



MINISTERUL EDUCAȚIEI  
UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEȘTI

B-dul. București nr. 39, 100680 Ploiești - România  
www.upg-ploiesti.ro  
Telefon +40 244 573 171 Fax +40 244 575 847



INSTITUȚIA ORGANIZATOARE DE STUDII UNIVERSITARE DE DOCTORAT  
UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEȘTI  
DOMENIUL FUNDAMENTAL – ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL DE DOCTORAT – MINE, PETROL ȘI GAZE

**TEZĂ DE DOCTORAT**  
CONTRIBUȚII PRIVIND OPTIMIZAREA  
FORAJULUI MARIN ÎN ZONA LIBANEZĂ

**Autor:** Drd. Ing. Ayham Mhanna

**Conducător științific:** Prof. Univ. Dr. Ing. AVRAM LAZĂR

Ploiești 2023

INSTITUȚIA ORGANIZATOARE DE STUDII UNIVERSITARE DE DOCTORAT  
UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEȘTI  
DOMENIUL FUNDAMENTAL – ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL DE DOCTORAT – MINE, PETROL ȘI GAZE

# TEZĂ DE DOCTORAT

## CONTRIBUȚII PRIVIND OPTIMIZAREA FORAJULUI MARIN ÎN ZONA LIBANEZĂ

## CONTRIBUTIONS REGARDING THE OPTIMIZATION OF MARINE DRILLING IN LEBANON ZONE

**Autor: Drd. Ing. AYHAM MHANNA**

**Conducător științific: Prof.Univ. Dr. Ing. AVRAM LAZĂR**

**Nr. Decizie 185 din 30.03.2023**

### Comisia de doctorat:

<b>Președinte</b>	Prof.Univ.Habil.Dr.Ing. Albulescu Mihai Adrian	de la	Universitatea Petrol-Gaze din Ploiești
<b>Conducător științific</b>	Prof.Univ.Dr. Ing. Avram Lazăr	de la	Universitatea Petrol-Gaze din Ploiești
<b>Referent oficial</b>	Prof.Univ.Dr.Ing.Radu Sorin Mihai	de la	Universitatea din Petroșani
<b>Referent oficial</b>	Prof.Univ.Dr.Ing.Moraru Roland Iosif	de la	Universitatea din Petroșani
<b>Referent oficial</b>	Prof.Univ.Dr.Ing.Batistatu Mihai Valentin	de la	Universitatea Petrol-Gaze din Ploiești

**Ploiești 2023**

## REZUMAT

Optimizarea performanței forajului reprezintă un factor deosebit de important atât în ceea ce privește stabilitatea găurilor de sondă, cât și viitorul sondelor care se vor foră. În prezenta teză sunt prezentate, în principal, contribuțiile proprii privind optimizarea forajului marin în zona libanează (și nu numai!), unde Libanul a demarat lucrările de explorare din anul 2020. Prima sondă *offshore* (referința B4-I) a fost forată cu o navă de foraj Tungsten Explorer (TUX), în Marea Mediterană, la Blocul IV, care este situat la aproximativ 30 de kilometri de coasta Beirutului.

Desigur, datele obținute de la sondele forate sunt, și vor fi folosite în continuare pentru optimizarea și modelarea performanței forajului. În plus, localizarea sondei B4-1 a fost aleasă pe baza celei mai directe rute de foraj către rezervele promițătoare de hidrocarburi. Utilizându-se datele seismice și datele din forajele disponibile, e posibil ca uneori, pentru a ajunge la zona de destinație a rezervorului, traiectoria sondei să fie corectată. De fapt, aceste lucruri sunt necesare, dar ele necesită, cel mai adesea, un consum mai mare de bani și timp, cu implicații atât asupra problemelor specifice de foraj, cât și asupra protecției mediului...

În acest context, teza este împărțită în șase capitole. După prealabila Introducere (capitolul I), a fost realizată o largă revizuire a literaturii de specialitate (capitolul II) privitoare la optimizarea găurilor de sondă prin prisma cercetărilor noastre de găsire a noi ecuații, metode, tehnici și tehnologii ș.a. Pentru că, de multe ori, metodele tradiționale de proiectare și execuție eșuează în cazul sondelor noi.

În capitolul III se prezintă stadiul actual al abordărilor privind dificultățile de foraj pentru sondele deviate și orizontale. Complementar, așa cum aminteam mai înainte, am realizat un studiu de caz specific pentru câmpurile Mrina și Ana. În plus, s-a urmărit îmbunătățirea performanței pentru operațiile de foraj din câmpurile Marina, Ana și zona marină (Marea Neagră).

În capitolul IV se prezintă optimizarea operațiilor de prevenire și rezolvare a dificultăților de foraj pentru prima sondă de explorare din zona libanează *offshore*. Este vorba de optimizarea parametrilor regimului de foraj cu metoda învățării automate (*machine learning*), respectiv de modelarea și optimizarea ratei de penetrare cu ajutorul rețelei neuronale artificiale (ANN) și cu ajutorul așa numitului model al pădurii aleatorii (*random forest*). A urmat optimizarea vitezei mecanice de foraj cu ajutorul modelului SVM (*support vector machine*), și s-a realizat o comparație între modelele ANN, RF & SVM și Bingham și Maurer. Mai mult, optimizarea vitezei mecanice de foraj s-a realizat și cu ajutorul modelului KNN (cel mai apropiat clasificator de vecinătate). Prelucrarea datelor a fost utilizată și pentru a analiza și a determina relațiile dintre parametrii de foraj din secțiunea de 8 1/2 in a puțului I din blocul IV. Mai mult, algoritmul KNN a fost construit pentru a clasifica statistic datele de foraj a trei secțiuni: 26, 17 1/2 și 12 1/4 in, forate în acel puț. Ambele tehnici condus la deducerea de noi relații non-parametrice, și și-au dovedit superioritatea în comparație cu prelucrarea tradițională a datelor de teren.

În capitolul V se prezintă studiul și dezvoltarea unor modele pentru optimizarea producției din sondele *onshore* și *offshore*, ca și un studiu de caz reprezentativ. E vorba, în primul rând, de simularea termică pentru operațiunile de foraj și producție ale primei sonde *offshore* din Liban. Această simulare înseamnă, în același timp, și o analiză a impactului operațiunilor de foraj și producție asupra condițiilor din sondă. De asemenea, sunt sugerate diverse strategii de producție pentru a măsura performanța profilului de producție și a testa corespunzător acest lucru pe toată durata de viață a sondei. În plus, sunt sugerate și câteva recomandări pentru îmbunătățirea performanței operațiunilor viitoare.

În capitolul VI se prezintă impactul mediului și evaluarea riscurilor asupra poziționării unităților de foraj și operațiunilor forajului aferente primei sonde de explorare *offshore* din Liban. Mai mult, nevoia de cunoaștere și evaluare a condițiilor și termenilor de mediu, ca și a proprietăților câmpului au devenit, practic, inevitabile. Prin urmare, obiectivul principal al acestei părți este acela de a evalua impactul asupra mediului și de a realiza evaluarea riscurilor pentru regiunea blocului IV.