

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
CENTRUL NAȚIONAL DE DEZVOLTARE A
ÎNVĂȚĂMÂNTULUI PROFESIONAL ȘI TEHNIC

Anexa nr. la OMEN nr. din 2018

CURRICULUM

pentru

clasa a XI-a
ÎNVĂȚĂMÂNT PROFESIONAL

Calificarea profesională
OPERATOR ÎN CENTRALE HIDROELECTRICE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ
Domeniul de pregătire generală:
ELECTROMECHANICĂ MAȘINI, UTILAJE, INSTALAȚII

2018

Acest curriculum a fost elaborat ca urmare a implementării proiectului “Curriculum Revizuit în Învățământul Profesional și Tehnic (CRIPT)”, ID 58832.

Proiectul a fost finanțat din FONDUL SOCIAL EUROPEAN

Programul Operațional Sectorial Dezvoltarea Resurselor Umane 2007 – 2013

Axa prioritară:1 “Educația și formarea profesională în sprijinul creșterii economice și dezvoltării societății bazate pe cunoaștere”

Domeniul major de intervenție 1.1 “Accesul la educație și formare profesională inițială de calitate”

GRUPUL DE LUCRU:

MARIANA MARICA	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Energetic Râmnicu-Vâlcea
CLAUDIA NIȚU	prof.ing., grad didactic I, Colegiul Tehnic Energetic Constanța

COORDONARE - CNDIPT:**RĂILEANU CARMEN – Inspector de specialitate / Expert curriculum**

NOTĂ DE PREZENTARE

Acest curriculum are la bază Standardul de Pregătire Profesională pentru calificarea ”**OPERATOR ÎN CENTRALE HIDROELECTRICE**”, domeniul de pregătire profesională ELECTROMECHANICĂ:

Nivelul de calificare conform Cadrului național al calificărilor – 3

Corelarea dintre unitățile de rezultate ale învățării și module:

Unitatea de rezultate ale învățării – tehnice specializate (URI)	Denumire modul
URÎ 8: Utilizarea resurselor energetice	MODUL I. Resurse energetice
URÎ 9: Supravegherea turbinelor hidraulice	MODUL II. Turbine hidraulice
URÎ 10: Întreținerea instalațiilor aferente centralei hidroelectrice	MODUL III. Întreținerea centralelor hidroelectrice

PLAN DE ÎNVĂȚĂMÂNT
Clasa a XI-a
Învățământ profesional

Calificarea: OPERATOR ÎN CENTRALE HIDROELECTRICE

Domeniul de pregătire profesională: ELECTROMECHANICĂ

Domeniul de pregătire generală: ELECTROMECHANICĂ MAȘINI, UTILAJE, INSTALAȚII

Pregătire practică¹

Modul I. Resurse energetice

Total ore/an:	210
din care:	
Laborator tehnologic	60
Instruire practică	150

Modul II. Turbine hidraulice

Total ore/an:	210
din care:	
Laborator tehnologic	60
Instruire practică	150

Modul III. Întreținerea centralelor hidroelectrice

Total ore/an:	210
din care:	
Laborator tehnologic	60
Instruire practică	150

Total ore/an = 21 ore/săpt. x 30 săptămâni = 630 ore/an

Stagiul de pregătire practică² - Curriculum în dezvoltare locală

Modul IV. *	-----
	Total ore/an: 300

Total ore /an = 10 săpt. x 5 zile x 6 ore /zi = 300 ore/an

TOTAL GENERAL: 930 ore/an

Notă:

1. Pregătirea practică poate fi organizată atât în unitatea de învățământ cât și la operatorul economic/instituția publică parteneră
2. Stagiul de pregătire practică se desfășoară la operatorul economic/instituția publică parteneră. Condițiile în care stagiul de practică se desfășoară în unitatea de învățământ, sunt stabilite prin metodologia de organizare și funcționare a învățământului profesional.

* Denumirea și conținutul modulului/modulelor vor fi stabilite de către unitatea de învățământ în parteneriat cu operatorul economic/instituția publică parteneră, cu avizul inspectoratului școlar.

MODUL I: RESURSE ENERGETICE

- **Notă introductivă**

Modulul „**Resurse energetice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională „**Operator în centrale hidroelectrice**”, din domeniul de pregătire profesională *Electromecanică*.

Modulul face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **210 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **60 ore/an** – laborator tehnologic
- **150 ore/an** – instruire practică

Modulul se parcurge în paralel cu celelalte module din curriculum, cu un număr de ore constant pe întreaga durată a anului școlar.

Modulul „**Resurse energetice**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 3, „**Operator în centrale hidroelectrice**”, din domeniul de pregătire profesională *Electromecanică* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

- **STRUCTURĂ MODUL**

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 8: UTILIZAREA RESURSELOR ENERGETICE			
Rezultate ale învățării codificate conform SPP			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	Conținuturile învățării
8.1.1. 8.1.2.	8.2.1.	8.3.1. 8.3.2.	Resurse utilizate în procesele tehnologice din domeniul energetic: rezerve naturale ➤ primare: epuizabile, ineputzabile ➤ secundare: refolosibile Destinații ale resurselor: centrale electrice, mareo- motrice, eoliene, geotermală. Materii prime/resurse energetice: combustibili naturali, minereuri, apa. Resurse: combustibile (turbă, cărbuni, țiței, gaze), hidraulice (căderi de apă, mareele, valurile), nucleare (energia nucleară sau atomică), energia vântului, energia radiantă a soarelui, energia geotermică.
8.1.3.	8.2.3. 8.2.4.	8.3.3.	Tipuri de centrale electrice: (principiul de funcționare) - hidroelectrice, termoelectrice -nucleare, solare, eoliene, geotermale, mareomotrice, biomasă, ce folosesc valurile. Scheme simple de transport și de distribuție a energiei electrice

8.1.4. 8.1.6.	8.2.2. 8.2.5. 8.2.6. 8.2.8. 8.2.9. 8.2.10.	8.3.3 8.3.4.	<p>Instalații și echipamente din centrale: (rolul, principiul de funcționare, simboluri ale elementelor/echipamentelor, scheme simple)</p> <p>1 în centrale hidroelectrice: amenajare hidroenergetică, turbină hidraulică, instalațiile turbinei, instalațiile hidrogeneratorului, instalațiile auxiliare ale hidrogeneratorului, instalația de aer comprimat, instalația de epuismen centrală-baraj, gospodărirea de ulei, instalațiile electrice ale centralelor</p> <p>Echipamente: pentru circuitul apei, pentru circuitul de răcire, pentru circuitul de ulei.</p> <p>2.În centrale termoelectrice: cazanul de abur, turbina cu abur, instalația de condensare, pompele de condensat și de apă de alimentare, generatorul electric, instalația de alimentare cu combustibil, ventilatoarele cu aer și gaze de ardere.</p> <p>Documentații tehnice pentru supravegherea instalațiilor: proceduri, instrucțiuni interne, fișe de rond, registre, rapoarte de exploatare, rapoarte operative.</p> <p>Scheme simple de centrale.</p>
8.1.5.	8.2.7. 8.2.8 8.2.9	8.3.6.	<p>Fluide de lucru: apă, abur, abur viu, condens, apă fierbinte, apă de răcire, combustibil, aer, ulei</p> <p>Circuitele fluidelor de lucru: circuitul apei, circuit de ulei, circuitul aburului, circuitul de termoficare, circuitul apei de răcire, circuitul combustibil-cenușă, circuitul aer-gaze de ardere.</p> <p>Scheme ale circuitelor fluidelor de lucru.</p>
8.1.7. 8.1.10	8.2.11.	8.3.5. 8.3.7. 8.3.8	<p>Tipuri de poluări din sectorul energetic: chimică, termică, a apelor, radioactivă, electromagnetică</p> <p>Măsurile de evitare a producerii de substanțe toxice</p> <p>Norme de sănătate și securitate a muncii și de protecția mediului specifice sectorului energetic</p>
8.1.8. 8.1.9. 8.1.10	8.2.11 8.2.12. 8.2.13.	8.3.7. 8.3.8	<p>Tipuri de amenajări energetice:</p> <p>Amenajare centrală - baraj, amenajare de derivație, amenajare mixtă cu baraj și derivație</p> <p>(prezentarea amenajărilor hidroenergetice: amenajări pe Argeș, Olt, Lotru, Someș, Porțile de Fier, Stejaru-Bicaz)</p>

			<p>Criterii de clasificare a barajelor: după scop, după structură, după materialul din care sunt realizate, după modul de preluare a solicitărilor, după modul de descărcare a apelor mari.</p> <p>Scheme de amenajări hidroenergetice.</p> <p>Tipuri de impact provocat de amenajările hidroelectrice: economic, social, geografic, asupra calității apei, asupra climatului, asupra florei și faunei</p> <p>Măsuri de ameliorare a impactului asupra mediului.- Proceduri de lucru pentru evitarea accidentelor datorate avariilor.</p> <p>Norme specifice de sănătate și securitate în muncă/legislație de protecția mediului specifice</p>
--	--	--	--

LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (ECHIPAMENTE, UNELTE ȘI INSTRUMENTE, MACHETE, MATERII PRIME ȘI MATERIALE, DOCUMENTAȚII TEHNICE, ECONOMICE, JURIDICE ETC.) NECESARE DOBÂNDIRII REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII (existente în școală sau la operatorul economic):

- ✓ Studii, documente, materiale video despre resursele energetice
- ✓ Planșe, machete, simulatoare cu instalații și echipamente energetice
- ✓ Planșe, machete, materiale video cu amenajări hidroenergetice
- ✓ Studii, documentații de la agenții economici (centrale electrice)
- ✓ Instrucțiuni tehnice de funcționare specifice centralelor
- ✓ Resursele materiale dintr-o centrală hidroelectrică
- ✓ Cataloage, auxiliare curriculare;
- ✓ Soft educațional, CD-uri, casete audio-video, videoproiector

• **SUGESTII METODOLOGICE**

Conținuturile **programei modului „Resurse energetice”**, trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire. Parcurgerea cunoștințelor se face în ordinea redată în „Conținuturile învățării”.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Modulul **„Resurse energetice”**, are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic, dotate conform precizărilor de mai sus.

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES.

