



UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI
SCOALĂ DOCTORALĂ
DOMENIUL: MINE, PETROL ȘI GAZE



REZUMAT
TEZĂ DE DOCTORAT

CERCETĂRI PRIVIND CREȘTEREA
CALITĂȚII UNOR STRUCTURI
METALICE DIN COMPONENTA
EXCAVATOARELOR CU ROTOR

Coordonator,
Prof. univ. dr. ing. Radu Sorin-Mihai

Student,
ing. Oltean Ilie-Lucian

PETROȘANI,
2023

CUPRINS

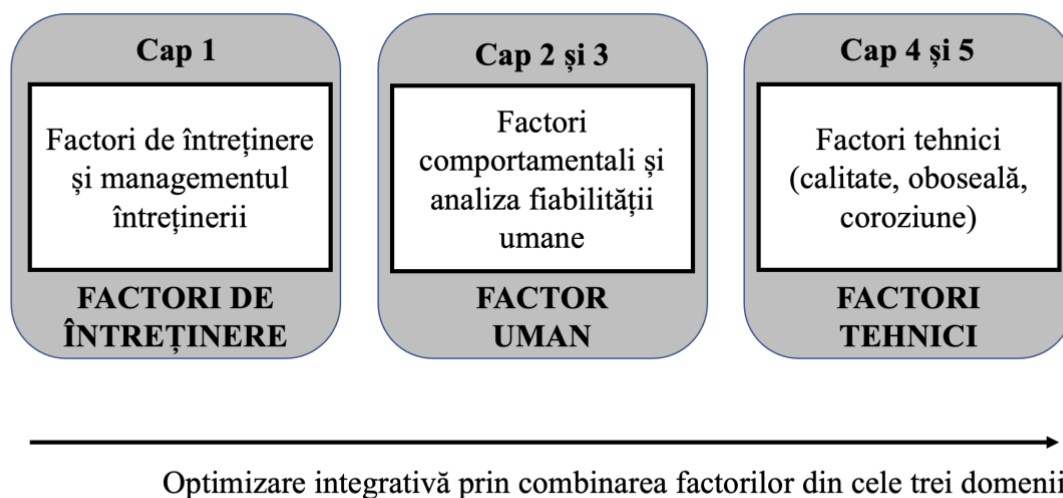
INTRODUCERE	4
CAPITOLUL 1	6
ÎNTREȚINEREA UTILAJELOR ȘI MANAGEMENTUL ÎNTREȚINERII	6
1.1 Definiții și clasificarea operațiunilor de întreținere	6
1.1.1 Evoluția conceptului de întreținere	6
1.1.2 Procesul de întreținere	8
1.1.3 Managementul (gestionarea și administrarea) întreținerii	9
1.1.4 Întreținerea și planificarea suportului de întreținere	10
1.1.5 Pregătirea întreținerii	10
1.1.6 Execuția întreținerii	10
1.1.7 Evaluarea întreținerii	11
1.1.8 Optimizarea întreținerii	11
1.2 Domenii rezultate din literatura consultată	12
1.2.1 Modele	12
1.2.2 Analiza critică a modelelor	13
1.2.3 Tehnici de întreținere	13
1.2.4 Planificarea întreținerii	16
1.2.5 Măsurarea performanței de întreținere	16
1.2.6 Sisteme de informații privind întreținerea	18
1.2.7 Programe-cadru de întreținere	19
CAPITOLUL 2	21
FACTORUL UMAN ȘI ASIGURAREA FIABILITĂȚII	21
2.1 Importanța factorului uman în asigurarea calității și a fiabilității	21
2.2 Teorii folosite pentru modelarea factorului uman în asigurarea calității și a fiabilității	24
2.3 Teorii din domeniul psihologiei industriale	26
2.4 Teorii din domeniul comportamentului organizațional	30
2.5 Teorii din domeniul analizei fiabilității umane	32
2.5.1 Metode de analiză a fiabilității umane (AFU) de primă generație	33
2.5.2 Metode de analiză a fiabilității umane (AFU) de a doua generație	33
2.5.3 Limitări ale metodelor	34
2.5.4 Caracteristici optime ale metodelor de analiză a fiabilității umane avansate	34
2.5.5 Tipuri de modele utilizabile	35
CAPITOLUL 3	42
APLICAȚII PENTRU OPTIMIZAREA FIABILITĂȚII ȘI CALITĂȚII DINTR-O PERSPECTIVĂ COMPORTAMENTALĂ	42
3.1 Comportamente la locul de muncă: Tensiunea și echilibrul între general și specific	42
3.2 Criterii generale pentru modelarea comportamentelor în cele trei domenii	44
3.3 Comportament și competență: Metode din psihologia industrială	61
3.4 Comportament și performanța extra-rol: Metode din comportamentul organizațional	63
3.5 Comportamente și componente tehnice care asigură calitatea: Metode din analiza fiabilității umane	67

CAPITOLUL 4	70
CERCETĂRI TEHNOLOGICE CU PRIVIRE LA REABILITAREA CONSTRUCȚIEI METALICE INFERIOARE SUDATE, A UTILAJELOR DE CARIERĂ	70
4.1 Generalități. Analiza tehnologică și constructivă a modului de realizare a ansamblului	70
4.1.1 Controlul materialelor de bază	72
4.1.2 Controlul caracteristicilor mecanice	75
4.1.3 Pregătirea asamblării prin sudare	75
4.2 Cercetări asupra stării de degradare a îmbinărilor sudate, după funcționare îndelungată	78
4.2.1 Controlul dimensional și analize chimice	78
4.2.2 Analize macroscopice și microscopice	78
4.3 Cercetări pentru determinarea eforturilor care solicită construcția metalică de bază a excavatorului ERC 1400, înainte și după reabilitare	78
4.4 Cercetări privind calitatea îmbinărilor sudate după reabilitare	81
4.4.1 Cercetări comparative cu privire la ruperea mecanică a materialelor din componența părții inferioare a utilajelor de carieră înainte și după reabilitare	81
4.4.2 Încercări mecanice statice	81
4.4.3 Încercări mecanice dinamice comparative	83
4.5 Analiza structurilor sudate folosind metode numerice	84
4.5.1 Metoda elementului finit	84
4.5.2 Etapele ce se parcurg în aplicarea cercetării prin metoda elementului finit	84
CAPITOLUL 5	90
CERCETĂRI PRIVIND EFECTELE COROZIUNII ȘI METODELE UTILIZATE ÎN DIFERITE SITUAȚII PENTRU COMPORTAMENTUL ȘI ANALIZA STRUCTURILOR METALICE PORTANTE	90
5.1 Efectul coroziunii asupra structurilor portante	90
5.2 Metode de evaluare a rezistenței la oboseală	93
5.3 Fenomenul degradării mecanice	96
5.4 Calcul a numărului de cicluri efectuate a utilajelor de excavare/depunere	99
5.5 Metoda tensiune - număr de cicluri ($S - N$, $\sigma - N$)	101
5.6 Procedura trasării diagramei $S - N$ la utilajele de extragere și depunere	102
5.7 Efectul de crestare asupra limitei de oboseală	111
5.8 Metoda mecanicii ruperii	121
5.9 Analiza structurilor portante prin tensometria electrică-rezistivă	129
CAPITOLUL 6	139
CONCLUZII FINALE, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE	139
6.1 Concluzii finale	139
6.2 Contribuții personale	141
6.3 Direcții viitoare de cercetare	142
BIBLIOGRAFIE	144

