



**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



# **TEZĂ DE DOCTORAT**

## ***CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA CONSTRUCȚIEI MASTURILOR TRANSPORTABILE***

**Autor: ing. IAMANDEI AURELIAN**

**Conducător științific: Prof.univ.habil.dr.ing. RĂZVAN GEORGE RÎPEANU**

**Ploiești  
2024**

INSTITUȚIA ORGANIZATOARE DE STUDII UNIVERSITARE DE DOCTORAT  
UNIVERSITATEA PETROL-GAZE DIN PLOIEȘTI  
DOMENIUL FUNDAMENTAL – ȘTIINȚE INGINEREȘTI  
DOMENIUL DE DOCTORAT – INGINERIE MECANICĂ

# TEZĂ DE DOCTORAT

*CERCETĂRI PRIVIND OPTIMIZAREA CONSTRUCȚIEI MASTURILOR  
TRANSPORTABILE*

*RESEARCH ON THE OPTIMIZATION CONSTRUCTION OF PORTABLE  
MASTS*

**Autor: ing. IAMANDEI AURELIAN**

**Conducător științific: Prof.univ.habil.dr.ing. RĂZVAN GEORGE RÎPEANU**

**Nr. Decizie 550 din 12.07.2024**

**Comisia de doctorat:**

|                       |                                                        |       |                                                                           |
|-----------------------|--------------------------------------------------------|-------|---------------------------------------------------------------------------|
| Președinte            | Conf. univ. dr. ing. Alin Diniță                       | de la | Universitatea Petrol - Gaze din Ploiești                                  |
| Conducător științific | Prof. univ. habil. dr. ing.<br>Răzvan George Rîpeanu   | de la | Universitatea Petrol - Gaze din Ploiești                                  |
| Referent oficial      | Prof. univ. habil. dr. ing.<br>Ioan Călin Roșca        | de la | Universitatea Transilvania din Brașov                                     |
| Referent oficial      | Prof. univ. habil. dr. ing.<br>Sorin Cănanău           | de la | Universitatea Națională de Știință și<br>Tehnologie POLITEHNICA București |
| Referent oficial      | Prof. univ. habil. dr. ing.<br>Marius Gabriel Petrescu | de la | Universitatea Petrol - Gaze din Ploiești                                  |

**Ploiești  
2024**

---

## Cuvânt înainte,

*Prezenta Teză de Doctorat definește preocupările, pasiunea și experiența acumulată pentru construcția și calculul masturilor transportabile. Acest drum a început odată cu anii studenției, când am participat la Olimpiada de Rezistența Materialelor, fiind continuată de activitatea desfășurată în cadrul Uzinei de Utilaj Petrolier UPET Târgoviște, după care din poziția de antreprenor, am realizat numeroase proiecte care au inclus în special proiectarea și construcția instalațiilor transportabile.*

*Pentru ca acest drum să fie realizat mulțumesc învățătoarei mele doamna, Constanța Dragomir, profesorilor de gimnaziu din comuna Berteș, profesorilor liceului Mihai Viteazul din Ploiești, profesorilor Universității de Petrol-Gaze din Ploiești, mai ales domnului Prof. Univ. Dr. Ing. Nicolae Posea care cu răbdare și atenție mi-a ghidat pașii în tainele Rezistenței Materialelor.*

*Mulțumesc, de asemenea, pentru sprijinul, răbdarea, îndrumarea și înțelegerea pe care mi-a acordat-o conducătorul științific, domnul Prof. Univ. Habil. Dr. Ing. Răzvan George Rîpeanu și comisiei de îndrumare, domnului. Prof. Univ. Dr. Ing. Vasilescu Șerban, doamnei. Șef Lucrări Dr. Ing. Lavinia Silvia Stanciu și domnului Conf. Univ. Dr. Ing. Ioan Popa.*

*Doresc, de asemenea pe această cale, să mulțumesc conducerii Universității Petrol-Gaze din Ploiești, conducerii Facultății de Inginerie Mecanică și Electrică, pentru posibilitatea de realizare a acestei teze.*

*Nu în ultimul rând, aduc mulțumirile mele calde și necondiționate, **Familiei** care m-a susținut totdeauna în momentele de cumpănă. Mulțumesc cu aceiași intensitate unchiului meu Constantin Iamandei, care a decis asupra carierei mele, celor apropiați mie, mai ales domnului ing. Dan Jacotă, și domnului ing. Nicolae Căpățână.*

*În speranța că lucrarea de față aduce o abordare structurată asupra proiectării și construcției masturilor transportabile, dar și celor fixe, le mulțumesc celor care vor utiliza recomandările și vor ține cont de concluziile tezei.*

---

## Cuprins

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Listă de tabele .....                                                                                           | 7   |
| Listă de figuri.....                                                                                            | 8   |
| Introducere .....                                                                                               | 13  |
| 1. Stadiul actual privind proiectarea și construcția masturilor transportabile .....                            | 19  |
| 1.1 Masturi. Considerații generale .....                                                                        | 19  |
| 1.2 Stadiul actual al cercetărilor privind masturile transportabile.....                                        | 24  |
| 1.3 Prescripții tehnice impuse masturilor transportabile .....                                                  | 28  |
| 1.3.1 Prescripții privind construcția masturilor transportabile .....                                           | 29  |
| 1.3.2 Prescripții privind funcționarea masturilor transportabile .....                                          | 39  |
| 1.3.3 Prescripții privind sistemele auxiliare ale masturilor transportabile .....                               | 43  |
| 1.4 Recomandări practice pentru întreținerea și exploatarea masturilor transportabile.....                      | 53  |
| 1.5 Stabilirea încărcărilor, ipotezelor de calcul și a grupărilor de încărcări la masturile transportabile..... | 55  |
| 1.6 Concluzii .....                                                                                             | 61  |
| 2. Calculul analitic al unui mast transportabil cu sarcina la cârlig de 480 kN.....                             | 63  |
| 2.1 Stabilirea încărcărilor, a ipotezelor de calcul și a grupărilor de încărcări la un mast de 480 kN .....     | 63  |
| 2.1.1 Încărcările de lucru .....                                                                                | 63  |
| 2.1.2 Încărcări din vânt.....                                                                                   | 64  |
| 2.1.3 Încărcări dinamice inerțiale .....                                                                        | 67  |
| 2.1.4 Încărcări datorită cutremurelor .....                                                                     | 68  |
| 2.1.5 Încărcări din gheață.....                                                                                 | 68  |
| 2.1.6 Încărcările la ridicarea structurii .....                                                                 | 69  |
| 2.1.7 Încărcările din transport.....                                                                            | 71  |
| 2.1.8 Încărcarea de verificare.....                                                                             | 74  |
| 2.2 Analiza statică a mastului transportabil cu sarcina la cârlig de 480 kN .....                               | 75  |
| 2.2.1 Descrierea generală a mastului .....                                                                      | 75  |
| 2.2.2 Date de intrare problemă.....                                                                             | 78  |
| 2.2.3 Determinarea gradului de neterminare statică și stabilirea formei de bază.....                            | 83  |
| 2.2.4 Stabilirea sistemului de ecuații și determinarea necunoscutei.....                                        | 84  |
| 2.2.5 Verificarea secțiunii .....                                                                               | 89  |
| 2.2.6 Dimensionarea ancorelor .....                                                                             | 90  |
| 2.2.7 Determinarea săgeții maxime .....                                                                         | 91  |
| 2.3 Analiza stabilității generale a mastului.....                                                               | 92  |
| 2.4 Analiza stabilității locale a mastului .....                                                                | 98  |
| 2.5 Analiza dinamică a mastului cu sarcina la cârlig de 480 kN .....                                            | 103 |

---

|        |                                                                                                                            |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2.6    | Concluzii .....                                                                                                            | 105 |
| 3.     | Calculul numeric al unui mast cu sarcina la cârlig de 480 kN.....                                                          | 107 |
| 3.1    | Analiza constructiv-funcțională a mastului și alcătuirea modelului de lucru .....                                          | 107 |
| 3.1.1  | Descrierea generală a mastului .....                                                                                       | 107 |
| 3.1.2  | Analiza constructivă a mastului.....                                                                                       | 109 |
| 3.1.3  | Stabilirea modelului de lucru .....                                                                                        | 113 |
| 3.1.4  | Considerațiuni teoretice privind calculul deplasărilor și al tensiunilor .....                                             | 116 |
| 3.2    | Analiza numerică a mastului la sarcini provenite din încărcarea de verificare .....                                        | 117 |
| 3.2.1  | Rezultate obținute în urma simulării încărcării cu programul ANSYS .....                                                   | 118 |
| 3.2.2  | Rezultate obținute în urma simulării încărcării cu programul COSMOS/M .....                                                | 124 |
| 3.3    | Analiza stabilității mastului .....                                                                                        | 127 |
| 3.3.1  | Studiul stabilității generale.....                                                                                         | 128 |
| 3.3.2  | Studiul stabilității locale .....                                                                                          | 131 |
| 3.4    | Analiza comportării dinamice a mastului .....                                                                              | 134 |
| 3.5    | Concluzii .....                                                                                                            | 136 |
| 4.     | Optimizarea dimensională a mastului transportabil cu sarcina la cârlig de 480 kN .....                                     | 138 |
| 4.1    | Influența grosimii montanților față (M1, M4) în comportarea statică și în sarcina critică de flambaj .....                 | 138 |
| 4.2.   | Influența grosimii montanților spate (M2, M3) în comportarea statică și în sarcina critică de flambaj .....                | 142 |
| 4.3    | Influența grosimii orizontalelor în comportarea statică și în sarcina critică de flambaj .....                             | 145 |
| 4.4    | Influența grosimii diagonalelor în comportarea statică și în sarcina critică de flambaj .....                              | 147 |
| 4.5.   | Influența grosimii elementelor structurale în pulsațiile proprii ale mastului.....                                         | 150 |
| 4.6    | Concluzii .....                                                                                                            | 154 |
| 5.     | Optimizarea ancorării mastului pe sașiu .....                                                                              | 155 |
| 5.1    | Considerații privind tendința de ridicare a instalației în timpul operării mastului și a probei de supraîncărcare .....    | 155 |
| 5.2.   | Optimizarea ancorării mastului pe sașiu funcție de tendința de ridicare și deplasările maxime de la vârful structurii..... | 161 |
| 5.2.1. | Prezentarea generală a modului de lucru .....                                                                              | 161 |
| 5.2.2. | Rezultate obținute.....                                                                                                    | 164 |
| 5.3    | Concluzii .....                                                                                                            | 181 |
| 6.     | Determinări experimentale efectuate pe mastul tip UW 48 .....                                                              | 183 |
| 6.1    | Prezentarea generală a mastului și a procesului de măsurare tensometrică electrică rezistivă ...                           | 183 |
| 6.2.   | Etapele de efectuare a măsurărilor de tensometrie.....                                                                     | 186 |
| 6.3    | Măsurarea deformațiilor specifice .....                                                                                    | 186 |

---

---

|      |                                                                                                                                                             |     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.4  | Calculul tensiunilor .....                                                                                                                                  | 192 |
| 6.5. | Măsurători obținute în cazul regimurilor dinamice de solicitare .....                                                                                       | 199 |
| 6.6. | Concluzii .....                                                                                                                                             | 204 |
| 7.   | Analiza comparativă a rezultatelor obținute în urma calculului analitic și a calculului numeric cu valorile obținute prin determinările experimentale ..... | 207 |
| 7.1  | Calculul Analitic .....                                                                                                                                     | 207 |
| 7.2  | Calculul Numeric .....                                                                                                                                      | 207 |
| 7.3  | Optimizarea dimensională a mastului transportabil cu sarcina la cârlig de 480 kN.....                                                                       | 209 |
| 7.4  | Optimizarea ancorării mastului pe sașiu .....                                                                                                               | 210 |
| 7.5  | Determinări experimentale efectuate pe mastul tip UW 48.....                                                                                                | 211 |
| 7.6  | Concluzii .....                                                                                                                                             | 212 |
| 8.   | Concluzii finale. Contribuții personale. Direcții viitoare de cercetare.....                                                                                | 216 |
| 8.1  | Concluzii finale. Contribuții personale .....                                                                                                               | 216 |
| 8.2  | Direcții viitoare de cercetare.....                                                                                                                         | 224 |
|      | <b>Bibliografie</b> .....                                                                                                                                   | 225 |
|      | <b>ANEXE</b> .....                                                                                                                                          | 233 |
|      | Anexa 1 .....                                                                                                                                               | 233 |
|      | A.1.1 Desen Ansamblu Mast UW 48-10.00.00.00.A.....                                                                                                          | 233 |
|      | A.1.2 Cartuș cu greutatea componente ale mastului.....                                                                                                      | 234 |
|      | Anexa 2 .....                                                                                                                                               | 235 |
|      | A.2.1 Desen Ansamblu Instalație UW 48 Poziție de lucru .....                                                                                                | 235 |
|      | A.2.2 Desen ansamblu Instalație UW 48 Poziție de Transport.....                                                                                             | 236 |
|      | Anexa 3 Rezultate obținute cu ajutorul Programului de calcul Ansys 10 și Cosmos M 2008.....                                                                 | 237 |
|      | ANEXA 4 Influenta elementelor componente asupra comportării statice si asupra sarcinii critice la flambaj .....                                             | 297 |