Autorii propun următoarele exemple de activități practice pentru modulul „**Resurse energetice**”:

- Exerciții de identificare/ precizare a resurselor energetice
- Exerciții aplicative de identificare și descriere a tipurilor de centrale
- Aplicații de identificare în teren a instalațiilor și echipamentelor dintr-o centrală
- Exerciții de identificare/ precizare a fluidelor de lucru dintr-o centrală
- Exerciții aplicative de descriere a circuitelor dintr-o centrală
- Aplicații de identificare în teren a componentelor principale din diferite circuite existente într-o centrală
- Analize, studii de caz privind tipurile de poluări din sectorul energetic
- Activități de precizare/ prezentare a măsurilor de evitare a producerii de substanțe toxice
- Exerciții aplicative de descriere a amenajărilor hidroenergetice
- Exerciții de clasificare a barajelor în funcție de anumite criterii
- Activități de prezentare a măsurilor de ameliorare a impactului asupra mediului, etc.

Se consideră că *nivelul de pregătire este realizat corespunzător, dacă poate fi demonstrat fiecare dintre rezultatele învățării.*

Mai jos, un exemplu de metodă didactică folosită în activitățile de învățare, “**METODA CUBUL**”, este o metodă de învățare ce valorizează activitățile și operațiile de gândire implicate în învățarea unui conținut oferind o abordare complexă și integratoare. Se folosește în scopul explorării unui subiect din mai multe perspective

Metoda cubului presupune ca:

- ✓ aceeași temă să fie analizată de către toate echipele pentru ca, în final, să se poată compara rezultatele;
- ✓ activitatea să se desfășoare sub forma unui concurs între echipele de lucru;
- ✓ profesorul să fie moderatorul și arbitrul activității.

Tema propusă: Centrale hidroelectrice

Rezultatele învățării vizate:

- **8.1.3.**Tipuri de centrale electrice
- **8.1.6.** Rolul funcțional al echipamentelor hidroenergetice
- **8.2.6.**Parcurgerea pe schemă și identificarea instalațiilor și echipamentelor unei centrale electrice
- **8.3.2.**Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită
- **8.3.3.**Comunicarea/ Raportarea rezultatelor activităților profesionale desfășurate

DESFĂȘURARE:

Activitatea poate fi una de recapitulare a cunoștințelor despre centrale electrice; propunem ca metoda să fie aplicată pe centralele hidroelectrice.

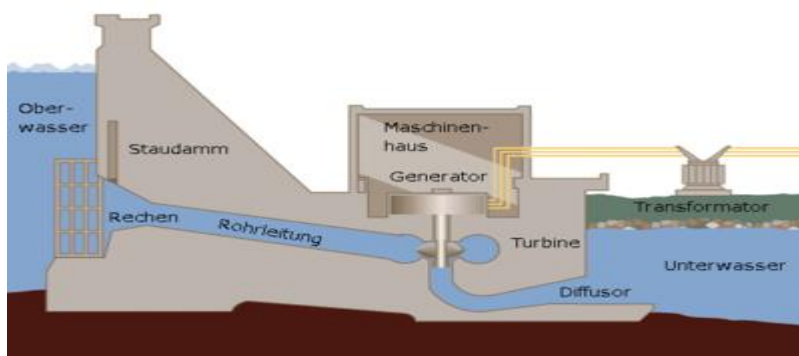
Etapele metodei sunt următoarele:

- ⇒ se formează grupuri de câte 6 elevi;
- ⇒ se distribuie sarcina de lucru;
- ⇒ se alege un lider care să controleze derularea activității grupului;
- ⇒ se împart activitățile între membrii grupului: fiecare elev din grup primește o coală de hârtie de formă pătrată, care în final, va constitui o “față” a cubului;
- ⇒ pe foaia de hârtie primită va fi scrisă cerința de lucru a fiecărui elev și anume:
 - ✓ “față”1 – definește centrala hidroelectrică. Enumeră alte tipuri de centrale.
 - ✓ “față”2 – clasifică centralele hidroelectrice
 - ✓ “față”3 – identifică elementele centralei hidroelectrice
 - ✓ “față”4 – precizează rolul funcțional al fiecărui element din schemă

- ✓ “fața”5 – Aduceți argument pro - centralelor hidraulice
 - ✓ “fața”6 – Aduceți argument contra - centralelor hidraulice
- ⇒ liderul coordonează și verifică desfășurarea acțiunii;
- ⇒ după rezolvarea sarcinii se construiește cubul;
- ⇒ cubul desfășurat va fi afișat pe tablă, pentru discuții.

FIȘĂ DE LUCRU

Schema de mai jos reprezintă o hidrocentrală. Studiați schema și apoi completați fețele cubului.



Fața 1: "Definește centrala hidroelectrică. Enumeră alte centrale"		
Fața 2: "Clasifică centralele hidroelectrice"		
Fața 3: "Identifică elementele"	Fața 4: "Precizează rolul funcțional"	Fața 5: "Argumentează pro CHE"
Fața 6: "Argumentează contra CHE"		

FIȘĂ DE OBSERVARE A ATITUDINII ELEVULUI

Criteriul de observare	Calificativ			
	FB	B	S	Ns
1. Respectarea cerințelor de lucru				
2. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor/cerințelor din fișa de lucru				
3. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme				
4. Asumarea, în cadrul echipei, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită				
5. Prezentarea și promovarea sarcinii				
6. Atitudinea față de colegi și cadrul didactic				

• SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care profesorul va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea determină măsura în care elevii și-au format și acumulat rezultatele învățării propuse în standardul de pregătire profesională.

Evaluarea poate fi :

a. continuă, în timpul parcurgerii modulului prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării.

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul temei, de modalitatea de evaluare – probe orale, scrise, practice, de stilurile de învățare ale elevilor.
- Planificarea evaluării trebuie să se deruleze după un program stabilit, evitându-se aglomerarea mai multor evaluări în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către cadrul didactic pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în standardul de pregătire profesională.

b. finală

- Realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/ învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor și indicatorilor de realizare a rezultatelor învățării (cunoștințe, abilități și atitudini).

Propunem următoarele **instrumente de evaluare continuă**:

- Fișe de observație;
- Fișe de lucru;
- Fișe de autoevaluare;
- Teste de verificare a cunoștințelor cu itemi cu alegere multiplă, itemi cu alegere duală, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de tip rezolvare de probleme.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare finală**:

- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. Poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.
- Studiul de caz, care constă în descrierea unui produs, a unei imagini sau a unei înregistrări electronice care se referă la un anumit proces tehnologic.
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/ sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluarea de tip formativ și la final de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Un rezultat al învățării/competență se va evalua o singură dată. Proiectarea modului de realizare a evaluării va avea ca finalitate asigurarea unui feed-back de calitate atât pentru elevi, cât și pentru cadrele didactice, care, pe baza prelucrării informațiilor obținute, își vor regla modul de desfășurare a demersului didactic.

Pentru tema descrisă la Sugestii metodologice, se prezintă cu titlu de exemplu următorul TEST DE EVALUARE:

Toate subiectele sunt obligatorii; Se acordă 10 puncte din oficiu; Timpul de lucru este de 1 oră

Rezultatele învățării vizate:

- **8.1.3.**Tipuri de centrale electrice
- **8.1.6.** Rolul funcțional al echipamentelor hidroenergetice
- **8.2.6.**Parcurgerea pe schemă și identificarea instalațiilor și echipamentelor unei centrale electrice

SUBIECTUL I.....25 puncte

1.Alegeți varianta corectă din următoarele enunțuri:10 puncte

1. Care centrale transformă energia potențială a apei în energie electrică:

- a.centrale nucleare;
- b.centrale geotermale;
- c.centrale hidroelectrice;
- d.centrale solare.

2. La care din centralele hidroelectrice, poziția centralei se stabilește în funcție de cea a aducțiunii, conductei forțate:

- a.de derivație;
- b.subterane;
- c.de tip baraj;
- d.amplasate în pilele barajului.

3. În scopul creșterii randamentului centralei hidroelectrice:

- a.rugozitatea pereților canalelor ar trebui să fie cât mai mare;
- b.volumul de apă să fie cât mai mare;
- c. centrala să fie subterană;
- d. curgerea apei să fie cât mai hidrodinamică;

4. Centralele de derivație se construiesc în general:

- a.mai aproape de baraj
- b.la distanță de baraj;
- c.la unul dintre maluri;
- d.la fiecare mal.

5. Care din echipamentele unei centrale hidroelectrice face parte din echipamentul electromecanic principal:

- a. regulatorul de viteză;
- b. transformatorul pentru servicii proprii;
- c. turbina hidraulică;
- d. instalația de ulei sub presiune;

2. Realizați corespondența corectă dintre elementele coloanei A (elemente principale din construcția centralelor hidroelectrice) și cele ale coloanei B (rolul elementelor din centrale hidroelectrice):.....15 puncte

A (elemente principale din centralele hidroelectrice)	B(rolul elementelor)
1. Canalul de aducțiune	a. unește castelul de echilibru cu sala turbinelor și asigură o presiune mare la intrarea în turbine.
2. Castelul de echilibru	b. este un rezervor situat la capătul canalului de aducțiune, asigură debitul necesar în momentul pornirii turbinelor.
3. Conducta forțată	c. asigură circulația apei între lac și castelul de echilibru. Poate fi construit sub formă de canale deschise, conducte sau tunele.
4. Canalul de fugă	d. servește la trecerea apei din râu sau lac în canalul sau conducta de aducțiune.
5. Priza de apă	e. este o construcție hidrotehnică, amplasată transversal pe valea unui curs de apă, care obligă apa, posedând energie hidraulică, să treacă spre hidroagregate.
	f. este conducta prin care se evacuează apa din turbinele hidraulice.

Subiectul. II.

30 puncte

Completați spațiile libere astfel încât să obțineți un enunț corect:

Printr-un **baraj de acumulare** a apei pe cursul unui ...(1)... , unde poate fi prezentă și o cascadă, se realizează acumularea unei energii ...(2)....., transformată în energie ...(3)... prin rotirea ...(4).... hidrocentralei.

