

## Caiet de sarcini

Având ca obiect achiziția de servicii de formare profesională:  
„Curs teoretic și practic de analiza vibrațiilor și diagnoza defectelor la hidroagregate”

COD CPV : 80530000-8

S.P.E.E.H. HIDROELECTRICA S.A.  
DEPARTAMENTUL RESURSE UMANE  
Nr. 4632/19.04.2022

### 1. OBIECTUL CAIETULUI DE SARCINI

S.P.E.E.H. Hidroelectrica S.A. are ca activitate principală producerea și vânzarea de energie electrică și servicii de sistem și are sediul în România, Municipiul București, B-dul Ion Mihalache nr. 15-17, etaj 10-15, sectorul 1.

Prezentul Caiet de sarcini face parte integrantă din documentația de atribuire și constituie ansamblul cerințelor pe baza cărora se elaborează de către fiecare ofertant propunerea tehnică.

Caietul de sarcini conține, în mod obligatoriu, specificații tehnice. Acestea definesc, după caz și fără a se limita la cele ce urmează, caracteristici referitoare la nivelul calitativ, tehnic și de performanță, condițiile pentru certificarea conformității cu standarde relevante sau altele asemenea.

Scopul achiziției este efectuarea unui curs teoretic și practic de analiza vibrațiilor și diagnoza defectelor la hidroagregate de către maxim 15 salariați desemnați nominal de achizitor.

### 2. OBLIGATIILE PRESTATORULUI

#### 2.1. Cerințe generale:

În cadrul acestui program de formare profesională se urmărește îmbunătățirea cunoștințelor și formarea profesională a maxim 15 salariați desemnați de achizitor.

#### 2.2. Organizarea și desfășurarea programului de formare profesională:

##### 2.2.1. Obiectivele cursului/tematica cursului:

Cursul se va adresa atât începătorilor cât și celor cu experiență în analiza vibrațiilor și diagnoza defectelor la hidroagregate, conținând exemple și aplicații practice, soluții și sugestii pentru folosirea eficientă a resurselor echipamentelor și a aplicației software utilizate, utilizarea optimă a echipamentelor specifice din dotarea Hidroelectrica, generalizarea și eficientizarea tehnicilor de diagnoză. Scopul cursului este creșterea siguranței în funcționare, reducerea timpilor de neutilizare a hidroagregatelor, micro-hidroagregatelor, motoarelor electrice, pompelor și a altor echipamente la care poate fi utilizat produsul.

La finalizarea cursului, salariații vor primi „Certificate de participare”.

Programul cursului va include, fără a fi limitativ, următoarele:

#### 1. Analiza vibrațiilor

1.1. **Notiuni generale** despre vibrații: definiție, clasificări, importanța în industria energetică, exemple de aplicații în domeniile de activitate ale Hidroelectrica.

1.2. **Caracteristicile vibrațiilor:** amplitudine, frecvență, fază (formule, grafice, unități de măsură, aplicabilitate, etc.)

1.3. **Tipuri de transductoare de măsură:** accelerometre, proximitoare inductive, proximitoare laser, turație inductiv și laser (construcție, izolare galvanică, performanțe dinamice, limitări, calibrare, etc.)

1.4. **Cabluri de alimentare și de măsură:** secțiunea și numărul de conductoare necesare, ecranul electromagnetic, evitarea erorilor de măsură datorate căderilor de tensiune pe firul de masă, evitarea erorilor de măsură datorate influențelor electromagnetice.

1.5. **Echipamente de măsură:** standardul IEPÉ, fenomenul de aliere, filtre antialiere, convertoare analog-digitale, interfețe de comunicare (rezoluția în amplitudine, viteza de achiziție, achiziția simultană sau prin multiplexare, domeniul de frecvență, răspunsul dinamic, viteze de transfer, etc.).

#### 1.6. Măsurarea vibrațiilor la hidroagregate:

- Standarde în vigoare
- Principalele puncte de măsură, descriere, imagini, înregistrări de vibrații specifice

- Alegerea traductoarelor și a modalității de fixare, descriere, imagini
- Alegerea domeniului de frecvență
- Alegerea traseelor de cabluri, descriere, imagini
- Alimentarea electrică a echipamentelor de măsură
- Realizarea și verificarea conexiunilor
- Exemplificare pe standul de testare

**1.7. Achiziția semnalelor de vibrații:** parametri specifici, analiza online (simultan cu achiziția), exemplificare pe standul de testare.

**1.8. Înregistrarea și redarea vibrațiilor:** parametri specifici, analiza offline (după achiziție), tipuri de fișiere, exemplificare pe standul de testare.

**1.9. Procesarea numerică a semnalelor de vibrații în domeniul timp:** filtrare FIR și IIR, integrare simplă, integrare dublă, compunerea vibrațiilor absolute și relative, avantajele și dezavantajele procesării în domeniul timp, exemplificare prin înregistrări specifice hidroagregatelor și pe standul de testare.