---

## Listă de tabele

|                                                                                                                                           |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelul 1.1 Încărcări de lucru.....                                                                                                       | 56  |
| Tabelul 1.2 Valorile factorului de multiplicare, $\alpha$ <i>onshore</i> .....                                                            | 57  |
| Tabelul 1.3 Valoarea minimă a vitezei vântului .....                                                                                      | 57  |
| Tabelul 1.4 Valorile curente ale parametrului $\beta$ .....                                                                               | 58  |
| Tabelul 1.5 Nivelul de siguranță structural, [18].....                                                                                    | 60  |
| Tabelul 1.6 Coeficienți de supraîncărcare .....                                                                                           | 61  |
| Tabelul 2.1 Valorile minime de proiectare pentru viteza vântului.....                                                                     | 65  |
| Tabelul 2.2 Valorile coeficientului de înălțime.....                                                                                      | 65  |
| Tabelul 2.3 Valorile vitezei vântului $V_z$ .....                                                                                         | 66  |
| Tabelul 2.4. Coeficientul de formă al barei .....                                                                                         | 66  |
| Tabelul 2.5 Suprafețele expuse la vânt perpendicular la un mast de 480 kN .....                                                           | 66  |
| Tabel 2.6 Forțele din vânt pe suprafață .....                                                                                             | 67  |
| Tabelul 2.7 Forțele din vânt pentru cazul „Vânt neașteptat” si „Vânt așteptat” .....                                                      | 67  |
| Tabelul 2.8. Greutățile care acționează asupra structurii .....                                                                           | 69  |
| Tabelul 2.9. Coordonatele centrului de greutate a mastului .....                                                                          | 70  |
| Tabelul 2.10 Tabel cu greutatele tuturor echipamentelor si accesoriilor instalației .....                                                 | 73  |
| Tabelul 2.11 Dimensiunile și încărcările admise și cele rezultate .....                                                                   | 74  |
| Tabelul 2.12 Caracteristici geometrice țeava $\phi 95 \times 8$ mm .....                                                                  | 88  |
| Tabelul 2.13 Caracteristicile cablului cu diametru $\phi 22$ mm .....                                                                     | 90  |
| Tabelul 3.1 Deplasările la nivelul coroanei geamblacului .....                                                                            | 119 |
| Tabelul 3.2 Forțele ce solicită mastul în condiții de probă.....                                                                          | 125 |
| Tabelul 3.3. Deplasări obținute la nivelul geamblacului pentru proba de supraîncărcare .....                                              | 126 |
| Tabel 3.4. Valoarea parametrului $k$ , montanț MFD .....                                                                                  | 133 |
| Tabel 3.5. Valoarea parametrului $k$ , montanț MFS.....                                                                                   | 133 |
| Tabelul 3.6 Frecvențe proprii .....                                                                                                       | 135 |
| Tabelul 4.1 Influența grosimii montanților M1, M4 (95 x 6 mm).....                                                                        | 151 |
| Tabelul 4.2 – Influența grosimii montanților M2, M3 (95 x 6 mm).....                                                                      | 151 |
| Tabelul 4.3 – Influența grosimii orizontalelor (60 x 100 mm) .....                                                                        | 151 |
| Tabelul 4.4 – Influența grosimii diagonalelor spate (60 x 60 mm).....                                                                     | 151 |
| Tabelul 5.1 Valorile reacțiunilor în reazeme pentru ancore poziționate ca în Figura 5.8 .....                                             | 164 |
| Tabelul 5.2 Valorile deplasărilor orizontale la vârful mastului, pe direcția șasiului, pentru ancore poziționate ca în Figura 5.8 .....   | 164 |
| Tabelul 5.3 Tensiuni echivalente maxime pentru ancore poziționate ca în Figura. 5.8 .....                                                 | 165 |
| Tabelul 5.4 Valorile reacțiunilor în reazeme pentru ancore poziționate ca în Figura 5.9 .....                                             | 165 |
| Tabelul 5.5 Valorile deplasărilor orizontale la vârful mastului, pe direcția șasiului, pentru ancore poziționate ca în Figura 5.9 .....   | 165 |
| Tabelul 5.6 Tensiuni echivalente maxime , MPa, pentru ancore poziționate ca în Figura 5.9.....                                            | 166 |
| Tabelul 5.7 Valorile reacțiunilor în reazeme pentru ancore poziționate ca în Figura. 5.10 .....                                           | 166 |
| Tabelul 5.8 Valorile deplasărilor orizontale la vârful mastului, pe direcția șasiului, pentru ancore poziționate ca în Figura. 5.10 ..... | 167 |
| Tabelul 5.9 Tensiuni echivalente maxime pentru ancore poziționate ca în Figura 5.10 .....                                                 | 167 |
| Tabelul 5.10 Valorile reacțiunilor în reazeme pentru ancore poziționate ca în Figura 5.11 .....                                           | 167 |
| Tabelul 5.11 Valorile deplasărilor orizontale la vârful mastului, pe direcția șasiului, pentru ancore poziționate ca în Figura 5.11 ..... | 168 |
| Tabelul 5.12 Tensiuni echivalente maxime pentru ancore poziționate ca în Figura 5.11 .....                                                | 168 |

|                                                                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelul 6.1 Măsurători tensiometrice – deformații specifice M1...M10 .....                                                                 | 187 |
| Tabelul 6.2 Măsurători tensiometrice – deformații specifice M11...M18 .....                                                                | 188 |
| Tabelul 6.3 Valori ale tensiunilor (mărcile M1-M10) .....                                                                                  | 193 |
| Tabelul 6.4 Valori ale tensiunilor (mărcile M11-M18) .....                                                                                 | 194 |
| Tabelul 6. 5 Deformații specifice obținute în timpul aplicării dinamice a sarcinii.....                                                    | 199 |
| Tabelul 6. 6 Valorile tensiunilor obținute în urma aplicării dinamice a sarcinii .....                                                     | 202 |
| Tabelul 7.1 Valorile obținute din calculul analitic, numeric si determinările experimentale pentru forța de supraîncărcare de 560 kN ..... | 209 |
| Tabel 7.2 Influența montajilor față în comportarea statică și asupra sarcinii critice de flambaj.....                                      | 209 |
| Tabel 7.3 Influența montajilor spate în comportarea statică și asupra sarcinii critice de flambaj .....                                    | 209 |
| Tabel 7.4 Influența grosimii orizontalelor în comportarea statică și în sarcina critică de flambaj.....                                    | 210 |
| Tabel 7.5 Influența grosimii diagonalelor în comportarea statică și în sarcina critică de flambaj .....                                    | 210 |
| Tabelul 7.6 Valorile reacțiunilor în rezeme pentru încărcarea de 500 kN.....                                                               | 211 |
| Tabelul 7.7 Valorile maxime ale tensiunilor și deplasărilor maxime la geamblac pentru încărcarea de 500 kN .....                           | 211 |
| Tabelul 7.8 Tensiunile măsurate și cele rezultate din calculul numeric în punctele de măsură .....                                         | 212 |

## Listă de figuri

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 Tipuri de masturi fără ancoraje .....                                               | 20 |
| Figura 1.2 Mast cu ancoraje de tip „U” .....                                                   | 20 |
| Figura 1.4 Mast în poziție de lucru .....                                                      | 22 |
| Figura 1.5 Reducerea timpului neproductiv funcție de lungimea pasului .....                    | 23 |
| Figura 1.6 Lungimea optimă a pasului funcție de costuri .....                                  | 23 |
| Figura 1.7 Mast pentru ridicarea greutăților .....                                             | 24 |
| Figura 1.8 Mast pentru ridicarea greutăților, pentru puț de apă sau a găurilor de păcură ..... | 25 |
| Figura 1.9 Mast pentru forajul percutant .....                                                 | 25 |
| Figura 1.10 Mast în perioada de început în poziție de lucru.....                               | 26 |
| Figura 1.11 Mast în poziție de transport.....                                                  | 40 |
| Figura 1.12 Mast în poziție de punere în funcțiune .....                                       | 40 |
| Figura 1.13 Mast în poziție de lucru.....                                                      | 42 |
| Figura 1.14 Coroana geamblac și geamblacul .....                                               | 43 |
| Figura 1.15 Pod podar .....                                                                    | 44 |
| Figura 1.16 Sistem de rabatere Pod Podar .....                                                 | 45 |
| Figura 1.17 Sistem de ghidare CHM cu cabluri .....                                             | 46 |
| Figura 1.18 Sistem de ghidare și preluare moment TD.....                                       | 47 |
| Figura 1.19 Pod mobil de tubaj .....                                                           | 48 |
| Figura 1.20 Sistem de blocare-deblocare mast.....                                              | 49 |
| Figura 1.21 Sisteme de agățare mast.....                                                       | 50 |
| Figura 1.22 Sistemul de deblocare mast .....                                                   | 51 |
| Figura 1.23 Cilindru rabatere mast .....                                                       | 51 |
| Figura 1.24 Cilindru de telescopare .....                                                      | 52 |
| Figura 1.25 Sistem de strâns-slăbit .....                                                      | 53 |
| Figura 2.1 Instalatie în pozitie de rabatere .....                                             | 69 |
| Figura 2.3 Variația forței din ridicător funcție de unghiul de rabatere .....                  | 71 |
| Figura 2.4 Dimensiunile principale ale instalatiei UW48 .....                                  | 72 |

|                                                                                                          |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 2.5 Instalație UW 48 în poziție de lucru .....                                                    | 75  |
| Figura 2.6 Secțiunea transversală a mastului.....                                                        | 76  |
| Figura 2.7 Componenta structurii mastului .....                                                          | 77  |
| Figura 2.8 Schema simplificată a mastului .....                                                          | 77  |
| Figura 2.9 Schema generală de calcul a unui mast .....                                                   | 78  |
| Figura 2.10 Schema înfășurării cablului .....                                                            | 79  |
| Figura 2.11 Schema desfășurată a forțelor la geamblac .....                                              | 79  |
| Figura 2.12 Descompunerea forței de supraîncărcare.....                                                  | 81  |
| Figura 2.13 Descompunerea forței din capul mort .....                                                    | 81  |
| Figura 2.14 Descompunerea forței din capătul activ .....                                                 | 82  |
| Figura 2.15 Schema generală de calcul a unui mast după descompunerea forțelor .....                      | 83  |
| Figura 2.16 Forma de bază a sistemului.....                                                              | 84  |
| Figura 2.17 Diagramele produse din forța unitară $X_1=1$ .....                                           | 85  |
| Figura 2.18 Diagramele din forțele exterioare.....                                                       | 85  |
| Figura 2.19 Diagramele de eforturi .....                                                                 | 87  |
| Figura 2.20 Secțiunea transversală a mastului.....                                                       | 88  |
| Figura 2.17 Diagramele de eforturi .....                                                                 | 89  |
| Figura 2.18 Diagramele unitare pe direcțiile de deplasare .....                                          | 91  |
| Figura 2.19 Schița structurii mastului pentru verificările la stabilitate .....                          | 92  |
| Figura 2.20 Schema simplificată de calcul a stabilității .....                                           | 93  |
| Figura 2.21 Forma deformată la flambaj în planul XOZ .....                                               | 94  |
| Figura 2.22 Secțiune compusă din două elemente .....                                                     | 99  |
| Figura 2.23 Secțiunea compusă a mastului.....                                                            | 99  |
| Figura 2.24 Schema simplificată a mastului pentru calculul dinamic .....                                 | 104 |
| Figura 2.24 Variația forței la cârlig la smulgerea din pene.....                                         | 105 |
| Figura 3.1 Instalația UW 48 .....                                                                        | 107 |
| Figura 3.2 Instalația UW 48 în poziție de lucru .....                                                    | 108 |
| Figura 3.3 Forma U a secțiunii transversale a tronsonului rabatabil .....                                | 109 |
| Figura 3.4 Reprezentarea schematică a tronsonului fix.....                                               | 110 |
| Figura 3.5 Reprezentarea schematică a tronsonului rabatabil .....                                        | 111 |
| Figura 3.6 Reprezentarea schematică a coroanei geamblacului.....                                         | 112 |
| Figura 3.7 Reprezentarea schematică a întregii structuri a mastului.....                                 | 113 |
| Figura 3.8 a) Deplasările nodurilor $i$ și $j$ .....                                                     | 114 |
| Figura 3.8 b) Eforturile secționale în nodurile $i$ și $j$ .....                                         | 114 |
| Figura 3.10 Modelare (perspectivă) .....                                                                 | 115 |
| Figura 3.11 Modelare (vedere laterală) .....                                                             | 115 |
| Figura 3.12 Schema coroanei geamblac cu punctele în care s-au introdus forțele .....                     | 119 |
| Figura 3.13 Forma deformată a mastului din încărcarea de probă.....                                      | 120 |
| Figura 3.14 Harta de tensiuni corespunzătoare încărcării de probă .....                                  | 121 |
| Figura 3.15 Numerotarea elementelor de pe montantul MFD.....                                             | 121 |
| Figura 3.16 Zona de trecere de la forma prismatică la cea troncopiramidală a mastului.....               | 121 |
| Figura 3.17 Deformată și harta de tensiuni în elementele ce compun coroana geamblacului.....             | 122 |
| Figura 3.18 Harta de tensiuni din elementele tronsonului fix .....                                       | 123 |
| Figura 3.19 Harta de tensiuni din elementele tronsonului rabatabil .....                                 | 123 |
| Figura 3.20 Deformația din zona de trecere de la forma prismatică la cea troncopiramidală a mastului.... | 123 |
| Figura 3.21 Deformată globală a ansamblului mastului .....                                               | 125 |

