

UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA
FACULTATEA DE INGINERIE ÎN ELECTROMECHANICĂ, MEDIU ȘI
INFORMATICĂ INDUSTRIALĂ

Ing. MIHNEA SORIN BĂLTEANU

CONTRIBUȚII PRIVIND
MONITORIZAREA LOCURILOR DE
MUNCĂ PERICULOASE ÎN VEDEREA
CREȘTERII GRADULUI DE SECURITATE
A MUNCII

TEZĂ DE DOCTORAT
-REZUMAT-

Conducător științific:

Prof. dr. ing. Gheorghe MANOLEA

Doctorand:

Ing. Mihnea Sorin BĂLTEANU

Craiova
2009

CUPRINS

1.Orientări.....	1
2.Priorități.....	2
3.Problema propusă spre rezolvare.....	3
4.Obiectivele tezei.....	3
5.Relevanța.....	3
6.Suportul metodologic și teoretico-științific.....	3
7.Noutatea științifică a rezultatelor obținute.....	4
8.Valoarea aplicativă a lucrării.....	4
9.Diseminarea rezultatelor.....	4
10.Publicații.....	4
11.Volumul și structura lucrării.....	4
12.Contribuții personale.....	6
12.1.Contribuții metodologice.....	6
12.2. Contribuții teoretice.....	7
12.3. Contribuții hardware.....	7
12.4.Contribuții hardware și software.....	8
12.5.Contribuții software.....	8
12.6.Contribuții experimentale și aplicative.....	9

1.Orientări

Din momentul în care omul a început să muncească, deci să defăsoare conștient o activitate de transformare a elementelor de mediu pentru a-și asigura existența, datează și primele preocupări de îmbunătățire a condițiilor de muncă.

În secolele preindustriale, cercetările și măsurile pentru ameliorarea condițiilor de muncă, diminuarea eforturilor și mărirea randamentelor, au avut un caracter sporadic și local.

Tot mai multe științe au început să se preocupe de relația om-mașină-mediul ambiant, precum medicina, antropologia, sociologia, psihologia, științele economice. Fiecare a analizat impactul dintre om și elementele procesului de muncă din propriul său punct de vedere, căutând soluții pentru protejarea lucrătorului concomitent cu creșterea productivității sale.

Din ansamblul practicilor și cercetărilor vizând relația omului în raport cu munca, s-a conturat în decursul timpului, ca obiectiv distinct, protejarea lucrătorului față de accidente de muncă și bolile profesionale. În majoritatea cazurilor însă, accidentele și bolile profesionale erau considerate drept o fatalitate. Ulterior, factori multipli, dependenți de revoluția industrială și de progresul general al cunoașterii au impus, ca o problemă deosebit de importantă, necesitatea eliminării, sau cel puțin a reducerii accidentelor, ceea ce s-a reflectat și în apariția unor reglementări juridice specifice.

Actuala eră industrială este însoțită, printre alte consecințe directe, de două fenomene deosebit de importante. În primul rând, s-a amplificat potențialul de risc de accidentare și îmbolnăvire în muncă. Automatizarea (cu monotonia și ritmul impus de lucru), noile tehnologii (care utilizează energii foarte înalte și necesită o precizie deosebită în execuție), materiile prime utilizate etc., pot afecta mult mai grav integritatea anatomo-funcțională a executantului. Cel de-al doilea fenomen constă în creșterea valorii omului, conștientizându-se tot mai mult rolul său de principală resursă a existenței și progresului societății .

Printre domeniile de activitate nou apărute se înscrie și securitatea muncii, înțelesă ca ansamblul de acțiuni și măsuri întreprinse în scopul asigurării integrității anatomo-funcționale și sănătății oamenilor în procesul muncii.

Directiva Cadru 89/391/CEE este reglementarea de bază în domeniul securității și sănătății în muncă la nivelul Uniunii Europene. Ea are ca element generator tratatul de instituire a CEE, în care, în art.118a se stipulează cerințele minime în domeniu pentru a garanta un nivel crescut de protecție a lucrătorilor.

Pentru atingerea obiectivului de stimulare a măsurilor privind îmbunătățirea condițiilor în domeniul securității și sănătății în muncă, Directiva conține principii generale precum și linii generale de îndrumare pentru implementarea acestora, care se referă la: prevenirea riscurilor profesionale; evaluarea riscurilor care nu au fost eliminate prin proiectare; protecția sănătății și securității în muncă; eliminarea factorilor de risc de accidentare; informarea, consultarea și instruirea lucrătorilor.

