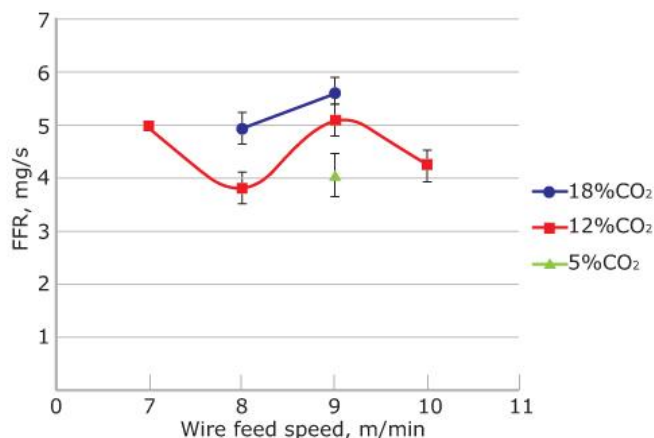


Fig.2.13. Rata medie de formare a fumului (FFR) pentru diferite gaze de protecție [M03].

### 2.3 Stadiul actual privind efectele noxelor asupra securității și sănătății sudorilor

Sudarea este o componentă esențială în multe aplicații industriale, dar, din păcate, sudarea are efectele sale negative în ceea ce privește pericolele pentru sănătatea personalului care lucrează. Există aproximativ 1 milion de sudori în întreaga lume [A01], acești sudori sunt expuși la agenți nocivi, generați de diferite procese de sudare, care pot fi transportați în părțile interioare ale plămânilor și în alte părți ale corpului și pot duce la efecte adverse asupra sănătății, așa cum se poate observa în tabelul 2.6.

Tabelul 2.6. Sursa gazelor de sudare și efectele asupra sănătății [W05]

Tipul de gaz	Sursa	Efecte asupra sănătății
Monoxid de carbon	Format în arc.	Se absoarbe ușor în fluxul sanguin, provocând dureri de cap, amețeli sau slăbiciune musculară. Concentrațiile mari pot duce la pierderea cunoștinței și moartea
Oxizii de azot	Formați în arc.	Iritație ochi, nas și gât în concentrații scăzute. Lichid anormal în plămân și alte efecte grave la concentrații mai mari. Efectele cronice includ probleme pulmonare, cum ar fi emfizemul.
Deficit de oxigen	Sudarea în spații închise și deplasarea aerului de către gazul de protecție.	Amețeli, confuzie psihică, asfixiere și moarte.
Ozon	Format în arcul de sudare, în special în timpul proceselor cu arc cu plasmă, MIG și TIG.	Efectele acute includ lichid în plămâni și hemoragie. Concentrațiile foarte scăzute (de exemplu, o parte la milion) provoacă dureri de cap și uscăciune a ochilor. Efectele cronice includ modificări semnificative ale funcției pulmonare.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## 2.4 Stadiul actual privind măsurile de prevenire și protecție împotriva noxelor de sudură

Pentru a combate numărul mare de riscuri ocupaționale foarte diferite, cercetătorii, tehnicienii și practicienii au dezvoltat un număr și mai mare de măsuri preventive și de control. Aceasta înseamnă că angajatorii au nevoie de îndrumare pentru a alege cea mai eficientă măsură. Pentru a facilita acest lucru, măsurile sunt clasificate, de exemplu ca măsuri de eliminare, măsuri tehnice, măsuri organizatorice, iar aceste tipuri sunt puse în ordine ierarhică figura 2.15. Cel mai înalt nivel este văzut ca fiind cel mai eficient în ceea ce privește combaterea riscurilor. Nivelurile inferioare trebuie aplicate numai dacă nu sunt disponibile măsuri de nivel superior sau dacă aplicarea ar fi disproporționată în ceea ce privește efortul și rezultatul realizabil. În cele mai multe cazuri, ar trebui aplicat un pachet de măsuri, prin care măsurile individuale ar putea fi atribuite diferitelor niveluri ierarhice.

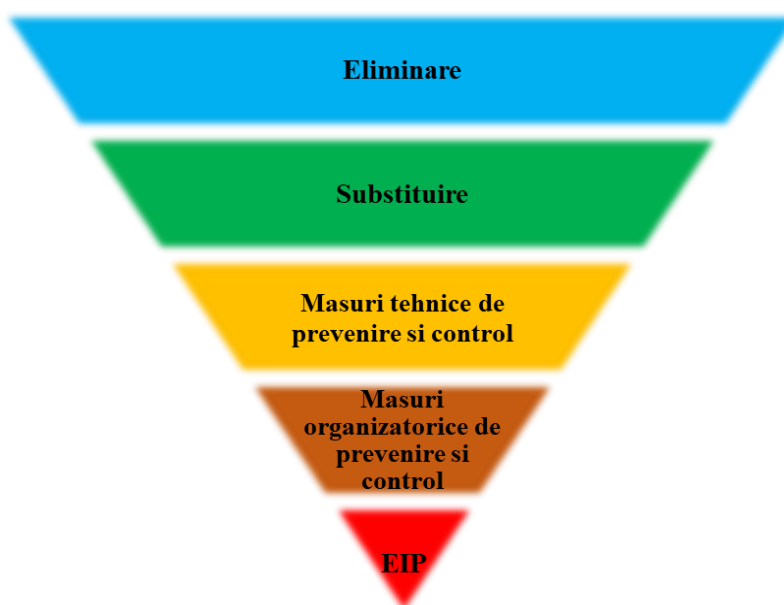


Fig.2.15. Piramida măsurilor de prevenire și control

### 2.4.2. Mijloace tehnice de protecție

Sistemele de ventilație, cum ar fi ventilația generală, ventilația locală cu evacuare (LEV) și ventilația mecanică ar putea oferi o reducere semnificativă a expunerii la vapori nocivi atunci când sunt folosite corect. Printre acestea, utilizarea LEV ca control tehnic primar pentru fumul de sudură este bine stabilită. LEV-urile au capacitatea nu numai de a elimina fracția de contaminanți care ajung în zona de respirație a sudorului, ci și de a oferi un flux de aer curat atunci când este necesar.

Ventilația poate fi împărțită în „naturală” și „tehnică”.

După cum se poate vedea în figura 2.17, ventilația naturală permite schimbul de aer între atmosfera interioară și cea exterioară, de exemplu prin variația temperaturii. Orice ventilație naturală de alimentare sau evacuare a unei unități de producție funcționează folosind diferența de temperatură și presiunea aerului în atelier și pe stradă. Aceasta înseamnă că forța motrice a tracțiunii naturale sunt vântul și presiunea termică.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

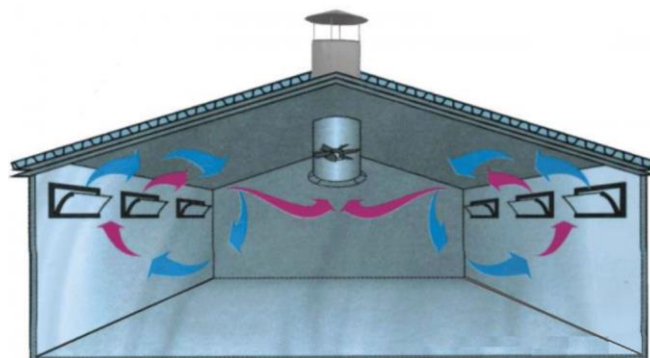


Fig.2.17. Ventilație naturală în clădiri industriale [S05].

Substanțele periculoase ca produs secundar al proceselor de sudare, dacă sunt inevitabile din punct de vedere tehnic, se recomandă a fi eliminate prin: modificarea procesului, extracție la punctul de origine, mijloace de climatizare [B03]. După cum s-a explicat în secțiunile precedente, modificarea procesului pare, într-o anumită măsură, realabilă din punct de vedere tehnic. Cu toate acestea, deoarece suprimarea completă a formării fumului pare practic imposibilă, extracția fumului capătă cel mai mare importanță.

### **Capitolul 3. Concluzii referitoare la stadiul actual al cercetărilor privind emisiile de noxe la sudare și efectele privind securitatea și sănătatea muncii**

În urma studiului cercetării-dezvoltării privind emisiile de noxe la sudarea în mediu de gaze protectoare și a efectelor asupra sănătății și securității lucrătorilor, se desprind o serie de concluzii importante, după cum urmează.

1. Strategia de căutare s-a concentrat pe trei domenii cheie: modul de formare și compoziția noxelor, efecte adverse asupra sănătății sudorilor, metode de prevenire și protecție. (v. § 1.1)
2. Căutarea sistematică a literaturii a fost efectuată în martie 2019 și actualizată în august 2020, 2021 și 2022 folosind următoarele baze de date internaționale: Web of Science (ISI), Elsevier/Scopus (BDI), Elsevier/Science Direct, Google Scholar. Astfel, căutarea literaturii acoperă un domeniu larg de cercetare: publicații de specialitate în domeniul sudurii, publicații medicale, publicații în domeniul securității și sănătății în muncă și al sănătății ocupaționale. [G04], [H05] (v. § 1.2)
3. Cercetările actuale arată că tehnologiile de sudare în mediu de gaze protectoare reprezintă un procent important în realizarea îmbinărilor elementelor metalice de înaltă calitate. (v. § 1.4)
4. Așa cum am menționat anterior, am decis să folosim Scopus, Web of Science Core Collection și Google scholar. De asemenea am consultat site-urile celor mai prestigioase instituții naționale și internaționale. Graficele pe ani arată interesul crescând privind problematica noxelor așa cum se poate observa din figurile de mai jos (v. § 1.5.2).

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

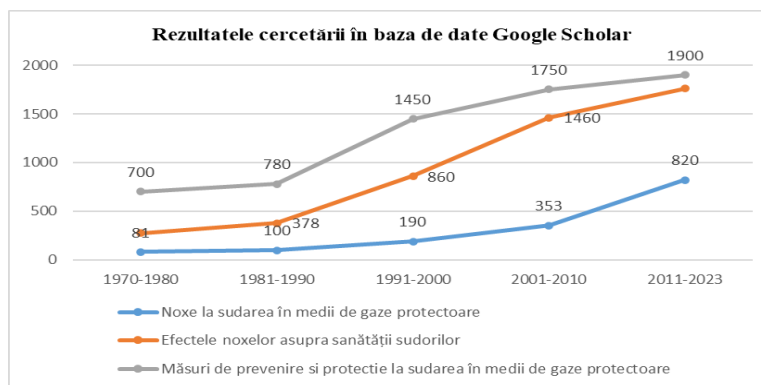


Fig.3.1. Rezultatele cercetării în baza de date Google Scholar

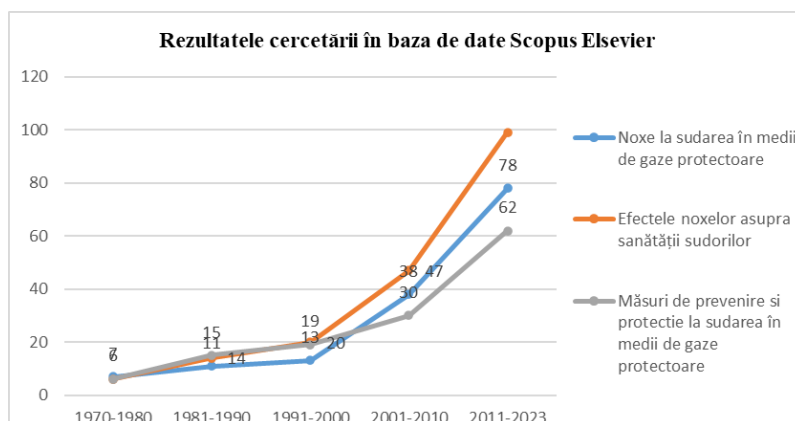


Fig.3.2. Rezultatele cercetării în baza de date Scopus.