**1.10. Procesarea numerică a semnalelor de vibrații în domeniul frecvență:** FFT (Transformata Fourier Rapidă), filtrare, integrare simplă și dublă, avantajele și dezavantajele procesării în domeniul frecvență, exemplificare prin înregistrări specifice hidroagregatelor și pe standul de testare.

**1.11. Procesarea numerică a semnalelor de vibrații în domeniul ordin armonic prin reeșantionare digitală:** FFT sincronizată cu turația, fenomenul de pierdere spectrală (*spectral leakage*) și metode de eliminare, anvelopare bazată pe transformata Hilbert, funcții de reeșantionare pentru compensarea creșterilor și scăderilor de frecvență (*run up* și *run down*), compensarea abaterilor de geometrie (*run out*) exemplificare prin înregistrări specifice mașinilor rotative și pe standul de testare.

**1.12. Analiza semnalelor de vibrații în domeniul timp:** forme de undă, parametri statistici, turație și frecvență, diagrame orbită nefiltrate și filtrate în domeniul timp (deplasarea maximă, faza, sens de rotire, sens de precesie, poziția medie a arborelui față de lagăr, etc.).

**1.13. Analiza semnalelor de vibrații în domeniul frecvență:** spectre de frecvență, componenta de curent continuu, valorile vârf, vârf-vârf și eficace ale liniilor spectrale și benzilor de frecvență definite, diagrama cascadă.

**1.14. Analiza semnalelor de vibrații în domeniul ordin armonic (*order analysis*):** spectre de armonici, valorile vârf, vârf-vârf și eficace ale armonicilor, interarmonicilor și grupurilor de componente definite, diagrama polară (amplitudine, faza, sens de rotire), modularea vibrațiilor, benzi laterale, diagrama orbită filtrată  $nX$  (semiaxa majoră, semiaxa minoră, faza, sens de rotire, sens de precesie, descompunerea traiectoriei eliptice în componentele directă și inversă, poziția medie a arborelui față de lagăr, excentricitatea statică și dinamică, etc.), exemplificare prin înregistrări specifice mașinilor rotative și pe standul de testare.

**1.15. Analiza evoluției parametrilor mășurați:** evoluție în timp (trend), în spațiu (shaft centerline), în frecvență (Bode, Nyquist), exemplificare prin înregistrări specifice mașinilor rotative și pe standul de testare.

**1.16. Calibrarea accelerometrelor,** exemplificare pe masa de calibrat.

**1.17. Măsurători de parametri electrici și vibrații,** pe un hidroagregat din cadrul sucursalei.

## 2. Analiza parametrilor electrici

**2.1.** Noțiuni generale despre tensiuni, curenți și puteri electrice în regim sinusoidal.

**2.2.** Noțiuni generale despre tensiuni, curenți și puteri electrice în regim deformant.

**2.3.** Analiza formelor de undă și a spectrelor de frecvență ale tensiunilor și curenților în sistemele electrice monofazate și trifazate, diagrame fazoriale.

**2.4.** Influența regimului de excitație asupra vibrațiilor la hidroagregate, exemplificare prin înregistrări specifice.

**2.5.** Influența regimului de putere asupra vibrațiilor la hidroagregate, exemplificare prin înregistrări specifice.

**2.6.** Analiza simultană a vibrațiilor și parametrilor electrici, exemplificare prin înregistrări specifice hidroagregatelor și pe standul de testare.

## 3. Aplicații

**3.1. Evaluarea și monitorizarea stării de funcționare a hidroagregatelor, raportarea la standardele în vigoare.**

**3.2. Diagnoza defectelor:** dezechilibre masice, dezechilibre magnetice, dezechilibre hidraulice, dezalinieri, jocuri necorespunzătoare, șocuri, frecări, ungere instabilă, miez magnetic slăbit, rezonanța mecanică, abateri de geometrie (verticalitate, perpendicularitate, circularitate), defecte specifice rulmenților și reductoarelor, etc., exemplificare prin înregistrări specifice hidroagregatelor și pe standul de testare.

**3.3. Echilibrarea dinamică a rotoarelor,** exemplificare prin înregistrări specifice hidroagregatelor și pe standul de testare.

**3.4. Testarea componentelor constructive ale hidroagregatelor:** testarea paletelor ventilatoarelor și turbinelor, exemplificare prin înregistrări specifice hidroagregatelor și pe standul de testare

#### **4. Echipamente și materiale utilizate**

**4.1. Asigurate de către ofertant:** sistem de achiziție vibrații absolute, vibrații relative, turație, mărimi electrice, software de analiză, stand de testare cu convertizor de frecvență, acționare prin motor electric trifazat alimentare generală monafazăată, cu turație reglabilă, ciocan de impact, accelerometre miniatură, balanță, proiector, ecran.

**4.2. Asigurate de către Hidroelectrică:** masă de calibrat tip VC21, echipament de achiziție vibrații și parametri electrici tip VPA-125-E, software de analiză tip FASTVIEW, traductoare industriale de vibrații absolute tip accelerometre, vibrații relative tip inductiv și laser, turație tip laser. De asemenea, Hidroelectrică va pune la dispoziție pentru minim 6 ore, un hidroagregat, pentru a permite exemplificarea pe acesta a măsurătorilor de parametrii electrici, vibrații și diagnoza defectelor. Ofertantul va utiliza în cadrul demonstrațiilor practice întreaga dotare pusă la dispoziție de beneficiar.