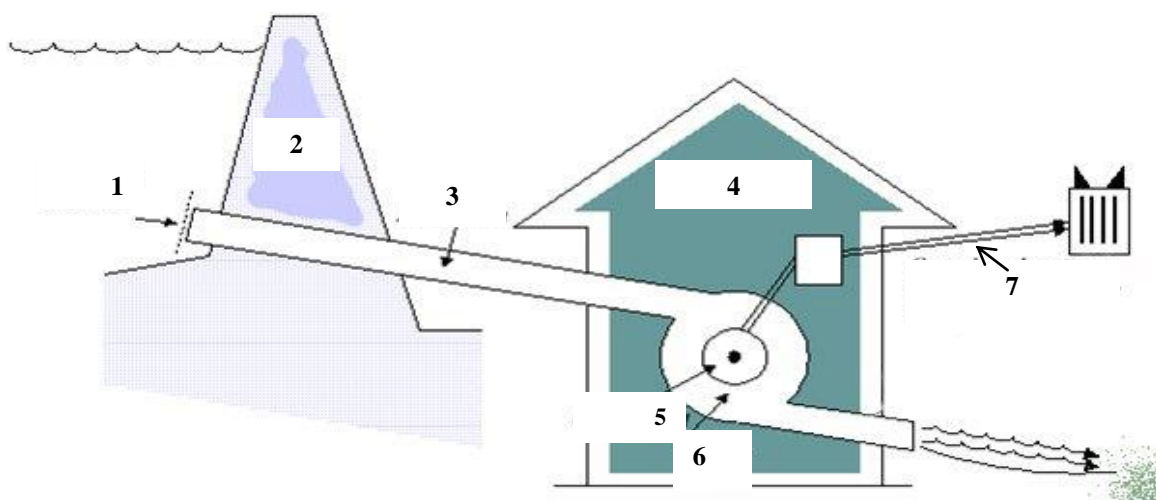
Această mișcare de ...(5)... va fi transmisă mai departe printr-un angrenaj de roți dințate ...(6)... de **curent electric**, care prin rotirea rotorului generatorului într-un câmp ...(7)...., va transforma energia(8)... în energie electrică.

Cele mai multe scheme de amenajare sunt realizate prin bararea cursului de râu și conducerea ...(9)... printr-o ...(10)... sau tunel către turbina hidraulică.

SUBIECTUL III35 puncte

Analizați schema de mai jos și răspundeți la următoarele cerințe:

- | | |
|--|-----------|
| a. Ce reprezintă schema din figură? | 7 puncte |
| b. Identificați elementele din schemă. | 14 puncte |
| c. Precizați rolul funcțional al fiecărui element identificat. | 14 puncte |



BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE

Subiectul I.

TOTAL:25 puncte

1. - 10 puncte

1-c, 2-a, 3-d, 4-b, 5-c,

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

2. -15 puncte

1-c; 2-b; 3-a; 4-f; 5-d

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

Subiectul II.

TOTAL:30 puncte

Termenii care lipsesc din enunțurile date sunt:

1 – râu

2 - potențiale

3 – cinetică

4 – turbinei

5 – rotație

6 – generatorului

7 – magnetic

8 – mecanică

9 – apei

10 - conductă

Se acordă câte 3 puncte pentru fiecare răspuns corect.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

SUBIECTUL III..... 35 puncte

a.- 7 puncte

Schema reprezintă o centrală hidroelectrică.

Se acordă 7 puncte pentru răspunsul corect.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

b. - 14 puncte

Elementele identificate în schema sunt:

1 – grătar de curățare

2 – barajul

3 – aducțiune

4 – casa centralei

5 – generatorul

6 – turbine

7 – conexiunea la rețeaua electrică

Se acordă câte 2 puncte pentru fiecare răspuns corect

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

c. – 14 puncte

1 – grătar de curățare - are rolul de a reține materialele aduse de apă, asigurând admisia apei în priză

2 - Barajul - este o construcție hidrotehnică, amplasată transversal pe valea unui curs de apă, care obligă apa, posedând energie hidraulică, să treacă spre hidroagregate.

3 – Aducțiunea - asigură circulația apei între captare (priza de apă) și centrala hidroelectrică propriu-zisă.

4 – Casa centralei (sala mașinilor) – este o construcție amplasată în corpul barajului, în care sunt instalate turbinele și generatoarele

5 – Generatorul – prin rotirea rotorului generatorului într-un câmp magnetic, va transforma energia mecanică în energie electrică

6 - turbină hidraulică este o mașină de forță care transformă energia hidraulică (a apei) în energie mecanică prin intermediul unui rotor prevăzut cu palete.

7 – conexiunea la rețeaua electrică – asigură transportul prin rețele electrice la nodurile Sistemului Electroenergetic Național.

Se acordă câte 2 puncte pentru indicarea corectă a rolului fiecărui element din schemă.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

BIBLIOGRAFIE

1. *Standard de pregătire profesională –nivel 3, calificarea: Operator în centrale hidroelectrice – CNDIPT/2016*
2. Ion Goșea, Instalații și utilizări ale energiei electrice, Editura Universitatea Craiova, 2001
3. D. Cristescu, L.Pantelimon, S.Darie; Centrale și rețele electrice, Editura didactică și pedagogică, 1982
4. Bălă M., Construcții hidrotehnice și centrale hidrotehnice, vol. II, EDP București 1977
5. Cristescu D. ș.a., Centrale și rețele electrice, EDP București, 1982
6. Nistoreanu V. ș.a., Amenajarea resurselor de apă și impactul asupra mediului, Editura BREN, București 1999

MODUL II: TURBINE HIDRAULICE

• Notă introductivă

Modulul „**Turbine hidraulice**”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională ”Operator în centrale hidroelectrice”, din domeniul de pregătire profesională *Electromecanică*.

Modulul face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **210 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **60 ore/an** – laborator tehnologic
- **150 ore/an** – instruire practică

Modulul se parcurge în paralel cu celelalte module din curriculum, cu un număr de ore constant pe întreaga durată a anului școlar.

Modulul „**Turbine hidraulice**” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 3, ”Operator în centrale hidroelectrice”, din domeniul de pregătire profesională *Electromecanică* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

• STRUCTURĂ MODUL

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URI 9: SUPRAVEGHEREA TURBINELOR HIDRAULICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării codificate conform SPP			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
9.1.1.	9.2.1. 9.2.2. 9.2.3. 9.2.4. 9.2.5	9.3.1. 9.3.2. 9.3.5.	Turbine hidraulice: turbina Pelton, turbina Francis, turbina Kaplan, turbina bulb, turbina Deriaz - Elementele componente ale turbinelor: sistemul de aducțiune a apei, statorul, rotorul, tubul de evacuare, sistemul de reglare - Particularitățile constructive ale turbinelor hidraulice - Parametrii fundamentali: debitul, căderea, puterea, rotația, randamentul, înălțimea geometrică de aspirație, coeficientul de cavitație – notații (Q, H, P, n, η , h_s , σ); unități de măsură - Principiul de funcționare: transmiterea energiei de la apă la rotorul turbinei - Deosebirile funcționale între principalele tipuri de turbine: derivă din particularitățile constructive ale turbinelor hidraulice Documentație supraveghere turbine: cărți tehnice, instrucțiuni tehnice, rapoarte de exploatare, foi de manevră, regulament de manevră. Traseu de rond

9.1.2.	9.2.5. 9.2.6. 9.2.7.	9.3.3. 9.3.4.	Scheme simple hidroelectrice: amenajări hidroenergetice, schițe și scheme simple cu turbine hidraulice, semne convenționale din domeniul hidroenergetic (citire, recunoaștere simboluri, interpretare).
9.1.3. 9.1.7.	9.2.5. 9.2.8.	9.3.4. 9.3.5 9.3.6	<p>Etape de montaj ale turbinelor hidraulice: execuția camerei rotorului, montarea statorului, montarea servomotoarelor de comandă, montarea rotorului turbinei (particularități de montaj, scule și dispozitive)</p> <p>Documentație specifică: instrucțiuni tehnice, caiet de sarcini pentru turbine</p> <p>Norme de sănătatea și securitatea muncii. Norme specifice/legislație de protecția mediului specifice.</p>
9.1.4. 9.1.7.	9.2.5. 9.2.9. 9.2.10. 9.2.11. 9.2.12.	9.3.4. 9.3.5. 9.3.6.	<p>Starea generală a instalațiilor turbinei:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parametrii nominali, parametri de funcționare (analizare) - Abateri de la funcționare - Elementele monitorizării stării generale a instalațiilor turbinei: etanșări, temperaturi lagăr, zgomot, starea uleiului, parametri nominali, etc. <p>NSSM: reguli, principii generale de prevenire a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Norme specifice / legislație de protecția mediului specifice</p>
9.1.5. 9.1.7.	9.2.5. 9.2.12. 9.2.13. 9.2.14. 9.2.15.	9.3.1. 9.3.2. 9.3.3. 9.3.4. 9.3.5. 9.3.6. 9.3.7.	<p>Manevre în funcționarea turbinei hidraulice (tip manevre, succesiune operații, documente/foi de manevră)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modalități de pornire: pornirea turbinei în regim manual, pornirea turbinei în regim automat - Oprirea turbinei - Situații anormale de funcționare a turbinei <p>NSSM: reguli, principii generale de prevenire a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Norme specifice / legislație de protecția mediului specifice</p>
9.1.6. 9.1.7.	9.2.5 9.2.16. 9.2.17.	9.3.7.	<p>Avarii întâlnite într-o centrală hidroelectrică:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tipuri de avarii mai des întâlnite: avarii la palete, arbori, diafragme, ajutaje, lagăre, pompe de ulei, etc. - Cauze care pot duce la avarii: îmbătrânirea etanșărilor, pătrunderea apei în ulei, calitatea materialelor folosite, suduri necorespunzătoare, uzuri mecanice, etc. <p>Norme de sănătate și securitate în muncă: reguli, principii generale de prevenire a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale.</p> <p>Norme specifice/legislație de protecția mediului specifice.</p>

LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (ECHIPAMENTE, UNELTE ȘI INSTRUMENTE, MACHETE, MATERII PRIME ȘI MATERIALE, DOCUMENTAȚII TEHNICE, ECONOMICE, JURIDICE ETC.) NECESARE DOBÂNDIRII REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII (existente în școală sau la operatorul economic):

Pentru parcurgerea modului se recomandă utilizarea următoarelor resurse materiale minime:

- ⇒ Planșe, machete, simulatoare cu instalații și echipamente energetice
- ⇒ Materiale video (casete video, CD – uri);
- ⇒ Planșe, machete, materiale video cu turbine hidraulice
- ⇒ Studii, documentații de la agenții economici (centrale hidroelectrice),
- ⇒ Documente specifice/instrucțiuni tehnice specifice din CHE
- ⇒ Resursele materiale dintr-o centrală hidroelectrică
- ⇒ Instalațiile turbinelor hidraulice din centrale hidroelectrice.

• SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile **programei modului „Turbine hidraulice”** trebuie să fie abordate într-o manieră flexibilă, diferențiată, ținând cont de particularitățile colectivului cu care se lucrează și de nivelul inițial de pregătire. Parcurgerea cunoștințelor se face în ordinea redată în „Conținuturile învățării”.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Modulul **„Turbine hidraulice”** are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la operatorul economic, dotate conform precizărilor de mai sus.