- Dualitatea efectelor patologice asociate cu expunerea la o anumită noxă este determinată de intensitatea riscului, care depinde de concentrația noxei respective sau gradul de suprasolicitare, precum și de durata expunerii la muncă. La expunerea pe termen lung și la concentrații moderate, efectele devin nespecifice și se încadrează în categoria afecțiunilor comune, noxa „numărându-se” printre numeroșii factori etiologici (v. § 1.5).
- Există puține cunoștințe în prezent despre cauzele inflamării plămânilor determinate de expunerea la fumul rezultat din operațiile de sudare. S-a demonstrat că infecțiile la nivelul sistemului respirator în rândul sudorilor au crescut în severitatea, durata și frecvența. Rata mortalității cauzată de pneumonie a fost mai mare în rândul sudorilor, conform diferitelor studii efectuate (v. § 1.6).
- Operația de sudare în mediu de gaze protectoare poate fi încadrată ca o meserie periculoasă deoarece:

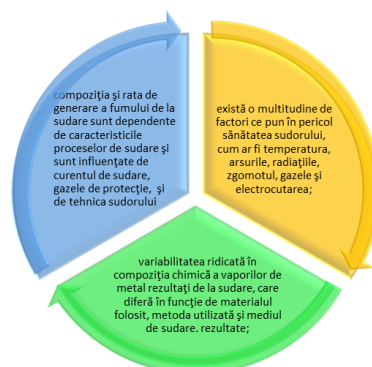


Fig 3.3. Periculozitatea operației de sudare

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

8. Datorită energiei mari aplicate în timpul procesului de sudare, se formează noxe atunci când metalele de bază și de îmbinare se vaporizează și se condensează în particule în aer. Noxele de sudură sunt un amestec complex care poate conține un număr de metale periculoase și alte specii de particule. (v. § 2.2.).
9. Parametrii regimului de sudare și tipul de aplicație influențează atât rata de formare a fumului, cât și compoziția chimică a acestuia. Cei mai semnificativi factori implicați care influențează rata formării fumului și compoziția chimică a acestuia sunt: temperatura arcului, polaritatea curentului, intensitatea curentului, unghiul dintre electrod și piesă, poziția și tipul sudării (v. § 2.2.).
10. Este în general acceptat că FFR crește odată cu curentul de sudare, dar s-a confirmat că în intervalul de tranziție globular la pulverizare, apare un minim în FFR pentru o tensiune optimă la o anumită viteză de alimentare a sârmei. Acest minim în FFR are loc pentru un transfer regulat al picăturilor, fără stropi și cu arcul care învăluie picăturile, rezultând o densitate scăzută de curent și temperaturi relativ scăzute ale picăturilor. (v. § 2.2.).
11. S-au observat FFR-uri mai mari pentru o creștere sau scădere a lungimii arcului, cu picături mai mari și, respectiv, o creștere a timpului de transfer al picăturilor sau contacte momentane cu bazinul de sudură creând stropi.
12. O reducere a conținutului de dioxid de carbon din gazele de protecție pe bază de argon are ca rezultat un FFR mai mic, cu condiția setării tensiunii optime. Cu toate acestea, această reducere este destul de mică și nu va fi observată dacă tensiunea nu este optimizată. Pentru amestecurile de gaze de protecție cu argon care conțin doar 5% dioxid de carbon, un FFR scăzut este produs la tensiuni înalte dintr-o condiție de transfer de metal cu aburire, asemănătoare unui fir. (v. § 2.2.).
13. S-a constatat că la sudarea în impulsuri se obține cel mai scăzut FFR, prin producerea unei condiții de transfer de picături similare cu cea obținută în regiunea de transfer globulară la pulverizare. (v. § 2.2.).
14. Măsurarea și observarea modurilor de transfer de metal oferă o perspectivă asupra cauzelor emisiei de fum de sudură. Condițiile de fum scăzut sunt produse de o combinație de parametri care pot fi înțeleși prin efectuarea unui set complet de măsurători privind noxele. Aceste măsurători pot fi folosite pentru a explica discrepanțele în rezultatele obținute în alte studii. (v. § 2.2.).
15. Sudarea este o componentă esențială în multe aplicații industriale, dar, din păcate, sudarea are efectele sale negative în ceea ce privește pericolele pentru sănătatea personalului care lucrează. (v. § 2.2.).
16. Expunerea la fumul de sudură (concentrația medie de PM<sub>2,5</sub> de 1,66 mg/m<sup>3</sup>) a fost găsită responsabilă de inducerea inflamației sistemice acută la sudori [K01]. În plus, expunerea cronică la fumul de sudură este asociată cu o scădere a funcției pulmonare, iar sudorii au un risc crescut de boală pulmonară obstructivă cronică (BPOC), astm și bronșită cronică [K02] [I01] [S02]. (v. § 2.3.).
17. Metalele toxice din particulele de fum de sudură constituie o problemă pentru securitatea și sănătatea muncii. De exemplu, Cr, componenta majoră a oțelului inoxidabil, va forma crom hexavalent (Cr<sup>6+</sup>) în timpul fazei de oxidare [M11], [M12]. Cr<sup>6+</sup> este unul dintre cele mai toxice și cancerigene metale din fumul de sudare, cu efecte toxice manifestate chiar și la o doză minimă de inhalare [G04], [B06], [U01], [H12]. Ni este un cancerigen uman cunoscut, [14] iar Mn poate provoca diverse simptome neurologice [E01], [C05], [D03], [W06]. (v. § 2.3.).
18. O serie de studii au măsurat diametrul aerodinamic median de masă al majorității fumurilor de sudare ca fiind în intervalul de particule de dimensiuni fine, între 0,20 și 0,50 μm [U01], [D03], [H13]. Majoritatea particulelor din acest interval de mărimi se depun în regiunea pulmonară alveolară, cea mai adâncă regiune a plămânilor. (v. § 2.3.).



UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

19. Principalul pericol care rezultă din expunerea la gazele de protecție este asfixierea, care de obicei provine din acumularea gazelor în spații închise. Gazele generate de procesul de sudare în medii de gaze protectoare sunt: monoxid de carbon, dioxid de carbon, monoxid de azot, dioxid de azot, ozon, gazele organice, gaze solvent. (v. § 2.3.).
20. După inhalare, gazele azotate acționează mai mult asupra tractului respirator mai adânc decât pe cel superior (nas, trahee, bronhii mari). Următoarele simptome sunt o indicație a stadiului primar al otrăvirii cu gaze azotate: iritarea ochilor, nasului și traheei, tuse intensivă, respirație superficială, amețeli și dureri de cap, stare de rău și oboseală, epuizare. (v. § 2.3.).
21. Există numeroase rapoarte medicale și studii de caz care se referă la simptome ale căilor respiratorii superioare, bronșită cronică, astm bronșic, hemoptizie, variabilitatea ritmului cardiac, carcinom cu celule bazale (BCC) etc., din cauza expunerii la vapori și gaze de sudură. (v. § 2.3.).
22. Substanțele periculoase ca produs secundar al proceselor de sudare, dacă sunt inevitabile din punct de vedere tehnic, se recomandă a fi eliminate prin: modificarea procesului, extracție la punctul de origine, mijloace de climatizare [B03]. (v. § 2.4.2.).
23. Pentru a combate numărul mare de riscuri ocupaționale foarte diferite, cercetătorii, tehnicienii și practicienii au dezvoltat un număr și mai mare de măsuri preventive și de control. Aceasta înseamnă că angajatorii au nevoie de îndrumare pentru a alege cea mai eficientă măsură. Pentru a facilita acest lucru, măsurile sunt clasificate, de exemplu ca măsuri de eliminare, măsuri tehnice, măsuri organizatorice, iar aceste tipuri sunt puse în ordine ierarhică. Cel mai înalt nivel este văzut ca fiind cel mai eficient în ceea ce privește combaterea riscurilor. Nivelurile inferioare trebuie aplicate numai dacă nu sunt disponibile măsuri de nivel superior sau dacă aplicarea ar fi disproporționată în ceea ce privește efortul și rezultatul realizabil. În cele mai multe cazuri, ar trebui aplicat un pachet de măsuri, prin care măsurile individuale ar putea fi atribuite diferitelor niveluri ierarhice.
24. Ierarhia măsurilor de prevenire și control, așa cum este prezentată atât în standardul ISO 45001[I02], cât și în Directiva cadru pentru securitatea și sănătatea în muncă a UE 89/391 adoptată în 1989 [E03] poate fi văzută ca un sistem tipic:
- eliminarea pericolului;
  - substituirea cu materiale, procese, operațiuni sau echipamente mai puțin periculoase;
  - utilizarea măsurilor tehnice de prevenire și control;
  - utilizarea măsurilor administrative de prevenire și control;
  - furnizarea și asigurarea utilizării echipamentului individual de protecție adecvat.
25. În România, în conformitate cu Legea 319/2006 a securității și sănătății în muncă, angajatorul trebuie să se asigure că riscul datorat expunerii la noxele de sudură pentru securitatea și sănătatea lucrătorilor este eliminat sau redus la minimum. Se vor aplica următoarele principii, cu excepția cazului în care reglementările locale prevăd altfel:
- *Substituția/Înlocuirea*: se selectează combinațiile aplicabile de proces/materia de bază cu cea mai mică emisie, ori de câte ori este posibil. Se setează procesul de sudare cu cei mai mici parametri de emisie (de exemplu, parametrii de sudare/transferul modului arc, compoziția gazului de protecție).
  - *Măsuri tehnice de prevenire și control*: se aplică măsurile de protecție colectivă relevante (ventilație generală, ventilație prin evacuare locală).
  - *Măsuri organizatorice de prevenire și control*: de exemplu, se limitează timpul în care un lucrător este expus la fumul de sudură. Se stabilesc și se aplică specificațiile procedurii de sudare.
  - *Echipament individual de protecție*: Pentru a proteja lucrătorul, echipament individual de protecție trebuie să fie adecvat, în conformitate cu ciclul de lucru.



UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

26. Pentru aplicarea primului principiu s-a încercat dezvoltarea de materiale și/sau gaze de protecție care conduc la obținerea unei formări și emisii mai mici de fum de sudură. S-a constatat că atât compoziția metalului de bază cât și a electrodului au o influență semnificativă asupra compoziției chimice a fumului.
27. O altă modalitate posibilă de reducere a emisiilor de fum este alegerea corectă a amestecurilor de gaze de protecție. În 2006, Pires și colab. [P01] au raportat că compoziția gazului de protecție are o influență majoră asupra masei și compoziției fumului generat. Autorii au descoperit că rata de formare a fumului a crescut odată cu creșterea cantității de CO<sub>2</sub> din amestecul de gaze de protecție și acest lucru s-a datorat conținutului mai mare de oxidant al amestecului de gaze de protecție. În 2002, Dennis și colab. au demonstrat că o reducere considerabilă a cromului hexavalent din fum a fost realizată prin adăugarea de agenți reducători precum NO sau C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ca gaz de protecție secundar [D02]. Astfel, s-a dedus că o reducere substanțială a fumului poate fi realizată prin scăderea procentului de CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub> din amestecurile de gaze de protecție sau prin utilizarea unui gaz de protecție secundar adecvat.
28. Rose subliniază importanța variantelor avansate de proces MIG/MAG pentru a controla generarea și detașarea picăturilor. S-a găsit un tratament de scurtcircuit deosebit de precis în cazul unei punți între picătură și bazin de sudură, reducând semnificativ formarea și emisia de fum [R02]. Acest lucru, în plus, poate fi îmbunătățit prin aplicarea de gaze de protecție cu potențial de oxidare scăzut. Rose subliniază, de asemenea, că abordarea de cuantificare a emisiilor de fum în funcție de masă trebuie reconsiderată din cauza dimensiunilor particulelor la scară nanometrică, acestea rămânând adesea necaptate de filtrele de fum, ceea ce duce totuși la un risc potențial mai mare pentru sănătate.
29. În ceea ce privește principiul II, și anume aplicarea măsurilor tehnice de prevenire și control, potrivit lui Spiegel-Ciobanu sunt aplicabile diferite măsuri tehnice și dispozitive pentru a reduce expunerea operatorului la fum [S05]. Sistemele de ventilație, cum ar fi ventilația generală, ventilația locală cu evacuare (LEV) și ventilația mecanică ar putea oferi o reducere semnificativă a expunerii la vapori nocivi atunci când sunt folosite corect. Printre acestea, utilizarea LEV ca control tehnic primar pentru fumul de sudură este bine stabilită. LEV-urile au capacitatea nu numai de a elimina fracția de contaminanți care ajung în zona de respirație a sudorului, ci și de a oferi un flux de aer curat atunci când este necesar.
30. Indiferent de faptul că ventilația tehnică folosește mijloace mecanice cum ar fi ventilatoarele sau suflantele de aer, ambele abordări sunt descrise ca fiind dificil de aplicat acolo unde este necesară consistență în reducerea expunerii la fum [S05]. Echipamentul de evacuare instalat staționar este declarat în ca fiind „cea mai eficientă” modalitate de a capta substanțele periculoase direct după generare și emisie [S05]. (v. § 2.4.2.).
31. Sistemele tehnice de ventilație sunt în general accentuate în cerințele de reglementare pentru a proteja sudorii și operatorii de expunerea la fum; pe lângă acestea, echipamentul individual de protecție (EIP) se instalează acolo unde ventilația tehnică eșuează sau nu poate fi susținută suficient în mediul de lucru. (v. § 2.4.3.).
32. O analiză cuprinzătoare a ventilației locale de evacuare (VEL), bazată pe studii experimentale și în teren și realizată de Flynn și Susi, arată că ventilația locală de evacuare este capabilă să reducă ratele de expunere la fumul de sudură cu mai mult de 40-50% față de ventilația naturală dată [F01]. (v. § 2.4.3.). Echipamentul de evacuare instalat staționar este declarat ca fiind „cea mai eficientă” modalitate de a capta substanțele periculoase direct după generare și emisie. Pentru a extrage în mod corespunzător noxele, eficiența ridicată a dispozitivului aplicat împreună cu transferul fumului captat la materiale de filtrare adecvate este considerată predominantă [S05].