REZUMAT

Structura teoretică a acestei lucrări ia ca punct de plecare faptul că întreținerea trebuie conceptualizată ca un domeniu complex, și această complexitate se reflectă în orice modelare a unor posibile optimizări. Dacă întreținerea este conceptualizată ca fiind formată din și informată de trei domenii distincte, inclusiv (a) managementul întreținerii, (b) factorul uman, și (c) factorul tehnic (vezi modelul conceptual de mai jos), optimizarea întreținerii se poate realiza printr-o cumulare a teoretizărilor și intervențiilor discrete din fiecare domeniu.

Model conceptual și desfășurarea corespunzătoare pe capitole



În mod simplificat, dacă cele trei domenii de mai sus sunt vizualizate ca vectori discreți, prezentați sub formă unidimensională (respectiv x_i , y_i , și z_i), optimizarea întreținerii (Π), ar trebui să rezulte din combinarea elementelor celor trei domenii (x, y, z). De notat că o abordare bazată doar pe primul domeniu, acela al managementului întreținerii (x), ar fi unidimensională și ar trata doar aspecte ale acestui domeniu. Tot astfel, o abordare axată exclusiv pe factorul uman (y) ar ignora celelalte două componente. În sfârșit, o abordare vizând doar partea tehnică (z) nu ar considera ceilalți doi factori, cu problematica lor axată pe managementului întreținerii și pe comportamentul angajaților răspunzători cu întreținerea. Mai exact, orice abordare unidimensională – axată exclusiv pe aspecte tehnice, de exemplu – ar viza doar un singur factor (sau domeniu) și optimizarea acestuia (în acest caz, vectorul z_i), caz în care indicii celorlalți doi factori ar fi fixați la zero (x_i, y_i , cu $i = 0$), domeniile lor nefiind aduse în discuție și nefiind folosite pentru optimizare. O abordare mai complexă, interdisciplinară, a întreținerii – așa cum este propusă în această lucrare – trebuie să utilizeze o multitudine de factori și să ia în considerare combinarea lor, în funcție de situația specifică și de resursele firmei.

Modurile de conceptualizare și modelare ale factorilor din schema conceptuală de mai sus sunt prezentate sumar, sintetizând problematica și tezele capitolelor corespunzătoare, după cum urmează. **Capitolul 1** trasează direcția generală de teoretizare a conceptului de *întreținere* care, în această lucrare, se va axa atât pe o abordare direcționată spre aspectele comportamentale (factorul uman, **Capitolele 2 și 3**), cât și pe una îndreptată spre aspectele mecanice (factorul tehnic, **Capitolele 4 și 5**).

Capitolul 1 se axează pe (a) o prezentare a conceptului de întreținere, (b) o discuție a definițiilor existente și (c) o descriere a modelelor folosite în literatură. Metoda de cercetare folosită este de (i) căutare a articolele în literatura de specialitate (peste 100 de articole considerate inițial), (ii) selectarea celor relevante (în jur de 50 de lucrări), și (iii) analiza critică a conținutului. Această din urmă analiză, care merge dincolo de simplă listare și enumerare a definițiilor, aduce cu ea o necesară sinteză și critică, culminând într-o discuție a modului în care complexul concept de *întreținere* poate fi decelat conceptual și utilizat concret. O concluzie importantă desprinsă din acest efort integrativ este nevoia de a situa conceptul de întreținere într-un (a) cadru conceptual lărgit, (b) adecvat temei de cercetare specifice, și (c) a valida empiric teoriile și modelele rezultate folosind metode care vor fi discutate în următoarele capitole. Mai exact, o evaluare adecvată a conceptului de întreținere și a performanței aferente, trebuie direcționată nu numai spre factorul tehnic (vezi **capitolele 4 și 5**) ci și către factorul comportamental (vezi **capitolele 2 și 3**).

Capitolul 2 aduce în discuție un prim aspect comportamental, complementar celui tehnic printr-o discuție a diverselor perspective folosite pentru a înțelege comportamentul factorului uman asociat cu problemele de întreținere. Capitolul prezintă abordările teoretice folosite pentru înțelegerea comportamentului, folosind o abordare multidisciplinară. Astfel, sunt prezentate teorii ale comportamentului așa cum apar ele în trei discipline diferite, (a) teorii din domeniul psihologiei industriale (subcapitolul 2.3), (b) teorii din domeniul comportamentului organizațional (subcapitolul 2.4), și (c) teorii din domeniul analizei fiabilității umane (subcapitolul 2.5). La fel ca și pentru capitolul precedent, metoda folosită este de căutare, selectare și sintetizare, rezultând în înțelegerea (i) unei literaturi specifice, (ii) a evoluției acesteia și (3) a aspectelor ei pozitive și negative. Procesul multidisciplinar folosit aduce cu sine avantajul de a conceptualiza comportamentele legate de *întreținere* din mai multe perspective. De exemplu, în timp ce în domeniul (1) psihologiei industriale accentul cade pe modul de a concepe și optimiza *competența* angajatului, în domeniul (2) comportamentului organizațional eforturile se îndreaptă spre o conceptualizare cât mai completă a performanței, inclusiv celei *extra-rol*. În sfârșit, în domeniul (3) analizei fiabilității umane, modelele pun accentul pe aspectele *decizionale*. Ca și în capitolul precedent, dincolo de enumerarea teoriilor, scopul este acela de a le evalua (și mai apoi utiliza, folosirea lor fiind discutată în **Capitolul 3**).

Pentru a facilita această *evaluare*, un rol central în acest capitolul este jucat de criteriile prezentate în Tabelul 2.1, unde se propune (i) o clasificare a principiilor de formalizare teoretică și modelare (integrate pe baza literaturii de specialitate) și (ii) o selectare a celor relevante pentru această lucrare (vezi coloana a doua, cu titlul "Folosite în lucrarea prezentă" din Tabelul 2.1). Aceste criterii merită discutate în mod mai detaliat pentru că pot informa și alte eforturi de cercetare care vizează întreținerea. Cum obiectivul cercetărilor legate de întreținere este optimizarea acesteia, o modelare simplificată ia în considerare că asigurarea fiabilității și calității (y), depinde de un vector cauzal x . Atât cauza cât și efectul pot fi modelate în mod mai complex, ca vectori ($X_i \rightarrow Y_i$) sau chiar ca entități cu o calitate multidimensională.