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 3.22 Deformata ansamblului mastului în planul XOY .....                                                                              | 126 |
| Figura 3.23 Deformata mastului în planul XOZ .....                                                                                          | 126 |
| Figura 3.24 Tensiuni maxime în mast.....                                                                                                    | 127 |
| Figura 3.25 Deformata de flambaj pentru mastul analizat fără șasiu .....                                                                    | 130 |
| Figura 3.25 Deformata de flambaj pentru mastul analizat împreună cu sașiul .....                                                            | 131 |
| Figura 3.26. Modul propriu 1 de vibrație a ansamblului mastului.....                                                                        | 136 |
| Figura 3.27. Modul propriu 2 de vibrație a ansamblului mastului.....                                                                        | 136 |
| Figura 3.28. Modul propriu 3 de vibrație a ansamblului mastului.....                                                                        | 136 |
| Figura 3.29. Modul propriu 4 de vibrație a ansamblului mastului.....                                                                        | 136 |
| Figura 3.30. Modul propriu 5 de vibrație a ansamblului mastului.....                                                                        | 136 |
| Figura 4.1 Noduri și elemente cu tensiuni și deplasări maxime.....                                                                          | 139 |
| Figura 4.2 Variația tensiunii maxime în funcție de grosimea montanților față.....                                                           | 140 |
| Figura 4.3 Variația deplasărilor maxime din mast în funcție de grosimea montanților față .....                                              | 140 |
| Figura 4.4 Variația raportului dintre sarcina critică și forța verticală care solicită mastul în funcție de grosimea montanților față ..... | 141 |
| Figura 4.5 Pierderea de stabilitate locală, în tronsonul fix.....                                                                           | 142 |
| Figura 4.6 Variația tensiunii maxime din mast în funcție de grosimea montanților spate .....                                                | 143 |
| Figura 4.7 Variația deplasărilor maxime din mast în funcție de grosimea montanților spate .....                                             | 144 |
| Figura 4.8 Variația raportului dintre sarcina critică și forța verticală.....                                                               | 144 |
| care solicită mastul în funcție de grosimea montanților spate.....                                                                          | 144 |
| Figura 4.9 Variația tensiunii maxime din mast în funcție de grosimea orizontalelor.....                                                     | 146 |
| Fig. 4.10 Variația deplasărilor maxime din mast în funcție de grosimea orizontalelor.....                                                   | 146 |
| Figura 4.11 Variația raportului dintre sarcina critică și forța verticală.....                                                              | 147 |
| care solicită mastul în funcție de grosimea orizontalelor .....                                                                             | 147 |
| Figura 4.12 Variația tensiunii maxime din mast în funcție de grosimea diagonalelor spate .....                                              | 149 |
| Figura 4.13 Variația deplasărilor maxime din mast în funcție de grosimea diagonalelor spate .....                                           | 149 |
| Figura 4.14 Variația raportului dintre sarcina critică și forța verticală.....                                                              | 150 |
| care solicită mastul în funcție de grosimea diagonalelor spate .....                                                                        | 150 |
| Figura 4.15 Variația primelor frecvențe proprii ale mastului în funcție de grosimea montanților față.....                                   | 152 |
| Figura 4.16 Variația primelor frecvențe proprii ale mastului în funcție de grosimea montanților spate .....                                 | 152 |
| Figura 4.17 Variația primelor frecvențe proprii ale mastului în funcție de grosimea orizontalelor.....                                      | 153 |
| Figura 4.18 Variația primelor frecvențe proprii ale mastului în funcție de grosimea diagonalelor spate .....                                | 153 |
| Figura 5.1 Schema simplificată a încărcărilor mastului/instalației. Ancore în poziție inițială .....                                        | 156 |
| Figura 5.2 Schema simplificată a încărcărilor mastului/instalației. Ancore cu deplasare 810 mm .....                                        | 157 |
| Figura 5.3 Schema simplificată a încărcărilor mastului/instalației. Ancore cu deplasare 1340 mm.....                                        | 158 |
| Figura 5.4. Schema simplificată a încărcărilor mastului/instalației. Ancore cu deplasare 1985 mm .....                                      | 159 |
| Figura 5.5 Schema reacțiunilor din reazeme.....                                                                                             | 160 |
| Figura 5.6 Schema deplasărilor la geamblac.....                                                                                             | 160 |
| Figura 5.7 Schema tensiunilor maxime la mast .....                                                                                          | 161 |
| Figura 5.8 Modelul simplificat al încărcărilor mastului. Ancore în poziție inițială .....                                                   | 162 |
| Figura 5.9 Modelul simplificat al încărcărilor mastului. Ancore cu deplasare 810 mm .....                                                   | 162 |
| Figura 5.10 Modelul simplificat al încărcărilor mastului. Ancore cu deplasare 1340 mm .....                                                 | 162 |
| Figura 5.11 Modelul simplificat al încărcărilor mastului. Ancore cu deplasare 1985 mm .....                                                 | 162 |
| Figura 5.12 Nodurile corespunzătoare reazemelor .....                                                                                       | 163 |
| Figura 5.13 Nodurile corespunzătoare geamblacului .....                                                                                     | 163 |

|                                                                                                                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 5.14 Variația reacțiunilor din reazemele spate (dinspre gaura de sondă) în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate în poziția inițială .....                     | 169 |
| Figura 5.15 Variația reacțiunilor din reazemele intermediare, în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate în poziția inițială .....                                      | 169 |
| Figura 5.16 Variația reacțiunilor din reazemele față (de lângă cabina camionului), în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate în poziția inițială .....                 | 170 |
| Figura 5.17 Variația reacțiunilor din reazemele spate (dinspre gaura de sondă) în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate cu 810 mm față de poziția inițială .....      | 170 |
| Figura 5.18 Variația reacțiunilor din reazemele intermediare, în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 810 mm față de poziția inițială.....                        | 171 |
| Figura 5.19 Variația reacțiunilor din reazemele față (de lângă cabina camionului), în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 810 mm față de poziția inițială.....   | 171 |
| Figura 5.20 Variația reacțiunilor din reazemele spate (dinspre gaura de sondă) în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1340 mm față de poziția inițială .....     | 172 |
| Figura 5.21 Variația reacțiunilor din reazemele intermediare, în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1340 mm față de poziția inițială.....                       | 172 |
| Figura 5.22 Variația reacțiunilor din reazemele față (de lângă cabina camionului), în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1340 mm față de poziția inițială ..... | 173 |
| Figura 5.23 Variația reacțiunilor din reazemele spate (dinspre gaura de sondă) în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1985 mm față de poziția inițială .....     | 173 |
| Figura 5.24 Variația reacțiunilor din reazemele intermediare, în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1985 mm față de poziția inițială.....                       | 174 |
| Figura 5.25 Variația reacțiunilor din reazemele față (de lângă cabina camionului), în funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1985 mm față de poziția inițială ..... | 174 |
| Figura 5.26 Variația reacțiunilor din reazemele spate în funcție de poziția ancorelor, pentru forța maximă de 500 kN .....                                                          | 175 |
| Figura 5.27 Variația reacțiunilor din reazemele intermediare, în funcție de poziția ancorelor, pentru forța maximă de 500 kN .....                                                  | 175 |
| Figura 5.28 Variația reacțiunilor din reazemele față, în funcție de poziția ancorelor, pentru forța maximă de 500 kN .....                                                          | 176 |
| Figura 5.29 Variația deplasărilor orizontale de la vârful mastului, funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate în poziția inițială .....                                   | 176 |
| Figura 5.30 Variația deplasărilor orizontale de la vârful mastului, funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 810 mm față de poziția inițială.....                     | 177 |
| Figura 5.31 Variația deplasărilor orizontale de la vârful mastului, funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1340 mm față de poziția inițială.....                    | 177 |
| Figura 5.32 Variația deplasărilor orizontale de la vârful mastului, funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1985 mm față de poziția inițială.....                    | 178 |
| Figura 5.33 Variația deplasărilor orizontale maxime de la vârful mastului, în funcție de pozițiile ancorelor, pentru forța maximă de 500 kN .....                                   | 178 |
| Figura 5.34 Variația tensiunilor maxime (de la baza mastului), funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate în poziție inițială .....                                        | 179 |
| Figura 5.35 Variația tensiunilor maxime (de la baza mastului), funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 810 mm față de poziția inițială.....                          | 179 |
| Figura 5.36 Variația tensiunilor maxime (de la baza mastului), funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1340 mm față de poziția inițială.....                         | 180 |

|                                                                                                                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 5.37 Tensiunile maxime (de la baza mastului), funcție de forța de ridicare, pentru ancore situate la 1985 mm față de poziția inițială .....                                                      | 180 |
| Figura 5.38 Variația tensiunilor maxime de la baza mastului, în funcție de pozițiile ancorelor, pentru forța maximă de 500 kN .....                                                                     | 181 |
| Figura 6.1 Instalația transportabilă UW 48, cu mastul poziționat în vederea efectuării măsurărilor de tensometrie.....                                                                                  | 183 |
| Figura 6.2 Poziționarea mărcilor tensiometrice pe mast .....                                                                                                                                            | 185 |
| Figura 6.3 Sistemele de achiziții utilizate în timpul măsurărilor tensometrice.....                                                                                                                     | 185 |
| Figura 6.4 Dependența sarcinii de probă în funcție de timp.....                                                                                                                                         | 186 |
| Figura 6.5 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M1,M2).....                                                                                                                     | 189 |
| Figura 6.6 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M3,M4).....                                                                                                                     | 189 |
| Figura 6.7 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M5,M6).....                                                                                                                     | 190 |
| Figura 6.8 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M7,M8).....                                                                                                                     | 190 |
| Figura 6.9 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M9,M10).....                                                                                                                    | 190 |
| Figura 6.10 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M11,M12).....                                                                                                                  | 191 |
| Figura 6.11 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M13,M14).....                                                                                                                  | 191 |
| Figura 6.12 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M15,M16).....                                                                                                                  | 191 |
| Figura 6.13 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M17,M18).....                                                                                                                  | 192 |
| Figura 6.14 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M1, M2).....                                                                                                                               | 195 |
| Figura 6.15 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M3, M4).....                                                                                                                               | 195 |
| Figura 6.16 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M5, M6).....                                                                                                                               | 196 |
| Figura 6.17 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M7, M8).....                                                                                                                               | 196 |
| Figura 6.18 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M9, M10).....                                                                                                                              | 197 |
| Figura 6.19 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M11, M12).....                                                                                                                             | 197 |
| Figura 6.20 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M13, M14).....                                                                                                                             | 197 |
| Figura 6.21 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M15, M16).....                                                                                                                             | 198 |
| Figura 6.22 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M17, M18).....                                                                                                                             | 198 |
| Figura 6.23 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M1,M2, M7,M8 situate la baza montanților față) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 70 kN .....                        | 200 |
| Figura 6.24 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M13,M14, M15,M16 situate la partea superioară a montanților spate) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 70 kN.....     | 200 |
| Figura 6.25 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M1,M2, M7, M8 situate la baza montanților față) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 140 kN .....                      | 201 |
| Figura 6.26 Variația deformațiilor specifice în funcție de timp (mărcile M13,M14, M15, M16, situate la partea superioară a montanților spate) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 140 kN ..... | 201 |
| Figura 6.27 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M1,M2, M7, M8 situate la baza montanților față) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 70 kN.....                                    | 202 |
| Figura 6.28 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M13,M14, M15, M16, situate la partea superioară a montanților spate) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 70 kN.....               | 203 |
| Figura 6.29 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M1,M2, M7, M8 situate la baza montanților față) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 140 kN.....                                   | 203 |
| Figura 6.30 Variația tensiunilor în funcție de timp (mărcile M13,M14, M15, M16, situate la partea superioară a montanților spate) în timpul ridicării bruște a unei sarcini de 140 kN.....              | 204 |

---

## REZUMAT

Țara noastră dispune de zăcămintele de hidrocarburi și de peste 175 ani exploatează și pune în valoare aceste resurse, iar de aproape 75 de ani în România s-au dezvoltat întreprinderi care construiesc echipamentele și utilajele necesare exploatarei.

În acest moment, pe plan mondial se constată o recesiune a activității de foraj prin scăderea numărului de sonde forate și o anumită stagnare a producerii de petrol, în contextul politicilor de reducere a emisiilor de CO<sub>2</sub>, care implică reducerea consumului de combustibili fosili.

Prioritățile actuale ale industriei petroliere se referă la: fiabilitatea, siguranța, eficiența, optimizarea și automatizarea activității de foraj și extracție, precum și protecția mediului ambiant.

Pentru construirea unei sonde în scopul exploatarei petrolului și a gazelor, lucrările respective se desfășoară în cadrul a două domenii: foraj și extracție. În cadrul fiecărei sfere de activitate, dezvoltarea și perfecționarea se referă la, [1]:

1. Tehnologia aplicată (pentru realizarea forajului sau extracției);
2. Construcția de instalații, utilaje și echipamente;
3. Organizarea și conducerea managementului activității;
4. Protecția mediului și creșterea gradului de siguranță.