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

33. Substanțele periculoase ca produs secundar al proceselor de sudare, dacă sunt inevitabile, se recomandă a fi eliminate prin: modificarea procesului, extracție la punctul de origine, mijloace de climatizare [B03]. După cum s-a arătat în capitolele precedente, modificarea procesului pare, într-o anumită măsură, fezabil. Cu toate acestea, deoarece suprimarea completă a formării fumului pare practic imposibilă, extracția fumului capătă cea mai mare importanță privind sănătatea și securitatea sudorilor.

## **Capitolul 4. Direcțiile, obiectivul principal și metodologia de cercetare-dezvoltare pentru îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare**

### **4.1. Direcții de cercetare-dezvoltare**

Pe baza rezultatelor din analiza actuală, se consideră că următoarele direcții de cercetare-dezvoltare privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă pentru a reduce impactul noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare sunt actualizate în fig.4.1.



Fig.4.1. Direcțiile de cercetare-dezvoltare privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă.

### **4.2. Obiectivul principal al activității de cercetare-dezvoltare**

Având în vedere datele, rezultatele și direcțiile de cercetare-dezvoltare privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare, se stabilește ca obiectiv principal al activității de doctorat: evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă sudor în medii de gaze protectoare și implementarea unor măsuri de reducere a emisiilor de noxe generate în procesul de sudare în scopul îmbunătățirii securității și sănătății în muncă.

Analiza direcțiilor de cercetare – dezvoltare a condus la stabilirea următoarelor obiective specifice, în vederea atingerii obiectivului principal propus al tezei de doctorat:

- Utilizarea metodologiei PRISMA pentru analiza stadiului actual al cercetărilor privind emisiile de noxe în procesul de sudare în medii de gaze protectoare;
- Efectuarea măsurătorilor de emisii pentru postul de lucru sudor;
- Proiectarea și realizarea unui sistem de ventilație a aerului necesar evacuării emisiilor dintr-un atelier de sudare;

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

- Proiectarea unui sistem informatic de asistență a deciziei privind securitatea și sănătatea în muncă SSAD-SSM;
- Aplicarea metodei de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru sudori MEVARO-SUD;
- Aplicarea noii metodei elaborate MEVARO-SUD pentru sudor cu dizabilități auditive.
- Stabilirea unor direcții viitoare pentru monitorizarea și reducerea emisiilor de noxe generate în procesul de sudare în scopul îmbunătățirii securității și sănătății în muncă.

#### 4.3. Metodologia de cercetare-dezvoltare

Obiectivul principal al activității de doctorat, precum și dezvoltarea viitoare, este realizat respectând criteriile metodologiei de cercetare-dezvoltare specifice domeniului studiat. Enumerarea elementelor metodologice utilizate este prezentată în continuare.

##### (1) Documentare

A fost efectuată o analiză amănunțită a stadiului actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind securitatea și sănătatea în muncă referitoare la emisiile de noxe la sudare, folosind metodologia PRISMA pentru revizuri sistematice [P03, P04]. Este o metodologie standardizată care ajută la garantarea faptului că procesul de revizuire și meta-analiză este riguros și obiectiv, poate fi utilizată nu numai pentru a stabili starea prezentă într-un anumit domeniu ci și pentru a oferi recomandări bazate pe dovezi pentru luarea deciziilor în toate domeniile, pentru dezvoltarea politicilor și cercetărilor ulterioare.

Strategia de căutare s-a concentrat pe trei domenii cheie: modul de formare și compoziția noxelor, efecte adverse asupra sănătății sudorilor, metode de prevenire și protecție [P03, P04]. Căutarea sistematică a literaturii a fost efectuată în martie 2019 și actualizată în august 2020, 2021 și 2022 folosind următoarele baze de date internaționale: Web of Science (ISI), Elsevier/Scopus (BDI), Elsevier/Science Direct, Google Scholar. Analiza și căutarea literaturii a acoperit un domeniu larg de cercetare: publicații de specialitate în domeniul sudurii, publicații medicale, publicații în domeniul securității și sănătății în muncă și al sănătății ocupaționale.

##### (2) Stabilirea metodologiei

Metodologia cercetării este importantă pentru a identifica modul prin care se dorește tratarea subiectului ales, utilizarea teoriei știute și realizarea obiectivelor propuse. Ea conține un ansamblul de tehnici și metode prin care se verifică conceptele teoretice în scopul aprofundării, verificarea aplicabilității, a dezvoltării prin noi înțelesuri, noi utilități [B09].

S-a apelat la cercetarea calitativă - cantitativă, necesară și esențială pentru înțelegerea evenimentelor, pentru a evidenția caracteristici sau comportamente specifice domeniului analizat.

Cercetarea cantitativă a fost efectuată prin colectarea și prelucrarea datelor prin intermediul experimentelor și observațiilor. Deoarece este necesară o anumită cantitate și volum de date pentru ca prelucrarea și rezultatele să fie relevante, aceasta evidențiază unele dintre rezultatele prelucrării datelor.

Planul de cercetare a fost redactat astfel încât să conducă la realizarea obiectivelor:

- Derularea studiului bibliografic
- Determinarea principalilor factorilor în generarea noxelor în procesele de sudare în mediu de gaze protectoare
- Determinarea factorilor care influențează formarea și compoziția fumului la sudare
- Analiza stadiului actual privind efectele noxelor asupra securității și sănătății sudorilor
- Analiza măsurilor actuale de prevenire și protecție împotriva noxelor de sudură
- Evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă sudor

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

- Efectuarea măsurătorilor de emisii pentru postul de lucru sudor
- Proiectarea și realizarea unui sistem de ventilație a aerului necesar evacuării emisiilor
- Măsurarea emisiilor din atelierul de sudare după montarea sistemului de ventilație proiectat și realizat
- Elaborarea Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă
- Elaborarea și aplicarea metodei de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru activitățile de sudare în medii de gaze protejate MEVARO-SUD
- Aplicarea metodei MEVARO-SUD pentru sudor cu dizabilități auditive
- Prezentarea concluziilor rezultate din activitatea de cercetare de doctorat, evidențiind contribuțiile personale teoretice și practice;
- Recomandarea unor viitoare direcții de cercetare pentru îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare

### *(3) Adunarea și prelucrarea informațiilor obținute în urma cercetărilor*

Datele sunt culese din următoarele surse:

- a) primare, adunate de către doctorandă, apelând la diverse tehnici: experiment, interviu, observații;
- b) secundare, date statistice publicate de către diverse organisme, care sunt procesate pentru a verifica validitatea ipotezelor.

Adunarea datelor, prelucrarea, analiza, prezentarea sub forma de tabele, diagrame, grafice, interpretarea, conferă mai multă exactitate și rigurozitate, ajutând la găsirea legăturilor dintre diferite variabile ale proceselor studiate.

Cercetările se bazează pe teorii, abordări personale ale autoarei, interpretare, formularea unor constatări, descrierea studiilor de caz efectuate, necesare atunci când se dorește o analiză atât extinsă, cât și în profunzime, a unor situații întâlnite în procesele de emanație a noxelor în timpul sudării în mediu de gaze protectoare.

### *(4) Interpretarea rezultatelor*

Prin analiza și interpretarea datelor culese de doctorandă, arată care sunt relațiile și procesele care susțin concluziile, caută interpretări mai extinse și formulează concepte teoretice cu privire la îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare.

Cercetările efectuate de autoare aduc elemente noi, sporind cunoștințele referitoare la stadiul actual al metodelor de evaluare a riscurilor profesionale în domeniul proceselor de sudare, soluționând unele probleme legate de generarea noxelor în procesele de sudare în mediu de gaze protectoare și efectele asupra securității și sănătății sudorilor.

### *(5) Conturarea și comunicarea concluziilor*

În ultimul capitol al tezei se formulează contribuțiile personale, teoretice și practice, pe baza acestora, sunt făcute propuneri de folosire în practică a rezultatelor în sfera securității și sănătății în muncă a sudorilor și prezintă perspectivele și direcțiile de dezvoltare ulterioară a cercetărilor în domeniu. Rezultatele cercetărilor științifice reieșite din prezenta lucrare de doctorat au fost parțial comunicate în cadrul unor manifestări științifice desfășurate în țară și în străinătate.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## Capitolul 5. Contribuții privind îmbunătățirea condițiilor de lucru pentru locul de muncă sudor

În acest capitol s-a realizat evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă „Sudor” la societatea SUDEX SRL, cu ajutorul metodei INCDPM, prilej cu care am constatat că metoda poate fi îmbunătățită și am propus o nouă metodă, numită MEVARO-SUD.

Pentru atelierul în care s-a făcut evaluarea și unde s-a constatat o ineficiență a sistemului de ventilare, am propus, pentru îmbunătățirea condițiilor de lucru, utilizarea unei hote. Documentația tehnică privind proiectarea, realizarea, montarea hotei și testarea eficienței este detaliată în capitolul următor.

### 5.1. Evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă sudor prin metoda INCDPM

Metoda INCDPM pentru evaluarea riscurilor implică identificarea tuturor factorilor de risc din sistemul analizat și cuantificarea dimensiunilor acestora folosind o combinație de doi parametri: gravitatea și frecvența impactului maxim posibil asupra organismului uman. Astfel, nivelurile de risc parțiale pentru fiecare factor de risc sunt stabilite, iar nivelurile de risc globale pentru sistemul analizat în ansamblu sunt stabilite. (loc de muncă). Metoda a fost avizată de Ministerul Muncii și Solidarității Sociale în anul 1996 și experimentată până în momentul de față în majoritatea domeniilor economice. Metoda oferă o justificare economică și socială pentru deciziile manageriale referitoare la ordinea de luare a măsurilor preventive. Acest lucru permite atât o radiografiere a situației actuale la fiecare loc de muncă, evidențiind riscurile acceptabile și inacceptabile, cât și măsurile care trebuie luate. Sudorul execută procesul de muncă de îmbinare nedemontabilă a pieselor metalice prin sudare cu arc electric atât în atelier, cât și în diferite locuri din clădire.