Literatura de specialitate (de exemplu, Mohaghegh și Mosleh, 2009) a luat în considerare o serie de principii care trebuie luate în considerare atunci când se are în vedere o astfel de optimizare. În schema conceptuală de mai jos, sunt prezentate în coloana din partea stângă principiile care pot fi folosite pentru optimizare, așa cum sunt discutate în literatura de specialitate; în coloana din dreapta sunt reținute doar principiile relevante pentru această lucrare. Au fost reținute doar aspectele relevante, având în vedere că obiectivul acestei lucrări este axat pe o problemă și un utilaj specifice.

Clasificare a principiilor de formalizare teoretică și modelare

Categorii	Principii	Folosite în lucrarea prezentă
I. Desemnarea și definirea obiectivelor	(A) Entitate ____ necunoscută dar prezentând interes	✓
	(B) Performanță de tip obiectiv și multidimensional	✓
II. Modelarea	(C) Siguranța și devierea de la normă	
	(D) Încadrare pe mai multe nivele (multi-level)	
	(E) Nivelul de profunzime și detaliu referitoare la cauzalitate	
	(F) Gradul de generalitate al modelului	✓
III. Elemente fundamentale	(G) Unitatea fundamentală de analiză	✓
	(H) Nivelul și natura factorilor	✓
	(I) Selectarea factorilor	
	(J) Legături dintre nivel, natură și structură	
	(K) Caracteristici dinamice	
IV. Tehnici	(L) Tehnici de măsurare	✓
	(M) Tehnici de modelare	✓

În literatura de specialitate, obiectivele (categoria I, principiile A și B, vezi mai sus) sunt în general legate de obiectul cercetării. În modelul prezentat în literatură obiectivele sunt asigurarea siguranței și performanței în sistemele socio-tehnice. Obiectivele sunt similare cu cele ale lucrării prezente, unde punctul central este fiabilitatea și calitatea, ceea ce face aceste două prime principii aplicabile. Este necesară deci atât o modelare a unei entități necunoscute dar care prezintă interes (principiul A), aplicat în acest caz fiabilității, cât și a performanței (principiul B) care trebuie să fie de tip multidimensional (pentru a considera atât aspecte de ordin tehnic, cât și altele care să considere aspecte organizaționale și de management).

Gradul de generalitate (principiul F) al modelului este important, dată fiind tensiunea între un mod de modelare al comportamentelor privite în aspectul lor (a) general, în contrast cu (b) un tip de modelare axat pe un comportament specific. De exemplu, acest contrast este discutat în secțiunea 2.3, unde este prezentată o astfel de tensiune și diferențiere între o abilitate generală (inteligența angajatului) și un set de abilități specifice (competențele), idee care fundamentează întreaga teorie a modelelor de competență.

Unitatea fundamentală de analiză (G) și natura factorilor (H) iau în considerare comportamentele angajaților răspunzători cu întreținerea, comportamente problematizate la nivel conceptual. Ultimele două principii se referă la măsurare (principiul L) și modelare (principiul M). În literatura de specialitate se recomandă „o acoperire multidimensională a bazelor de măsurare (ce anume să se măsoare) și a metodelor de măsurare (cum să se măsoare)” (Mohaghegh și Mosleh, 2009, p. 1147). Se recomandă utilizarea de metode hibride atât pentru (a) *bazele* de măsurare, combinând măsurarea directă (de exemplu, frecvența accidentelor) cu cea indirectă (perceperea și aplicarea practicilor de siguranță) cât și pentru (b) *metodele* de măsurare, combinând un mod de măsurare obiectivă (audit, culegere de observații), cu unul de măsurare subiectivă (chestionar, interviu).

Capitolul continuă cu o prezentare a modului de conceptualizare a comportamentului angajaților răspunzători cu întreținerea. Conceptualizările specifice sunt bazate pe (a) psihologia industrială, (b) comportamentul organizațional, și (c) analiza fiabilității. Este prezentat conținutul teoriilor respective, urmat, la finalul fiecărei secțiuni, de o evaluare a modului în care respectiva teorie este aliniată cu principiile enunțate mai sus (vezi punctele A-M din schema de mai sus, cu titlul *Clasificare a principiilor de formalizare teoretică și modelare*). Aceste criterii sunt folosite pentru a evalua teoriile prezentate anterior în cele trei domenii, al (1) psihologiei industriale, (2) comportamentului organizațional, și (3) analizei fiabilității umane, rezultând – respectiv – trei tabele și evaluări corespunzătoare (Tabelul 2.3, 2.4 și 2.5). Acest efort integrativ, util celor care studiază comportamentului angajaților răspunzători cu întreținerea, este completat în capitolul următor cu o parte concretă și practică.

Capitolul 3 continuă în mod *practic* și *empiric* aplicarea teoriilor prezentate în capitolul precedent. Accentul cade nu numai pe o problematizare a aspectelor comportamentale ci și pe prezentarea de posibile soluții, cu o atenție deosebită acordată modurilor în care sunt selectate aceste soluții. Astfel, un prim punct central al acestui capitol îl reprezintă Tabelul 3.1, unde sunt discutate succint avantajele și dezavantajele modelării comportamentului folosind un cadru teoretic (a) general sau (b) specific. De remarcat și aici efortul de a conecta investigația prezentă cu un spațiu conceptual mai larg, multidisciplinar, folosind în acest caz noțiuni fundamentale din domeniul logicii (aplicate conceptelor). Astfel, modul de conceptualizare *general* (al comportamentului) este asociat cu o prezentare a conceptului de tip intensional sau conotativ (proprietățile comune unei categorii) și modul de conceptualizare *specific* asociat cu o parte extensională sau denotativă (proprietățile specifice obiectelor din respectiva categorie). În secțiunile rămase sunt discutate modurile posibile de soluționare a tensiunii general-specific în teoriile din (a) psihologia industrială, (b) comportamentul organizațional, și (c) analiza fiabilității umane.

O primă abordare (1) vizează modul în care rezolvarea se poate realiza la un nivel al alegerii metodei de cercetare. De exemplu, în comportamentul organizațional, tensiunea general-specific la nivelul conceptual informează metodele de cercetare utilizate (Figura 3.4) și mențin această tensiune la nivelul metodelor de cercetare folosite, fiind sunt discutate în Tabelul 3.6 (aspectele *generale* corespunzând metodelor folosind chestionar pe eșantion reprezentativ și aspectele *specifice* corespunzând studiilor de cercetare într-un mediu de lucru specific).