Preocupările și cercetările din ultima vreme, pe plan național și mondial, au în vedere următoarele direcții, [2]:

1. Modularizarea instalațiilor de foraj-intervenție;
2. Creșterea gradului de transportabilitate al instalațiilor de foraj-intervenție;
3. Perfecționarea construcției sabelor și diversificarea sculelor;
4. Optimizarea regimurilor de lucru ale sabelor cu role și ale sabelor compacte cu diamante policristaline;
5. Perfecționarea mijloacelor mecanizate și introducerea celor automatizate;
6. Automatizarea completă a instalației de foraj;
7. Utilizarea acționării garniturii de foraj de la partea superioară cu complex mecanizat (TOP DRIVE);
8. Forajul cu tub flexibil și motor de adâncime etc.

Succesul operației de foraj sau intervenție este dat de parametrii și caracteristicile instalației de foraj. Pentru instalațiile de foraj sau intervenție clasice, s-au adoptat pe plan mondial două mărimi fizice principale, [1]:

- Sarcina de lucru la cârlig;
- Puterea instalată și o caracteristică principală precum tipul acționării, care desemnează tipul grupului de acționare al agregatelor de lucru principale.

Cu ajutorul parametrilor principali și al caracteristicii principale, se nominalizează și se standardizează instalațiile de foraj, de exemplu:

- SEAM 1000, unde 1000 reprezintă puterea instalată 1000 CP, [3];
- ZJ40/2250, unde 2250 reprezintă sarcina maximă la cârlig 2250 kN, [4];

---

-TD 125 CA A6, unde 125 reprezintă sarcina maximă la cârlig 125 tf, [5];

-F320, unde 320 reprezintă sarcina maximă la cârlig, 320 tf, [6].

Problema proiectării, a alegerii și a utilizării unei instalații de foraj, se reduce la posibilitățile pe care instalația le va avea de a construi o sondă, conform unui program de tubare. Ca urmare, este necesar să se coreleze parametrii instalației de foraj sau intervenție și ai utilajelor componente, precum și unele caracteristici ale acesteia, cu datele de construcție ale sondei ce urmează să fie forată, sau asupra căreia se va interveni pentru operații de reparație, [1].

Parametrul esențial în caracterizarea unei instalații de foraj este sarcina la cârlig. În funcție de operația principală, când apare și de modul de aplicare a acesteia, sarcina cea mai mare din timpul operației respective poate fi, [1]:

- Sarcina normală utilă la cârlig, dată de cea mai grea coloană de burlane, în condiții statice;

- Sarcina maximă utilă la cârlig, dată de cea mai grea coloană de prăjini, în condiții dinamice.

Măsura tipizată a sarcinii maxime de lucru determină alegerea tipizată a instalației de foraj, împreună cu toate echipamentele corespunzătoare, recomandate în standarde.

În ultima perioadă de timp, se observă o diversificare a măsurilor tipizate, datorită neconcordanțelor de normative din diferite țări, astfel se întâlnesc în producția curentă instalații [3, 4, 5, 6] de 28 tf, 30 tf, 32 tf, 40 tf, 48 tf, 50 tf, 60 tf, 65 tf, 70 tf, 80 tf, 90 tf, 100 tf, 125 tf, 150 tf, 160 tf, 180 tf, 200 tf, 225 tf, 250 tf, 320 tf, 350 tf, 400 tf, 450 tf, 500 tf, 650 tf, 720 tf, 950 tf.

Unul dintre echipamentele care este determinat direct de sarcina maximă este mastul, elementul principal al echipamentului de manevră (cablu, geamblac, ansamblu macara-cârlig, troliul de foraj, mastul sau turla).

În 1825, L. Disbrow a patentat primul mast cu 4 picioare ce putea fi demontat, realizat din grinzi din lemn, [7]. Putem spune că masturile realizate din oțel au la bază brevetul obținut în 1908, de către Lee C. Moore. Tot Lee C. Moore, în 1937, a realizat mastul de foraj ce putea fi ridicat în consolă ca o singură piesă, [8]. Masturile transportabile au fost introduse de George E. Failing în 1960, când a realizat montajul mastului pe un camion Ford, [7]. În 1960, Smith Richard a depus cererea de brevet pentru un mast transportabil, ușor de asamblat și dezamblat, adaptabil pe teren denivelat, pentru care a primit brevetul în 1965, [9].

Universitatea Petrol-Gaze din Ploiești are o experiență deosebită în studierea funcționării masturilor. Putem menționa tezele de doctorat conduse de domnul Prof.Dr.Ing. Posea Nicolae „Contribuții privind stabilitatea dinamică a masturilor” având autor pe Gheorghe Gherghe în 2006, [10] și „Soluții CAD/CAE privind rezistența și dinamica structurilor din bare, cu aplicație la masturile în formă de U cu cap hidraulic motor” realizată în 1997 de Ionuț Lambrescu, [11], cât și de Prof.Dr.Ing. Alexandru Anghel „Cercetări privind dinamica instalațiilor de foraj montate pe vehicule auto portante și modalități de apreciere a durabilității prin mecanica ruperii” realizată în 2003, de Constantin Cătuneanu, [12].

Diversitatea tipurilor de masturi transportabile produse de producători consacrați pe plan mondial, cât și necesitatea de a răspunde cerințelor utilizatorilor impun continuarea cercetării acestora. Considerăm că tema tezei de doctorat „Cercetări privind optimizarea construcției masturilor transportabile” răspunde acestor cerințe. Cercetările prezentate, de către autor în lucrare, au caracter de noutate, neidentificându-se lucrări similare pe plan național sau internațional.

---

Obiectivul principal al tezei de doctorat a fost optimizarea construcției masturilor transportabile, obiectiv ce considerăm că a fost atins prin realizarea următoarelor obiective secundare:

- Stabilirea unui coeficient de supraîncărcare, cu o valoare cât mai redusă, deoarece acesta se recomandă a se situa între 1,15-1,5. Evident, dacă prin proiectare alegem un coeficient de supraîncărcare mare, va rezulta o supradimensionare a structurii. Pentru optimizarea acesteia, dar cu păstrarea gradului de siguranță în exploatare, trebuie ales un coeficient de supraîncărcare cât mai redus. Acest obiectiv secundar, considerăm că a fost atins prin adoptarea unui coeficient de supraîncărcare de **1,1667**, iar structura mastului modern tip UW48 a fost verificată prin calculele analitice realizate în **cap.2** și mai ales prin calculul numeric din **cap.3**, cu stricta respectare a cerințelor din API 4F;

- Stabilirea formei optime a diagonalelor și orizontalelor și anume bară rotundă, obiectiv atins prin stabilirea rezistenței minime la vânt, dar cu menținerea rezistenței structurale, obiectiv considerăm atins prin calculele realizate în **subcap.3.3**, și prezentate în **Tabelul 3.4**;

- Optimizarea grosimii de perete a montanților față (M1, M4), obiectiv ce considerăm că a fost atins prin analiza efectuată în **subcap.4.1 și 4.5**, prin care s-a stabilit că pentru mastul UW48 grosimea optimă a montanților față este de 6 mm;

- Optimizarea grosimii de perete a montanților spate (M2, M3) , obiectiv ce considerăm că a fost atins prin analiza efectuată în **subcap.4.2 și 4.5**, prin care s-a stabilit că pentru mastul UW48 grosimea optimă a montanților spate este de 6 mm;

- Stabilirea grosimii de perete optime a orizontalelor, obiectiv atins prin obținerea grosimii de perete de 6 mm, prin calculele și verificările realizate în **subcap.4.3 și 4.5**;

- Stabilirea grosimii de perete optimă a diagonalelor cu valoarea de 4 mm, obiectiv atins prin analiza efectuată în **subcap.4.4 și 4.5**;

- Optimizarea ancorării mastului pe sașiu, cu obținerea modului de poziționare a ancorelor în funcție de modul de utilizare a mastului, obiectiv, considerăm atins prin analiza efectuată în **subcapitolul 5.2.2**.

Lucrarea se extinde pe 8 capitole, conținând *Introducere* și *Bibliografie* precum și *Anexe*.

În **Capitolul 1 „Stadiul actual privind proiectarea și construcția masturilor transportabile”** se realizează o sinteză a tipurilor de masturi, utilizându-se diverse criterii de clasificare. S-au scos în evidență factorii funcționali, constructivi, cât și dimensiunile elementelor componente de care trebuie să se țină seama la proiectare, respectiv alegerea masturilor.

Pentru respectarea prescripțiilor de proiectare, de execuție și de funcționare ale masturilor transportabile și pentru a se asigura cerințele de calitate și execuție s-au realizat pe baza experienței autorului o sinteză de prescripții tehnice impuse masturilor transportabile, prezentate pe fiecare component al mastului. Această sinteză de prescripții tehnice se constituie într-un material deosebit de util specialiștilor din domeniu. S-au realizat și o serie de recomandări practice, privind întreținerea și exploatarea masturilor, acestea constituind un ghid util de lucru.

**Capitolul 2** denumit **„Calculul analitic al unui mast transportabil cu sarcina la cârlig de 480 kN”** aplică teoriile de calcul pe o structură predefinită a mastului modern UW48 ce face parte integrantă dintr-o instalație de intervenție de tip transportabil. Calculul a constatat în prezentarea tipurilor de încărcări și grupărilor de încărcări care acționează asupra mastului, conform standardului care reglementează construcția masturilor transportabile moderne, API 4F. În acest capitol este prezentată o modalitate de calcul a masturilor transportabile, folosind principiile generale din

rezistența materialelor. Aplicând teoria din rezistența materialelor se verifică structura mastului la condițiile de rezistență, rezultând coeficienți de siguranță acoperitori pentru funcționarea mastului,  $c_{ef.} = 2,1$  (pentru structura mastului),  $c_{anc.} = 7,35$  (pentru ancore). A fost verificată stabilitatea generală și locală a mastului rezultând coeficienții de siguranță  $c_{f.y} = 7,17$  și  $c_{f.z} = 20,42$ . În urma calculelor s-a evidențiat că diagonalele și grinzele sunt foarte puțin solicitate și pot fi un capitol important în cadrul optimizării dimensionale a structurii metalice. Capitolul se încheie cu determinarea frecvenței pulsației proprii de oscilație liberă neamortizată  $p = 0,38$  Hz.

În **Capitolul 3** al tezei, cu titlul „*Analiza statică a mastului transportabil cu sarcina la cârlig de 480 kN*” se realizează analiza constructiv-funcțională a mastului și alcătuirea modelului de lucru în vederea efectuării calculului de rezistență, pentru mastul tip UW 48, atât în COSMOSM [13], cât și în ANSYS [14]. Modelele de calcul conțin și detalii ale subansamblelor ce intră în componența mastului, analiza comportării statice a mastului, la sarcină de probă. S-a pus în evidență că zonele cele mai solicitate ale mastului se găsesc în partea de jos, în zona de îmbinare a mastului cu tronsonul fix (conform calculului prin COSMOSM, **219 MPa**), în partea de mijloc a mastului în zona grinzii spate, care se afla la baza înclinării mastului (conform COSMOSM, **196 MPa**) și în partea superioară a mastului în zona de sub geamblac a montanților spate (conform calcul COSMOSM, **150 MPa**). Analiza comportării la stabilitatea generală a determinat coeficienții de siguranță la flambaj, în situația analizei mastului singular ( $c_{sing} = 3,71$ ) dar și în varianta mastului inclus în șasiul autocamionului ( $c_{mast-șasiu} = 17,51$ ). Analiza stabilității locale a scos în evidență factorul  $k \leq 1$ , conform **Tabelor 3.4 și 3.5**, care demonstrează că structura aleasă nu prezintă pericol de pierdere a stabilității locale mai mare decât cel de stabilitate globală. Analiza comportării dinamice a pus în evidență primele 10 pulsații proprii (**Tabel 3.6**), frecvența pulsației fundamentale fiind de **3,72** Hz.