Nivelul de risc global al locului de muncă se calculează cu relația (5.1.), iar reprezentarea grafică a nivelurilor parțiale de risc este indicată în figura 5.1.:

$$N_{rgl} = \frac{\sum_{i=1}^{41} R_i r_i}{\sum_{i=1}^{41} r_i} = \frac{0(7 \times 7) + 0(6 \times 6) + 1(5 \times 5) + 10(4 \times 4) + 30(3 \times 3) + 0(2 \times 2) + 0(1 \times 1)}{0 \times 7 + 0 \times 6 + 1 \times 5 + 10 \times 4 + 30 \times 3 + 0 \times 2 + 0 \times 1} = \frac{455}{135} = 3,37$$

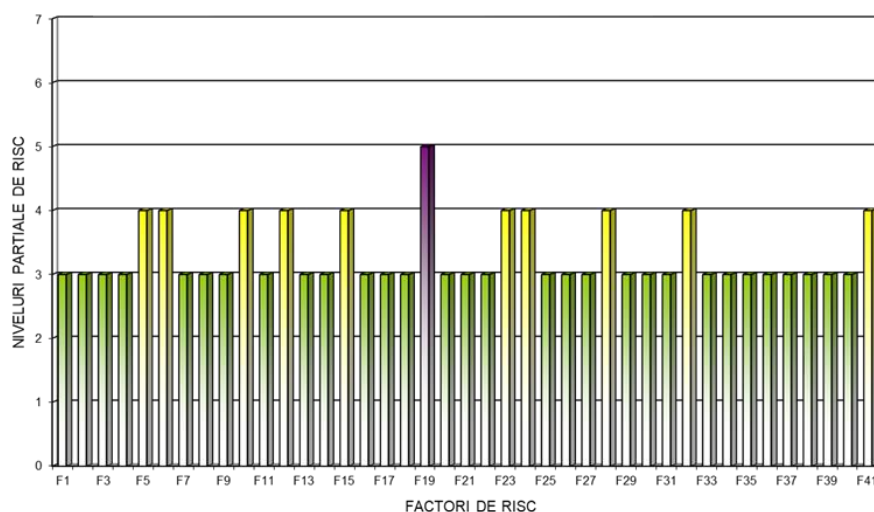


Fig.5.1.Nivelurile parțiale de risc

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

#### 5.1.4. Interpretarea rezultatelor evaluării

Pentru reducerea/eliminarea celor 11 factori de risc, situați în grupa inacceptabil, sunt formulate măsurile prezentate în “Fișa de măsuri propuse” pentru locul de muncă sudor. Dispersia factorilor de risc în funcție de elementele sistemului de munca se prezintă după cum urmează (fig.5.2.):

- 39,02%, factori proprii *mijloacelor de producție*;
- 19,51%, factori proprii *mediului de muncă*;
- 7,32%, factori proprii *sarcinii de muncă*;
- 34,15%, factori proprii *lucrătorului*.

Analiza Fișei de evaluare indică 60,98% dintre factorii de risc pot avea consecințe ireversibile asupra lucrătorului (deces sau invaliditate).

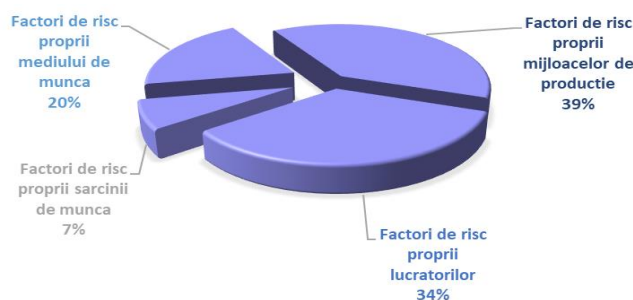


Fig.5.2. Pondere factorilor de risc identificați după elementele sistemului de muncă.

## 5.2. Metoda de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru activitățile de sudare MEVARO-SUD

### Descrierea metodei

Metoda propusă urmărește calcularea cantitativă a nivelului de risc pentru un loc de muncă/post de lucru, secție în funcție de evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională. Fișa de evaluare a postului de lucru este un document centralizator care conține nivelurile globale de risc pe loc de muncă după finalizarea metodei. Fișa locului de muncă care a fost creată astfel servește drept bază pentru programul de prevenire în accidentelor de muncă și îmbolnăvirilor profesionale pentru postul, locul de muncă, sectorul, secția.

### Principiul metodei

Metoda constă în identificarea tuturor factorilor de risc din sistemul analizat (post de lucru/loc de muncă) folosind liste de control prestabilite și calcularea riscului pe baza combinației dintre gravitatea și probabilitatea producerii riscului.

### Utilizatori potențiali

Această metodă poate fi utilizată atât în faza de proiectare și construcție, cât și în faza de valorificare. Cu toate acestea, aplicarea ei necesită formații mixte din oameni specializați atât în siguranța la locul de muncă, cât și în procedeele analizate (evaluatori și tehnologi).

În fazele sale incipiente, metodologia este un instrument util și necesar pentru a permite proiectanților să integreze principiile și măsurile de siguranță la locul de muncă în proiectarea și ingineria sistemelor de lucru. În timpul fazei de exploatare, această metodă este utilă personalului serviciului de securitate a muncii al companiei pentru a îndeplini următoarele sarcini: analiza științifică a situației securității muncii în fiecare loc de muncă și justificarea riguroasă a programelor de prevenire

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

### Instrumente de lucru utilizate

Etapele necesare pentru evaluarea securității muncii într-un sistem sunt descrise în fig 5.3.



Fig.5.3. Etapele realizării evaluării de risc

Schema logică a etapelor noii metode concepute este prezentată în fig 5.5.

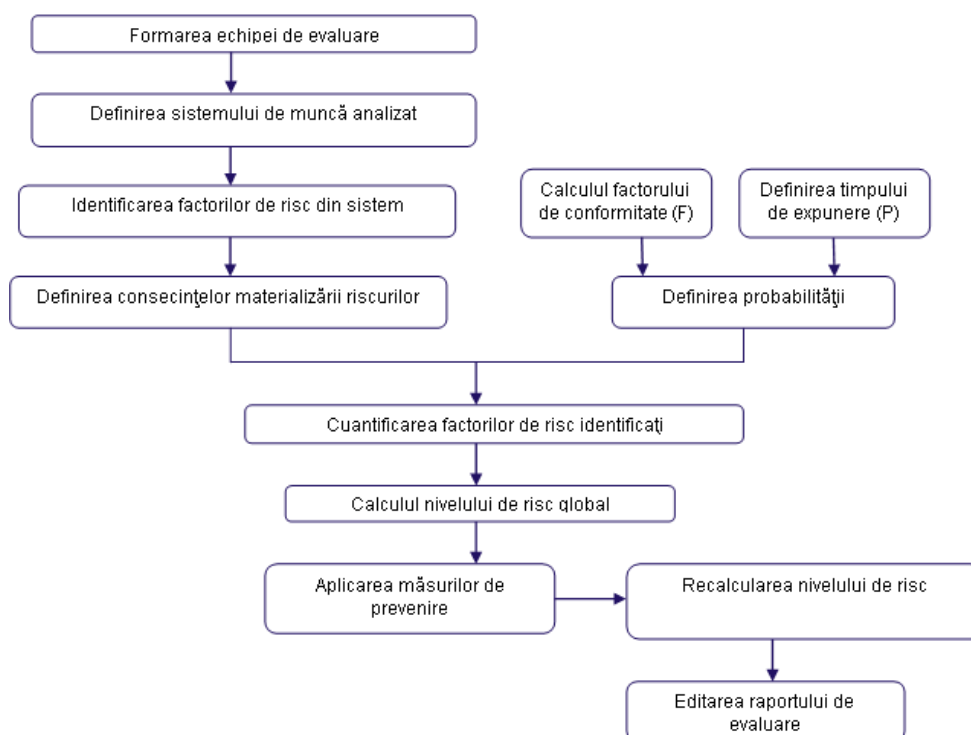


Fig.5.5. Etapele metodei MEVARO-SUD

### 5.2.3. Condiții de aplicare

Pentru ca aplicarea metodei să dea rezultate cât mai potrivite, prima condiție este ca sistemul analizat să fie un loc de muncă, clar definit în ceea ce privește scopul și componentele acestuia. În acest fel, numărul și tipurile de interconexiuni potențiale studiate sunt limitate, la fel ca și factorii de risc care trebuie luați în considerare implicit.



UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

Avantajul metodei propuse este că aplicarea acesteia nu este limitată de condițiile de existență fizică a sistemului evaluat. Poate fi folosită în toate etapele legate de ciclul de viață al unui sistem de lucru sau al unei părți a acestuia: cercetare și proiectare, implementare, instalare și punere în funcțiune, efectuarea procesului de lucru.

Deoarece există multe manifestări specifice ale factorilor de risc, chiar și pentru un sistem relativ simplu, fluxul de lucru în această metodă este relativ laborios. Identificarea și gestionarea riscurilor la locul de muncă pe bazatelor obținute necesită personal specializat. Folosirea mijloacelor informatice este cu puțință datorită unor caracteristici ale metodei, cum ar fi:

- etapizarea clară a procedurii de lucru;
- prezența unui algoritm de calcul al nivelului de risc;
- tipul de asociere între variabile care se iau în considerare pentru a determina nivelul de risc

$$Nrg = \frac{\sum_{i=1}^{22} R_i r_i}{\sum_{i=1}^{22} r_i} = \frac{0(5x5) + 0(4x4) + 5(3x3) + 11(2x2) + 6(1x1)}{0x5 + 0x4 + 5x3 + 11x2 + 6x1} = \frac{95}{43} = 2,21$$

$$Nrgr = \frac{\sum_{i=1}^{22} R_i r_i}{\sum_{i=1}^{22} r_i} = \frac{0(5x5) + 0(4x4) + 0(3x3) + 16(2x2) + 6(1x1)}{0x5 + 0x4 + 0x3 + 16x2 + 6x1} = \frac{70}{38} = 1,84$$

NPR – Nivel parțial de risc

NPRR – Nivel parțial de risc remanent

N<sub>rg</sub> – nivel de risc global

N<sub>rgr</sub> – nivel de risc global remanent

După aplicarea măsurilor de prevenire și control prezentate în fișa de evaluare, se recalculează nivelul de risc, obținându-se nivelul global de risc remanent (Nrgr). Acesta este un risc rezidual. Riscul rămas după implementarea măsurilor de control adecvate este cunoscut sub numele de risc rezidual.

După implementarea controlului, pericolul trebuie reevaluat în funcție de noua situație. Aceste măsuri reduc probabilitatea ca un accident să se întâmple. Deoarece, dacă se întâmplă un accident, gravitatea rămâne aceeași. Trebuie subliniat că este imposibil să fie eliminate toate pericolele, însă acestea pot fi ținute sub control.

### 5.3. Concluzii

Din ambele evaluări de risc efectuate cu cele două metode a reieșit că locul de muncă „Sudor” din cadrul societății SUDEX SRL este un loc de muncă cu un nivel de risc mediu spre mare.

În cazul metodei de evaluare INCDPM, au fost identificați toți factorii de risc la locul de muncă analizat pe baza unei liste de verificare predefinite și a fost cuantificat nivelul de risc în funcție de combinația între doi parametri, gravitatea și frecvența consecinței maxime asupra organismului uman. Au fost parcurse toate etapele obligatorii: definirea locului de muncă, identificarea factorilor de risc, evaluarea riscurilor, ierarhizarea riscurilor și propunerea măsurilor de prevenire.

S-a efectuat o analiză detaliată a locului de muncă, evidențiindu-se etapele procesului tehnologic, aparatele și utilajele folosite, specificarea clară a sarcinii sudorului; au fost descrise condițiile de mediu existente în atelierul de sudare și precizate cerințele de securitate a muncii. Identificarea factorilor de risc s-a făcut pentru fiecare componentă a locului de muncă analizat, stabilind eventualele disfuncții ce pot apare, generatoare de accidente sau îmbolnăviri.



UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

Metoda de lucru utilizată a fost observarea directă a lucrătorilor și deducția logică. În măsura în care a fost posibil, au fost analizate toate greselile previzibile și probabile ale executantului legate de atribuțiile de muncă, sub formă de omisiuni și acțiuni eronate, precum și impactul acestora asupra securității proprii și a celorlalte elemente ale sistemului.

Fisa de evaluare a locului de muncă a fost completată cu factorii de risc identificați; tabelul 5.14. conține detalii despre factori și dimensiunea parametrilor prin care acesta este evaluat. Din cei 41 de factori de risc identificați, 11 au depășit valoarea 3 ca nivel parțial de risc, ceea ce îi plasează în domeniul inacceptabil. Nrg calculat pentru locul de muncă „Sudor” cu valoarea de 3.37 se încadrează în clasa locurilor de muncă cu nivel de risc mediu spre mare.