2.Priorități

Politicile U.E. în domeniul securității și sănătății în muncă, transpuse în legislația română (Legea Nr.319/2006 – legea securității și sănătății în muncă) se referă în principal la:

- instituirea de măsuri privind promovarea îmbunătățirii securității și sănătății în muncă a lucrătorilor
- stabilirea principiilor generale referitoare la prevenirea riscurilor profesionale, protecția sănătății și securitatea lucrătorilor, eliminarea factorilor de risc de accidentare, informarea, consultarea și instruirea lucrătorilor.
- obligația angajatorilor de a asigura securitatea și sănătatea lucrătorilor în toate aspectele legate de muncă.

La locul de muncă pot exista multe pericole și/sau riscuri, cauzate de diferiți factori de influență, care ar putea afecta sănătatea fizică și psihică a lucrătorilor.

Factorii care pot influența sănătatea fizică a lucrătorului derivă din:

- *Mediul de muncă* (zgomot, vibrații, microclimat, iluminat, etc.)
- *Mijloacele de producție* (organe de mașini în mișcare, agenți chimici periculoși, etc.)
- *Sarcina de muncă* (efort fizic, poziții de lucru vicioase, forțate, monotonia muncii, etc.)
- *Acțiuni necorespunzătoare ale lucrătorului* (nerespectarea instrucțiunilor de lucru, neutilizarea echipamentului individual de protecție, deplasări în zone periculoase, etc.)

Angajatorul trebuie să implementeze măsurile pentru asigurarea securității și sănătății la locul de muncă pe baza principiilor generale de prevenire. Prioritare, în planul de prevenire al unității, sunt acele măsuri care se referă la protecția lucrătorilor din zonele cu risc ridicat și specific (locuri periculoase), împotriva apariției unui pericol grav și iminent de accidentare. Asemenea locuri de muncă periculoase se găsesc aproape în toate activitățile.

3.Problema propusă spre rezolvare

Scopul tezei este acela de realizare a unui sistem de monitorizare a locurilor de muncă periculoase și a unui software specializat care să permită evaluarea curentă și obiectivă a gradului de securitate la un loc de muncă periculos.

4.Obiectivele tezei

Acestea constau din:

- Identificarea, adaptarea, sau elaborarea unei metode de evaluare a factorilor de risc profesional care poate fi implementată cu ajutorul sistemelor computerizate.
- Conceperea structurii unui sistem de monitorizare a locurilor de muncă periculoase în vederea prevenirii accidentelor de muncă.
- Conceperea unui model hardware și software pentru monitorizare gradului de securitate a locurilor de muncă periculoase.

5.Relevanța

Cercetarea pentru elaborarea tezei s-a materializat prin realizarea unui produs inovativ, nou în România, fiind constituit într-un sistem distribuit, scalabil deschis, de monitorizare a locurilor de muncă periculoase, prevenind apariția riscurilor de accidentare. Sistemul contribuie la reducerea riscului tehnologic, asigurându-se în timp real gestionarea situațiilor periculoase prin anticiparea riscului. La ora actuală angajatorii trebuie să evalueze riscurile de accidentare și îmbolnăvire profesională pentru locurile de muncă din cadrul unităților pe care le administrează, și să țină sub control aceste riscuri – o activitate care necesită personal specializat și cu experiență. Prin soluția propusă în cadrul tezei se poate asigura un control relativ facil al riscurilor, ușor de administrat, și mai ales exact și eficient.

6.Suportul metodologic și teoretico-științific

Pentru efectuarea cercetării au fost consultate cărți, brevete de invenție, teze de doctorat, reviste, lucrări științifice, site-uri internet și normative de interes în domeniile securității și sănătății în muncă și tehnologia informației. Cercetările

7.Noutatea științifică a rezultatelor obținute

Caracterul de noutate în domeniul securității și sănătății în muncă este dat de metoda de evaluare a riscurilor propusă în această lucrare, care se bazează pe teoria rețelelor Bayesiene, precum și modelul realizat pentru sistemul de monitorizare a securității, care utilizează componente hardware și tehnici software de ultimă generație.

8.Valoarea aplicativă a lucrării

Sistemul de monitorizare a securității în muncă, realizat poate fi utilizat pentru îmbunătățirea gradului de securitate în muncă într-o gamă variată de cazuri, în special ca gardă de perimetru la echipamentele de muncă ce nu au fost dotate din proiectare cu elemente de protecție, sau în zonele în care nu pot fi instalate elemente fizice de protecție. Aplicabilitatea rezultatelor obținute în teză a fost demonstrată prin experimentările făcute la societățile comerciale CIB PET SRL Craiova și SC ALENYS SRL Craiova.