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES.

Autorii propun următoarele exemple de activități practice pentru **„Turbine hidraulice”**

- exerciții practice de identificare a tipului de centrală după principiul de funcționare, particularitățile constructive
- exerciții practice de identificare/verificare a parametrilor turbinei hidraulice
- exerciții practice de stabilire a deosebirilor funcționale între principalele tipuri de turbine
- exerciții practice de identificare în funcție de simboluri a elementelor turbinelor hidraulice
- exerciții practice de citire a schemelor hidroelectrice
- exerciții de prezentare a etapelor de montaj la principalele tipuri de turbine
- exerciții practice de citire/interpretare/completare a documentației tehnice
- exerciții practice prezentare/completare a foilor de manevră privind funcționarea turbinei
- exerciții de simulare privind supravegherea stării generale a turbinei hidraulice
- exerciții de simulare a unei avarii de stabilire a cauzelor care pot duce la avarii, etc.

Se consideră că *nivelul de pregătire este realizat corespunzător, dacă poate fi demonstrat fiecare dintre rezultatele învățării.*

Mai jos, un exemplu de metodă didactică folosită în activitățile de învățare - “**METODA CAFENEAUA**”, este o metodă eficientă atunci când dorim ca fiecare grupă să realizeze un produs care să integreze și ideile sau sugestiile colegilor lor.

Fiecare grupă de elevi primește anumite sarcini de realizat. Sarcinile pot fi toate aceleași sau pot fi diferite. Grupele pot primi și fișe de lucru care să conțină sarcinile de lucru.

În prima etapă fiecare grupă își realizează sarcinile primite de la profesor sau din fișele de lucru. După terminarea sarcinilor (care se pot concretiza într-un afiș conținând ideile principale), grupele își deleagă fiecare câte un reprezentant (denumit “vizitator” pentru că se deplasează în vizită la o altă grupă), care se va așeza la mesele celorlalte grupe. Membrii rămași, adică cei care nu se deplasează nicăieri, “gazdele”, prezintă produsele pe care le-au realizat până în momentul respectiv.

Vizitatorii revin în grupele lor și în funcție de informațiile primite de la colegii din celelalte grupe, își perfectionează și dezvoltă materialul. În final fiecare grupă își poate prezenta produsul.

Tema propusă: Turbine hidraulice

Rezultatele învățării vizate:

- ✓ **9.1.1.**Turbine hidraulice
- ✓ **9.1.2.**Scheme simple hidroelectrice
- ✓ **9.1.5.** Manevre în funcționarea turbinei hidraulice
- ✓ **9.2.9.**Citirea/Monitorizarea parametrilor de funcționare ai turbinei hidraulice
- ✓ **9.2.14.**Urmărirea succesiunii operațiilor în pornirea sau oprirea turbinei hidraulice
- ✓ **9.2.15.**Monitorizarea modificării parametrilor în timpul pornirii sau opririi turbinei
- ✓ **9.3.1.**Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă
- ✓ **9.3.3.**Asumarea în cadrul echipei de la locul de muncă, a responsabilității pentru sarcina primită

DESFAȘURARE

1. Împărțirea elevilor în 4 grupe având un număr egal de 4 membrii.
2. Distribuirea sarcinilor de lucru în cadrul grupelor.
 - Grupa A – Construcția turbinei KAPLAN
 - Grupa B – Funcționarea turbinei KAPLAN
 - Grupa C – Manevre, situații anormale de funcționare
 - Grupa D – Pornirea turbinei KAPLAN
3. Alegerea în cadrul grupelor de elevi a liderului de grup.
4. Vizitarea grupelor de lucru de către liderii de grup „vizitatori”.
5. Prezentarea produselor realizate de către „gazde”.
6. Perfecționarea/ dezvoltarea materialelor la revenirea în grup a liderilor de grup.
7. Prezentarea produselor de către fiecare grupă.

Grupa A – CONSTRUCȚIA TURBINEI KAPLAN

Sarcini de lucru:

- ✓ Observați cu atenție imaginile de mai jos. Ce reprezintă?
- ✓ Indicați caracteristicile tehnice ale Turbinei Kaplan?
- ✓ Care sunt elementele constructive ale turbinei Kaplan?
- ✓ Explicați rolul funcțional al acestor elemente.

Documentele de lucru:

- Fișa de lucru privind turbinele hidraulice/grupă
- Fișa de documentare 1

Timp de lucru: 50 minute

Grupa B – FUNCȚIONAREA TURBINEI KAPLAN

Sarcini de lucru:

- ✓ Observați cu atenție imaginile din FIȘA DE DOCUMENTARE.
- ✓ Identificați elementele
- ✓ Indicați rolul funcțional al fiecărui element.
- ✓ Faceți o descriere a funcționării Turbinei Kaplan.

Documentele de lucru:

- Fișa de lucru privind turbinele hidraulice/grupă
- Fișă de documentare 2

Timp de lucru: 50 minute

Grupa C – MANEVRE, SITUAȚII ANORMALE DE FUNCȚIONARE

Sarcini de lucru:

- ✓ Identificați caracteristicile/situațiile unei funcționări normale a turbinei hidraulice
- ✓ Identificați caracteristicile/situațiile unei funcționări anormale a turbinei hidraulice
- ✓ Indicați stările de funcționare anormale nepuse în evidență prin semnalizări preventive

Documentele de lucru:

- Fișa de lucru privind turbinele hidraulice/grupă
- Fișă de documentare 3

Timp de lucru: 50 minute

Grupa D – PORNIREA TURBINEI KAPLAN

Sarcini de lucru:

- ✓ Definiți tipurile de pornire ale unei Turbine hidraulice?
- ✓ Care este starea instalațiilor înaintea pornirii turbinei prin comandă locală?
- ✓ Indicați etapele pornirii agregatului în regim de generator cu reglare manuală
- ✓ Indicați etapele pornirii agregatului în regim de generator cu reglare automată
- ✓ Explicați exemplul de schemă logică de pornire a hidroagregatului din fișa de lucru.

Documentele de lucru:

- Fișa de lucru privind turbinele hidraulice/grupă
- Fișă de documentare 4

Timp de lucru: 50 minute

FIȘĂ DE DOCUMENTARE 1

Turbina hidraulică tip KVB

1. Generalități. Caracteristici tehnice.

Turbina hidraulică tip KVB este tip Kaplan în cameră spirală din beton, cu axul vertical, cuplată la hidrogeneratorul vertical tip HVS.

2. Elemente componente

- **Camera spirală** este construită din beton și are rolul de a asigura repartizarea uniformă a debitului pe periferia aparatului director sau a statorului și creează condițiile necesare intrării apei în rotor.
- **Statorul turbinei** este realizat dintr-un număr de coloane profilate, dispuse echidistant în zona de ieșire din camera spirală, și are rolul de a asigura o curgere uniformă (optimă) a apei pe periferia aparatului director. Statorul este realizat din două jumătăți prin sudare, iar coloanele prin turnare, fiind prevăzute cu toate elementele de asamblare și etanșare necesare îmbinării lui cu subansamblele învecinate.
- **Aparatul director**, prin construcția sa, asigură reglarea debitului ce intră în rotor, respectiv a cuplului (puterii) turbinei, precum și circulația curentului de la intrare în rotor necesară

funcționării optime. De asemenea are rolul de organ de închidere a accesului apei pentru situații normale și de avarie.

- **Inelul inferior** este o construcție sudată inelară, executată din tablă de oțel, în partea sa superioară având bușe ce ghidează fusurile inferioare ale paletelor directoare.
- **Capacul turbinei** este o construcție sudată inelară, executată din tablă de oțel dispunând în partea sa superioară de elementele necesare montării servomotoarelor de acționare ale inelului de reglare și respectiv suporturilor pentru dispozitivul de blocare a inelelor de reglare. În partea inferioară este prevăzut cu două flanșe, una pentru prinderea lagărului turbinei, iar cealaltă pentru prinderea etanșării arborelui și respectiv trei ștuțuri cu flanșe pentru prinderea ventilelor de rupere a vacuumului.
- **Sistemul de acționare al paletelor** este de tipul cu inel de reglare ghidat pe capacul turbinei. În ipoteza lipsei uleiului sub presiune la servomotoarele aparatului director, inelul de reglare poate fi blocat la poziția închis, printr-un dispozitiv special de blocare mecanică.
- **Mecanismul de reglare** al palelor este format dintr-un sistem de pârghii legat la un capăt de inelul de reglare iar la celălalt capăt de fusul fiecărei pale a aparatului director.
- **Camera rotorului**, destinată conducerii apei în zona rotorului, este o construcție sudată din două jumătăți, partea inferioară fiind confecționată din oțel inoxidabil. Racordarea camerei rotorului la partea de beton a tubului de aspirație se face printr-o căptușeală realizată în construcție sudată.
- **Rotorul turbinei** este organul principal al turbinei în care are loc transformarea energiei hidraulice în energie mecanică. Rotorul este de tip Kaplan cu patru palete reglabile din oțel inoxidabil rezistent la cavitație Rotorul de tip Kaplan este conceput constructiv cu stea de conducere, mecanismele de acționare a paletelor fiind fixate de aceasta. Acționarea paletelor se face de către pistonul servomotorului amplasat în partea superioară a butucului prin intermediul steei de conducere. În figura 1 este prezentată o secțiune prin rotorul turbinei.