Îmbunătățirea nivelului de securitate a sistemului de munca analizat necesită propunerea unor măsuri stabilite în funcție de ierarhia riscurilor evaluate, acestea fiind prezentate în tabelul 5.14. „Fișa de măsuri de prevenire propuse”, grupate în măsuri organizatorice și tehnice. Capitolul se încheie cu enumerarea măsurilor de prevenire și protecție colectivă și individual specifice proceselor de sudare în mediu de gaze protectoare.

Cadrul conceptual de orientare a metodei MEVARO-SUD a fost identificat în urma analizei metodelor existente în literatura de specialitate și a experienței acumulate pe teren, pe baza paradigmei de gestionare a riscurilor. Cadrul conceptual presupune o serie de etape, printre care: evaluarea riscurilor ocupaționale, transpunerea informațiilor referitoare la riscuri în acțiuni specifice, introducerea și gestionarea intervențiilor de reducere a riscurilor, evaluarea intervențiilor și furnizarea de feedback pentru intervențiile existente, precum și pentru planurile de acțiuni viitoare. Metoda MEVARO-SUD calculează probabilitatea producerii unui eveniment ca fiind o combinație între frecvență și timpul de expunere, oferind în plus față de metoda INCDPM, posibilitatea de a vedea cum, după aplicarea metodelor de prevenire și protecție, nivelul de risc global scade (rămânând un așa numit risc rezidual) prin calculul unui nivel global de risc remanent (Nrg).

Trebuie subliniat că procesul de evaluare a riscurilor necesită monitorizare și revizuire continuă. Lucrătorii se schimbă, instalațiile se îmbunătățesc, mașinile și echipamentele se înlocuiesc, se adaugă accesorii pentru mașini și se dezvoltă tehnologia. Ca rezultat, evaluarea riscurilor va trebui să fie actualizată în mod constant. Dacă sursa lor este eliminată (de exemplu, prin înlocuirea unui utilaj vechi cu unul mai nou), unele pericole dispar automat, în timp ce altele noi pot apărea.

## **Capitolul 6. Contribuții privind îmbunătățirea condițiilor de sănătate și securitate a muncii într-un atelier de confecții metalice**

### **6.1. Metodologia cercetărilor întreprinse pentru îmbunătățirea condițiilor de lucru pentru postul de lucru sudor**

Pentru îmbunătățirea condițiilor de sănătate și securitate a muncii în atelierele de confecții metalice acolo unde sudarea se folosește cu predilecție am urmărit o metodologie de cercetare după cum urmează:

1. măsurarea emisiilor în timpul operațiilor de sudare manuală cu electrod învelit și sudarea în mediu protector de gaze;
2. în cazul (dovedit) al depășirii valorilor maxime admisibile, proiectarea unui sistem de ventilație suplimentar care să ajute la diminuarea noxelor din atelier;
3. refacerea măsurătorilor asupra emisiilor de gaze din atelierul de confecții metalice în care am montat sistemul de ventilație suplimentar proiectat și realizat în acest scop.

### **6.2 Prezentarea măsurătorilor de emisii pentru postul de lucru sudor**

Măsurarea emisiilor s-a realizat într-un atelier de confecții metalice. În acest atelier se realizează mai multe operații de prelucrare mecanică prin aschiere precum: sudare, frezare,

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

găurire, rectificare. Pentru obținerea reperelor ce vor fi ulterior sudate tot în acest atelier se realizează operații precum: debitarea, șlefuirea, îndoirea, polizarea, fasonarea metalelor. Pentru îmbinarea nedemontabilă prin sudare a reperelor obținute prin operațiile anterioare se folosesc procedeele de sudare manuală cu electrod învelit și sudare manuală în mediu protector de gaze.

Pentru măsurarea emisiilor în atelierul de sudare s-a folosit un auto-laborator al societății SC Eneeco Consulting SRL., este abilitat de Ministerul sănătății pentru toxicologie industrială. Măsurarea emisiilor din atelierul de sudare s-a efectuat folosind un echipament mobil instalat pe autospeciala prezentată în figura 6.2. care este prevăzută cu o tubulatură, pentru captarea emisiilor, situată în partea superioară a autovehiculului.

### 6.3 Sistemele de măsurare a emisiilor la postul de muncă

Pentru evaluarea emisiilor la postul de muncă sudor s-a folosit un sistem de aparate de măsură montate pe o autoutilitară. În acest fel s-au măsurat mai multe tipuri de emisii după cum sunt prezentate în continuare :

- pentru dioxidul de sulf ambiental, SO<sub>2</sub>, s-a folosit monitor de tip APSA-370. Acesta este un dispozitiv pentru monitorizarea continuă a SO<sub>2</sub> atmosferic folosind fluorescența UV. APSA-370 folosește un dispozitiv intern de prelevare de probe prin metoda uscată pentru a atinge cele mai înalte niveluri de sensibilitate și acuratețe. Metoda uscată, datorită cerințelor minime de întreținere, capacitatea de monitorizare continuă și analiză instantanee a gazului în stare nealterată, a fost o metodă preferată de monitorizare a poluării atmosferice.

- pentru oxizii azotului, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, la nivel ambiental s-a folosit dispozitivul HORIBA APNA-370. Acesta monitorizează continuu concentrațiile atmosferice de NO, NO<sub>2</sub> și NO<sub>x</sub> folosind o metodă de semi-decompresie modulată cu flux încrucișat chemiluminiscentă. APNA-370 folosește un dispozitiv intern independent de prelevare de probe prin metoda uscată pentru a atinge cele mai înalte niveluri de sensibilitate și acuratețe.

- pentru monoxidul de carbon, CO, s-a folosit monitorul APMA-370 care este un dispozitiv pentru monitorizarea continuă a concentrațiilor de CO folosind o metodă de analiză în infraroșu cu modulare încrucișată fără dispersie. APMA-370 folosește un dispozitiv intern independent de prelevare de probe prin metoda uscată pentru a atinge cele mai înalte niveluri de sensibilitate și acuratețe.

În tabelul 6.1. sunt prezentate rezultatele măsurătorilor emisiilor de noxe eliberate în timpul diferitelor operații pentru postul de muncă sudor – fișa de post.

Tabelul. 6.1. Rezultatele emisiilor de CO, NO, NO<sub>2</sub>, și SO<sub>2</sub>

Nr crt	Locul de munca	Noxa profesionala	Conc. max. admisibila [mg/m <sup>3</sup> ]		Concentrația poluantului măsurata pe perioada [mg/m <sup>3</sup> ]	
			8 h	15 min	8 h	15 min
1	Proba nr. 120	CO	20	30		33,44
		NO	30	40		1,19
		NO <sub>2</sub>	5	8	-	0,011
		SO <sub>2</sub>	5	10		0,34
2	Proba nr. 121	CO	20	30		35.81
		NO	30	40		1,23
		NO <sub>2</sub>	5	8		0,013
		SO <sub>2</sub>	5	10		0,41
		CO	20	30		37.20
		NO	30	40		1,17

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

3	Proba nr. 122	NO2	5	8	-	0,09
		SO2	5	10		0,30
4	Proba nr. 123	CO	20	30		39.60
		NO	30	40		1.3
		NO2	5	8		0,017
		SO2	5	10		0,51

Din punct de vedere al emisiilor generate la sudarea manuală se constată o depășire importantă la emisiile de monoxid de carbon.

În aceste condiții, când măsurătorile au indicat valori importante ale emisiilor, pentru îmbunătățirea condițiilor de lucru am considerat necesară proiectarea unui sistem de ventilație care să ajute la evacuarea rapidă a noxelor din incinta atelierului de sudare.

#### 6.4 Proiectarea și realizarea unui sistem de ventilație a aerului necesar evacuării emisiilor dintr-un atelier de sudare

Pentru evacuarea emisiilor de gaze din atelierul de sudare am proiectat și executat un sistem de ventilație forțată care este montat în partea superioară a atelierului. Elementul principal al acestui sistem de ventilație este un rotor cu pale acționat de un motor.

#### 6.5 Măsurarea emisiilor din atelierul de sudare după montarea sistemului de ventilație proiectat și realizat

Ca urmare a punerii în funcțiune a sistemului de ventilație forțată a aerului din atelierul de sudare s-au refăcut măsurătorile noxelor rezultând valorile prezentate în tabelul 6.2. După cum se poate observa din figurile 6.10. - 6.13., punerea în funcțiune a acestui sistem de ventilație forțată a condus la scăderea drastică a emisiilor și mai ales a celor de monoxid de carbon, CO, de la valoarea de 39.6 la 9,21 mg/m<sup>3</sup> ce reprezintă o valoare mult sub concentrația maximă admisibilă.

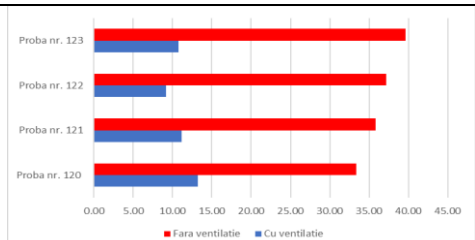


Fig.6.10.Compararea valorilor emisiilor de CO înainte și după montarea sistemului de ventilație.

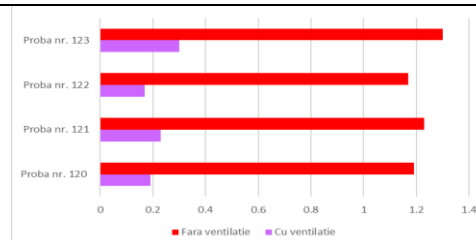


Fig.6.11.Compararea valorilor emisiilor de NO înainte și după montarea sistemului de ventilație.

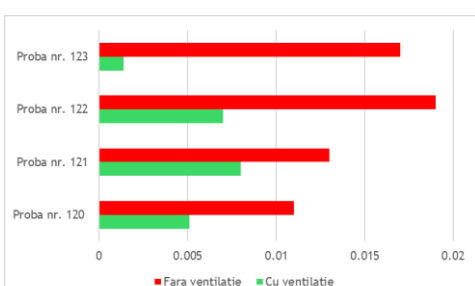


Fig.6.12.Compararea valorilor emisiilor de NO<sub>2</sub> înainte și după montarea sistemului de ventilație

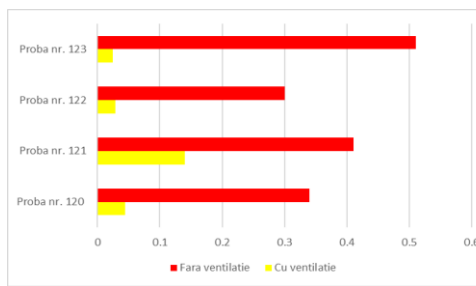


Fig.6.13.Compararea valorilor emisiilor de SO<sub>2</sub> înainte și după montarea sistemului de ventilație

#### 6.6 Concluzii

Sudarea, ca și procedeu tehnologic de îmbinare nedemontabilă, reprezintă o sursă importantă de poluanți atmosferici a căror influență asupra organismului uman este semnificativă. Pentru

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

evidențierea acestora, în cadrul cercetărilor, am realizat măsurarea emisiilor rezultate în urma sudării în mediul protector de gaz a mai multor probe înainte și după montarea sistemului de ventilație proiectat. S-a constatat că emisiile au valori semnificative iar în cazul monoxidului de carbon, CO, valorile depășesc limitele maxime admisibile. Ca urmare pentru secția prezentată dar ca și pentru orice altă secție de sudare am proiectat și realizat un sistem de ventilație forțată a aerului industrial care și-a dovedit eficiența în sensul extragerii aerului poluat din secția de sudare și evacuarea acestuia forțată în exterior. Pentru acest sistem am prezentat desenele de execuție ale carcasei și rotorului acestuia care reprezintă cele mai importante elemente ale ansamblului.

Folosind aceste desene de execuție am trecut la realizarea fizică a acestuia după cum se poate observa în imaginile prezentate.