„*Optimizarea dimensională a mastului transportabil cu sarcină la cârlig de 480 kN*”, se constituie în **capitolul 4**, în care s-a analizat influența pe care dimensiunile elementelor structurale o induc în comportarea de ansamblu a mastului. S-au efectuat determinări ale tensiunilor maxime, ale deplasărilor la geamblac și a deformatelor de flambaj, pentru optimizarea dimensiunilor și obținerea celor optime pentru elementele structurale ale mastului și anume montanții față, montanții spate, grinzi și diagonale. Rezultatele sunt prezentate în **Anexa 4** și de asemeni sub forma grafică, în cuprinsul capitolului. Montanții față conduc la un optim (un minim) al tensiunii echivalente maxime, pentru o grosime de **6 mm**, fiind realizate analize ale grosimilor de perete cuprinse între 4 și 8 mm. Din acest motiv se recomandă, pentru fiecare mast transportabil, verificarea unor grosimi apropiate (una mai mare și alta mai mică), față de cea propusă inițial, în calculul de proiectare. De asemenea se remarcă faptul că, mărirea grosimii montanților față conduce la scăderi ale deplasărilor maxime (dar creșteri ale greutateii totale) de la vârful structurii, dar micșorează ușor și sarcina critică de flambaj. Din aceste motive se recomandă alegerea optimului care produce un minim al tensiunii echivalente maxime. Grosimile montanților spate produc (odată cu creșterea grosimii lor) scăderi ale tensiunii echivalente maxime și ale deplasărilor maxime de la vârful structurii și creșteri ale sarcinii critice de flambaj. Se constată totuși o inflexiune pentru o valoare a grosimii acestora egală cu cea a montanților față (în cazul de față **6 mm**). Din aceste motive **se recomandă ca montanții față să aibă aceeași grosime cu montanții spate**, deoarece scăderea ușoară a valorii tensiunii echivalente maxime este însoțită și de o „mutare” a maximului, de la partea inferioară a mastului (din zona de îmbinare cu tronsonul fix), la partea superioară (în zona de îmbinare cu coroana geamblac). Variația grosimii orizontalelor are un

**palier pentru care tensiunea echivalentă este minimă. Se recomandă ca grosimea acestora să nu depășească valoarea maximă a acestui palier (în cazul de față 6 mm),** deoarece orice creștere a grosimii, peste această valoare, ar produce un consum inutil de materiale. Deplasările maxime de la vârful structurii scad foarte ușor (cu 0,5%), iar sarcina critică de flambaj rămâne practic constantă. Creșterea grosimii diagonalelor spate produce o creștere a tensiunii echivalente, o variație cu maxime și minime pentru deplasarea maximă de la vârful structurii, iar sarcina critică de flambaj rămâne constantă. Analizând creșterile evidențiate (vezi **Figurile 4.12-4.14**) se poate sugera alegerea celei mai mici grosimi pentru aceste diagonale, astfel realizând-se economii de material și micșorări ale greutateii mastului, deși valoarea optimă este 3 mm din motive tehnologice recomandăm o valoare de **4 mm**. Variația grosimii elementelor structurale, nu modifică substanțial valorile primelor trei frecvențe proprii – (vezi **Figurile 4.15-4.18**). Se poate totuși remarca, o tendință de ușoară creștere a primei pulsații proprii, odată cu creșterea grosimii montanților spate și o ușoară tendință de scădere a celei de-a doua pulsații proprii, odată cu creșterea grosimii diagonalelor spate, diferența valorilor primelor trei frecvențe fiind mică, grosimea optimă a montanților se va stabili din condițiile statice sau de stabilitate prezentate.

În **Capitolul 5**, intitulat **„Optimizarea ancorării mastului pe șasiu”**, se analizează influența poziționării ancorelor la șasiu. În general, instalațiile de foraj/intervenție pe care sunt montate masturile transportabile ancorate, sunt așezate pe mai multe cricuri hidraulice, acestea reprezentând „reazeme simple”, care sunt menținute pe sol datorită greutateii echipamentelor, cum este cazul reazemelor din față instalațiilor, sau datorită sarcinii la cârlig în cazul reazemelor de sub mast. Ancorele de rezistență ale mastului sunt montate întotdeauna la șasiul instalației în zona reazemelor față. În cazul în care, eforturile din ancore depășesc greutatea echipamentului care ține reazemul simplu pe sol, apare tendința de ridicare a instalației de pe sol, cu implicații grave asupra stabilității instalației. Acest capitol analizează influența așezării ancorelor pe șasiul instalației. Pentru forțe de ridicare mai mari de 400 kN, există o tendință de ridicare a camionului de pe reazemele față, deoarece una dintre reacțiuni (vezi **Figura 5.16** devine negativă, ceea ce înseamnă că șasiul nu mai apasă pe acest reazem. Tendința de ridicare poate fi anulată, prin montarea unei greutăți suplimentare (un lest de maximum 10 kN) în față camionului. Curbele reprezentate în **Figurile 5.17, 5.18, 5.19** (ancore situate la 810 mm) conduc la concluzii similare cu cele precedente (tendința de ridicare a camionului), singura diferență constând în faptul ca, tendința de ridicare de pe reazemele față începe să apară la valori mai mari ale forței de tracțiune, adică peste 470 kN. Graficele din **Figurile 5.20, 5.21 și 5.22** (ancore situate la 1340 mm) evidențiază faptul că, la o forță de tracțiune de aproximativ 400 kN, există o tendință de ridicare simultană de pe reazemele intermediare și față, sugerând astfel, că aceasta poziție de ancorare ar trebui evitată. Graficele din **Figurile 5.23, 5.24, 5.25**, (ancore situate la 1985 mm) sugerează că singura tendință de ridicare apare pe reazemele intermediare, pentru forțe de ridicare mai mari de 400 kN. Această tendință de ridicare este mai puțin periculoasă, deoarece structura rămâne sprijinită, atât pe reazemele din față, cât și pe cele din spate. Funcțiile reprezentate în **Figurile 5.26, 5.27, 5.28**, evidențiază faptul că, pe măsură ce se modifică poziția de ancorare (pentru sarcina maximă de lucru de 500 kN), reazemele spate se încarcă tot mai mult, iar cele intermediare încep să prezinte o tendință de ridicare, pentru ancore mai apropiate de mast, decât cele prezentate în **Figura 5.10** (poziția 1340 mm). Modul de variație a deplasărilor, arătate în **Figurile 5.29-5.32**, demonstrează faptul că, pe măsură ce poziția de ancorare se apropie de mast (de gura sondei), deplasările orizontale maxime de la vârful mastului cresc cu aproximativ 71% (de la 35 mm la 60 mm). Variația tensiunilor maxime, în funcție de forța de ridicare și de poziția ancorelor, prezentate în **Figurile 5.34-5.38**, demonstrează faptul că, pe măsură ce poziția de ancorare se apropie de mast, tensiunile maxime cresc, apropiindu-se de limita admisibilă a materialului. Ultimele două aspecte evidențiate (creșterea

---

deplasărilor de la vârful mastului și a tensiunilor maxime de la baza mastului, funcție de modificarea poziției de ancorare) demonstrează că, cea mai bună poziție de ancorare o reprezintă cea cu ancorele poziționate ca în **Figura 5.8** (cu ancorele cât mai apropiate de reazemele față). Singurul dezavantaj al acestei poziții de ancorare, îl reprezintă tendința de ridicare de pe reazemele față, pentru forțe de tracțiune mai mari de 400 kN, dar acest dezavantaj poate fi ușor anihilat prin montarea unui lest de 10 kN, în fața camionului. Această poziție de ancorare prezintă și două avantaje foarte importante și anume: asigurarea unui minim al tensiunilor maxime din mast și a unor deplasări minime la vârful mastului. Din modul de lucru al masturilor transportabile, pentru forarea de sonde sau pentru reparații la sonde, analiza efectuată asupra tensiunilor echivalente maxime și a deplasărilor la geamblac, ne dă posibilitatea să formulăm care sunt modurile optime de ancorare:

- Pentru foraj sonde, este indicat să avem ancorele cât mai apropiate de reazemele față, (poziția inițială a ancorelor **Figura 5.8**) deoarece tensiunile și deplasările din mast sunt mai mici. Disconfortul produs de încărcarea cu un lest suplimentar în partea din față a camionului, este contrabalansat de o siguranță mai mare în funcționare și de o deformare mai mică a mastului, atât la proba de supraîncărcare, cât și în condiții normale de operare;
- Pentru reparații sonde, este indicată poziția ancorelor ca în **Figura 5.11** deoarece instalațiile sunt mai mici, mai operative au număr mic de accesorii care se transportă cu instalația, deplasările mai mari la geamblac nu influențează major procesul de producție iar majorarea tensiunilor din structura mastului nu au creșteri atât de mari încât să devină periculoase.

**Capitolul 6**, cu denumirea „*Determinări experimentale efectuate pe mastul tip UW 48*”, pune în valoare partea de determinări experimentale și anume procesul de măsurare tensiometrică a mastului în timpul unei probe de verificare, cu o forță de supraîncărcare de 560 kN. Măsurătorile tensiometrice au fost realizate în timpul probei de supraîncărcare și au fost repartizate pe trei etape semnificative:

- etapa de ridicare a mastului din poziția orizontală, în poziția de lucru;
- etapa probei de supraîncărcare;
- etapa de coborâre a mastului în poziția orizontală.

După achiziționarea datelor de la toate punctele de măsură, s-au calculat (pe baza legii generalizate a lui Hooke), tensiunile corespunzătoare aceluiași direcții axiale ale barelor. Determinările experimentale au evidențiat zonele cu tensiuni maxime, în conformitate cu calculele numerice și anume în partea de jos a mastului, în zona de îmbinare a mastului cu tronsonul fix (**199,75 MPa**), în partea de mijloc a mastului în zona grinzii spate care se afla la baza înclinării mastului (**70 MPa**) și în partea superioară a mastului în zona de sub geamblac a montanților spate (**196 MPa**). Determinările dinamice s-au efectuat pentru două ridicări bruște ale unei greutăți la cârlig de 70 kN, respectiv de 140 kN. Rezultatele au confirmat că valoarea coeficientului dinamic se păstrează sub **1,33**.

În **Capitolul 7**, intitulat „*Analiza comparativă a rezultatelor obținute în urma calculului analitic și a calculului numeric cu valorile obținute prin determinările experimentale*”, se realizează comparația între rezultatele obținute, atât pe cale teoretică, dar și practică.

În **Capitolul 8**, „*Concluzii finale. Contribuții personale. Direcții viitoare de cercetare*”, se prezintă concluziile finale, contribuțiile personale și direcțiile viitoare de cercetare a masturilor transportabile.

Cercetările, efectuate pe durata elaborării tezei, au fost diseminate prin publicarea a 5 articole, dintre care două în reviste indexate Scopus, două în reviste indexate BDI după ce au fost prezentate

---

la o conferință internațională, iar unul a fost publicat în revista ASEM a conferinței internaționale “The 2021 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM21) , Seoul, Korea, August 23-26, 2021”.

## ***ABSTRACT***

Our country has hydrocarbon deposits and has been exploiting and utilizing these resources for over 175 years. For nearly 75 years, companies in Romania have been developing the equipment and machinery necessary for this exploitation.

Currently, there is a global recession in drilling activities due to a decrease in the number of wells drilled and a certain stagnation in oil production, influenced by CO<sub>2</sub> emission reduction policies that imply reduced fossil fuel consumption.

The current priorities of the oil industry focus on reliability, safety, efficiency, optimization, and automation of drilling and extraction activities, as well as environmental protection.

For constructing a well to exploit oil and gas, the respective works are carried out in two main areas: drilling and extraction. In each sphere of activity, development and improvement refer to[1]:

1. Applied technology (for drilling or extraction);
2. Construction of installations, machinery, and equipment;
3. Organization and management of activities;
4. Environmental protection and increasing safety levels.

Recent national and international concerns and research have focused on the following directions [2]:

1. Modularization of drilling-intervention installations;
2. Increasing the transportability of drilling-intervention installations;
3. Improving the construction of drill bits and diversifying tools;
4. Optimizing the working regimes of roller bits and compact bits with polycrystalline diamonds;
5. Improving mechanized means and introducing automated ones;
6. Complete automation of the drilling installation;
7. Using top drive systems for drill string actuation (TOP DRIVE);
8. Drilling with flexible tubing and downhole motors, etc.

The success of drilling or intervention operations is determined by the parameters and characteristics of the drilling installation. For classic drilling or intervention installations, two main physical characteristics have been adopted worldwide[1]:

- Hook load capacity;
- Installed power and a main characteristic such as the type of drive, which designates the type of driving group of the main working aggregates.

Using the main parameters and the main characteristic, drilling installations are named and standardized, for example:

SEAM 1000, where 1000 represents the installed power of 1000 HP[3]:

ZJ40/2250, where 2250 represents the maximum hook load of 2250 kN[4]:

TD 125 CA A6, where 125 represents the maximum hook load of 125 tons force[5]:

---

F320, where 320 represents the maximum hook load of 320 tons force[6].

The problem of designing, choosing and using a drilling installation, comes to the capabilities the installation will have to construct a well according to a casing program. Therefore, it is necessary to correlate the parameters of the drilling or intervention installation and its component machinery, as well as some of its characteristics, with the construction data of the well to be drilled or the well on which intervention for repair operations will take place. [1].

The essential parameter in characterizing a drilling installation is the hook load. Depending on the main operation, its timing, and the way it is applied, the greatest load during that operation can be: [1]:

- The normal useful hook load, given by the heaviest string of pipes, in static conditions;
- The maximum useful hook load, given by the heaviest drill string, in dynamic conditions.

The standardized measure of the maximum working load determines the standardized selection of the drilling installation, along with all the corresponding equipment recommended in the standards.

Recently, there has been a diversification of standardized measures due to discrepancies in regulations from different countries, thus we encounter installations in current production [3, 4, 5, 6] of 28 tf, 30 tf, 32 tf, 40 tf, 48 tf, 50 tf, 60 tf, 65 tf, 70 tf, 80 tf, 100 tf, 125 tf, 150 tf, 160 tf, 180 tf, 200 tf, 225 tf, 250 tf, 320 tf, 350 tf, 400 tf, 450 tf, 500 tf, 650 tf, 720 tf, 950 tf.

One of the pieces of equipment directly determined by the maximum load is the mast, the main element of the handling equipment (cable, swivel, crane-hook assembly, drilling winch, mast or derrick).

In 1825, L. Disbrow patented the first four-legged mast that could be dismantled, made from wooden beams,[7]. We can say steel masts are based on the patent obtained in 1908 by Lee C. Moore. Lee C. Moore also created the cantilever mast in 1937, which could be raised as a single piece [8]. Transportable masts were introduced by George E. Failing in 1960, when he mounted a mast on a Ford truck [7]. In 1960, Smith Richard filed a patent for a transportable mast, easy to assemble and disassemble, adaptable to uneven terrain, for which he received a patent in 1965 [9].