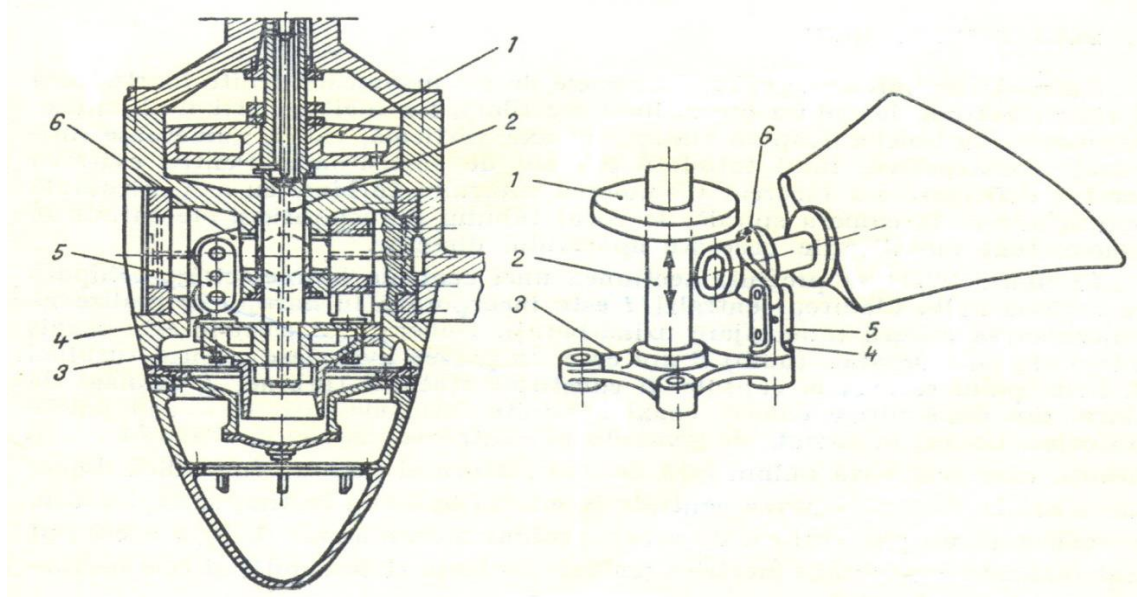


Figura 1

1.piston servomotor, 2.tijă de reglare, 3.stea de reglare, 4.cercel, 5.pârghie, 6.manivelă

➤ **Arborele turbinei** destinat transmiterii puterii de la rotorul turbinei la arborele hidrogenatorului este o construcție mixtă, compusă din tronsoane, forjate și 2 flanșe turnate sudate între ele. Fixarea arborelui turbinei de arborele hidrogenatorului se realizează prin intermediul unor buloane de o construcție specială. Interiorul arborelui este alezat pentru a permite montarea coloanei de distribuție.

Partea inferioară a arborelui a fost prevăzută cu o etanșare mecanică de tipul cu segmenti din grafit în vederea evitării pătrunderii apei din zona rotorului turbinei în zona capacului acesteia.

În figura 2 este prezentată schema de principiu a etanșării arborelui turbinei.

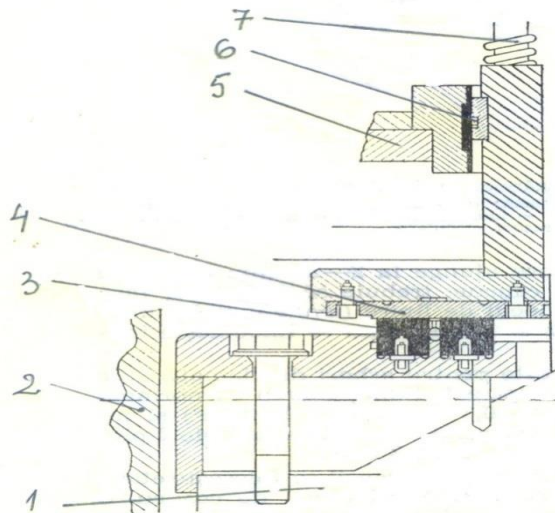


Figura 2

1.arbore turbină, 2.capac turbină, 3. segmenti grafit, 4. inel glisare, 5. inel fix, 6.garnitură, 7.resoarte

➤ **Lagărul turbinei** are rolul de a ghida mișcarea turbinei și de a prelua forțele radiale rezultate din dezechilibrul maselor rotitoare și a forțelor hidraulice neuniforme pe rotor.

➤ **Coloana de distribuție** are rolul conducerii uleiului sub presiune distribuit de capul de distribuție pe cele două fete ale pistonului rotorului, în vederea reglării poziției paletelor rotorului. Conducerea uleiului se realizează prin două spații tubulare concentrice.

➤ **Capul de distribuție** constituie elementul funcțional de legătură între sertarul regulatorului turbine și respectiv coloana de distribuție, fiind realizat în principal din două carcase în construcție sudată și o tijă centrală mobilă legată la coloana de distribuție.

➤ **Servomotoarele aparatului director** necesare pentru acționarea paletelor aparatului director, în procesul de reglare a turbinei. Sunt prevăzute cu servomotoare. Servomotoarele constau din câte doi cilindri și un corp intermediar, toate executate prin turnare din oțel. În interiorul cilindrului, glisează două pistoane din oțel forjat, care fac corp comun cu tija pe care se assemblează bolțul inelului de reglare.

➤ **Armături principale**

- **ventilele de rupere a vacuumului** sunt destinate evitării apariției de depresiuni periculoase în zona rotorului, ca urmare a funcționării turbinei la încărcări mici sau închideri bruște ale aparatului director.

- **ventil de golire al camerei spirale** este folosit cu ocazia reviziilor și reparațiilor pentru evacuarea apei rămase în partea inferioară a camerei spirale, sub nivelul inferior al aparatului director.

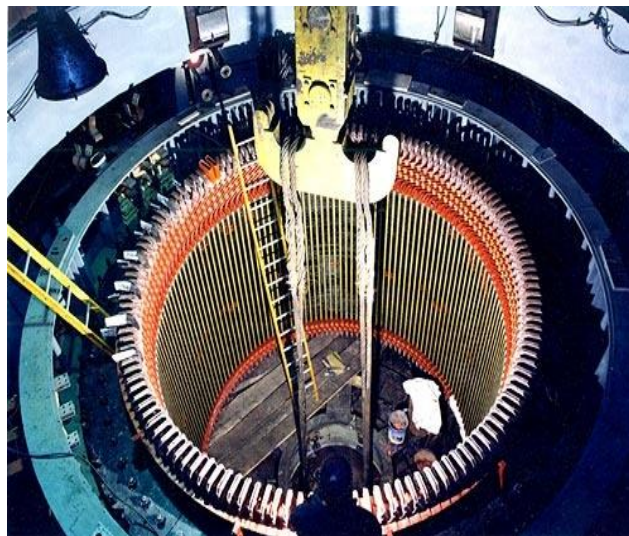
➤ **Circuitul de aer prin contrapresiune cap distribuție**

Instalația este formată dintr-un inel selector racordat la magistrala de aer comprimat de joasă presiune de 10 kgf/cm^2 . Prin reglarea presiunii aerului comprimat cu ajutorul reductorului de presiune intercalat pe circuit (la $0-10 \text{ kgf/cm}^2$) se reglează debitul de aer admis prin circuit în zona delimitată de partea rotitoare și partea fixă la cca. $0,2 \text{ kgf/cm}^2$ la labirintul capului de distribuție cu scopul de a crea o circulație în sensul către baia de ulei a vaporilor și a picăturilor de ulei în labirint.

Rotor turbină

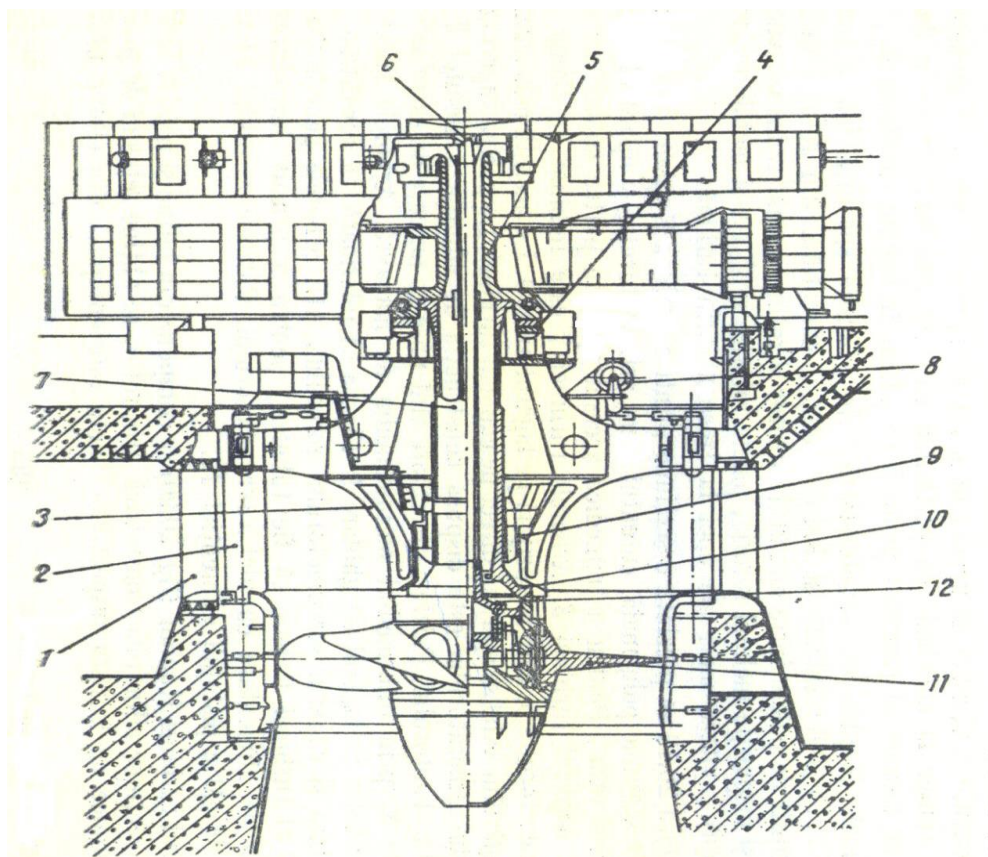


Stator turbină



FIȘĂ DE DOCUMENTARE 2

Descriere funcțională – Turbina Kaplan



- 1- stator turbină
- 2- aparat director
- 3- capac turbină
- 4- lagăr axial
- 5- generator
- 6- coloană de distribuție

- 7- arbore turbină
- 8- servomotoare aparat director
- 9- lagărul turbinei
- 10- flanșe inferioară
- 11- palete rotor
- 12- piston servomotor rotor

Admisia apei în turbină se realizează prin camera spirală din beton, căptușită cu tablă din oțel în zona de intrare în rotor și în zona pînului. Camera este de secțiune trapezoidală cu un unghi de înfășurare de 180^0 și asigură o distribuție uniformă a debitului pe periferia statorului. Statorul, prin coloanele profilate hidrodinamic, conduce uniform apa spre aparatul director, imprimându-i direcția optimă de intrare în camera rotorică.

Traseul apei prin zona de scurgere a turbinei se continuă cu aparatul director, care asigură o admisie uniformă, în condiții cinematice optime a apei în rotor. Modificarea deschiderii aparatului director, prin schimbarea poziției paletelor acestuia, permite admisia unor debite diferite în turbină și implicit realizarea de puteri diferite transmise hidrogeneratorului.