După punerea în funcțiune am repetat măsurătorile și am obținut valori mult sub cele maxim admisibile (fig.6.10. – 6.13.)

Astfel, am atins unul din obiectivele tezei, sistemul de ventilație și-a dovedit eficiența în asigurarea unui mediu de lucru normal pentru lucrătorii din acest domeniu, cu valori ale noxelor situate sub cele admisibile.

## **Capitolul 7. Cercetarea experimentală și elaborarea Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă pentru lucrătorii cu dizabilități auditive**

### **7.1. Introducere. Descrierea sistemului**

Industria de sudare a confecțiilor metalice este dominată de întreprinderile mici și mijlocii (IMM-uri) care nu au personal angajat cu normă întreagă pentru aspectele legate de securitate și sănătate în muncă. În plus, așa cum se știe, la nivelul industriei în general, ratele accidentelor și bolilor profesionale sunt de două ori mai mari în rândul IMM-urilor, comparativ cu marile întreprinderi.

Prin urmare, este o bună practică de sănătate și siguranță să se creeze un mediu de susținere, fără (pre)judecăți și să se comunice acest lucru tuturor angajaților. Au fost efectuate cercetări considerabile privind relația dintre bunăstarea angajaților la locul de muncă și mediul lor de lucru. Lucrătorii cu dizabilități se confruntă cu aceleași riscuri ca și lucrătorii fără dizabilități care fac aceeași muncă dar se pot confrunta cu riscuri suplimentare sau pot fi mai susceptibil la aceleași riscuri din cauza stării lor.

Persoanele care, din cauza unor afecțiuni fizice, mentale sau senzoriale, nu sunt capabile să-și desfășoare activitățile cotidiene în mod normal și necesită măsuri de protecție pentru a le ajuta să se recupereze, să se integreze în societate. În general, există mai multe metode de a reduce această deficiență, aparate (compensatoriu pierderii auditive) și/sau folosirea limbajul semnelor.

Aspecte analizate  
în evaluarea  
riscurilor pentru  
lucrătorii cu  
dizabilități

- conceperea sarcinilor și activităților profesionale
- cerința specifică legată de handicapul său
- echipamentul tehnic
- adaptate nevoilor individuale
- mediul de muncă
- amenajarea locurilor de muncă
- căile de acces/evacuare
- organizarea muncii
- tehnologiile auxiliare
- riscuri fizice
- riscurile psihosociale

Având în vedere aspectele complexe enumerate mai sus, autoarea lucrării răspunde nevoilor unor astfel de întreprinderi mici și mijlocii propunând un sistem de suport decizional (SSAD-

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

SSM) care se adresează managerilor și personalului cu atribuții privind securitatea și sănătatea în muncă a lucrătorilor cu dizabilități din IMM-urile unde se desfășoară activități de sudare.

Totodată sistemul de asistență a deciziei a fost dezvoltat într-un mod care să fie înțeles de manageri, sudori, experți în securitate și sănătate în muncă, manageri, studenți, sudori ocazionali, sudori profesioniști și supervizorii acestora, la toate nivelurile de experiență.

## **7.2 Părți componente (componenta tutorială, componenta evaluare, componenta măsuri de protecție)**

Sistemul proiectat oferă factorului de decizie, din domeniul riscurilor profesionale, un suport deplin astfel încât această decizie să conducă la diminuarea sau chiar eliminarea unora dintre riscurile identificate.

Sistemul este proiectat într-o arhitectură multistrat, satisfacând nevoile de suport ale factorilor de decizie. SSAD-SSM are 3 componente. Stratul de bază al sistemului cuprinde sistemul de ghidare informațională, urmat de stratul intermediar, și anume sistemul expert de evaluare a riscurilor profesionale, pe baza căruia trebuie luate deciziile. Stratul final, stratul superior al sistemului, este un ansamblu de procedee și mijloace de prelucrare și transmitere a informației, care include procese preventive și măsuri de control al riscurilor.

**Componenta tutorială, informativă** conține legislația națională privind securitatea și sănătatea în muncă, normele generale de securitate în muncă, instrucțiuni specifice, norme specifice de securitate a muncii pentru sudarea metalelor.

**Componenta evaluare riscuri** conține descrierea elementelor specifice noii metode de evaluare a riscurilor ocupaționale pentru sudori cu dizabilități auditive, denumită MEROSUD-DIZAB.

În această etapă se va face evaluarea factorilor de risc de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru postul de lucru „sudor în medii de gaze protectoare”, analizând doar factorii de risc specifici dizabilității (deficiență auditivă) pentru fiecare componenta sistemului de muncă (Tabelul 7.1. Fișa A – „mijloace de producție”; Tabelul 7.8.Fișa B – „mediul de muncă”; Tabelul 7.9. Fișa C – „sarcina de muncă”; Tabelul 7.10.Fișa D – „lucrător”). Pe acest post este angajată o persoană cu deficiență auditivă. Durata programului de lucru este de 4 ore pe zi și își desfășoară activitatea la sediul firmei.

## **7.3. Elaborarea aplicației informatice în Excel pentru componenta „măsuri de protecție,, a Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă pentru lucrătorii cu dizabilități auditive**

Aplicația software pentru componenta „măsuri de protecție,, a Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă pentru lucrătorii cu dizabilități auditive a fost concepută ca o serie de fișe Microsoft Excel® 2013 având rolul de a înregistra răspunsurile utilizatorului la elementele listei de verificare, de a calcula automat nivelul de risc R, frecvența de manifestare a factorului de risc F și de a genera o serie de măsuri de prevenire pe baza nivelului de risc calculat anterior.

Una dintre cele mai importante caracteristici ale aplicației software este portabilitatea acesteia către diferite dispozitive cu sisteme de operare diferite, cum ar fi computere personale, tablete și smartphone-uri. De asemenea, operarea instrumentului software este foarte simplă, necesitând cunoștințe de bază Microsoft Excel.

### **7.3.2.2 Descrierea funcționării aplicației informatice**

Scopul acestui program este obținerea unui nivel de risc R, pe baza căruia se vor genera o serie de măsuri de prevenire și control.

Nivelul de risc R va fi calculat ca o combinație dintre G (gravitatea consecinței maxime previzibile) și P (probabilitatea),  $R=(G,P)$

Pașii programului urmăresc obținerea lui G și a lui P.



UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

Programul are 6 pași/ pagini (Excell sheets) conține butoanele *Înainte* (de culoare verde) și *Înapoi* (de culoare roșie).

Pas 1 Utilizatorul va răspunde unui set de întrebări. Pe baza numărului de răspunsuri pozitive programul va calcula un factor N (factor de neconformitate).

Pas 2 Pe baza lui N din pagina anterioară programul calculează un F. Tot aici utilizatorul alege un timp T (pe baza unui tabel prestabilit).

Pas 3 Programul calculează P (probabilitatea).

Pas 4 Utilizatorul alege G (Gravitatea) dintr-un tabel prestabilit.

Pas 5 Programul calculează R (nivelul de risc)

Pas 6 Se dau măsuri de prevenire pe baza lui nivelului de risc R obținut anterior

#### 7.4. Concluzii

Evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru un lucrător cu dizabilități (un sudor cu dizabilități auditive în cazul acesta) este un proces de identificare a factorilor de risc și cuantificarea acestora ținând cont de cele 4 componente ale sistemului de muncă (mijloacele de producție, mediul de muncă, sarcina de muncă, lucrătorul). Metoda de evaluare folosită în cadrul acestui soft este o metodă atât calitativă cât și cantitativă.

Componenta calitativă constituie totodată principiul metodei și constă în identificarea neconformităților sistemului de muncă ținând cont de cerințele legislative și de recomandările europene referitoare la locurile de muncă pentru persoanele cu dizabilități. Neconformitățile sunt identificate pe fiecare componentă a sistemului de muncă pe baza checklist-urilor elaborate ținând cont de cerințele legislative și de recomandările europene referitoare la locurile de muncă pentru persoanele cu dizabilități. Metoda este și cantitativă deoarece ne permite cuantificarea nivelului de risc pentru fiecare componentă a sistemului de muncă în parte, în funcție de Gravitatea și Probabilitatea de manifestare a factorului de risc respectiv.

Aplicația software pentru componenta „măsuri de protecție,, a Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă pentru lucrătorii cu dizabilități auditive a fost concepută ca o serie de fișe Microsoft Excel® 2013 având rolul de a înregistra răspunsurile utilizatorului la elementele listei de verificare, de a calcula automat nivelul de risc R, frecvența de manifestare a factorului de risc F și de a genera o serie de măsuri de prevenire pe baza nivelului de risc calculat anterior.

A fost ales Microsoft Excel deoarece este una dintre cele mai populare și puternice aplicații de calcul tabelar și analiză a datelor cu multiple avantaje: este relativ ușor de învățat și de utilizat, ceea ce îl face accesibil pentru un număr mare de utilizatori, de la începători la profesioniști; permite organizarea datelor în foi de calcul, celule și tabele, ceea ce face gestionarea și manipularea informațiilor mai ușoară și mai organizată; oferă o gamă largă de funcții matematice și statistice pentru a efectua calcule complexe, de la simple operații de adunare și înmulțire la analize statistice avansate; se pot crea grafice și vizualizări pentru a reprezenta datele în mod vizual, ceea ce ajută la înțelegerea și interpretarea mai ușoară a informațiilor; oferă instrumente puternice pentru analiza datelor, cum ar fi tabele pivot, filtre, sortare și funcții de analiză (cum ar fi VLOOKUP și HLOOKUP); permite automatizarea sarcinilor repetate cu ajutorul macrocomenzilor și a limbajului de programare VBA (Visual Basic for Applications); permite mai multor utilizatori să lucreze simultan la aceeași foaie de calcul și să partajeze fișierele pentru colaborare; îi pot fi personalizate aspectul și funcționalitatea prin intermediul macrocomenzilor, suprapunerilor, formulelor personalizate și formatarii condiționate; oferă compatibilitate cu o varietate de formate de fișiere, inclusiv CSV, TXT, PDF și alte formate de date, permițând partajarea și importul/exportul datelor cu alte aplicații; oferă opțiuni de securitate, cum ar fi protejarea cu parolă a fișierelor și gestionarea drepturilor de acces pentru a proteja datele sensibile; este parte a suitei Microsoft Office și beneficiază de actualizări regulate de la Microsoft, precum și de suport tehnic.

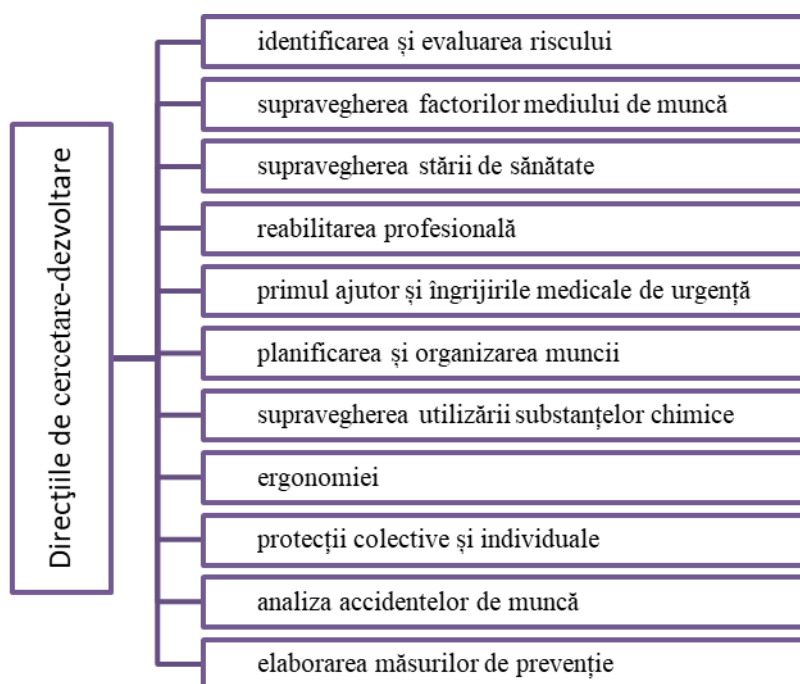
UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## **Capitolul 8. Concluzii finale și contribuții principale privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare**

(1) Din analiza stadiului actual privind emisiile de noxe la sudarea în mediu de gaze protectoare și a efectelor asupra sănătății și securității lucrătorilor s-au desprins concluzii importante, care sunt prezentate pe larg în capitolul 3, precum:

- sudarea este o componentă esențială în multe aplicații industriale, dar, din păcate, sudarea are efectele sale negative în ceea ce privește pericolele pentru sănătatea personalului care lucrează;
- expunerea cronică la fumul de sudură este asociată cu o scădere a funcției pulmonare, iar sudorii au un risc crescut de boală pulmonară obstructivă cronică (BPOC), astm și bronșită cronică;
- principalul pericol care rezultă din expunerea la gazele de la sudare este asfixierea, care de obicei provine din acumularea gazelor în spații închise. Gazele generate de procesul de sudare în medii de gaze protectoare sunt: monoxid de carbon, dioxid de carbon, monoxid de azot, dioxid de azot, ozon;
- există numeroase rapoarte medicale și studii de caz care se referă la simptome ale căilor respiratorii superioare din cauza expunerii la vapori și gaze de sudură.