The Petroleum-Gas University of Ploiești has extensive experience in studying the operation of masts. Notable are the PhD theses guided by Professor Posea Nicolae, such as "Contributions to the dynamic stability of masts" authored by Gheorghe Gherghe in 2006, [10] and "CAD/CAE solutions for the strength and dynamics of bar structures, with application to U-shaped masts with hydraulic motor head" completed in 1997 by Ionuț Lambrescu [11], additionally, Professor Alexandru Anghel's research on "The dynamics of drilling installations mounted on self-supporting vehicles and methods of assessing durability through fracture mechanics" carried out in 2003 by Constantin Cătuneanu is noteworthy. [12 ].

The diversity of transportable mast types produced by established manufacturers globally, as well as the need to meet user requirements, necessitates continued research in this area. We believe the doctoral thesis topic "Research on optimizing the construction of transportable masts" addresses these requirements. The research presented by the author in this paper is innovative, with no similar works identified nationally or internationally.

The main objective of the doctoral thesis was to optimize the construction of transportable masts, an objective we consider achieved through the realization of the following secondary objectives:

---

- Establishing an overload coefficient with a minimal value, recommended between 1.15-1.5. Obviously, if we choose a high overload coefficient through design, it will result in an oversized structure. For optimization, while maintaining the safety level in operation, a lower overload coefficient should be selected. This secondary objective is considered achieved by adopting an overload coefficient of 1.1875, and the modern UW48 mast structure was verified through analytical calculations in **Chapter 2** and especially through numerical calculation in **Chapter 3**, strictly adhering to API 4F requirements;

- Establishing the optimal shape of the diagonals and horizontals as round bars, an objective achieved by determining the minimum wind resistance while maintaining structural strength, considered achieved through calculations realized in **subcap.3.3** and presented in **Table 3.4**;

- Optimizing the wall thickness of the front uprights (M1, M4), an objective considered achieved through analysis in **subchapters 4.1 and 4.5**, establishing that for the UW48 mast, the optimal front upright wall thickness is 6 mm;

- Optimizing the wall thickness of the rear uprights (M2, M3), an objective considered achieved through analysis in **subchapters 4.2 and 4.5**, establishing that for the UW48 mast, the optimal rear upright wall thickness is 6 mm;;

- Establishing the optimal wall thickness of the horizontals, achieved by obtaining a wall thickness of 6 mm through calculations and verifications in **subchapters 4.3 and 4.5**;

- Establishing the optimal wall thickness of the diagonals at 4 mm, achieved through analysis in subchapters 4.4 and 4.5;

- Optimizing the anchoring of the mast on the chassis, determining the positioning mode of the anchors depending on the mast's use, considered achieved through analysis in **subchapter 5.2.2**.

The paper spans 8 chapters, including Introduction and Bibliography as well as Appendices.

In **Chapter 1 "Current state of design and construction of transportable masts"**, a synthesis of mast types is made, using various classification criteria. Functional and constructional factors, as well as the dimensions of component elements to be considered in design and mast selection, are highlighted..

To comply with the design, execution, and operation prescriptions of transportable masts and to ensure quality requirements, a synthesis of technical prescriptions imposed on transportable masts, based on the author's experience, was made for each mast component. This synthesis of technical prescriptions is a particularly useful material for specialists in the field. A series of practical recommendations were also made regarding the maintenance and operation of masts, constituting a useful working guide.

**Chapter 2**, titled "*Analytical calculation of a transportable mast with a 48 tf hook load*" applies calculation theories to a predefined structure, the modern UW48 mast, part of a transportable intervention installation. The calculation consisted of presenting the types of loads and load groupings acting on the mast, according to the standard regulating the construction of modern transportable masts, API 4F. This chapter presents a calculation method for transportable masts using general principles of material resistance. By applying material resistance theory, the mast structure is checked under resistance conditions, resulting in covering safety coefficients for mast operation,  $c_{ef} = 2.1$  (for mast structure),  $c_{anc} = 7.35$  (for anchors). General and local stability of the mast was verified, resulting in safety coefficients  $c_{f:y} = 7,17$  and  $c_{f:z} = 20,42$ . After calculation it was highlighted that the diagonals and beams are very lightly loaded and can be a significant chapter in the dimensional

---

optimization of the metal structure. The chapter concludes with the determination of the natural frequency of undamped free oscillation  $p = 0,38 \text{ Hz}$ .

In Chapter 3 of the thesis, titled "*Static analysis of the transportable mast with a 48 tf hook load*" the constructive-functional analysis of the mast and the construction of the working model for resistance calculation for the UW 48 mast, both in COSMOSM [13] and in ANSYS [14], are performed. The calculation models include details of the subassemblies that make up the mast, static behavior analysis of the mast under test load. It was highlighted that the most stressed areas of the mast are at the bottom, in the mast's connection area with the fixed section (according to COSMOSM calculation, **219 MPa**), in the middle of the mast in the back beam area, at the base of the mast's inclination (according to COSMOSM, **196 MPa**), and at the top of the mast under the swivel area of the rear uprights (according to COSMOSM calculation, **150 MPa**). The general stability behavior analysis determined the buckling safety coefficients, in the situation of the single mast analysis ( $c_{sing} = 3,71$ ) and the mast included in the truck chassis ( $c_{mast-\text{șasiu}} = 17,51$ ). Local stability analysis highlighted the factor  $k \leq 1$ , according to Tables 3.4 and 3.5, demonstrating that the chosen structure does not present a higher risk of local stability loss than global stability. Dynamic behavior analysis highlighted the first 10 natural frequencies (Table 3.6), , with the fundamental frequency being 3.72 Hz.

"*Dimensional optimization of the transportable mast with a 48 tf hook load*" constitutes Chapter 4, where the influence of structural element dimensions on the overall behavior of the mast is analyzed. Maximum stress, displacements at the swivel, and buckling deformations were determined for optimizing the dimensions and obtaining optimal ones for the mast's structural elements, namely front uprights, rear uprights, beams, and diagonals. Results are presented in Appendix 4 and graphically within the chapter. The front uprights lead to an optimal (minimum) of the maximum equivalent stress for a thickness of **6 mm**, with wall thickness analyses between 4 and 8 mm. For this reason, it is recommended for each transportable mast to check thicknesses close to (one larger and one smaller) the initially proposed one in the design calculation. It is also noted that increasing the front upright thickness leads to a decrease in maximum displacements (but increases total weight) from the top of the structure, but slightly reduces the critical buckling load. For these reasons, the optimal choice producing a minimum of maximum equivalent stress is recommended. Rear uprights' thickness increases produce decreases in maximum equivalent stress and maximum displacements at the top of the mast, as well as reductions in the critical buckling load. However, an inflection is observed for a thickness value equal to that of the front uprights (in this case, **6 mm**). For these reasons, **it is recommended that the front uprights have the same thickness as the rear uprights**, as the slight decrease in the maximum equivalent stress value is accompanied by a "shift" of the maximum from the lower part of the mast (from the area where it connects to the fixed section) to the upper part (in the area where it connects to the crown block). The variation in the thickness of the horizontals has **a plateau for which the equivalent stress is minimal. It is recommended that their thickness does not exceed the maximum value of this plateau (in this case, 6 mm)**, as any increase in thickness beyond this value would result in unnecessary material consumption. The maximum displacements at the top of the structure decrease very slightly (by 0.5%), and the critical buckling load remains practically constant. Increasing the thickness of the rear diagonals causes an increase in equivalent stress, a variation with maxima and minima for the maximum displacement at

---

the top of the structure, while the critical buckling load remains constant. Analyzing the highlighted increases (see **Figures 4.12-4.14**), it is suggested to choose the smallest thickness for these diagonals, thus achieving material savings and reducing the weight of the mast. Although the optimal value is 3 mm for technological reasons, a value of **4 mm** is recommended. The variation in the thickness of structural elements does not substantially change the values of the first three natural frequencies (see **Figures 4.15-4.18**). However, a slight increase in the first natural frequency can be observed with an increase in the thickness of the rear uprights and a slight decrease in the second natural frequency with an increase in the thickness of the rear diagonals. Since the difference in the values of the first three frequencies is small, the optimal thickness of the uprights will be determined based on static or stability conditions presented.

In **Chapter 5**, titled "*Optimization of Mast Anchoring on the Chassis*" the influence of anchor positioning on the chassis is analyzed. Generally, drilling/intervention rigs equipped with transportable masts are placed on several hydraulic jacks, representing "simple supports," which are kept on the ground by the weight of the equipment, as is the case with the front supports of the rigs, or by the hook load in the case of supports under the mast. The strength anchors of the mast are always mounted on the chassis of the rig in the area of the front supports. If the forces in the anchors exceed the weight of the equipment holding the simple support on the ground, there is a tendency for the rig to lift off the ground, with severe implications for the rig's stability. This chapter analyzes the influence of the anchor positioning on the chassis of the rig. For lifting forces greater than 40 tf, there is a tendency for the truck to lift off the front supports, as one of the reactions (see **Figure 5.16**) becomes negative, meaning the chassis no longer presses on this support. The lifting tendency can be nullified by mounting an additional weight (a ballast of a maximum of 1 tf) in front of the truck. The curves represented in **Figures 5.17, 5.18, and 5.19** (anchors located at 810 mm) lead to similar conclusions as the previous ones (tendency for the truck to lift), with the only difference being that the tendency to lift off the front supports begins to appear at higher traction force values, for this example at over 47 tf. The graphs in **Figures 5.20, 5.21, and 5.22** (anchors located at 1340 mm) show that at a traction force of approximately 40 tf, there is a tendency for simultaneous lifting off the intermediate and front supports, suggesting that this anchor position should be avoided. The graphs in **Figures 5.23, 5.24, and 5.25** (anchors located at 1985 mm) suggest that the only lifting tendency appears on the intermediate supports for lifting forces greater than 40 tf. This lifting tendency is less dangerous as the structure remains supported on both the front and rear supports. The functions represented in **Figures 5.26, 5.27, and 5.28** show that as the anchoring position changes (for a maximum working load of 50 tf), the rear supports increasingly bear the load, and the intermediate supports start to show a tendency to lift for anchors positioned closer to the mast than those shown in **Figure 5.10** (1340 mm position). The variation in displacements shown in **Figures 5.29-5.32** demonstrates that as the anchoring position approaches the mast (wellhead), the maximum horizontal displacements at the top of the mast increase by approximately 71% (from 35 mm to 60 mm). The variation in maximum stresses, depending on the lifting force and anchor position, presented in **Figures 5.34-5.38**, shows that as the anchoring position approaches the mast, the maximum stresses increase, approaching the material's admissible limit. The last two highlighted aspects (increased displacements at the top of the mast and maximum stresses at the mast base, depending on the change in anchor position) demonstrate that the best anchoring position is with the anchors positioned as shown in **Figure 5.8** (with anchors as close as possible to the front supports). The only disadvantage of this anchoring position is the tendency to lift off the front supports for traction forces greater than 40 tf, but this disadvantage can

---

be easily counteracted by mounting a 1 tf ballast in front of the truck. This anchoring position also has two very important advantages: ensuring a minimum of maximum stresses in the mast and minimum displacements at the top of the mast. From the way transportable masts work, for drilling wells or for well repairs, the analysis performed on the maximum equivalent stresses and displacements at the crown block allows us to formulate the optimal anchoring methods:

- For well drilling, it is recommended to have the anchors as close as possible to the front supports (the initial anchor position in **Figure 5.8**), as the stresses and displacements in the mast are smaller. The discomfort caused by loading with an additional ballast at the front of the truck is counterbalanced by greater operational safety and less mast deformation, both during the overload test and under normal operating conditions;
- For well repairs, the anchor position as shown in **Figure 5.11** is recommended because the rigs are smaller, more operative, have fewer accessories transported with the rig, larger displacements at the crown block do not significantly influence the production process, and the increase in stresses in the mast structure is not so great as to become dangerous.

**Chapter 6**, titled "*Experimental Determinations Performed on the UW 48 Mast*" highlights the experimental determinations, namely the strain gauge measurement process of the mast during a verification test with an overload force of 56 tf. Strain gauge measurements were made during the overload test and were divided into three significant stages::

- The stage of raising the mast from the horizontal position to the working position;
- The overload test stage;
- The stage of lowering the mast to the horizontal position.

After acquiring data from all measurement points, the corresponding stresses were calculated (based on Hooke's generalized law) for the same axial directions of the bars. The experimental determinations highlighted areas with maximum stresses, in accordance with numerical calculations, namely at the bottom of the mast in the area where the mast connects to the fixed section (**199.75 MPa**), in the middle of the mast in the area of the rear beam at the base of the mast's inclination (**70 MPa**), and at the top of the mast under the crown block of the rear uprights (**196 MPa**). Dynamic determinations were made for two sudden lifting/braking of a hook weight of 7 tf and 14 tf, respectively. The results confirmed that the dynamic coefficient value remains below **1.33**.

In **Chapter 7**, titled "*Comparative Analysis of Results Obtained from Analytical and Numerical Calculations with Values Obtained from Experimental Determinations*" a comparison is made between the results obtained both theoretically and practically..