O a doua abordare (2) vizează modul în care rezolvarea se poate realiza prin implementarea modurilor concrete de cercetare și de folosire a instrumentelor (de colectare a datelor) aferente. Astfel, secțiunile următoare (3.3, 3.4 și 3.5) prezintă sugestii pentru colectarea și analiza datelor, fie prin folosirea (a) metodei incidentului critic (în psihologia industrială), fie prin folosirea (b) tehnicilor bazate pe chestionar și observații la locul de muncă (comportament organizațional), fie prin (c) tehnici bazate pe analiză factorială sau de cluster (analiza fiabilității umane). Pentru o mai mare claritate, sunt oferite exemple de instrumente care pot folosite pentru colectarea de date folosind evaluări ale experților (Tabelul 3.14), observare (Tabelul 3.15), și autoevaluare (Tabelul 3.16).

Completând primul capitol, de tip integrativ, următoarele două capitole (2 și 3) problematizează *comportamentele* legate de întreținere și arată că natura lor complexă cere (i) o clarificare a teoriilor folosite în conceptualizarea lor, (ii) o prezentare explicită metodologiei folosite și (c) o contra-parte empirică axată pe colectarea și analiza de date. Capitolele următoare (4 și 5) sunt axate pe probleme *tehnice*, după cum urmează.

Capitolul 4 (*factorul tehnic*) reprezintă teoriile și testele legate de aspectele tehnice. În continuare au fost prezentate – ca urmare a studiului experimental asupra detaliilor – și modurile în care iau naștere și se dezvoltă degradările în anumite zone suprasolicitate.

Diferitele tipuri de plăci sudate s-au efectuat prin studiul teoretic și mai apoi au fost analizate folosind metoda elementului finit în zona sudurii astfel încât s-a determinat cum iau naștere eforturile în sudură (MAB, MA, ZIT). Ca și concluzii finale referitoare la capitolul 4 o concluzie finală este că necesitatea găsirii de soluții pentru prelungirea duratei de viață pentru aceste utilaje a fost impusă prin cercetarea părții inferioare a utilajelor de carieră. Din considerente pur obiective, lucrarea a privit reproiectarea și repararea utilajelor, aflarea gradului de îmbătrânire și căutarea celor mai bune și potrivite metode și procese tehnologice de reparație. Cu ajutorul tensometriei electro-rezistive în timpul reparației când s-a și modernizat lonjeronul șenilei s-a stabilit gradul de influență a uzurilor asupra modului de solicitare a structurii metalice și s-au aflat eforturile care acționează asupra părții inferioare din construcția metalică care funcționează mai bine de 2-3 decenii. La controlul dimensional al materialului vechi St 52.3, s-au constatat degradări de până la 18% din grosimea zonelor cercetate.

Gradul de degradare se poate aprecia prin cunoașterea (a) gradului de oxidare exterioară în zona îmbinărilor, (b) a microstructurii și macrostructurii în zonele caracteristice pentru sudură, (c) a formării în zona de nepătrundere a oxizilor a sudurilor de colț, etc. și a căror fragilitate duce la o scurtare a duratei de viață a ansamblului sudat. Compararea sudurilor vechi (30 ani) cu cele noi executate pe oțel nou, la îmbinarea cu oțelul vechi (oțel german) la care nu apar defecte, indică faptul că sudurile executate îngrijit au o bună comportare a caracteristicilor mecanice la încercările distructive. Totodată, încercarea pulsantă scoate în evidență caracteristici superioare pentru oțelul nou față de oțelul vechi.

Prin urmare, fără a introduce diferite regimuri termice ridicate în sudură și chiar cunoscând ambele procese de sudare care sunt aplicate în procese, sudarea MAG are calități mai bune pentru tensiuni de aproximativ 25V, curenți de sudare de 210-225A. Dacă sudarea se realizează manual influența negativă este dată de tensiunea de sudare, fiind micșorată sub 30V, lucru care conduce la o calitate a sudurii redusă. Pe toate utilajele din carierele de suprafață a excavatorului de tip ERC 1300 realizarea procesului de reabilitare prin sudură a construcției metalice inferioare a fost definitivat tehnologic și constructiv pe baza cercetărilor experimentale și a valorificării acestora pe utilajele cu funcționare îndelungată.

Capitolul 5 (*factorul tehnic*) reprezintă și el aspectele tehnice. În continuare sunt prezentate concluzii finale referitoare la acest ultim capitol al tezei fiind de remarcat că datorită acțiunilor eforturilor generate de organele de tăiere asupra brațului roții port-cupe s-au putut analiza fenomenele de oboseală și s-a efectuat un studiu teoretic, studiind astfel zonele cu suprasolicitări. Datorită acestui studiu al structurii oțelului se pot cunoaște fenomenele la nivelul legăturilor atomice, a grăunților, etc. chiar și până la aspecte de detaliu a structurilor metalice dintr-un subansamblu a utilajului.

Desigur s-au prezentat curbele de oboseală pentru metal prin teorie dar și a zonelor de detaliu (găuri pentru șuruburi, suduri, etc.); acestea ajută la stabilirea locurilor în care se pot realiza experimente concordante cu tema tezei. Mai exact, se poate stabili că teoria la oboseala din structura metalică diferă de cea a structurii metalice fără sudură, acest lucru fiind posibil prin modul de abordare teoretic al studiului sudurilor. Una din concluziile care se impun este că diferențe majore ale curbelor de oboseală se evidențiază în urma unor studii teoretice asupra cunoașterii modului de comportare a structurii metalice cu multe suduri.

Prin urmare, pentru ultimele două capitole (capitolul 4 și 5, axate pe *factorul tehnic*), s-au prezentat modurile generale și cercetările pentru anumite determinări a eforturilor, a calității îmbinărilor sudate după reabilitare sau analiza stării de degradare. S-a evidențiat atât din punct de vedere tehnologic cât și constructiv modul de fabricație al ansamblului sudat. Capitolul 5, se axează pe analiza și interpretarea fenomenelor de degradare a

metodelor de oboseală a materialelor și analiza structurii portante prin tensometria electrică-rezistivă, astfel putând a fi observate diferențele majore ale curbelor de oboseală și cunoașterea comportamentului structurii metalice.

CONCLUZII FINALE

Capitolul 1 (aspecte conceptuale referitoare la întreținere), axat în aspectele lui inițiale pe o prezentare a definițiilor referitoare la întreținere și o descriere a modelelor existente, continuă în aspectele lui aprofundate cu o discuție critică referitoare la definiții, modele și teorii. O concluzie finală referitoare la acest capitol și modurile în care e definit și încadrat teoretic conceptul de întreținere este nevoia ca autorii care examinează conceptul de întreținere să îl (a) încadreze explicit în unul din modurile de conceptualizare prezentate (inclusiv o prezentare explicită a definițiilor folosite) și (b) să îl delimiteze modurile de analiză care sunt lăsate în planul secund). Fără o astfel de clarificare și explicitare, conceptul de întreținere va fi limitat la o conceptualizare vagă sau unidimensională. În paralele, întreținerea trebuie (a) conceptualizată în mod dinamic, (b) privită din diverse perspective, (c) conceptualizată folosind un număr cât mai mare de modele adecvate problemelor tehnice și comportamentale întâlnite, și (d) contrapusă unei părți empirice și practice care să aducă în același timp o necesară – și de multe ori neglijată – validare a modelului folosit, discutată mai jos.