9.Diseminarea rezultatelor

Rezultatele de bază obținute în teză au fost expuse și discutate în cadrul a nouă simpozioane internaționale, unui colocviu, două reviste de specialitate, un raport de cercetare și o cerere de brevetare.

10.Publicații

Rezultatele principale ale tezei, constând într-un număr de 14 lucrări științifice, au fost publicate în reviste de specialitate sau în volumele unor conferințe naționale și internaționale precum și un raport de cercetare și o cerere de brevetare.

11.Volumul și structura lucrării

Lucrarea, conține un număr de 216 pagini și este structurată în cinci capitole în care sunt expuse rezultatele cercetării însoțite de 55 figuri, 15 tabele, 15 relații, un capitol de concluzii finale și contribuții, o listă bibliografică ce însumează 107 poziții bibliografice, dintre care în 11 poziții sunt autor principal, iar în alte 3, coautor și două anexe.

În primul capitol al tezei, intitulat *Analiza metodelor de evaluare și a mijloacelor de monitorizare a riscurilor de accidentare*, sunt clasificate și analizate metodele actuale de identificare și evaluare a factorilor de risc de accidentare și îmbolnăvire profesională, fiecare metodă fiind descrisă și analizate avantajele și dezavantajele utilizării ei.

Toate metodele necesită mai mult sau mai puțin intervenția factorului uman. Astfel o trăsătură comună a acestora conduce la cea mai importantă constrângere – omul. Această constrângere constă în faptul că metodele sunt supuse la un grad de subiectivism proporțional cu capacitățile și experiența individului, în limitele de timp și reacție ale acestuia. Prin implementarea sistemelor de monitorizare și evaluare în timp real se dorește minimizarea sau eliminarea pe cât posibil a acțiunii factorului uman și asigurarea unei monitorizări continue.

Tot în acest capitol am analizat și principalele mijloace sau echipamente speciale care pot fi utilizate în realizarea unui sistem complex de monitorizare a siguranței, precum și scopurile pentru care acestea au fost concepute.

În capitolul al doilea, intitulat *Contribuții privind metodele de evaluare a riscurilor*, am propus o modalitate de îmbunătățire a metodelor de evaluare prezentate anterior, prin conceperea unei metode care poate fi implementată în sistemele computerizate, care se folosește de teoria bayesiană. În cadrul acestei metode, conceptul de evaluare este extins la posibilitatea de evitare a unui accident prin eliminarea încă din fazele incipiente, în conformitate cu analiza dinamicii accidentelor de muncă.

În cel de-al treilea capitol, denumit *Arhitecturi pentru monitorizare de siguranță*, am propus o serie de modalități de realizare a sistemelor de monitorizare având în vedere modelele actuale de proiectare a sistemelor și subsistemelor computerizate de monitorizare ce funcționează în timp real. Au fost avute în vedere constrângerile cu privire la resursele limitate de hardware, mediul de funcționare, siguranță și fiabilitate, pe care acestea le au. Este analizată siguranța și fiabilitatea unui sistem de monitorizare cu un număr de senzori identici.

Capitolul al patrulea al tezei, intitulat *Contribuții privind structura sistemului de monitorizare a locurilor de muncă periculoase*, constă din contribuțiile proprii aduse cu privire la structura sistemului de monitorizare și a subsistemelor componente.

Una dintre contribuțiile importante se referă la sub sistemul de monitorizare video a siguranței care are rolul de a asigura alarmarea în cazul în care detectează dacă o anumită zonă periculoasă, definită de utilizator, este încălcată, comportându-se ca un gard virtual de protecție.

Acest subsistem se bazează pe achiziția imaginilor direct de la o cameră de supraveghere, sau prin rețea de la un server de supraveghere. O altă contribuție care trebuie subliniată se referă la subsistemul de monitorizare a mediului de lucru care evaluează dacă se întrunesc condițiile optime de realizare a unei situații periculoase și care poate conduce la apariția unui accident datorat condițiilor mediului de lucru. Tot în acest capitol este propusă și o arhitectură a unui sistem de monitorizare a securității călătorilor și lucrătorilor într-un vehicul feroviar inteligent eficient și sigur, prin care cu ajutorul tehnicilor de analiză a imaginilor poate fi recunoscută o situație periculoasă. În cazul în care este persoana pusă în pericol, sistemul detectează acest lucru și ia măsurile ce se impun de avertizare sau alarmare.