(2) Având în vedere concluziile stadiului actual privind emisiile de noxe la sudarea în mediu de gaze protectoare și a efectelor asupra sănătății și securității lucrătorilor s-au stabilit următoarele direcțiile de cercetare-dezvoltare



(3) Cunoscând stadiul actual și aprofundând direcțiile de cercetare-dezvoltare referitor la emisiile de noxe la sudarea în mediu de gaze protectoare și a efectelor asupra sănătății și securității lucrătorilor, s-a stabilit ca principal obiectiv al activității tematică a doctoratului (v. și § 4.2): evaluarea riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locul de muncă sudor în mediu de gaze protectoare și implementarea unor măsuri de reducere a emisiilor de noxe generate în procesul de sudare în scopul îmbunătățirii securității și sănătății în muncă.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

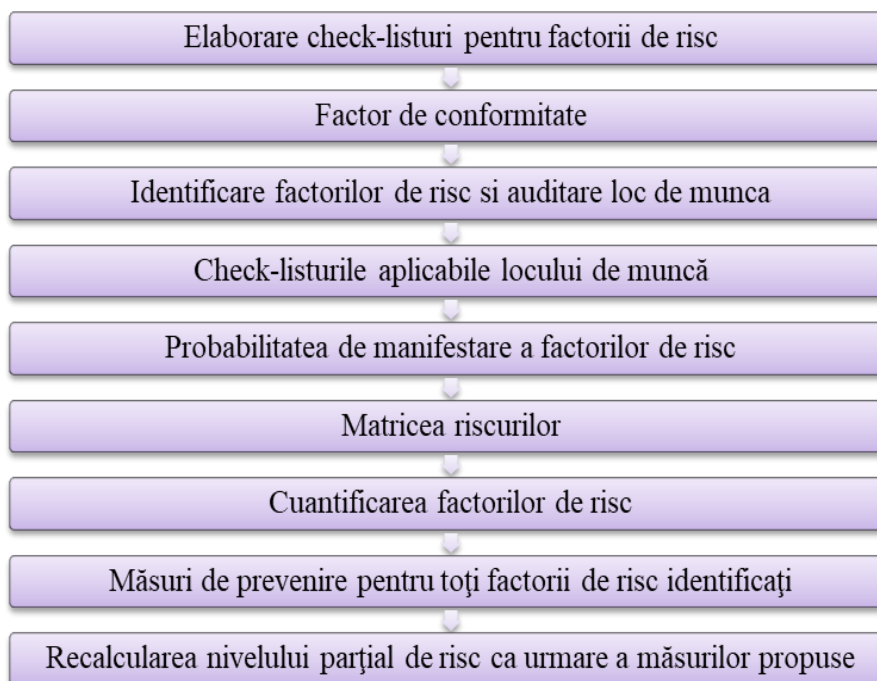
(4) După cum urmează sunt prezentate concluziile relevante cu privire la activitatea de cercetare și dezvoltare de doctorat pentru atingerea obiectivului său principal, în raport cu elementele de referință metodologice (v. § 4.3).

○ **Adaptarea la literatura de specialitate din domeniul securității și sănătății în muncă a metodei PRISMA, o metodă utilizată de cercetători în domeniul studiilor medicale pentru obținerea de revizuirii sistematice ale studiilor care evaluează efectele intervențiilor de sănătate, indiferent de designul studiilor incluse. Utilizarea metodei PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses – metodă de raportare a revizuirilor sistematice) pentru determinarea stadiului actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind securitatea și sănătatea în muncă referitoare la emisiile de noxe la sudare oferă o abordare de înaltă calitate și standardizată care aduce multiple avantaje în procesul de revizuire sistematică a literaturii și oferă o imagine cuprinzătoare a subiectului de interes.**

○ A fost concepută o metodă de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru activitățile de sudare MEVARO-SUD care urmărește diminuarea elementelor subiective în analiza probabilității de apariție a factorilor de risc.

Metoda propusă urmărește nivelul de risc/securitate a muncii pentru un loc de muncă/post de lucru, secție sau întreprindere, pe baza evaluării riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională.

Esența acestei metode este identificarea factorilor de risc din sistemul de muncă evaluat pe baza liste de verificare predefinite și cuantificarea riscului pe baza combinației dintre gravitatea și probabilitatea manifestării riscului. (v. § 5.1).



○ Au fost elaborate o serie de instrucțiuni proprii de securitate și sănătate în muncă specifice meseriei de sudor sub forma unor proceduri. Instrucțiunile cuprind măsurile de prevenire a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale specifice meseriei de SUDOR și au ca scop



UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

micșorarea sau eliminarea factorilor de risc existenți în sistemul de muncă, propriu fiecărui element component al acestuia (v. § 5.1).

○ A fost proiectat și realizat un sistem de ventilație a aerului necesar evacuării emisiilor dintr-un atelier de sudare. Pentru evacuarea emisiilor de gaze din atelierul de sudare am proiectat și executat un sistem de ventilație forțată care este montat în partea superioară a atelierelor sau halelor industriale. Elementul principal al acestui sistem de ventilație este un rotor cu pale acționat de un motor. (v. § 6.4)

Pentru îmbunătățirea condițiilor de sănătate și siguranță a muncii în atelierele de confecții metalice acolo unde sudarea se folosește cu predilecție am urmărit o metodologie de cercetare după cum urmează:

1. măsurarea emisiilor în timpul operațiilor de sudare în mediu protector de gaze;
2. în cazul (dovedit) al depășirii valorilor maxime admisibile, proiectarea unui sistem de ventilație suplimentar care să ajute la eliminarea noxelor din atelier;
3. refacerea măsurătorilor asupra emisiilor de gaze din atelierul de confecții metalice în care am montat sistemul de ventilație suplimentar proiectat și realizat în acest scop. (v. § 6.1)

○ **Elaborarea Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind SSM pentru lucrătorii cu dizabilități auditive.**

Sistemul de suport decizional se adresează managerilor și personalului cu atribuții privind siguranța și sănătatea în muncă a lucrătorilor cu dizabilități din IMM-urile unde se desfășoară activități de sudare. Sistemul are o arhitectură multistratificată de 3 componente, satisfacând nevoile de suport ale factorilor de decizie. Stratul de bază al sistemului cuprinde sistemul de ghidare informațională, urmat de stratul intermediar, sistemul expert de evaluare a riscurilor profesionale, pe baza căruia trebuie luate decizii. Stratul final al sistemului este procedural care conține procedurile de prevenire și măsuri de control. (v. § 7.1).

Componenta tutorială, informativă conține legislația națională privind siguranța și sănătatea în muncă, normele generale de siguranță în muncă, instrucțiuni specifice, pentru sudarea și tăierea metalelor.

Componenta evaluare de riscuri constă în „Metoda de evaluare a riscurilor ocupaționale pentru sudori cu dizabilități auditive MEROSUD-DIZAB” - Evaluarea riscului cu dizabilități (v. § 7.2.2).

Componenta măsuri de protecție se regăsește în aplicația soft excell pentru sudor cu dizabilități) și a fost concepută ca un sistem deschis cu implementare evolutivă folosind metoda prototipului. Prototipul este o primă variantă a sistemului intenționat, adică un nucleu al acestuia cu caracteristicile esențiale într-o formă inițială. Pe parcursul realizării/dezvoltării, acesta va fi adaptat cerințelor utilizatorului/beneficiarului conform concluziilor experimentelor specifice succesiv-progresive și va fi extins cu noi funcții.

(5) La realizarea obiectivului principal al activității doctorale de cercetare-dezvoltare, prezenta teză de doctorat aduce o serie de contribuții, dintre care cele mai importante sunt după cum urmează.

- adaptarea la literatura de specialitate din domeniul securității și sănătății în muncă a metodei Prisma, pentru determinarea stadiului actual al cercetărilor teoretice și experimentale privind siguranța și sănătatea în muncă referitoare la emisiile de noxe la sudare și care oferă o abordare de înaltă calitate, standardizată, cu multiple avantaje în procesul de revizuire sistematică a literaturii și oferă o imagine cuprinzătoare a subiectului de interes.
- elaborarea unei metode de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru activitățile de sudare MEVARO-SUD ,dupa aplicarea metodei rezultă cu un document numit „Fișa de evaluare a locului de muncă/postului de lucru”, unde regăsim NRG pe loc de

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

muncă. Fișa locului de muncă rezultată reprezintă fundamentul programului de prevenire a accidentelor de muncă și îmbolnăvirilor profesionale pentru postul de lucru, locul de muncă, sectorul, secția sau întreprinderea analizată.

- aplicarea noii metode într-un studiu de caz de evaluare a riscurilor pentru locul de muncă „sudor in mediu protector de gaze”
- efectuarea măsurătorilor de emisii de noxe generate in procesul de sudare în mediu protector de gaze, dintr-un atelier de confecții metalice, folosind un auto-laborator mobil abilitat de Ministerul sănătății pentru toxicologie industrială. Din punct de vedere al emisiilor generate s-a constatat o depășire importantă la emisiile de monoxid de carbon
- proiectarea și realizarea unui sistem de ventilație a aerului necesar evacuării emisiilor dintr-un atelier de sudare.
- ca urmare a punerii în funcțiune a sistemului de ventilație forțată a aerului din atelierul de sudare s-au refăcut măsurătorile noxelor rezultând valorile prezentate în tabelul 6.2. După cum se poate observa din figurile 6.10. - 6.13., punerea în funcțiune a acestui sistem de ventilație forțată a condus la scăderea drastică a emisiilor și mai ales a celor de monoxid de carbon, CO, de la valoarea de 39.6 la 9,21 mg/m<sup>3</sup> ce reprezintă o valoare mult sub concentrația maximă admisibilă.
- refacerea măsurătorilor emisiilor de noxe după testarea și punerea în funcțiune a sistemului de ventilație. S –a observat o scăderea drastică a emisiilor, mai ales a celor de monoxid de carbon, de la valoarea de 39,6 la 9,21 mg/m<sup>3</sup> ce reprezintă o valoare mult sub concentrația maximă admisibilă.
- elaborarea unei metode de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională la dizabilități pentru pentru sudori cu dizabilități auditive MEROSUD-DIZAB. Metoda de evaluare folosită este o metodă atât calitativă cât și cantitativă. Componenta calitativă constituie totodată principiul metodei și constă în identificarea neconformităților sistemului de muncă ținând cont de cerințele legislative și de recomandările europene referitoare la locurile de muncă pentru persoanele cu dizabilități. Neconformitățile sunt identificate pe fiecare componentă a sistemului de muncă pe baza checklist-urilor elaborate ținând cont de cerințele legislative și de recomandările europene referitoare la locurile de muncă pentru persoanele cu dizabilități. Metoda este și cantitativă deoarece ne permite cuantificarea nivelului de risc pentru fiecare componentă a sistemului de muncă în parte, în funcție de Gravitatea și Probabilitatea de manifestare a factorului de risc respectiv.
- elaborarea Sistemului Suport de Asistență a Deciziei privind Securitatea și Sănătatea în Muncă pentru lucrătorii cu dizabilități auditive. Sistemul a fost gândit în arhitectură și are 3 componente.
- elaborarea prototipului unei aplicații soft excell ce realizează evaluarea automatizată și oferirea unui set de măsuri de prevenire și protecție individualizat pentru factorii de risc existenți într-un atelier de sudare. Prototipul este o primă variantă a sistemului intenționat, adică un nucleu al acestuia cu caracteristicile esențiale într-o formă inițială. Pe parcursul realizării/dezvoltării, acesta va fi adaptat cerințelor utilizatorului/beneficiarului conform concluziilor experimentelor specifice succesiv-progresive și va fi extins cu noi funcții.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

\* \* \*

Prezenta teză de doctorat, prin problematică, modul de abordare și rezultate, contribuie la stimularea proiectării și implementării unor tehnologii ecologice de fabricație, la modernizarea sectoarelor industriale tradiționale, în scopul respectării cerințelor comunitare curente privind securitatea și sănătatea muncii, precum și protecția mediului, măsurarea noxelor rezultate în procesele de sudare fiind de mare actualitate.