Capitolul 2 (aspecte comportamentale), include diversele perspective folosite la modelarea comportamentului și a factorului uman, inclusiv abordările teoretice folosite, în timp ce capitolul 3 reprezintă o continuare la nivel practic și aplicat a teoriilor și modelelor prezentate în capitolul 2. O concluzie importantă constă în necesitatea de a include în lucrări de analiză a întreținerii, la un prim nivel, moduri de analiză care (a) problematizează astfel de aspecte comportamentale, (b) sintetizează literatura aferentă, și (c) oferă posibile soluții prin (i) prezentarea de modele direct utilizabile (exemplu de chestionar, Tabelul 3.14) cât și de sisteme de orientare mai largi care să ajute cercetătorii interesați în modelarea și evaluarea comportamentelor (tensiunea general-specific, Tabelul 3.1) și în posibile activități de cercetare cu caracter empiric (Figura 3.4). Această validare care poate fi privită și ca o evaluare a performanței întreținerii, trebuie încadrată nu doar de factorul tehnic (vezi capitolele 4 și 5) ci și de factorul comportamental (vezi Capitolele 2 și 3), acestea din urmă discutate mai jos. Concluziile finale (referitoare la Capitolele 2 și 3) pornesc de la și revin la faptul că factorul uman și comportamentele aferente au o natură complexă, care necesită (a) o modelare explicită a teoriilor folosite în conceptualizarea lor, (b) o clarificare a metodologiei folosite (vezi de exemplu Figura 3.4) și (c) o abordare multidimensională a efortului empiric (bazat pe observare, chestionar, etc.).

CONTRIBUȚII PERSONALE

Contribuțiile personale sunt prezentate detaliat mai jos, după cum urmează:

- în primul capitol, am încadrat teoretic conceptului de întreținere prin prezentarea definițiilor și modelelor referitoare la acest concept, așa cum se regăsesc în literatura de specialitate. O contribuție importantă este lărgirea direcției de cercetare către o conceptualizare a întreținerii care include nu doar (a) aspectul tehnic, ci și pe cele (b) administrativ, (c) managerial și (d) de optimizare a calității.

- am accentuat aspectele administrative și manageriale, de obicei nediscutate sau lăsate în planul secund în literatură. Astfel, am pus din nou în prim plan aspecte legate de evaluarea și optimizarea întreținerii.

- am consultat o largă literatură de specialitate, pe baza căreia am propus o clasificare a întreținerii care trebuie să țină cont de (a) modelele folosite, (b) tehnicile și practicile de întreținere, (c), programarea (temporală, spațială, bazată pe resurse umane, etc.) a întreținerii, (d) măsurarea (sau evaluarea) performanței întreținerii, (e) sistemele de suport al operațiunilor de întreținere și (f) reglementări legate de întreținere și managementul întreținerii. De notat că această clasificare aduce cu ea aspecte noi,

extinzând cercetările anterioare axate predominant pe aspectele tehnice și practice (punctul "b" de mai sus).

- în continuare, folosind literatura de specialitate, am prezentat succint conținutul domeniilor de mai sus și evaluat critic fiecare din cele șase domenii. Astfel, am clasificat modelele care încadrează conceptul de întreținere ca fiind bazate pe (a) o abordare bayesiană, (b) pe tehnici de programare liniară, (c) de tip probabilistic, sau (d) bazate pe factorul uman, și prezentat o evaluare critică (Secțiunea 1.2.2).

- aspectele tehnice au necesitat consultarea unui număr mare de lucrări de specialitate, din care am selectat peste 50 de lucrări relevante, care au informat clasificarea acestor aspecte tehnice (Secțiunea 1.2.3). Și aici, am prezentat o clasificare a aspectelor tehnice ale întreținerii, desfășurată din punctul de vedere al conținutului în zece domenii, și am discutat succint relevanța lor. Prin lărgirea bazei conceptuale (întreținere de tip preventiv, predictiv, etc.; secțiunea 1.2.3) și prin prezentarea acestora într-o manieră sistematică, am redirecționat direcțiilor de cercetare către aspecte mai puțin întâlnite în literatură.

- în privința performanței întreținerii, am prezentat o clasificare (vezi punctele a-k din Secțiunea 1.2.5) care depășește abordările tipice, axate pe partea economică (buget) și tehnică (disponibilitate, funcționare, etc.). Prin prezentarea acestei clasificări, am contribuit teoretic (lărgirea conceptului de performanță) și practic (cercetătorii interesați pot folosi unele din aceste tehnici de conceptualizare și implementare a performanței).

- în al doilea capitol, folosind literatura de specialitate recentă, am accentuat importanța factorului uman în procesul de întreținere (vezi Figura 2.1, în care acest factor este prezentat ca fiind la fel de important ca alte aspecte precum materialele, piesele de schimb, și tehnologia). Una din contribuțiile preliminare este setul de argumente din secțiunea 2.1, unde am accentuat nevoia de a studia comportamentele angajaților angrenați în procesul de întreținere.

- o primă contribuție este aceea că am pus în prim plan rolul comportamentelor în activitățile de întreținere, în contrast cu lucrări axate pe aspectele tehnice.

- a doua contribuție, mai importantă, e axată pe faptul că pentru a discerne factorul uman și a modela rolul lui în optimizarea întreținerii, este nevoie de o abordare interdisciplinară. Astfel, în Tabelul 2.1 am prezentat – pe baza literaturii – criteriile teoretice necesare conceptualizării comportamentelor angajaților și am argumentat selectarea criteriilor folosite în lucrarea prezentă.

- în continuare, folosind abordarea multidisciplinară menționată anterior, am conceptualizat comportamentul angajatului așa cum apare el în domenii și specialități disciplinare precum (a) psihologia industrială (secțiunea 2.3), comportamentul organizațional (secțiunea 2.4), și literatura legată de fiabilitatea umană (secțiunea 2.5). Și aici contribuția este atât teoretică cât și practică (cu o accentuare a contribuției practice în Capitolul 3, unde am prezentat exemple concrete de măsurare și evaluare a comportamentelor). Revenind la contribuția teoretică, aceasta se axează pe conceptualizarea – diferită, în funcție de domeniul disciplinar folosit – a comportamentului.

