



MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE  
UNIVERSITATEA DIN PETROȘANI  
ȘCOALA DOCTORALĂ



# **TEZĂ DE DOCTORAT**

## **REZUMAT**

***STUDIUL POSIBILITATILOR DE IMPLEMENTARE A  
METODELOR DE OPTIMIZARE MATEMATICĂ ÎN  
EXPLOATAREA SISTEMELOR DE TRANSPORT  
UTILIZATE ÎN CARIERELE DIN BAZINUL OLTENIEI***

**Conducător Științific:**

**Prof.univ.dr.ing. Marin Silviu NAN**

**Doctorand:**

**Mat. Constantin BOGDAN**

**PETROȘANI**

**2017**

## CUPRINS

INTRODUCERE.....	4
CAPITOLUL I – CONSIDERAȚII PRIVIND DOTAREA TEHNICĂ A CARIERELOR DE LIGNIT DIN BAZINUL OLTENIEI.....	6
CAPITOLUL II – ELEMENTE PRIVIND TEORIA SISTEMELOR DE TRANSPORT.....	21
CAPITOLUL III –CERCETĂRI PRIVIND CONSTRUCȚIA ȘI EXPLOATAREA TRANSPORTOARELOR CU BANDĂ UTILIZATE ÎN CARIERELE DE LIGNIT.....	36
CAPITOLUL IV – CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA ROBOȚILOR INDUSTRIALI DIN PERSPECTIVA OPTIMIZĂRII PROCESELOR DIN MINERIT.....	58
CAPITOLUL V – OPTIMIZAREA EXPLOATĂRII SISTEMELOR DE TRANSPORT UTILIZATE ÎN CARIERELE DE LIGNIT.....	73
CAPITOLUL VI – OPTIMIZAREA PROCESELOR INDUSTRIALE FOLOSIND ALGORITMI INFORMATICI.....	113
CONCLUZII ȘI CONTRIBUȚII PERSONALE.....	157
BIBLIOGRAFIE.....	163
ANEXE.....	170

**Cuvinte cheie** : cariere , optimizare , transport

Teza este structurată în șase capitole la care se adaugă un capitol de Introducere, un capitol de Contribuții personale, un capitol de referințe bibliografice folosite în conceperea tezei și unsprezece anexe. Teza își propune găsirea unei soluții de ansamblu care să asigure eficiența proceselor de extragerea prin utilizarea metodelor matematice și a tendințelor moderne pe plan mondial în modernizarea și eficientizarea sistemelor de transport utilizate în carierele de lignit.

Astfel în **capitolul unu „CONSIDERAȚII PRIVIND DOTAREA TEHNICĂ A CARIERELOR DE LIGNIT DIN BAZINUL OLTENIEI”**, se realizează o analiză a stadiului actual privind dotarea tehnică a carierelor de lignit din bazinul Olteniei. Sistemele de extragere sunt compuse în principal din excavator, transportoare cu bandă, mașini de haldat sau de depus în depozite și alte echipamente auxiliare. Funcționarea acestora este influențată în sens decisiv de funcționarea excavatorului care reprezintă utilajul conducător al sistemului. Creșterea eficienței presupune în primul rând focusarea interesului pe utilajul conducător. În acest sens trebuie să se aibă în vedere alegerea acestuia în concordanță cu condițiile concrete de exploatare. În același timp trebuie să fie corelat constructiv, funcțional și dimensional cu celelalte utilaje de pe liniile tehnologice de extragere. Pentru atingerea unor parametri de performanță care să asigure funcționarea eficientă a sistemului este necesară exploatarea rațională din punct de vedere intensiv și extensiv. Se are în vedere adoptarea unui sistem modern și eficient pentru realizarea mentenanței și parcurgerea unor procese de reabilitare și de modernizare.

Totalitatea utilajelor care asigură excavarea, transportul și depozitarea maselor miniere alcătuiesc un flux tehnologic.

Într-o perioadă istorică relativ scurtă (cca. 70 ani) mineritul tradițional mondial a suferit mutații dintre cele mai spectaculoase, atât ca performanță, cât și ca tehnicitate, prin introducerea celor mai spectaculoase realizări ale tehnicii.

Transportoarele cu bandă de mare capacitate sunt utilaje de transport în flux continuu care au capacități de transport orare foarte mari. Acestea sunt destinate a funcționa în cadrul fluxurilor de transport continuu din exploatările de cărbune la zi.

Transportoarele ripabile pot fi livrate și ca transportoare ripabile–intermediare, când se încarcă numai la capul de întoarcere și se descarcă la capul de acționare (nu au echipament mobil sau de descărcare pe traseu).

Transportoarele staționare (fixe) au stațiile de cap montate pe fundații de beton, iar stația de întoarcere este cu sau fără acționare.