Contribuțiile aduse la abordarea problemelor care nu au fost suficient acoperite în metodele de evaluare a riscurilor profesionale de până acum demonstrează importanța științifică a acestei teze de doctorat. (ex. abordarea problematicii evaluării riscurilor pentru lucrătorii cu dizabilități, obținerea unor măsuri de prevenire și protecție individualizate cu ajutorul unei informatice ușor de utilizat și extrem de accesibilă).

Importanța practică a prezentei teze de doctorat constă în aceea că sistemul suport de asistență a deciziei SSAD-SSM a fost dezvoltat într-un mod care să fie înțeles și utilizat cu ușurință de manageri, sudori, experți în securitate și sănătate în muncă, manageri, studenți, sudori ocazionali, sudori profesioniști și supervizorii acestora, la toate nivelurile de experiență. Sistemul oferă aceluia care adoptă o decizie (legată de riscurile ocupaționale) suficient suport pentru ca decizia respectivă să minimizeze anumite riscuri care au fost identificate. De asemenea importanță practică are și proiectarea și realizarea sistemului de ventilare necesar evacuării emisiilor dintr-un atelier de sudare.

Problematica noxelor prezente în procesul de sudare în mediu de gaze protectoare necesită o activitate de cercetare - dezvoltare continuă și analitică, de determinare a noi metode de evaluare și diminuare a emisiilor de noxe, rezultate la procedeele de sudare în mediu de gaze protectoare, dezvoltarea de soluții și metode de evaluare a riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru operatorii sudori, conceperea de măsuri și mijloace specifice care să avertizeze despre eventualele neconcordanțe din cadrul sistemului de muncă.

Cercetările efectuate de autoare aduc elemente noi, sporind cunoștințele referitoare la stadiul actual al metodelor de evaluare a riscurilor profesionale în domeniul proceselor de sudare, soluționând unele probleme legate de generarea noxelor în procesele de sudare în mediu de gaze protectoare și efectele asupra securității și sănătății sudorilor. Rezultatele cercetărilor științifice reieșite din prezenta lucrare de doctorat au fost parțial comunicate în cadrul unor manifestări științifice desfășurate în țară și în străinătate, și au fost valorificate în 10 articole, 8 ca prim autor.

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

## BIBLIOGRAFIE

- [A01] Antonini, J. M., Taylor, M. D., Zimmer, A. T., & Roberts, J. R. (2004). Pulmonary responses to welding fumes: the role of metal constituents. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 67(3), 233-249
- [A02] Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) (2020) Technische Regeln für Gefahrstoffe Schweißtechnische Arbeiten TRGS 528", (TRGS 528 - Technical rules for hazardous substances - welding), (in German)
- [B04] Bonthoux F (2016) Factors affecting the capture efficiency of a fume extraction torch for gas metal arc welding. *Ann Occup Hyg* 60(6):761–770.
- [B05] Baraibar-Diez, E.; Luna, M.; Odriozola, M.D.; Llorente, I. Mapping Social Impact: A Bibliometric Analysis. *Sustainability* 2020, 12, 9389. <https://doi.org/10.3390/su12229389>
- [B12] Borda C. - "Tehnologia materialelor", Editura Printech, 2010, ISBN 978-606-521-467-5.
- [B13] BADEA D.O., Darabont D.C., Bucerzan D., **TRIFU** Alina, Smîdu E., Bulboacă Eugenia, Haralambie V., Occupational safety issues related to computer equipment installation, maintenance and use, 2022, MATEC Web of Conferences 354, 00001 (2022) – lucrare susținută la 10th International Symposium on Occupational Health and Safety, SESAM 2021.
- [B14] Bodea Marius, "Sudura si procedee conexe", Ed UTPRESS, ISBN 978-606-737-143-7, 2016.
- [B15] BĂBUȚ Gabriel Bujor, Roland Iosif MORARU , Evaluarea riscurilor profesionale: cerințe pentru eficientizarea procesului, 2021.
- [B16] BĂBUȚ G.B, Moraru R.I, Evaluarea riscurilor: transpunerea cerințelor Directivei 89/391/CEE în legislațiile statelor membre ale Uniunii Europene, Ed Universitas, Petroșani,2009.
- [C03] Costa L (2013) Correlation between the welding process and the development of fumes: characterization, analysis and risk management. *Weld Int* 28(9):700–707
- [C04] Cooper P, Godbole A, Norrish J (2010) Apparatus and method for welding. US Patent: 2010/0276396 A1
- [C05] Currie A., Welding and non-melanoma skin cancer, *Clin. Exp. Dermatol.* 25 (1) (2000) 28–29
- [C06] Carpenter, K. R., Monaghan, B. J., Norrish, J., Analysis of Fume Formation Rate and Fume Particle Composition for Gas Metal Arc Welding (GMAW) of Plain Carbon Steel Using Different Shielding Gas Compositions, *ISI J. International*, 2009, Vol. 49, No. 3, pag. 416-420.
- [D02] Dennis J. H., French M. J., Hewitt P.J., Mortazavi S. B., Redding C. A. J.: Control of Exposure to Hexavalent Chromium and Ozone in Gas Metal Arc Welding of Stainless Steels by Use of a Secondary Shield Gas, *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 46 (2002), p. 43-48, DOI:10.1093/annhyg/mef01
- [D04] Darabont D., Smîdu E., Trifu Alina, Bernevig M., MEVA - a new method of occupational health and safety risk assessment, January 2019, MATEC Web of Conferences 290:12008, DOI: 10.1051/mateconf/201929012008
- [D05] Darabont Doru - Manual SSM – Ghid de evaluare conformitate cu cerințele legale-2010

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

- [D06] Darabont Doru, Ștefan PECE, Aurelia DĂSCĂLESCU, Managementul securității și sănătății în muncă vol. 2, 2001 echipamentelor tehnice, Editura AGIR, București, 2001.
- [G04] Groth M., Lyngenbo O., Respiratory symptoms in Danish welders, *Scand. J. Soc. Med.* 17 (4) (1989) 271–276.
- [G05] Gheorghiu, D.A., Bejinariu, C., Metalurgia sudării, Editura PIM, Iași, 2013, 225 pg., ISBN 978-606-13-1608-3, Curs
- [G06] Gheorghiu M.S., Note de curs sudare, Iasi, 2018
- [H16] Haralambie V, Tudose Bulboacă J, Chivu O. R., **TRIFU A.**, Badea D. O. - The working environment involves us all - National scientific conference with international participation CONFERENG 2020 Tg Jiu, Romania Assessment Tool Selection in Work Environments. *Environ. Eng. Manag. J* 13, 1371–1376,
- [M04] Mistry, 2015 Mistry, “Impact of welding processes on Environment and Health”. *International Journal of Advanced Research in Mechanical Engineering & Technology*, 2015. Vol. 1 (1): 17-20
- [M08] Marconi M, Bravaccini A (2010) Capture efficiency of integral fume extraction torches for gma welding — Part 2. *Weld World* 54:15–33. <https://doi.org/10.1007/BF03263486>
- [M14] McMannus, T.N., and A.N. Haddad: Chromium emissions during welding in an aluminum shipbuilding environment. *Welding J.* 95:86S–92S (2016).
- [N02] Neagu C, Neagu M., Aspecte generale de toxicologie industrială. Metode de analiza utilizate în toxicologia industrială, 2013, Institutul National de Sanatate Publica.
- [O10] Olufemi B. P., Oluwayimika O. M., (2018) The Development of Fume Extractor for a Welding Booth. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 413, pages 01.2018.
- [P08] Pece Ș., Evaluarea riscurilor în sistemul om-mașină, editura Atlas Press, București, ISBN 973-86192-6-2, 2003.
- [T03] TRIFU Alina, Smîdu E., Badea D., Bulboacă Eugenia, Haralambie V., Applying the PRISMA method for obtaining systematic reviews of occupational safety issues in literature search, *MATEC Web Conf.* Volume 354, 2022, 10th International Symposium on Occupational Health and Safety (SESAM 2021), Article Number 00052, DOI <https://doi.org/10.1051/matecconf/202235400052>
- [T04] Trifu Alina, Badea D., Foggarassy P., Occupational safety issues related to workers with disabilities – a systematic review, *Ergowork 2022: 2nd International Conference of the Romanian Society on Ergonomics and Workplace Management Timisoara, Romania, June 16-18*, Published in *ACTA TECHNICA NAPOCENSIS SERIES-APPLIED MATHEMATICS, MECHANICS AND ENGINEERING* journal (ISSN 1221-5872, emergent ISI Thomson/Clarivate Analytics journal), Vol 65, Issue Special III, Applied Mathematics, Mechanics, and Engineering, pag.913
- [T05] Trifu Alina, Chivu O.R., Borda Claudia, Nitoi D., Enache Catalina, Emissions of noxes in the case of welding in shielding gases: a systematic literature review, March 2023, *Journal of Research and Innovation for Sustainable Society* 5(1):5-12, DOI: 10.33727/JRISS.2023.1.1:5-12
- [T06] Trifu Alina, Darabont D., Badea D., Disability-sensitive occupational risk assessment, December 2022, *MATEC Web of Conferences* 373:00002, DOI: 10.1051/matecconf/202237300002
- [T07] Trifu Alina, Smîdu E., Badea D., Bulboacă Eugenia, Haralambie V., Applying the PRISMA method for obtaining systematic reviews of occupational safety issues in literature search, *MATEC Web Conf.* Volume 354, 2022, 10th International Symposium on Occupational Health and Safety (SESAM 2021), Published online: 06 January 2022, Article Number 00052, DOI <https://doi.org/10.1051/matecconf/202235400052>

UNSTPB	Rezumat teză de doctorat	Cercetări privind îmbunătățirea securității și sănătății în muncă în vederea minimizării efectelor noxelor la sudarea în medii de gaze protectoare	Alina N. FĂTU (TRIFU)
--------	--------------------------------	---	--------------------------

[T08] Trifu Alina, Darabont D., Badea D., Comparison of four major industrial disasters from the perspective of human error factor, January 2020, MATEC Web of Conferences 305:00017, DOI: 10.1051/mateconf/202030500017

[T09] Trifu Alina, Darabont D., Badea D., Fogarassy P., The impact of new assistive technologies on specific occupational risks for blind and visual impaired peoples, January 2020, MATEC Web of Conferences 305:00079, DOI: 10.1051/mateconf/202030500079

[T10] Trifu Alina, Darabont D., Badea D., Țărnău B., Analysis of the field of specific knowledge of occupational risks related to handling toxic substances, July 2021, MATEC Web of Conferences 342(3):01020, DOI: 10.1051/mateconf/202134201020

[T11] Trifu Alina, Darabont D., Badea D., Țărnău B., Effectiveness of personal protective equipment in working with pesticides – a systematic review, December 2022, MATEC Web of Conferences 373(1), DOI: 10.1051/mateconf/202237300003

[W03] Wallace M, Shulman S, Sheehy J (2010) Comparing exposure levels by type of welding operation and evaluating the effectiveness of fume extraction guns. Appl Occup Environ Hyg 16(8):771–779

[W04] Work Safe Alberta's Welder's Guide to Hazards of Welding Gases and Fumes, 2019