- astfel, am consultat literatura de specialitate din domeniul psihologiei industriale, și discutat conceptul de competență, cu avantajele și dezavantajele inerente. O contribuție importantă în acest subcapitol este analiza criteriilor necesare formalizării comportamentului (Tabelul 2.1) aplicate în domeniul psihologiei industriale, domeniu în care comportamentul este calificat ca abilitate a angajatului (sau competență a acestuia). Am analizat și sintetizat aceste aspecte în Tabelul 2.3.

- același mod de operare – cu contribuțiile personale corespunzătoare – urmează în secțiunea 2.4 (în care discut teorii din domeniul comportamentului organizațional) și 2.5

(în care abordez teorii din domeniul fiabilității umane). Și aici, am consultat un număr semnificativ de lucrări, contribuția mai importantă fiind aceea că am realizat o sinteză a lor și o discuție a avantajelor și dezavantajelor (Tabelul 2.4 pentru domeniul comportamentului organizațional și Tabelul 2.5 pentru domeniul fiabilității umane).

- deși utile cercetătorilor interesați de studiul întreținerii, teoriile și modelele prezentate mai sus – inclusiv în mod sintetizat și cu accentuarea avantajelor și dezavantajelor – ar fi mai puțin utile fără abordarea practică folosită în capitolul 3, cu contribuțiile aferente, prezentate după cum urmează.

- capitolul 3 continuă cu o aplicare practică a teoriilor și modelelor prezentate în capitolul 2. În primul rând, am adus în prim plan aceste aspecte practice, sintetizat literatura relevantă, și prezentat posibile soluții. Apoi, am abordat problema evaluării comportamentelor care, din punct de vedere tehnic pot fi – la extreme – fie (a) prea generale, fie (b) excesiv de specifice. Deși Tabelul 3.1 este bazat pe literatura consultată, în discuțiile din jurul lui am folosit o abordare interdisciplinară și discutat tensiunea general-specific folosind, printre altele, noțiuni fundamentale din logică.

- o contribuție care se regăsește pe parcursul întregului capitol constă în discutarea modului în care comportamentul angajaților poate fi evaluat folosind perspectivele din domeniile discutate în capitolul anterior. În Tabelul 3.4, de exemplu, am prezentat un număr de practici optime pentru evaluarea competențelor angajaților; tot astfel, în Figura 3.4, am prezentat posibile soluții desprinse din domeniul comportamentului organizațional. Acestea pot fi utile cercetătorilor interesați în evaluarea comportamentelor folosind domeniile disciplinare și de analiză menționate.

- un nivel de specificitate mai concret este atins în secțiunile 3.3, 3.4 și 3.5 unde am prezentat modalități concrete de evaluare a competențelor, de măsurare a comportamentelor, și de analiză a incidentelor. Contribuția personală este prezentă aici în setul de metode care pot fi replicate sau adaptate de alți cercetători (de exemplu, chestionar, Tabelul 3.14) interesați de studiul întreținerii și a comportamentelor angajaților sau interesați să sintetizeze un număr mare de incidente legate de calitate și întreținere (prin analiză factorială sau pe sectoare conceptuale, Tabelul 3.17).

- o ultimă contribuție, bazată pe aceste prime trei capitole, este profunzimea studiului, desfășurat vertical de la teoretic la practic, și orizontal trecând prin câteva discipline și domenii care pot informa un studiu al comportamentelor legate de întreținere.

- în capitolul 4, am realizat cercetări tehnologice cu privire la reabilitarea construcției metalice unde a) am analizat din punct de vedere tehnologic și constructiv modul de realizare a ansamblului, unde din analiza modului de comportare în exploatare a rezultat constructiv că, ansamblul lonjeron, sunt părți ce trebuie înlocuite în procesul de reparații sau de reabilitare.

- am descris (vezi Tabelul 4.1) etapele tehnologice pentru obținerea structurilor metalice sudate și anume (a) prima etapă a controlului materialului, (b) etapa a doua pregătirea asamblării prin sudare, (c) etapa a treia asamblarea prin sudare, (d) etapa a patra operații post-sudare și (e) ultima etapă a controlului final.

- am făcut cercetări asupra stării de degradare a îmbinărilor sudate care au funcționat timp îndelungat și asupra calității îmbinărilor sudate după ce structura a fost modernizată (reabilitată).

- am realizat prin metoda elementului finit o analiză a structurilor sudate, unde am descris etapele care se parcurg în aplicarea cercetării prin analiza acestei metode. Totodată am prezentat în Figura 4.17 un model geometric (3D) al balansierului unde am aplicat condițiile de contur, iar pe suprafața interioară a bușei s-au aplicat eforturile din bolțul de prindere, unde după aceea s-a făcut o analiză statică care a fost realizată prin discretizare și astfel s-au putut observa tensiunile echivalente Von Mises.

- în capitolul 5, am prezentat efectul coroziunii asupra structurii portante, am descris principalele etape ale distrugerii prin procesele de oboseală în prezența mediului coroziv printre care enumăr (a) inițierea ciupiturilor, (b) evoluția ciupiturilor, (c) propagarea fisurilor scurte și (d) propagarea fisurilor lungi.

- am prezentat metodele de evaluare a rezistenței la oboseală, am sintetizat și prezentat fenomenul degradării mecanice.

- am efectuat o vastă documentare pentru procedura trasării diagramei S-N la utilajele de extragere și depunere, unde folosind ecuațiile, am trasat curba Wöhler pentru grinda nod din subansamblul braț roată port-cupe a utilajului și am detaliat diagrama în Figura 5.19.

- am descris modul de analiză pentru structura portantă prin tensometria electrică-rezistivă, deși orice încercare tensometrică trebuie să fie făcută în baza unui proiect de încercare elaborat de un specialist în astfel de măsurări și care să fie în colaborare cu beneficiarul încercării.

DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

Dintr-o perspectivă a studiului întreținerii dintr-o perspectivă conceptuală, direcțiile de cercetare viitoare rezultă din (a) limitările în abordarea conceptului de întreținere așa cum rezultă el în literatură și (b) dintr-o serie de tendințe specifice – conceptuale și tehnice – care pot fi aici doar schițate. Un aspect important este acela de validare a modelelor de întreținere (secțiunea 1.2.7, în special 1.2.7b) și de stabilire a eficienței lor. Doar cercetările viitoare pot evalua – în mod comparativ – modul în care un model (axat, de exemplu, pe prevenire) este mai eficient (sau nu) decât un alt model (axat, de exemplu, pe aspectele predictive). Pentru ca astfel de comparații să fie posibile, este preferabil ca autorii care studiază conceptul de întreținere să îl încadreze într-o perspectivă multidimensională.