Mașinile de haldat pot fi folosite și pentru haldarea directă (transversal peste fronturile de lucru), când se mai numesc și transbordoare cu braț în consolă.

În permanența trebuie ținut cont de progresul tehnic .

În **capitolul doi „ELEMENTE PRIVIND TEORIA SISTEMELOR DE TRANSPORT”**, se prezintă detaliat principalele noțiuni cu privire la teoria sistemelor de transport, precum și studii de caz privind optimizarea diferitelor etape ale proceselor industriale exemplificate atât prin modelare matematică cât și prin programare cu ajutorul unor utilitare adecvate.

În industrie în general, se utilizează mașini și instalații care realizează încărcarea, transportul și depozitarea unor produse fiind necesar calculul capacității de transport ce poate fi realizată în exploatare știind că fiecare sistem de transport lucrează în condiții diferite și este unic din punct de vedere al configurației de ansamblu. Elementele din care este constituit sistemul de transport (mașinile și utilajele) duc la supradimensionări ce determină cheltuieli mari.

Se abordează bazele matematice referitoare la calculul probabilităților. Pe baza acestora fiind tratate metodele de descriere a comportamentului aleator a elementelor componente ale sistemelor de transport.

Multe din informațiile utilizează teoria deservirii și teoria șirurilor lui Markow cu timp continuu și timp discret folosind calculul probabilităților și statisticii.

Optimizarea producției cu CNC automate (ca strunguri) pentru realizarea de piese și subansamble reprezintă forma modern prin care cercetarea își pune amprenta pe realizările științei și tehnicii modern computerizate ,

Fiabilitatea este bază pentru prognoza producției unui sistem continuu minier, cum sunt sistemele tehnologice de extragere și transport din carierele de lignit. Funcționarea sistemului minier continuu este definit ca un proces aleatoriu cu distribuție exponențială pentru timpii de funcționare continuă, de reparare și o distribuție normală a valorii instantanee a producției (fluxului de masă minieră).

Toate acestea sunt implementate într-un sistem informatic de simulare dinamică care să permită optimizarea parametrilor.

**Capitolul trei „CERCETĂRI PRIVIND CONSTRUCȚIA ȘI EXPLOATAREA TRANSPORTOARELOR CU BANDĂ UTILIZATE ÎN CARIERELE DE LIGNIT”**, analizează construcția și exploatarea transportoarelor cu bandă utilizate în carierele de lignit și de

asemenea sunt realizate cercetări privind modernizarea sistemului de întindere a benzilor și determinarea efortului optim de întindere.

Transportoarele cu bandă pe role se află într-o continuă extindere, ocupând locul întâi față de celelalte tipuri de transportoare.

Aceste transportoare reprezintă mijlocul principal de transport cel mai larg utilizat pe galerii și plane înclinate în industria minieră, cedând locul altor mijloace de transport numai la înclinări peste 18...22° sau pe galerii curbe.

Covorul de bandă este cel mai scump element al transportorului, care ocupă până la 70% din costul transportorului și de a cărui durată de viață depinde în principal eficiența economică a folosirii transportoarelor cu bandă.

O tendință nouă în construcția benzilor o reprezintă benzile care în locul mai multor inserții au o singură țesătură unitară - monolit care are urzeala formată din mai multe rânduri de fire groase (cord) de mare rezistență din poliester, poliamidă, terilenă sau nailon și care sunt legate între ele printr-o băteală comună din fibre poliamidice.

Rolele reprezintă elementul principal de care depind rezistențele specifice la transport, eforturile din bandă și consumul specific de energie.

Pentru a avea rezistențe cât mai mici la mișcare și uzură redusă a benzii, diametrul rolor se alege în funcție de felul materialului și lățimea benzii.

Prima condiție de care depinde buna funcționare și obținerea unui cost de transport cât mai redus este alegerea corectă a tipului și parametrilor principali ai transportorului, în funcție de condițiile concrete de exploatare.

Costul benzii care reprezintă cca. 50% din costul transportorului, precum și cheltuielile de întreținere și durata relativ mică de viață a acestuia, fac ca banda să reprezinte factorul determinant în stabilirea domeniului de utilizare eficientă a transportoarelor cu bandă. Datorită ponderii mari cu care banda, și în măsură apreciabilă și rolele, afectează cheltuielile de transport, pentru un transportor dat, costul transportului unei tone de material crește aproximativ proporțional cu lungimea transportorului.

O importanță deosebită are găsirea unor valori rațional alese pe de o parte pentru lățimea, iar pe de altă parte pentru viteza benzii.

Valorile minime se recomandă pentru transportoare semistaționare, care lucrează pe galerii de pregătire în condiții grele subterane și transportă materiale cu bulgări mari, iar valorile

maxime pentru transportoare staționare magistrale foarte corect montate și bine întreținute care lucrează la suprafață și când materialul nu este în bulgări mari față de lățimea benzii.