Acționarea paletelor aparatului director se face cu un sistem clasic, inel- pârghii de reglare, acționat de două servomotoare comandate de regulatorul automat de viteză.

Aparatul director are și rolul de organ de protecție prin închiderea lui comandată automat, întrerupându-se accesul apei în turbină, la acționarea unei protecții sau la comanda de oprire a agregatului.

În continuare, apa trece în camera rotorului și la rotor unde are loc transformarea energiei hidraulice în energie mecanică.

Turbina este prevăzută cu reglare dublă, constând în rotirea concomitentă a paletelor aparatului director și a paletelor rotorului, cu care asigură randamente cu valori ridicate în întreg domeniul de funcționare garantat.

Evacuarea apei din camera rotorului spre canalul de fugă al centralei, se face prin tubul de aspirație din beton, căptușit în zona conului cu tablă din oțel.

Transmiterea cuplului motor de la rotorul turbinei la cupla arborelui hidrogeneratorului se face cu ajutorul arborelui turbinei.

În zona capacului turbinei, arborele este ghidat de către un lagăr de conducere al turbinei, care poate prelua eventualele încărcări radiale rezultate din dezechilibrul maselor rotitoare și al forțelor hidraulice neuniforme pe rotor.

FISĂ DE DOCUMENTARE 3

Funcționarea turbinei, manevre, situații anormale de funcționare

➤ Funcționarea normală a turbinei

Se consideră funcționare normală a turbinei, funcționarea în regim de generator în reglare automată sau manuală, când:

- turbina dezvoltă o putere funcție de cădere și a unui debit absorbit corespunzător căderii și a unei deschideri proporționale a aparatului director și paletelor rotorice.
- sarcina maximă admisibilă de aspirație $H_{smax} = 2,00$ m.c.a. H_{smax} a fost stabilită în baza coeficienților critici inferiori de cavitație, pentru care pierderile de material aferente unui rotor ca urmare a coroziunii, eroziunii și cavitației nu vor depăși max.90 kg. La o durată de funcționare de 800 ore, adâncimea cavernei create în zona rotorului este de max.3 mm.
- temperaturi ale mediului ambiant la nivelul turbinei de min. $+ 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- nivele ale apei infiltrate în capacul turbinei între nivelul maxim și nivelul de pornire pompă, care pot fi identificate în raport cu poziția indicatorului de nivel, care comandă pornirea și oprirea pompei.
- presiuni în acumulatorul GUP, la manometrele cu contacte aferente acestuia, cuprinse între 36 și 40 kgf/cm^2 (presiune de pornire, respectiv oprire a pompei de lucru a grupului de ulei sub presiune).
- nivelul de ulei în acumulatorul GUP să fie în zona indicatorului de nivel însă sub nivelul admisiei de aer.
- nivelele în rezervorul de ulei al GUP cuprinse între „nivelul maxim semnalizare” și „nivelul minim semnalizare”, puse în evidență prin intermediul indicatorului de nivel cu semnalizare electrică aferentă rezervorului.

Se consideră de asemenea ca stări de funcționare normală a turbinei, următoarele :

- pornirea pompei de rezervă a GUP la atingerea unei presiuni de 35 kgf/cm^2 în acumulator, la impulsul și cu semnalizarea preventivă dată de unul din releele de presiune ale GUP și oprirea ei la atingerea unei presiuni de 40 kgf.cm^2 la impulsul dat de același releu.

- intrarea în funcțiune a instalației de completare cu aer în acumulatorul GUP la comanda hidraulică dată de releul de nivel cu plutitor aferent acumulatorului la atingerea nivelului admisie aer.

➤ **Manevre si operații de reglare**

În funcționarea normală a turbinei în rețea se pot executa următoarele manevre și operații de reglare:

- trecerea turbinei de pe reglare prin comanda de la distanță de pe blocul TP (bloc turație-putere) pe blocul LD (limitator deschidere) și invers.

- încărcarea și descărcarea turbinei în regim de generator fie de la panoul de automatizare, fie de la regulatorul de turație.

➤ **Situații de funcționare anormală a turbinei**

Se consideră drept situații de funcționare anormală a turbinei următoarele stări de funcționare puse în evidență prin semnalizări preventive ale instalațiilor de automatizare:

- atingerea "nivel maxim" al apei infiltrate în capacul turbinei sesizată de releul de nivel care în afara semnalizării preventive comandă punerea în funcțiune a pompei de rezervă pentru evacuare a apei din capac.

- atingerea unei presiuni scăzute de 34 kgf.cm^2 în acumulatorul GUP, sesizată prin intermediul manometrului cu contacte aferent GUP și semnalizată prin "presiunea incorectă a nivelului în hidrofor";

- atingerea unei presiuni crescute de 42 kgf.cm^2 în acumulatorul GUP sesizată prin intermediul manometrului cu contacte aferent GUP și semnalizată (se previne astfel descărcarea acumulatorului prin ventilul de presiune de $42+0,5 \text{ kgf.cm}^2$).

- atingerea nivelului minim de semnalizare în rezervorul de ulei al GUP sesizată prin intermediul indicatorului de nivel și semnalizată prin nivel incorect al uleiului în rezervorul GUP.

- atingerea nivelului maxim de semnalizare, în rezervorul de ulei GUP sesizată prin indicatorul de nivel și semnalizată prin "nivel incorect al uleiului în rezervor".

- atingerea nivelului maxim în acumulatorul GUP, sesizată prin intermediul releului nivel montat pe acumulator și semnalizată.

- pornirea pompei de rezervă a GUP.

- timpul prea mare al procesului de pornire și oprire cu menținerea agregatului la turații scăzute.

- ruperea bolțurilor de forfecare.

- creșterea anormală a temperaturii lagărelor agregatului semnalizată prin releele de semnalizare;

- atingerea unui debit scăzut de apă în conducta de alimentare a etanșării arborelui, sesizată de indicatorul de circulație sau prin manometrul diferențial.

Se consideră, de asemenea, situații de funcționare anormală a turbinei următoarele stări de funcționare nepuse în evidență prin semnalizări preventive ale instrucțiunilor de automatizare:

⇒ stabilirea turației nominale la mersul în gol al turbinei pentru deschideri ale AD (aparatură director) mai mari decât deschiderea stabilită în cursul probelor de punere în funcțiune, în condițiile aceleași căderi și ale aceluiași unghi de deschidere a paletelor rotorului.

⇒ scăderea turației la mersul de durată, în gol sau a încărcării la mersul de durată, în gol sau a unei căderi și a unei deschideri constante a AD și rotorului.

⇒ mărirea bătăii arborelui turbinei în zona lagărului de conducere prin valoarea admisă la condițiile tehnice de montaj.

⇒ mărirea amplitudinii vibrațiilor părților rotitoare și fixe, peste valorile admise prescrise în condițiile tehnice și de montaj.

- ⇒ mărirea intensității zgomotului în zona turbinei peste limitele normale.
- ⇒ atingerea în cazul unor descărcări bruște, de sarcină ale turbinei, a unei turații mai mari decât cea stabilită în timpul probelor de sarcină.
- ⇒ creșterea anormală a temperaturii uleiului în sistemul de reglaj (apropiat de 70°C);
- ⇒ mărirea timpului de oprire a turbinei față de timpul stabilit în cursul probelor de punere în funcțiune ce menține agregatului la turații scăzute și pornirea de la sine în momentul imediat următor coborârii mecanismelor de frânare.
- ⇒ apariția la mersul în gol a unor oscilații anormale ale AD.
- ⇒ ambalarea turbinei la pornire.
- ⇒ situația în care grupul fiind cuplat la rețea, impulsurile de comandă date prin blocurile de comanda TP sau LD nu sunt executate.
- ⇒ creșterea temperaturii lagărelor (ulei sau cuzineți) cu 2-3°C/pe oră, față de temperatura stabilită la un regim constant de funcționare al turbinei iar temperatura apei de răcire nu s-a modificat.

FIȘĂ DE DOCUMENTARE 4

Pornirea turbinei

Pornirea turbinei se face în mod normal prin comandă locală (din centrală), hidroagregatul funcționând în regim de generator pe reglare automată.

Pornirea turbinei prin comandă locală în regim de generator pe reglare manuală se face numai în cazuri excepționale, respectiv în timpul probelor de punere în funcțiune, la pornirea inițială și după reparații.

Gradul de automatizare al instalațiilor turbinei permite realizarea pornirii turbinei în regim de generator pe reglare automată și prin telecomandă, pornirea turbinei în această situație depinzând de instalații speciale de automatizare în afara cadrului centralei, respectiv punctul de conducere centralizată și dispecerat.

Starea instalațiilor înaintea pornirii turbinei prin comandă locală este:

- barele de c.c. și c.a. de alimentare a aparatajului hidroagregatului și serviciilor interne proprii și generale sub tensiune.
- siguranțele de 220 Vcc din circuitele de comandă, automatizare și semnalizare aferente agregatului sunt cuplate (introduse) și sunt sub tensiune.
- barele de c.a. R, N.700 sunt sub tensiune.
- vanele rapide ale grupului sunt deschise.
- frânarea este în poziția "defrânat".
- GUP se găsește în stare de funcționare.
- ventilul de admisie a uleiului de la GUP la sistemul de reglaj este deschis.
- regulatorul automat de viteză în situația gata de pornire, având:
 - a) blocul de comandă TP în poziția "minim" corespunzătoare obținerii unei turații inferioare cu cca. 8% turației de sincronism.
 - b) blocul de comandă LD în poziția "minim" corespunzătoare obținerii unei turații ușoare superioare turației de mers în gol.
- aparatul director este închis și deblocat.
- instalația de aer comprimat este în stare de funcționare inclusiv circuitul de etanșare cap distribuție (cca 0,2 kgf/cm²).
- circuitul apei de etanșare a arborelui turbinei este în funcțiune.
- instalația pentru evacuarea apei infiltrate în capacul turbinei este în stare de funcționare.
- părțile rotitoare ale agregatului au fost ridicate sau nu necesită ridicare, în vederea creerii peliculei de ulei la lagărul axial, iar circuitul de ridicare este izolat cu aer comprimat.