In **Chapter 8**, "*Final Conclusions. Personal Contributions. Future Research Directions*" the final conclusions, personal contributions, and future research directions for transportable masts are presented.

The research conducted during the preparation of the thesis was disseminated through the publication of 5 articles, two of which in Scopus-indexed journals, two in BDI-indexed journals after being presented at an international conference, and one published in the ASEM journal of the international conference "The 2021 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics (ASEM21), Seoul, Korea, August 23-26, 2021".

---

## Bibliografie

- 1 Cristea, V., Grădișteanu, I., Peligrad, I., *Instalații și utilaje pentru forarea sondelor*, Editura Tehnică, București, 1985.
- 2 \*\*\* , [Drilling Mast In Oil And Gas Rig - Drilling Manual](#) , accesat 05.12.2023.
- 3 \*\*\* , <https://www.nov.com/products/land-drilling-rigs/> , accesat 05.12.2023.
- 4 \*\*\* , <http://en.ejpetro.com/product/pro-detail-8138.htm> , accesare 05.12.2023.
- 5 \*\*\* , <https://upet.com/drilling-rigs/> , accesare 06.12.2023.
- 6 \*\*\* , <https://www.upetrom.com/stationare/> , accesare 06.12.2023.
- 7 \*\*\* , <https://www.thedriller.com/drilling-history> , accesare 10.12.23.
- 8 \*\*\* , [Drilling is Established - Engineering and Technology History Wiki \(ethw.org\)](#) , accesat 15.12.2023
- 9 Smith R., *Derrick portabil*, US 3180496A, Oficiul de brevete al Statelor Unite, 1965.
- 10 Gheorghe G., *Contribuții privind stabilitatea dinamica a masturilor.*, Teza doctorat, Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, Ploiești 2006.
- 11 Lambrescu I., *Soluții CAD/CAE privind rezistența și dinamica structurilor din bare, cu aplicație la masturile în formă de U cu cap hidraulic motor.* , Teza doctorat, Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, Ploiești 1997.
- 12 Cătuneanu C., *Cercetări privind dinamica instalațiilor de foraj montate pe vehicule auto portante și modalități de apreciere a durabilității prin mecanica ruperii.*, Teza doctorat, Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, Ploiești 2003.
- 13 \*\*\* , COSMOS/M 2008 Software.
- 14 \*\*\* , Ansys Mechanical Software.
- 15 Mercheș I. ,Burlacu, L., *Mecanică analitică și a mediilor deformabile*, cap.3, paragraful 3.1. (pag.15-16), Editura didactică și pedagogică, București, 1983.
- 16 \*\*\* , <https://www.herrenknecht-vertical.com/products/#c4358> , accesat 06.12.2023.
- 17 \*\*\* , <https://www.drillmec.com/en/onshore/hh-series-rigs> ,accesat 18.09.2023.
- 18 \*\*\* API 4F Fifth Edition, June 2020, Specification for Drilling and Well Servicing Structures.
- 19 \*\*\* API RP 4G, Recommended Practice for Operation, Inspection, Maintenance, and Repair of Drilling and Well Servicing Structures, Fifth Edition, Includes Addendum 1 (2020) and Addendum 2 (2020).
- 20 Costin I, *Utilaj Petrolier. Elemente de calcul*, Editura Didactica si Pedagogica, București, 1986.
- 21 \*\*\* , [https://en.wikipedia.org/wiki/Crane\\_\(machine\)#/media/File:3U2A6305.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Crane_(machine)#/media/File:3U2A6305.jpg) accesat 05.06.2023.
- 22 Davis Rogers, J., *Examples of Various Kinds of DRILLING RIGS*, <https://web.mst.edu/rogersda/umrcourses/ge441/Types-of-Drilling-Rigs.pdf>; accesat 12.05..2022.
- 23 \*\*\* , <https://energyhq.com/2017/02/evolution-of-a-drilling-rig/#cb-video-overlay> , accesat 05.06.2023.

- 
- 24 \*\*\*,<https://www.derricksl.com/products/workover-masts-substructures/>, accesat 12.05.2022.
- 25 \*\*\*,<https://dragonproducts.com/dragon-mast-2/>, accesat 12.05.2022.
- 26 \*\*\*,<https://www.sjpetro-youlong.com/>, accesat 12.05.2022.
- 27 \*\*\*,<https://triservice.com/product/drilling-rig-center-section-structures/masts-substructures/>, accesat 18.05.2022.
- 28 \*\*\*,  
<https://edge.sitecorecloud.io/nationaloil37c5-novinc-prode309/media/nov/files/products/rig/rig-equipment/drilling-structures/masts-and-substructures-reference-guide.pdf> , accesat 18.05.2022.
- 29 \*\*\*,<https://upet.com/ro/echipamente/masturi-substructuri/>, accesat 18.05.2022.
- 30 \*\*\*,<https://www.upetrom.com/en/mobile/>, accesat 19.05.2022.
- 31 \*\*\*,<https://www.bentec.com/rigs/euro-rigs/stationary-standard-euro-rig/stationary-standard-euro-rig.html>, accesat 19.05.2022.
- 32 \*\*\*,<https://iaproject.ro/galerie.php?folder=uw30&title=Instalatie%20UW%2030#prettyPhoto>, accesat 19.05.2022.
- 33 Vasilescu N.Ș., Stanciu S.L., *Calculul masturilor instalațiilor petroliere transportabile*, Ed. Universității Petrol-Gaze din Ploiești, Ploiesti, 2020;
- 34 Stanciu S.L., Popa I., *The Influence of the Wind Direction on the States of Stresses and Displacements for a Service Rig Mast Working under the Static Maximum Hook Load: the 50 km/h Wind Speed Case.*, Petroleum-Gas University of Ploiesti Bulletin, Technical Series, 2016/10/01.
- 35 Popa I, Stanciu S.L., *Overload Test Behaviour Simulation Using FEA for a 320 kN Service Rig Mast.*, Petroleum-Gas University of Ploiesti Bulletin, Technical Series, 2016/10/01.
- 36 Stanciu S.L. *Detailed Analysis of the Combined Effects of the Wind Acting on Transverse Direction and of the Rated Hook Load for a Service Rig Mast.*, Petroleum-Gas University of Ploiesti Bulletin, Technical Series, 2017/1/1
- 37 **Iamandei, A.**, Ripeanu, R., Stanciu, L., Popa, I. and Vasilescu, S., *Experimental Results Regarding the Strains and Stresses Appeared Around Some Lifting Ears from a Cylinder Used in the Petrochemical Industry*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1235, The 25th Edition of IManEE 2021 International Conference (IMANEE 2021) 21/10/2021 - 22/10/2021 Online, , Book Series: [IOP Conference Series- Materials Science and Engineering](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1235/1/012050), Vol. 1235, 2022, pp.1-7, ISSN 1757-899X, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1235/1/012050>, Bristol BS1 6BE, England,2022
- 38 Stanciu S.L., Popa I., *Optimization Design of a 500 kN Workover Rig Mast after Computer Simulated Overload Test*, Applied Mechanics and Materials, 2015/12/21.
- 39 **Iamandei, A.**, Ripeanu, R., Stanciu, L., Popa, I. and Vasilescu, S., *Numerical Analysis of the Stresses Appeared Around Some Lifting Ears from a Cylinder Used in the Petrochemical Industry*, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1235, The 25th Edition of IManEE 2021, International Conference (IMANEE 2021) 21/10/2021 - 22/10/2021 Online, Book Series: [IOP Conference Series- Materials Science and Engineering](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1235/1/012049), Vol. 1235, 2022, pp.1-7, ISSN 1757-899X, <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1235/1/012049>, Bristol BS1 6BE, England,2022
-

- 
- 40 Jiang T., You Y.,\*, *Guangyan XUE, Anlin WANG, Research on the dynamic characteristics of mast mechanism of rotary drilling rig*, *Procedia Engineering* 16 (2011 ) 763 – 771.
- 41 Qin J., Y. Ma Y., Ding Y., Guangrui T., Sun Y., Bai J., *Structural Analysis of Mast of Special Rotary Drilling Rig for Transmission Line*, 5th International Conference on Advanced Engineering Materials and Technology, AEMT 2015.
- 42 Gong J., Wu Y., Kang H., Jiang Y., *Structural strength analysis on drilling mast of rotary drilling rig based on SolidWorks and ANSYS*. *Modern Manufacturing Engineering*, Vol.8): pag.136-140, 2010.
- 43 (Gerry), Man Li, *Oil and Gas Industry Onshore Rig Structure Design Study*, *International Journal of Engineering and Information Systems*, IJEAIS, April – 2021.
- 44 \*\*\*,*What are Differences between Mast and Derrick*. Retrieved from <http://www.drillingformulas.com/what-are-differences-between-mast-and-derrick/>, accesat 12.01.2022
- 45 \*\*\*, *Introduction Land Rigs*. (2015). *International Association of Drilling Contractors*, IADC Drilling Manual. Retrieved from <https://www.iadc.org/wp-content/uploads/2015/08/preview-rt.pdf>, accesa 06.07.2022.
- 46 Pritibala B.P. , Deshmukh P.V., *Stress Analaysisi of Mast Structure for Water-Well Drilling Machine*. *IJARIE-ISSN (0)-2395-4396*, Vol-3-Issue-6-2017.
- 47 Salatin Reza, *Optimization of Onshore Steel Drilling Rigs Using the Convergence Rate Approach Integrated Metaheuristic Serch Algorithms*., East Technical University, 2018.
- 48 Padmodwiputra R., Soedarsono J. W., Mahendra M., Satria B E, Arif C, Suarhana E.J., *Structural Integrity Analysis of the Rig Mast Following Repair of Two Diagonal Braces in the Upper Mast Section*, *Journal of Materials Exploration and Findings (JMEF)*, Vol. 01, Issue/No. 03 Special Ed., 2023.
- 49 Popovici A., Niculae G.C., Ene C.D, *Calculul și construcția utilajului pentru forajul sondelor de petrol*, Ed. Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, Ploiești ,2005.
- 50 Costin I, *Utilaj Petrolier. Elemente de calcul*, Editura Didactica si Pedagogica, București, 1986.
- 51 Public, A., Cristea, V. ș.a., *Utilaje petroliere pentru foraj-extracție*, Editura Tehnică, București, 1968.
- 52 Pupăzescu A. , Hotea G. , Cătuneanu C. , Lambrescu I. , *Comportarea statică a masturilor de producție cu exploatare îndelungată*. *Buletinul Universității „Petrol Gaze“ Ploiești*, vol. XLVII - L, (1995-1998), Nr.9.
- 53 Langthjem, M. A., Sugiyama Y., *Optimum Design of Cantilevered Columns Under the Combined Action of Conservative and Nonconservative Loads*, Part 1: The Undamped Case”. *Computers and Structures* 74 (4), pp. 385-398., 2000.
- 54 Chergui S., *Cercetări privind dinamica sistemului de forare si vibrațiile masturilor*, Teza de doctorat, Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, 1990.
- 55 Gheorghe G., *Contribuții privind stabilitatea dinamica a masturilor*, Teza de doctorat, Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, 2006.
- 56 Posea N., Popa I., *Breviar de calcul MU 160*, Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, 2004.
-

- 
- 57 Cătuneanu, C., Popa, I., *Comportarea dinamică a mastului MU-28 în timpul operațiilor de manevră.*, Buletinul Universității Petrol-Gaze din Ploiești, volum 54, Seria Tehnică, Nr.3/2002.
- 58 \*\*\*, Norma Sovietica, NT 900-59, Ghiproneftemas.
- 59 \*\*\*, *Turle si Masturi pentru Foraj si Intervenție, Prescripții de calcul si proiectare*, STAS 1909-89, ASRO.
- 60 \*\*\*, STAS 10671-81, *Utilaj petrolier. Masturi pentru foraj rotativ. Tipuri și parametrii principali.*, ASRO.
- 61 \*\*\*, *Industria petrolului și gazelor naturale. Echipament de foraj și extracție. Structuri de foraj și de intervenție pentru sonde*, SR EN ISO 13626:2005
- 62 \*\*\*, ANSI/AISC 360-16, *Specification for Structural Steel Buildings*, July 2016.
- 63 \*\*\*, ASCE/SEI 7-16, *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*, 2016.
- 64 \*\*\*, AISC/ASD 9-th Edition, *Specification for Structural Steel Buildings. Allowable Stress Design and Plastic Design*, June 1, 1989.
- 65 \*\*\*, SR EN 10025-1:2005, *Produse laminate la cald din oțeluri pentru construcții. Partea 1: Condiții tehnice generale de livrare*,
- 66 **Iamandei A**, Crăciun L., Cucu V., *Caiet de sarcini Mast MU 80*, UPET Târgoviște, 2002.
- 67 \*\*\*, SR EN 10025-2:2019, *Produse laminate la cald din oțeluri de construcții. Partea 2: Condiții tehnice de livrare pentru oțeluri de construcții nealiat.*, ASRO.
- 68 \*\*\*, SR EN 10025-3:2019, *Produse laminate la cald din oțeluri de construcții. Partea 3: Condiții tehnice de livrare pentru oțeluri de construcții sudabile cu granulație fină în stare normalizată/laminare normalizată.*, ASRO.
- 69 \*\*\*, SR EN 10025-4+A1:2023, *Produse laminate la cald din oțeluri de construcții. Partea 4: Condiții tehnice de livrare pentru oțeluri de construcții sudabile cu granulație fină obținute prin laminare termomecanică.*, ASRO.
- 70 \*\*\*, SR EN 10025-5:2019, *Produse laminate la cald din oțeluri de construcții. Partea 5: Condiții tehnice de livrare pentru oțeluri de construcții cu rezistență îmbunătățită la coroziunea atmosferică.*, ASRO.
- 71 \*\*\*, SR EN 10025-6+A1:2023, *Produse laminate la cald din oțeluri de construcții. Partea 6: Condiții tehnice de livrare pentru produse plate din oțeluri cu limită de curgere ridicată în stare călită și revenită.*, ASRO.
- 72 \*\*\*, SR EN 10305-1:2016, *Țevi de oțel pentru utilizări de precizie. Condiții tehnice de livrare. Partea 1: Țevi fără sudură trase la rece.*, ASRO.
- 73 \*\*\*, SR EN 10305-2:2016, *Țevi de oțel pentru utilizări de precizie. Condiții tehnice de livrare. Partea 2: Țevi sudate trase la rece.*, ASRO.
- 74 \*\*\*, SR EN 10305-3:2016, *Țevi de oțel pentru utilizări de precizie. Condiții tehnice de livrare. Partea 3: Țevi sudate calibrate trase la rece.*, ASRO.
- 75 \*\*\*, SR EN 10305-4:2016, *Țevi de oțel pentru utilizări de precizie. Condiții tehnice de livrare. Partea 4: Țevi fără sudură trase la rece pentru circuite hidraulice și pneumatice.*, ASRO.
-