Pentru capitolele 2 și 3 direcțiile de cercetare viitoare decurg din contribuțiile prezentate mai sus. În primul rând, orice literatură are un caracter dinamic și evoluează în direcții noi, uneori într-un timp foarte scurt. Orice cercetare viitoare impune deci utilizarea tehnicilor curente de căutare și găsimă a noilor tendințe (prin căutări în bazele de date și o selectare adecvată a articolelor găsite). Mai importantă însă, în al doilea rând, este înțelegerea fundamentelor teoretice pe care se bazează literatura și evoluție ei. Un astfel de efort teoretic integrativ a fost făcut mai sus, de exemplu în Tabelul 2.3, Tabelul 2.4, și Tabelul 2.5 (precum și textul aferent), unde accentul este pus pe partea teoretică integrativă. Cercetările viitoare nu trebuie să neglijeze deci astfel de aspecte teoretice și de sinteză. Faptul că există în prezent numeroase discuții despre inteligența artificială și tehnici aferente de procesare automată („machine learning”) nu justifică o prezentare și utilizare a lor desprinsă de aspectul teoretic. Cercetările viitoare vor trebui deci să justifice teoretic astfel de tendințe și să le integreze în structuri conceptuale.

Pentru capitolul 4 ca și direcțiile de cercetare viitoare ar fi îmbunătățirea și creșterea fiabilității sistemului de deplasare a excavatorului. Acestea pot urma secțiunea 4.5.2. Așa cum s-a descris la secțiunea 5.1, unde au putut fi observate diferite forme de coroziune, și unde condițiile de apariție a coroziunii au fost prezența tensiunii de întindere și/sau prezența unui agent coroziv specific mediului de lucru, se poate face o cercetare viitoare a oțelurilor prin protejarea acestora prin aplicarea unui strat de protecție prin zincare termică la cald și testarea lor ulterioară, în funcție de mediul de lucru pentru a observa dacă eforturile de întindere stimulează coroziunea și cele de compresiune o inhibă în continuare, cât și pentru reducerea agenților corozivi (dezvoltare durabilă cu beneficii asupra mediului înconjurător) pe suprafața metalelor, astfel durata de viață a utilajului fiind prelungită.

Pentru capitolul 5 direcțiile de cercetare viitoare ar putea fi extinse prin aplicarea metodei de analiză (secțiunea 5.10) a structurii portante prin tensometria electrică-rezistivă putând fi extinsă pe întreaga structură a utilajului, desigur pentru acestea fiind necesare

efectuarea de măsurători tensometrice sau în funcție de zonele punctelor tensometrice determinate prin MEF (metoda elementului finit). Desigur ca și viitoare direcții de cercetare pot fi luate în considerare continuarea studiilor și tipul de acțiuni preventive pentru menținerea utilajelor în stare bună de funcționare și pentru eliminarea posibilelor evenimente ulterioare.

BIBLIOGRAFIE SELECTIVĂ

1. Aggogeri, F., Borboni, A., Merlo, A., Pellegrini, N., Ricatto, R., Vibration Damping Analysis of Lightweight Structures in Machine Tools, *Materials* 2017, 10, 297;
6. Andraș, A., Andraș, I., Radu, S.M., Study regarding the bucket-wheel excavators used in hard rock excavations, *Annals of the University of Petroșani, Mechanical Engineering*, Vol. 18 (XLV), 2016, pag. 11-22, ISSN 1454-9166;
8. Anghel, I., *Sudarea oțelurilor aliate*, Editura Tehnică, București, 1993;
- 18 Arts, R.H.P.M., Knapp, G.M.J. and Lawrence, M. (1998), "Some aspects of measuring maintenance performance in the process industry", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 4 No. 1, pp. 6-11.
20. Baicu, F., *Elemente de fiabilitate*, Editura Victor, București, 2005;
21. Băjenescu, T.I., *Aspecte ale fiabilității componentelor și sistemelor electronice*, Editura Matrix Rom, București, 2006;
26. Bathias, C., *Fatigue limit in metals*, Wiley Publisher, United Kingdom, 2013;
27. Bathias, C., Paris, C.P., *Gigacycle fatigue in mechanical practice*, Marcel Dekker Publisher, New York, 2005;
29. Bhandari, V.B., *Design of machine elements*, Tata McGraw-Hill Publishing, 2007;
36. Botezatu, P. (1997). *Introducere în logică*. Editura Polirom.
37. Boyatzis, R. E. (1982). *The competent manager: A model for effective performance*. New York: John Wiley.
41. Brînaș, I.K., Rebedea, N.I., Oltean, I.L., Bucket wheel excavator cutting tooth stress and deformation analysis during operation using Finite Elements Method (FEM), *Mining–Informatics, Automation and Electrical Engineering*, 2018, 56(4), 9-13.
46. Butnariu, S., Mogan, G., *Analiză cu elemente finite în ingineria mecanică*, Editura Universității Transilvania din Brașov, Brașov, 2014;
50. Carpini, J. A., Parker, S. K., & Griffin, M. A. (2017). A look back and a leap forward: A review and synthesis of the individual work performance literature. *Academy of Management Annals*, 11(2), 825-885.
54. Chiaburu, D. S., Oh, I. S., Wang, J., & Stoverink, A. C. (2017). A bigger piece of the pie: The relative importance of affiliative and change-oriented citizenship and task performance in predicting overall job performance. *Human Resource Management Review*, 27(1), 97-107.
58. Cioclov, D., *Rezistență și fiabilitate la solicitări variabile*, Editura Facla, Timișoara, 1975;
64. Dhillon, B.S. and Liu, Y. (2006), "Human error in maintenance: a review", *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, Vol. 12 No. 1, pp. 21-36.
67. Dhillon, B.S., *Mining equipment reliability, maintainability, and safety*. Springer series in reliability engineering, Springer-Verlag Publishing, London, 2008;
71. Dieulle, L., Berenguer, C., Grall, A. and Roussignol, M. (2003), "Sequential condition-based maintenance scheduling for a deteriorating system", *European Journal of Operational Research*, Vol. 150 No. 2, pp. 451-61.