**2.2.2. Rezultate curs:** Creșterea siguranței în funcționare, reducerea timpilor de neutilizare a hidroagregatelor, micro-hidroagregatelor, motoarelor electrice, pompelor și a altor echipamente la care poate fi utilizat produsul.

**2.2.3. Nr de ore de instruire:** 10 zile, a câte 6 ore pe zi

**2.2.4. Grupul tinta:** salariații începători și salariații cu experiență în analiza vibrațiilor și diagnoza defectelor la hidroagregate, desemnați nominal de către achizitor.

**2.2.5.** La încheierea cursului, participanții vor primi **Certificatul de participare.**

**2.2.6. Locația cursului:** Cursul se va desfășura on line, la sediul prestatorului sau la sediu achizitorului la una dintre sucursalele Hidroelectrică stabilite de comun acord și va utiliza echipamentul de achiziție vibrații și parametri electrici tip VPA-125-E și software-ul de analiză tip FASTVIEW.

### **3. PREȚUL ACHIZIȚIEI/ PREȚUL CONTRACTULUI**

Ofertanții vor detalia prețul pe participant, în lei, fără TVA.

Prețul va include și materialele didactice/ suportul de curs pentru studiu, în format electronic, precum și documente doveditoare participării la curs.

Achizitorul va achita prețul unitar convenit pentru participanții desemnați de achizitor și instruiți de prestator. Efectuarea plății se va realiza după efectuarea modului de curs, în baza facturii emise de prestator, însoțită de Certificatul de absolvire ale participantului.

Prestatorul va elibera factura care va purta numărul contractului, valoarea de plată și data scadență a facturii, iar Factura va veni însoțită de liste de prezență și de Certificatele de participare la curs.

### **4. CERINȚE DE SECURITATE ȘI CONFIDENȚIALITATE**

Prestatorul își asumă întreaga responsabilitate privind prestarea serviciilor și securitatea persoanelor participante, cu privire la serviciile furnizate.

Prestatorul va asigura confidențialitatea cu privire la datele și informațiile la care are acces, conform cerințelor legale în domeniu.

Toate informațiile aduse la cunoștință furnizorului pentru prestarea serviciilor profesionale solicitate de beneficiar trebuie tratate cu cel mai înalt grad de confidențialitate, accesul la acestea fiind limitat numai la persoanele implicate în proces.

Pe toată durata contractului de prestare de servicii, vor fi respectate prevederile Regulamentului de protecție a datelor cu caracter personal (GDPR nr. 679/2016 cu aplicare din 25.05.2018).

## 5. DURATA CONTRACTULUI

Durata contractului este de 1 an (12 luni) de la semnare.

## 6. COMUNICAREA

- Activitățile de formare se vor desfășura în limba română.
- Achizitorul va pune la dispoziția prestatorului, în vederea comunicării tuturor informațiilor de interes pentru desfășurarea proiectului, o persoană de contact.
- Prestatorul va pune la dispoziția achizitorului datele de contact a cel puțin o persoana care participă în cadrul proiectului (Nume și prenume/ fax/ telefon/ e-mail).
- Prestatorul va asigura toate materialele necesare (format electronic.pdf), va asigura acces la platforma de cursuri on-line pentru susținerea instruirii/examinării.
- Informațiile din suportul de curs trebuie să fie accesibile (să utilizeze un limbaj accesibil, se oferă exemple, există elemente de marcare și de sumarizare a conținutului de reținut) și adaptate profilelor participanților.

## 7. CONDIȚII DE PARTICIPARE ȘI CRITERII DE EVALUARE A OFERTELOR

### 7.1. Modul de prezentare a propunerii tehnice

- Propunerea tehnică se va întocmi conform caracteristicilor tehnice menționate în prezentul caiet de sarcini, în limba română, într-o manieră organizată, astfel încât procesul de evaluare a ofertelor să permita identificarea facilă a corespondenței informațiilor cuprinse în oferta cu specificațiile tehnice.
- Propunerea tehnică va conține:
  - o o prezentare succintă a ofertantului;
  - o tematica și obiectivele cursului;
  - o structura cursului;
  - o costul cursului/ persoană și total.

### 7.2. Condiții de calificare

Prestatorul de formare profesională trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- sa elibereze la finalul cursului diplome/certificate de absolvire.

Evaluarea ofertelor și stabilirea câștigătorilor se face numai dintre ofertele admisibile, prin „criteriul de atribuire: prețul cel mai scăzut”.

Compartiment Gestionar Resursa  
Ionela STANCU  
Manager Departament Resurse Umane

Compartiment Consumator Resursa  
Laurențiu IOVAN  
Șef Serviciu  
Managementul Funcționării în Siguranță a Instalațiilor

Anca POPESCU  
Șef Serviciu Dezvoltare Personal