Capitolul al cincelea al tezei, intitulat *Rezultate experimentale obținute cu sistemul de monitorizare a locurilor de muncă periculoase*, conține concluziile obținute în urma experimentărilor sistemului de monitorizare, făcute atât în condiții de laborator cât și în condiții reale, pe baza cărora am testat și demonstrat capabilitățile și utilitatea acestui sistem de monitorizare. Un aspect important care trebuie menționat, este acela că experimentările pentru testarea sub sistemului de monitorizare video a siguranței în condiții reale au fost făcute la societăți comerciale care pot deveni în viitor beneficiari ai acestui sistem, deoarece echipamentele de muncă la care au avut loc monitorizările nu sunt dotate cu sisteme de protecție, prin aplicarea acestui sistem crescându-se nivelul de protecție al lucrătorilor.

Capitolul al șaselea, *Concluzii finale și contribuții personale*, încheie teza prin prezentarea concluziilor personale și o rezumare a contribuțiilor teoretice, software și experimentale pe care le-am adus prin această lucrare. În finalul capitolului sunt prezentate posibilitățile de extindere a sistemului de monitorizare prin aplicabilitatea pe care o poate oferi față de instruirea personalului lucrător, funcție de situația reală.

12. Contribuții personale

12.1. Contribuții metodologice

În cadrul tezei au fost culese, clasificate și structurate principalele metode de evaluare ale riscurilor de accidentare și îmbolnăvire profesională. Am pornit de la principiile de evaluare și pe baza acestora am clasificat metodele de evaluare. Pentru fiecare metodă am identificat avantajele pe care le oferă dar și punctele slabe pe care le are. Am identificat și clasificat principalele

mijloace de detecție pentru siguranța lucrătorilor. Pentru fiecare tip a fost prezentat scopul pentru care acesta a fost realizat și modul de folosire.

12.2. Contribuții teoretice

În domeniul metodelor de evaluare a riscurilor am propus ca o necesitate în domeniu, utilizarea rețelelor bayesiene în evaluarea riscurilor profesionale. În urma analizei dinamicii accidentelor de muncă, am considerat că evenimentele nedorite pot fi evitate acționând încă din fazele incipiente manifestării riscului, prin asignarea unui raționament bazat pe teoria bayesiană. Am identificat și propus modelele de raționament bazate pe teoria bayesiană atât pentru analiza unui sistem cât și pentru un sistem de monitorizare a siguranței, luându-se în considerare și aspecte legate de analiza cost-risc.

Am propus o metodă pentru evaluarea riscurilor de accidentare bazată pe rețelele bayesiene, care poate fi implementată cu ajutorul tehnologiei computerizate, și prin care se asigură o evaluare în timp real a riscurilor prin asigurarea unei monitorizări permanente a locurilor de muncă.

Principalele rezultate ale cercetării au fost publicate într-un număr total de 14 lucrări științifice, făcând parte din volumele unor conferințe naționale și internaționale precum *Simpozionul Internațional Securitate și Sănătate în Muncă Petroșani*, *Săptămâna Europeană de Securitate și Sănătate în Muncă*, *Analele Univeristății din Craiova*, sau revista *Obiectiv de specialitate în domeniul securității și sănătății în muncă*, editată de Ministerul Muncii.

12.3. Contribuții hardware

Având în vedere că sistemul de monitorizare a siguranței este un sistem ce rulează și oferă protecția lucrătorilor în timp real, am identificat și propus modele de arhitecturi folosite la proiectarea sistemelor în timp real, având în vedere în principal constrângerile legate de teoria fiabilității și a siguranței în funcționare a sistemelor de timp real. Pentru fiecare model de arhitectură am analizat avantajele folosirii lui, luând în considerare aspectele legate de siguranța în funcționare pe care o oferă, și calitatea serviciului.

A fost realizată arhitectura sistemului de monitorizare, ca un sistem distribuit din care fac parte atât echipamente specializate de monitorizare, achiziție, comunicație, cât și un software, dezvoltate special pentru gestionarea acestui sistem. Au fost analizate și selectate echipamente de detecție și achiziție, astfel încât să se asigure pe cât posibil un cost cât mai scăzut al sistemului,

astfel încât implementarea să fie viabilă. Sistemul conține două subsisteme de monitorizare, versatile și configurabile, astfel încât să se poată adapta cât mai bine la cerințele și constrângerile reale de la locurile de muncă pe care le monitorizează.