Pornirea agregatului în regim de generator cu reglare manuală

- se verifică condițiile de la punctul "stare inițială"

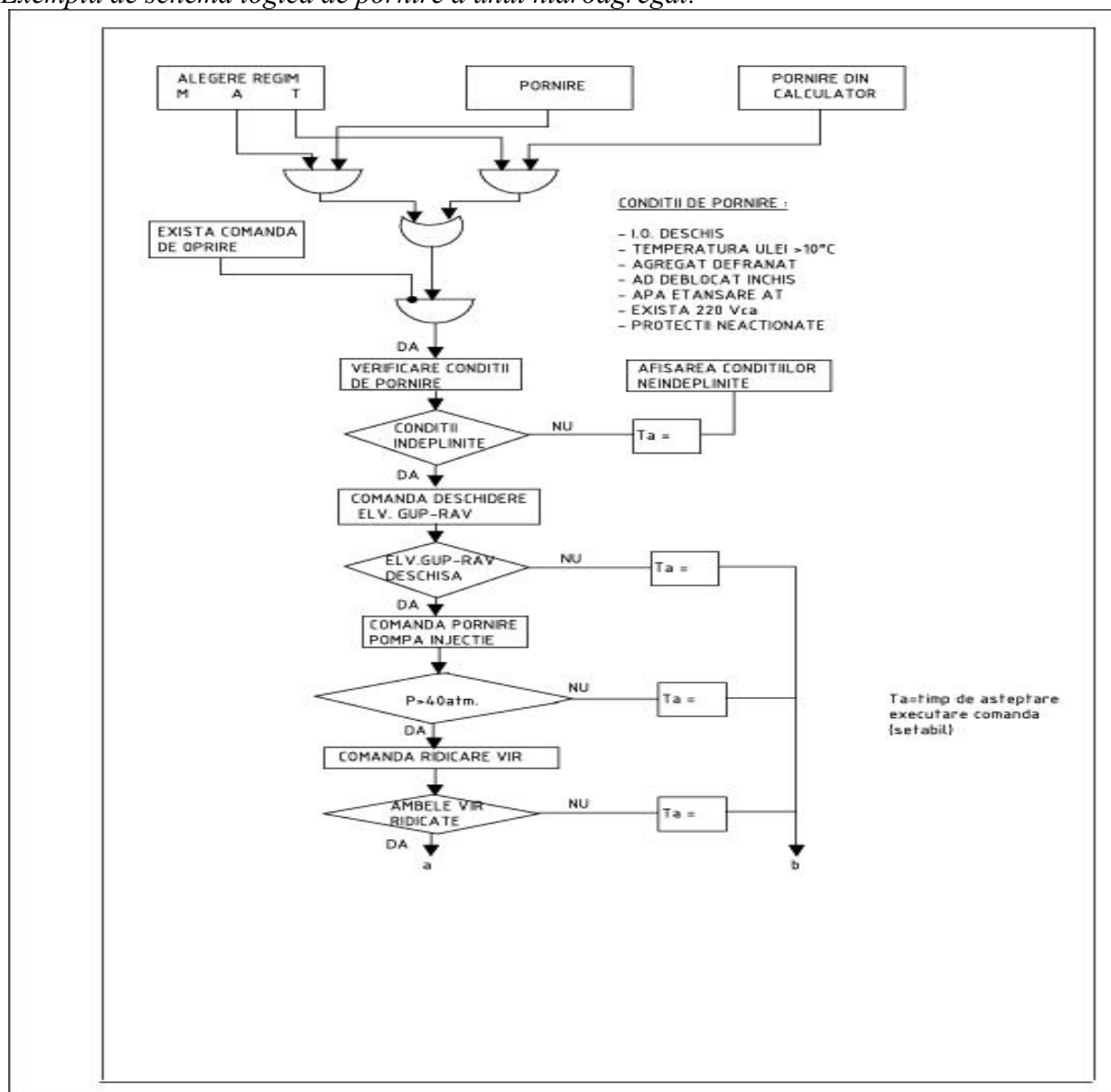
- sunt realizate condițiile de pornire confirmate prin semnalizarea "gata de pornire".
- se pune comutatorul de alegere a modului de comanda a turbinei pe poziția "manual".
- se dă impuls de pornire a agregatului.
- la atingerea unei turații de aproximativ 70% din turația nominală, pentru regulatoarele automate de viteză electrohidraulice (pentru regulatoarele digitale această valoare este setabilă prin panoul operator), legătura combinatorică se restabilește, palele rotorice se închid. Limitarea mecanică pentru turația de mers în gol este ușor superioară turației corespunzătoare frecvenței de 50 Hz.

Pornirea agregatului în regim de generator cu reglare automată

- se verifică condițiile de stare inițială
- sunt realizate condițiile de pornire confirmate prin semnalizare "gata de pornire".
- comutatorul de alegere a comenzilor turbinei pe "automat".
- se trece cheia de comandă pe poziția "automat".

Prin această comandă se realizează același proces de pornire de la punctul de mai sus cu precizarea că vanele cu închidere rapidă dacă sunt închise se ridică automat la 90% din turația nominală, intră în funcție sincronizarea automată care realizează conectarea în paralel a generatorului tot prin sincronizare precisă.

Exemplu de schemă logică de pornire a unui hidroagregat:



FIȘĂ DE OBSERVARE A ATITUDINII ELEVULUI

Criteriul de observare	Calificativ			
	FB	B	S	Ns
1. Respectarea procedurilor de lucru				
2. Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor/cerințelor din fișa de lucru				
3. Asumarea inițiativei în rezolvarea unor probleme				
4. Asumarea, în cadrul echipei, a responsabilității pentru sarcina de lucru primită				
5. Prezentarea și promovarea sarcinii				
6. Atitudinea față de colegi și cadrul didactic				

• SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care cadrul didactic măsoară eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea rezultatelor învățării are ca scop recunoașterea rezultatelor învățării, specifice unității de rezultate ale învățării propusă în standardul de pregătire profesională, demonstrate de cel care învață.

Evaluarea poate fi:

a. în timpul parcurgerii modului prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării.

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul modului și de metoda de evaluare – probe orale, scrise, practice.
- Planificarea evaluării trebuie să aibă loc într-un mediu real, după un program stabilit, evitându-se aglomerarea evaluărilor în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către cadrul didactic pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în standardul de pregătire profesională.

b. finală

- Realizată printr-o probă cu caracter integrator la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează dacă cel evaluat este capabil să realizeze activitatea specifică unității de rezultate ale învățării, la nivelul calitativ stabilit de standardul de pregătire profesională.

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** continuă:

- Fișe de observație;
- Fișe de lucru;
- Fișe de autoevaluare;
- Teste de verificare a cunoștințelor cu itemi cu alegere multiplă, itemi alegere duală, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de tip rezolvare de probleme;
- Studiul de caz, care constă în descrierea unui produs, a unei imagini sau a unei înregistrări electronice care se referă la un anumit proces tehnologic.
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/ sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.
- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. Poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluare de tip formativ și la final de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării.

Proiectarea modului de realizare a evaluării va avea ca finalitate asigurarea unui feed-back de calitate atât pentru elevi, cât și pentru cadrele didactice, care, pe baza prelucrării informațiilor obținute, își vor regla modul de desfășurare a demersului didactic. Evaluarea scoate în evidență măsura în care se formează rezultatele învățării din Standardul de Pregătire Profesională

Pentru tema descrisă la Sugestii metodologice, se prezintă cu titlu de exemplu următorul TEST DE EVALUARE:

Rezultatele învățării vizate:

- ✚ 9.1.1. Turbine hidraulice
- ✚ 9.1.2. Scheme simple hidroelectrice
- ✚ 9.1.5. Manevre în funcționarea turbinei hidraulice
- ✚ 9.2.9. Citirea/Monitorizarea parametrilor de funcționare ai turbinei hidraulice
- ✚ 9.2.14. Urmărirea succesiunii operațiilor în pornirea sau oprirea turbinei hidraulice
- ✚ 9.2.15. Monitorizarea modificării parametrilor în timpul pornirii sau opririi turbinei

Toate subiectele sunt obligatorii.

Se acordă 10 puncte din oficiu. Timpul efectiv de lucru este de 1 oră.

Subiectul I.

TOTAL: 20 puncte

1.1 Pentru fiecare din itemii de mai jos (1-5) scrieți pe foia de lucru, litera corespunzătoare răspunsului corect: 10 puncte

1. Componenta turbinei hidraulice care creează condițiile necesare intrării apei în rotor:
 - a) Capacul turbine
 - b) Rotorul turbinei
 - c) Camera spirală
 - d) Statorul turbinei
2. Componenta care transformă energia hidraulică în energie mecanică:
 - a) Lagărul turbinei
 - b) Camera spirală
 - c) Statorul turbinei
 - d) Rotorul turbinei
3. Componenta cu rol de a ghida mișcarea turbinei:
 - a) Coloana de distribuție
 - b) Lagărul turbinei
 - c) Statorul turbinei
 - d) Arborele turbinei
4. Componenta care acționează paletele aparatului director:
 - a) Arborele turbinei
 - b) Servomotorul
 - c) Lagărul turbinei
 - d) Rotorul turbinei
5. Evacuarea apei din camera rotorului spre canalul de fugă al centralei, se face prin:
 - a) Tubul de aspirație
 - b) Lagărul turbinei
 - c) Coloana de distribuție
 - d) Camera spirală

1.2. În coloana **A** sunt enumerați parametrii de funcționare ai turbinei hidraulice iar în coloana **B** sunt enumerate valori ale acestora. Scrieți pe foaie, asocierile corecte dintre cifrele din coloana **A** și literele din coloana **B**.
10 puncte

A	B
1. Sarcina maximă admisibilă de aspirație	a. 220 V
2. Temperaturi minime la nivelul turbinei	b. 34 kgf/cm ²
3. Presiuni în acumulatorul GUP	c. 35 kgf/cm ²
4. Presiune de pornire a pompei	d. 36-40 kgf/cm ²
5. Presiune semnalizată "presiune incorectă a nivelului hidrofor"	e. +10 C ⁰
	f. 90 kg

Subiectul II.