La transportoarele de pe plane înclinate aproape nu este necesară întinderea benzii din condiția de săgeată, întrucât datorită componente mari a forței gravitaționale apare efort suficient de mare de bandă la numai câțiva metri distanță de capul inferior al transportorului.

Sistemele de întindere automate realizează o forță de întindere controlată și se recomandă îndeosebi la transportoare staționare magistrale-în funcție de condițiile ce le realizează, ele pot fi: cu menținerea torței de întindere constantă; cu realizarea unei forțe de întindere mai mari la pornire și apoi menținerea unei forțe constante normale, corespunzătoare funcționării de regim; cu realizarea unei forțe de întindere variabile, corespunzătoare forței de tracțiune de la periferia tobei ce o preiau motoarele, respectiv să asigure menținerea unui raport constant între eforturile din bandă de la înfășurarea și de la desfășurarea, de pe tobele motoare.

Cercetările arată că întinderea suplimentară a benzii înainte de pornirea motoarelor conduce la creșterea primei amplitudini a eforturilor dinamice din bandă. Pentru acest motiv se recomandă ca întinderea suplimentară să aibă loc în perioada de pornire a motoarelor.

Utilizarea roboților industriali din perspectiva optimizării proceselor din minerit sunt dezbătute atât teoretic cât și prin intermediul studiilor de caz în **capitolul patru „ CERCETĂRI PRIVIND UTILIZAREA ROBOȚILOR INDUSTRIALI DIN PERSPECTIVA OPTIMIZĂRII PROCESELOR DIN MINERIT ”**.

Robotul industrial a fost conceput pentru a fi folosit în procese tehnologice industriale și este un produs mecatronic cu funcționare automată programabilă și reprogramabilă capabil să efectueze anumite operații și secvențe de operații orientate pe producția industrială.

Acel robot industrial care se poate încadra într-una din definițiile acceptate pentru roboții industriali și care lucrează într-un mediu cu condiții speciale se numește ”robot industrial pentru medii grele”.

Rezultatele obținute pe plan mondial în domeniul utilizării roboților industriali în minerit constau în realizarea:

- robotului minier folosit în procesul de pușcare - RUSIA;
- robotul minier pentru schimbarea rolor transportoarelor cu banda - SUA;
- complexelor automatizate de abataj, Anglia , Germania;
- robotului pentru încărcarea găurilor de mina - RUSIA;

– robotului dispecer pentru transmiterea și recepția informațiilor de evidență a funcționării excavatoarelor din cariere,

Fabrica robotizată și computerizată presupune automatizarea și robotizarea liniilor de depozitare a materialelor și a spațiilor de depozitare a produselor semifabricate sau finite.

Metoda de conducere Ackerman oferă o soluție odometrică cu o destul de bună acuratețe, fiind alegerea pentru vehicule autonome de exterior.

La strâmtarea lanțului sau curelei de distribuție pentru reducerea jocului, roțile individuale trebuie realiniat. Aceste probleme sunt eliminate folosind o transmisie complet închisă, care reduce de asemenea și zgomotele sau împrăștierea de particule, ultima fiind foarte importantă în aplicațiile pentru încăperi curate.

**Capitolul cinci „OPTIMIZAREA EXPLOATĂRII SISTEMELOR DE TRANSPORT UTILIZATE ÎN CARIERELE DE LIGNIT”**, este destinat optimizării sistemelor de transport utilizate în cariere cu ajutorul utilităților EXCEL, MATLAB și matematic prin programare liniară, optimizare neliniară, calcul diferențial optimal prin intermediul exemplelor și studiilor de caz rezultând modele matematice și programe funcționale ce pot fi utilizate în procesele tehnologice.

**Capitolul șase „OPTIMIZAREA PROCESELOR INDUSTRIALE FOLOSIND ALGORITMI INFORMATICI”**, redă studii de caz a optimizării proceselor utilizând algoritmi informatici consacrați algoritmul Bellman – Kalaba, Ford, Ungar, Datzing, Yen, Ford - Furkerson dar și exemple concrete de optimizări utilizând arbori parțiali de cost minim.

Teza de doctorat se finalizează cu un capitol de **concluzii finale**, în care se evidențiază principalele concluzii și contribuții personale ale autorului, precum și o serie de propuneri ce pot fi abordate în viitor. Toate aceste concluzii, la care se adaugă bibliografia și cele 11 anexe din finalul tezei de doctorat, constituie un suport teoretic și practic, bine fundamentat, pentru cercetătorii și proiectanții interesați de optimizarea și eficientizarea sistemelor de extragere, transport și valorificare a cărbunelui.

Rezultatele cercetărilor întreprinse sunt diseminate printr-un număr important de lucrări științifice publicate și în reviste indexate ISI cu factor de impact și în reviste indexate în baze internaționale de date.