- 
- 76 \*\*\* , SR EN 10305-5:2016, *Țevi de oțel pentru utilizări de precizie. Condiții tehnice de livrare. Partea 5: Țevi sudate și calibrate la rece cu secțiune pătrată și dreptunghiulară.*, ASRO.
- 77 \*\*\* , SR EN 10305-6:2016, *Țevi de oțel pentru utilizări de precizie. Condiții tehnice de livrare. Partea 6: Țevi sudate trase la rece pentru circuite hidraulice și pneumatice.*, ASRO.
- 78 \*\*\* , SR EN 10210-1:2006, *Profile cave finisate la cald pentru construcții, din oțeluri de construcție nealiat și cu granulație fină. Partea 1: Condiții tehnice de livrare.*, ASRO.
- 79 \*\*\* , SR EN 10210-2:2019, *Profile cave finisate la cald din oțel pentru construcții. Partea 2: Dimensiuni, toleranțe la dimensiuni și caracteristici ale profilului.*, ASRO.
- 80 \*\*\* , SR EN 10210-3:2020, *Profile cave finisate la cald din oțel pentru construcții. Partea 3: Condiții tehnice de livrare pentru oțeluri cu limită de curgere ridicată și oțeluri rezistente la coroziune atmosferică.*, ASRO.
- 81 \*\*\* , STAS 8250-80, *Profile din bandă de oțel formate la rece. Profil cornier cu aripi neegale. Dimensiuni.*, ASRO.
- 82 \*\*\* , STAS 7836/1-80, *Profile din bandă de oțel, formate la rece. Profil cornier cu aripi egale din oțel cu rezistență de rupere până la 490 N/mm<sup>2</sup>. Dimensiuni.*, ASRO.
- 83 \*\*\* , STAS 7836/2-80, *Profile din bandă de oțel formate la rece. Profil cornier cu aripi egale din oțel cu rezistență de rupere peste 490 N/mm<sup>2</sup>. Dimensiuni.*, ASRO.
- 84 \*\*\* , EN 10083, *Oțeluri pentru călire și revenire. Partea 1: Condiții tehnice de livrare a oțelurilor speciale.*, ASRO.
- 85 \*\*\* , [http://www.steelnumber.com/en/equivalent\\_grades\\_eu.php](http://www.steelnumber.com/en/equivalent_grades_eu.php), accesat 12.05.2022.
- 86 \*\*\* , ASTM A370, *Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products*, 2023 Edition, September 15.
- 87 \*\*\* , STAS 11111-86, *Abateri limită pentru dimensiuni fără indicații de toleranță ale pieselor obținute prin tăiere, îndoire sau ambutisare* ASRO.
- 88 \*\*\* , SR EN 22768-1:1995, *Toleranțe generale. Partea 1: Toleranțe pentru dimensiuni liniare și unghiulare fără indicarea toleranțelor individuale*, ASRO.
- 89 \*\*\* , SR EN ISO 5817:2023, *Sudare. Îmbinări sudate prin topire din oțel, nichel, titan și aliajele acestora (cu excepția sudării cu fascicule de energie). Niveluri de calitate pentru imperfecțiuni*, ASRO.
- 90 \*\*\* , AWS D1.1 :2000, *Structural Welding Code Steel* ,17th Edition.
- 91 \*\*\* , SR EN ISO 14344:2020, *Materiale consumabile pentru sudare. Aprovizionarea cu materiale de adaos și fluxuri*, ASRO.
- 92 \*\*\* , ISO 6743-9:2003, *Lubricants, industrial oils and related products*. ASRO,2003
- 93 \*\*\* , API SPECIFICATION 9A,twenty-sixth Edition, *Specification for Wire Rope*, November 1, 2011.
- 94 \*\*\* , ASTM A578/A578M, *Standard Specification for Straight-Beam Ultrasonic Examination of Rolled Steel Plates for Special Applications*, 2017 Edition.
- 95 **Iamandei A., C. Crăciun, Veronica, Proiectare și execuție Instalație TW80 EA4, UPET, Târgoviște, 2004.**
-

- 
- 96 **Iamandei A.**, *Calculul de rezistență șasiu special 84920 MFEG pentru instalația TD 160*, UPET, Târgoviște, 2003.
- 97 **Iamandei A.**, Gheghesan C., Iamandei E., *Proiectare Mast instalație MD 130*, Straiher Deghendorf, 2013.
- 98 **Iamandei A.**, Iamandei E., *Proiectare și execuție sistem Ghidare Top Drive NorDrill*, Nijnevartovsk, 2013.
- 99 **Iamandei A.**, *Proiectare și execuție, Mast MU 160*, UPET, Târgoviște 2003
- 100 **Iamandei A.**, Gheghesan C., Iamandei E., *Proiectare și execuție Instalație de intervenție UW 48*, Upetrom 1 Mai, Ploiești , 2022.
- 101 \*\*\*, *Norme si recomandări practice de întreținere a masturilor*, Upetrom 1 Mai, Ploiești ,1967.
- 102 **Iamandei A.**, Iamandei E., Man V, *Ansamblu Mast, Instalație UW 48 Mazarine*, , Upetrom 1 Mai, Ploiești 2019.
- 103 **Iamandei A.**, Iamandei E., Man V., *Tronson Fix, Instalație UW 48 Mazarine*, Desen ansamblu, Upetrom 1 Mai, Ploiești 2019.
- 104 **Iamandei A.**, Cristescu G., *Proiect instalatie Caredwell*, Optimum Drilling Service, Erbil, 2021.
- 105 **Iamandei A.**, *Raport de cercetare științifică nr.3. Cercetări teoretice si experimentale privind comportarea statica si dinamica a unui mast modern*, Universitatea Petrol-Gaze, Ploiești.
- 106 \*\*\*, SR EN 1998-6:2005, Eurocod 8: *Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 6: Turnuri, piloni și coșuri*, ASRO.
- 107 \*\*\*, SR EN 1998-3:2005, Eurocod 8: *Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 3: Evaluarea și consolidarea construcțiilor*, ASRO.
- 108 \*\*\*, SR EN 1990:2004 Eurocod: *Bazele proiectării structurilor*, ASRO.
- 109 \*\*\*, SR EN 1998-1:2004/AC:2010, Eurocod 8: *Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 1: Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri*, ASRO.
- 110 \*\*\*, SR EN 1998-1:2004/NA:2008, Eurocod 8: *Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 1: Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri. Anexa națională*, ASRO.
- 111 \*\*\*, SR EN 1998-1:2004/A1:2014 Eurocod 8: *Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 1: Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri*, ASRO.
- 112 \*\*\*, SR 11100-1:1993, *Zonare seismică. Macrozonarea teritoriului României*, ASRO.
- 113 \*\*\*. SR EN 1998-1:2004, Eurocod 8: *Proiectarea structurilor pentru rezistența la cutremur. Partea 1: Reguli generale, acțiuni seismice și reguli pentru clădiri*, ASRO.
- 114 \*\*\*, STAS 3684-71, *Scara intensităților seismice*, ASRO.
- 115 \*\*\*, SR ISO 12494:2023, *Încărcări determinate de depunerile de gheață pe structuri*, ASRO.
- 116 Posea N., *Rezistenta Materialelor*, Editura Tehnica, București, 1979.
- 117 \*\*\*, Anexa nr 2 la Ordonanța Guvernului nr 43/1997 Ordonanță 7/2010.
- 118 **Iamandei A.**, Iamandei E, Man V, *Instalație UW 48 Mazarine*, desen de ansamblu, Mazarine,2019.
-

- 
- 119 \*\*\* , API Spec. 9A, *Specification for Wire Rope*, Twenty-Seventh Edition, Includes Addendum 1, 2023.
- 120 Posea N., Anghel Al., Manea C., Hotea G., *Rezistenta Materialelor Probleme*, Editura Științifică și Enciclopedică, București 1986.
- 121 Scarlat A., *Stabilitatea și calculul de Ordinul II al structurilor*, Editura Tehnica, București 1969.
- 122 Timoshenko S.P., Gere J.M., *Teoria stabilității elastice*, Editura Tehnica, București 1967.
- 123 \*\*\* , EN 1993:1-1:2005, Eurocode 3: *Design of steel structures-Part 1-1: General rules and rules for building*, Mai 2005.
- 124 Siminea P., Negrei L., *Construcții metalice, Calculul Stărilor Limita*, Editura Didactică și Pedagogică, București 1982.
- 125 Mateescu D., Caraba I. , *Construcții Metalice, Calculul și Proiectarea Elementelor din Oțel*, Editura Tehnica, București 1980.
- 126 Posea N., *Calculul dinamic al structurilor*, Editura Tehnica, București, 1991.
- 127 Posea N., Anghel Al., Popa I., *Probleme de dinamica structurilor*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1994.
- 128 Posea N., Talle V., Florian V., Tocaci E., *Mecanica aplicată pentru ingineri*, Editura Tehnica, București, 1985.
- 129 Posea N., Popa I., *Metoda elementului finit în mecanica structurilor*, Universitatea Petrol-Gaze Ploiești, Ploiești 2006.
- 130 ANSI/AISC 360-16, *Specification for Structural Steel Buildings*, July 7, 2016 Edition.
- 131 \*\*\* , Quantum MX 1615, *Operating manual*, Editura . HBM, 06.2016.
- 132 \*\*\* , [Catman-data-acquisition-software](#).
- 133 **Iamandei, A.**, Vasilescu, S.N., Popa, I., Stanciu, L.S, Ripeanu, R.G., *Simulating the overload test for a 480 kN maximum hook load workover rig mast* , Scientific Bulletin of University „Politehnica” of Bucharest Series D, 84 (4), 2022, pp.165-180, ISSN 1454-2358(print), ISSN 2286-3699(online), [https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/rezd3a\\_499577.pdf](https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rezd3a_499577.pdf) , Bucharest, Romania, 2022
- 134 **Iamandei, A.**, Vasilescu, N.S., Popa, I., , Stanciu, L.S., Ripeanu, R.G., *Analysis of the behaviour of a 480KN maximum hook load workover rig mast in the case of wind stress*, Scientific Bulletin of University „Politehnica” of Bucharest Series D, 83 (4), 2021, pp.183-194, ISSN 1454-2358(print), ISSN 2286-3699(online), [https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev\\_docs\\_arhiva/rez260\\_845178.pdf](https://www.scientificbulletin.upb.ro/rev_docs_arhiva/rez260_845178.pdf), Bucharest, Romania, 2021
- 135 **Iamandei, A.**, Ripeanu, R., Stanciu, L., Popa, I. and Vasilescu, S., *A finite element analysis of a laboratory drilling equipment*, [The 2021 World Congress on Advances in Structural Engineering and Mechanics \(ASEM21\)](#) GECE, Seoul, Korea, August 23-26, 2021, ASEM - Proceedings Print ISBN : 978-89-89693-39-0, Online ISBN : 978-89-89693-413-05530, ISSN : 2713-5659, [http://www.iasem.org/publication\\_conf/asem21/1.SM/3.%20W4C/4.%20SM1109\\_6807.pdf](http://www.iasem.org/publication_conf/asem21/1.SM/3.%20W4C/4.%20SM1109_6807.pdf), Korea.
-

- 
- 136 **Iamandei, A.**, Miloiu, G., *Motor Drives of Modern Drilling and Servicing Rigs for Oil and Gas Wells*, In: Dobre, G. (eds) *Power Transmissions. Mechanisms and Machine Science*, vol 13, pp.619-634, Springer Dordrecht, [https://doi.org/10.1007/978-94-007-6558-0\\_50](https://doi.org/10.1007/978-94-007-6558-0_50) , 2013
- 137 **Iamandei, A.**, Miloiu, G., *Gear rig with hydro drive 80 tf* (in Romanian), *Petroleum Industry Review*, pp 26–28, 2011