- 82.** Fraser, K., Hvolby, H. H., & Tseng, T. L. B. (2015). Maintenance management models: a study of the published literature to identify empirical evidence: A greater practical focus is needed. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 32, 635-664.
- 89.** Grall, A., Dieulle, L., Berenguer, C. and Roussignol, M. (2002), "Continuous time predictive maintenance scheduling for a deteriorating system", *IEEE Transactions on Reliability*, Vol. 51 No. 2, pp. 141-50.
- 102.** Iravani, S.M.R. and Duenyas, I. (2002), "Integrated maintenance and production control of a deteriorating production system", *IIE Transactions*, Vol. 34 No. 5, pp. 423-35.
- 108.** Jula, D., Praporgescu, G., Mihăilescu, S., Tomuş, O.B., Deaconu, I., Aspecte privind determinarea fiabilităţii utilajelor din carierele de lignit. Lucările științifice ale simpozionului internațional multidisciplinar „Universitaria SIMPRO”, Volumul: Mașini și echipamente tehnologice, Editura Universitar, Petroșani, 2006;
- 111.** Kertesz, B.I., Contribuții la Studiul Echipamentelor Miniere de Excavare Prin Modelare și Simulare în Vederea Îmbunătățirii Performanțelor Funcționale ale Acestora, Ph.D. Thesis, University of Petroșani, Petroșani, Romania, 2019.
- 113.** Kim, J. W., & Jung, W. (2003). A taxonomy of performance influencing factors for human reliability analysis of emergency tasks. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16(6), 479-495.
- 122.** Lai, K.K., Leung, F.K.N., Tao, B. and Wang, S.Y. (2000), "Practices of preventive maintenance and replacement for engines: a case study", *European Journal of Operational Research*, Vol. 124 No. 2, pp. 294-306.
- 125.** Lazar, M., Andras, I., Risteiu, M., Predoiu, I., In situ measurements regarding the BWE boom using accelerometers and strain gauges at BWEs operating in CEO open pits, *Górnictwo Odkryw.* 2018, 59, 86–93.
- 133.** Luce, S. (1999), "Choice criteria in conditional preventive maintenance", *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 13 No. 1, pp. 163-8.
- 141.** McClelland, D. C. (1998). Identifying competencies with behavioral-event interviews. *Psychological Science*, 9(5), 331-339.
- 147.** Misiewicz, R., Przybyłek, G., Więckowski, J., Welding Procedure in Designing Carrying Structures of Machines, In *Proceedings of the 14th International Scientific Conference: Computer Aided Engineering*; Rusiński, E., Pietrusiak, D., Eds.; Springer: Cham, Switzerland, 2019; pp. 485–496.
- 153.** Moura, R., Beer, M., Patelli, E. & Lewis, J. (2017). Learning from major accidents: Graphical representation and analysis of multi-attribute events to enhance risk communication. *Safety Science*, 99, 58-70.
- 155.** Mumford, M. D. & Peterson, N. G. (1999). The O*NET content model: Structural considerations in designing jobs. În N. G. Peterson, M. D. Mumford, W. C. Borman, P. R. Jeanneret, & E. A. Fleishman (Eds.), *An occupational information system for the 21st century: The development of O*NET* (pp. 21–30). Washington, DC: American Psychological Association.

- 156.** Năstăsescu, V., *Metoda elementelor finite*, Editua Academiei Tehnice Militare, București, 1995;
- 159.** Norton, R.L., *Machine design. An integrated approach*, 5th Edition, Pearson Publishing, London, 2013;
- 161.** Oltean, I.L., Goldan, T., Nistor, C.M., Coal stockpiles design for reducing surface land affected, *Research Journal of Agricultural Science* 50, no. 4 (2018): 254-258.
- 162.** Oltean, I. L., Goldan, T., Nistor, C.M., Prevention and monitoring environmental impact of open pit coal mining activities, *Research Journal of Agricultural Science* 50, no. 4 (2018): 259-264.
- 169.** Peterson, N. G., Mumford, M. D., Borman, W. C., Jeanneret, P. R. & Fleishman, E. A. (1999). An occupational information system for the 21st century: The development of O*NET (pp. 21–30). Washington, DC: American Psychological Association.
- 175.** Pineau, A., Bathias, C., *Fatigue of materials and structures: Application to design and damage*, Wiley Publisher, Germany, 2013;
- 180.** Popescu, F., Radu, S., Kotwica, K., Andraș, A., Kertesz Brînaș, I., Dinescu, S., Vibration analysis of a bucket wheel excavator boom using Rayleigh’s damping model, *New Tr. Prod. Eng.* 2019, 2, 233–241.
- 181.** Popescu, F.D., Radu, S.M., Kotwica, K., Andraș, A., Kertesz (Brînaș), I., Simulation of the time response of the ERc 1400-30/7 bucket wheel excavator’s boom during the excavation process, *Sustainability* 2019, 11, 4357.
- 182.** Praporgescu, G., Mihăilescu, S., Jula, D., Aspecte privind determinarea disponibilității excavatoarelor cu rotor din cadrul E.M. Jiłț, *Revista Tero*, nr. 70-71, 2007;
- 189.** Radu, S.M., Popescu, F.D., Andraș, A., Andraș, I., Brînaș, I., Valceanu, F., Numerical analysis of fatigue for the assessment of remaining service life of the ERc 1400-30/7 bucket wheel excavator, *Proc. Rom. Acad. Ser. A* 2021, 22, 143–152.
- 190.** Radu, S.M., Popescu, F.D., Andras, A., Kertesz, I., Tomus, O.B., Simulation and modelling of the forces acting on the rotor shaft of BWEs, in order to improve the quality of the cutting process, *Ann. Univ. Petroșani Mech. Eng.* 2018, 20, 63–72.
- 199.** Ridzi, M.C., *Analiza experimentală a tensiunilor*, Editura Universitas, Petroșani, 2004;
- 213.** Saranga, H. and Knezevic, J. (2001), “Reliability prediction for condition-based maintained systems”, *Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 71 No. 2, pp. 219-24.
- 220.** Sherwin, D. (2000). A review of overall models for maintenance management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 6, 138-164.
- 222.** Singer, T. (1999), “Are you using all the features of your CMMS? Following this 7-step plan can help uncover new benefits”, *Plant Engineering*, Vol. 53 No. 1, pp. 32-4.
- 226.** Spurgin, A. J. (2009). *Human reliability assessment theory and practice*. CRC Press.
- 230.** Swanson, L. (2001), “Linking maintenance strategies to performance”, *International Journal of Production Economics*, Vol. 70 No. 3, pp. 237-44.

235. Tripa, P., Etape și modele de rezolvare a problemelor de rezistența materialelor: încovoiere oblică, solicitări compuse, deformații și sisteme static nedeterminate, tensiuni la bare curbe plane, flambaj, șoc, oboseală, Editura Mirton, Timișoara, 2001;
246. Waeyenbergh, G. and Pintelon, L. (2002), "A framework for maintenance concept development", International Journal of Production Economics, Vol. 77 No. 3, pp. 299-313.
251. Więckowski, J., Rafajłowicz, W., Moczko, P., Rafajłowicz, E., Data from vibration measurement in a bucket wheel excavator operator's cabin with the aim of vibrations damping, Data Brief 2021, 35, 106836.
254. Zecheru, G., Drăghici, G., Elemente de știința și inginerie a materialelor, V.2, Editura Ilex, Proiești, 2002;
263. http://www.mec.tuiasi.ro/diverse/V.Goanta/2_Obos_Laborator_2017.pdf
264. <http://www.revmaterialeplastice.ro/pdf/JINESCU%20V.V...pdf>
272. <https://www.rasfoiesc.com/educatie/chimie/Imperfectiuni-ale-structurii-c45.php>