A fost propusă o arhitectură a unui sistem de monitorizare a securității călătorilor și personalului lucrător ca un subsistem al unui vehicul inteligent pentru transportul sigur și eficient al călătorilor, care se bazează pe analiza imaginilor video și recunoașterea formelor. Acesta crește nivelul de securitate al sistemelor clasice de supraveghere video prin faptul că recunoaște o situație periculoasă și ia măsurile de securitate ce se impun, funcție de procedurile adoptate de operatorul feroviar.

12.4. Contribuții hardware și software

A fost realizat subsistemul de monitorizare video a siguranței, prin utilizarea unei camere video care este deja existentă pentru supravegherea producție sau prin instalarea unei camere video dedicate acestui scop, conectate local sau prin intermediul rețelei la un calculator pe care rulează software-ul de monitorizare. Acest subsistem de monitorizare asigură supravegherea unei zone periculoase de la un loc de muncă și în cazul în care acea zonă periculoasă este încălcată declanșează o alarmă. Tot acest subsistem realizează și o detecție a nivelului de iluminat a mediului de lucru, în cazul în care condițiile de iluminat devin necorespunzătoare, generând un semnal de alarmă.

A fost realizat subsistemul de monitorizare a mediului de lucru care utilizează tehnologia distribuită și care permite monitorizarea uneia sau mai multor factori ai mediului de lucru precum temperatura, umiditatea, concentrația de monoxid de carbon și respectiv starea echipamentului de muncă, care în diferite combinații ar putea conduce la apariția unei situații periculoase și respectiv la manifestarea unui fenomen periculos, conducând la un eveniment nedorit. Subsistemul de monitorizare a mediului de lucru este distribuit în sensul că poate să monitorizeze simultan mai multe zone ale mediului de lucru. Citirea valorilor senzorilor se face cu ajutorul echipamentelor specializate de achiziție, la care sunt conectați aceștia, starea echipamentului fiind luată de la calculatorul de proces, sau un microcontact. Acest subsistem interpretează datele achiziționate pe baza unui model de raționament construit cu ajutorul rețelelor bayesiene, permițând o evaluare în timp real a situației reale de fapt a mediului de lucru și calculând probabilitatea de apariție a unui accident prin aplicarea mecanismului de inferență.

12.5. Contribuții software

A fost realizată aplicația software a sistemului de monitorizare a siguranței prin utilizarea tehnologiilor de ultimă generație și a mediului de programare Visual C# din suita de aplicații de dezvoltare software Visual Studio 2008. Acest mediu de programare a permis dezvoltarea aplicației astfel încât aceasta să fie utilă, rapidă, ușor de folosit, având interfața grafică facilă, cât și de a se asigura modificarea facilă și dezvoltarea ulterioară a programului. Aplicația are un domeniu de referință vast, putându-se încadra atât în cadrul programelor cu aplicabilitate în imagistică computerizată și analiza imaginilor, cât și în cadrul celor referitoare la comunicații prin rețele de calculatoare, sau achiziției de date de la echipamente specializate.

12.6. Contribuții experimentale și aplicative

S-au făcut experimentări atât în condiții de laborator cât și în condiții reale, pe baza cărora am testat și demonstrat capabilitățile și utilitatea acestui sistem de monitorizare.

Experimentările de laborator au avut drept scop simularea condițiilor reale în funcționarea subsistemului de monitorizare a mediului de lucru pentru a se demonstra modalitatea prin care acesta interpretează valorile și stabilește probabilitatea apariției unui eveniment periculos funcție de factorii determinanți ai mediului de lucru.

Experimentările pentru testarea subsistemului de monitorizare video a siguranței în condiții reale au fost făcute la SC CIB-PET SRL și SC ALENYS IMPEX SRL din Craiova, potențiali beneficiari ai funcțiilor acestui sistem în viitor, deoarece echipamentele de muncă la care au avut loc monitorizările nu sunt dotate cu sisteme de protecție, aplicarea acestui sistem constituind o îmbunătățire a acestora și implicit creșterea nivelului de protecție al lucrătorilor.

Am formulat și depus la Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci – OSIM, o cerere de brevetare a metodei și sistemului de monitorizare a locurilor de muncă, propuse prin această teză, reprezentând unul dintre primii pași în dezvoltarea aplicativă a acestui sistem.