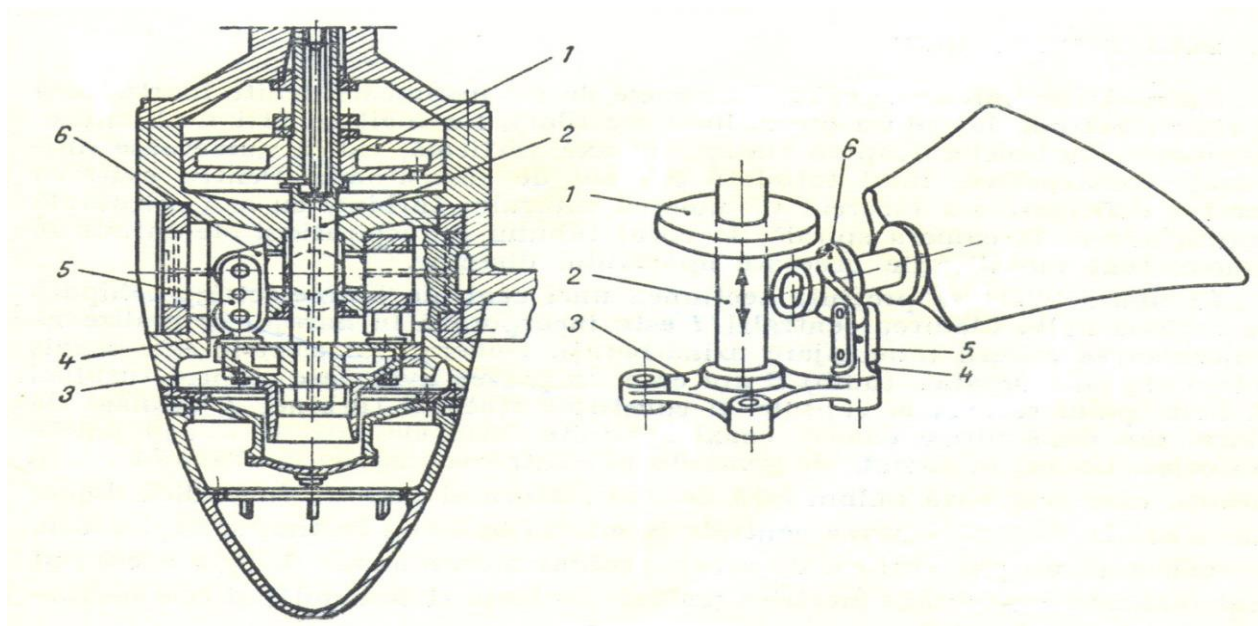
TOTAL: 35 puncte

II.1. Transcrieți pe foaia de lucru litera corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera **A**, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera **F**, dacă apreciați că enunțul este fals. Transformați enunțurile false în enunțuri adevărate.
20 puncte

1. Rotorul de tip Kaplan este conceput constructiv cu stea de conducere, mecanismele de acționare a paletelor fiind fixate de aceasta
2. Evacuarea apei din camera rotorului spre canalul de fugă al centralei, se face prin camera spirală.
3. Arborele turbinei este destinat transmiterii puterii de la rotorul turbinei la arborele hidrogenatorului.
4. Pornirea turbinei prin comandă locală în regim de generator pe reglare manuală se face numai în cazuri excepționale.

II.2. Se dă figura de mai jos:

15 puncte



- a) Este reprezentat în secțiune un organ principal al turbinei Kaplan. Precizați denumirea acestuia.
- b) Precizați denumirea elementelor reprezentate în figură de la 1 la 6.

Subiectul III.**TOTAL 35 puncte**

Realizați un eseu despre funcționarea TURBINEI KAPLAN în care să:

- a. specificați/explicați situațiile de funcționare normală și funcționare anormală a turbinei hidraulice Kaplan 14 puncte
- b. enumerați tipurile de porniri 6 puncte
- c. specificați/explicați etapele în pornirea turbinei Kaplan. 15 puncte

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE**Subiectul I.****TOTAL:20 puncte****1.1. 10 puncte****1 - c; 2 - d; 3 - b; 4 - b; 5 - a;***Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.**Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.***1.2. 10 puncte****1 - f; 2 - e; 3 - d; 4 - c; 5 - b;***Pentru fiecare asociere corectă se acordă câte 2 puncte**Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.***Subiectul II.****TOTAL:35puncte****II.1. 20 puncte**

1. A	<i>Pentru răspuns corect se acordă 4 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>
2.F	<i>Pentru răspuns corect se acordă 4 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i> Evacuarea apei din camera rotorului spre canalul de fugă al centralei, se face prin tubul de aspirație. <i>Pentru reformulare corectă se acordă 4 puncte</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>
3.A	<i>Pentru răspuns corect se acordă 4 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>
4.A	<i>Pentru răspuns corect se acordă 4 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>

II.2. 15puncte**a. Rotorul Turbinei Kaplan***Pentru răspuns corect se acordă 3 puncte.**Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.***b. 1.piston servomotor, 2.tijă de reglare, 3.stea de reglare, 4.cercel, 5.pârghie, 6.manivelă***Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.**Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.*

Subiectul III.**TOTAL: 35 puncte****a. (14p)..**

Se consideră funcționare normală a turbinei, funcționarea în regim de generator în reglare automată sau manuală, când:

- turbina dezvoltă o putere funcție de cădere și a unui debit absorbit corespunzător căderii și a unei deschideri proporționale a aparatului director și palelor rotorice.
- sarcina maxima admisibila de aspirație $H_{smax} = 2,00$ m.c.a. H_{smax} a fost stabilită în baza coeficienților critici inferiori de cavitație, pentru care pierderile de material aferente unui rotor ca urmare a coroziunii, eroziunii și cavitației nu vor depăși max.90 kg.
- temperaturi ale mediului ambiant la nivelul turbinei de min. $+ 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- nivele ale apei infiltrate în capacul turbinei între nivelul maxim și nivelul de pornire pompă, care pot fi identificate în raport cu poziția indicatorului de nivel, care comandă pornirea și oprirea pompei.
- presiuni în acumulatorul GUP, la manometrele cu contacte aferente acestuia, cuprinse între 36 și 40 kgf/cm^2 (presiune de pornire, respectiv oprire a pompei de lucru a grupului de ulei sub presiune).
- nivelul de ulei în acumulatorul GUP să fie în zona indicatorului de nivel însă sub nivelul admisiei de aer.
- nivelele în rezervorul de ulei al GUP cuprinse între „nivelul maxim semnalizare” și „nivelul minim semnalizare”, puse în evidență prin intermediul indicatorului de nivel cu semnalizare electrică aferentă rezervorului.

Pentru răspuns corect se acordă câte 2 puncte pentru fiecare condiție de funcționare.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

b. (6 puncte)

Pornirea agregatului în regim de generator cu reglare manuală

Pornirea agregatului în regim de generator cu reglare automată

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

c. (15 puncte)

Pornirea turbinei se face în general (mod normal) prin comandă locală (din centrală), hidroagregatul funcționând în regim de generator pe reglare automată.

Pentru răspuns corect se acordă 3 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

Etapele pornirii agregatului în regim de generator cu reglare automată sunt:

- se verifică condițiile de stare inițială
- sunt realizate condițiile de pornire confirmate prin semnalizare "gata de pornire".
- comutatorul de alegere a comenzilor turbinei pe "automat".
- se trece cheia de comandă pe poziția "automat".

Pentru fiecare etapă precizată corect se acordă câte 3 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

• **BIBLIOGRAFIE**

1. *Standard de pregătire profesională –nivel 3, calificarea: Operator în centrale hidroelectrice* – Ministerul educației, CNDIPT/2016
2. Ioan Anton, “Turbine hidraulice”, Editura Facla, Timișoara 1979
3. Mircea Bărglăzan “Turbine hidraulice și transmisii hidrodinamice”, Editura Pol. Timișoara – 2001
4. Mircea Bărglăzan “Turbine hidraulice ”, Editura Pol. Timișoara – 2000
5. Izbășoiu I, “Vane, stavile și turbine hidraulice”, Editura I.P. București – 1987
6. C. Moțoiu *Centrale termo și hidroelectrice*, Editura Didactică și Pedagogică, București, 1974
7. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydroelectricity>;
8. <http://www.energie-gratis.ro/hidrocentrale.php>

MODUL III. ÎNTREȚINEREA CENTRALELOR HIDROELECTRICE

- **Notă introductivă**

Modulul „Întreținerea centralelor hidroelectrice”, componentă a ofertei educaționale (curriculare) pentru calificarea profesională ”Operator în centrale hidroelectrice”, din domeniul de pregătire profesională *Electromecanică*.

Modulul face parte din pregătirea practică aferentă clasei a XI-a, învățământ profesional.

Modulul are alocat un număr de **210 ore/an**, conform planului de învățământ, din care :

- **60 ore/an** – laborator tehnologic
- **150 ore/an** – instruire practică

Modulul se parcurge în paralel cu celelalte module din curriculum, cu un număr de ore constant pe întreaga durată a anului școlar.

Modulul „Întreținerea centralelor hidroelectrice” este centrat pe rezultate ale învățării și vizează dobândirea de cunoștințe, abilități și atitudini necesare angajării pe piața muncii în una din ocupațiile specificate în SPP-ul corespunzător calificării profesionale de nivel 3 ”Operator în centrale hidroelectrice”, din domeniul de pregătire profesională *Electromecanică* sau în continuarea pregătirii într-o calificare de nivel superior.

- **STRUCTURĂ MODUL**

Corelarea dintre rezultatele învățării din SPP și conținuturile învățării

URÎ 10. ÎNTREȚINEREA INSTALAȚIILOR AFERENTE CENTRALEI HIDROELECTRICE			Conținuturile învățării
Rezultate ale învățării (codificate conform SPP)			
Cunoștințe	Abilități	Atitudini	
10.1.1.	10.2.1. 10.2.2. 10.2.3. 10.2.4. 10.2.9. 10.2.10 10.2.11	10.3.1.	Instalații anexe centralei hidroelectrice: instalația de etanșare, circuitul de ulei, instalația de comprimare. Instalații anexe ale turbinelor hidraulice: instalația de epuiment, regulator automat de viteză, instalația de etanșare, instalația apă de răcire. <ul style="list-style-type: none">- Elemente componente: pompe, compresoare, filtre, vane, hidrofor, manometre, etc.- Simbolurile instalațiilor
10.1.2. 10.1.6.	10.2.3. 10.2.4. 10.2.5. 10.2.6. 10.2.7. 10.2.8. 10.2.9. 10.2.10.	10.3.2. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8.	Scheme normale de funcționare aferente instalațiilor anexe (scheme hidraulice în care simbolurile indică funcționarea instalației) – citire/interpretare scheme. Condiții normale de funcționare a instalațiilor anexe: încadrarea parametrilor în limite normale indicate în procedurile operaționale (traseul de rond)

	10.2.11 10.2.17.		Documentația specifică: registre, fișa de rond, Norme de sănătatea și securitatea muncii, principii generale de prevenire a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Norme specifice/legislație de protecția mediului specifice.
10.1.3.	10.2.3. 10.2.4. 10.2.9. 10.2.10. 10.2.11. 10.2.12.	10.3.5. 10.3.6.	Circuitele centralelor: circuitul apei, circuitul de răcire, circuitul de ulei: <ul style="list-style-type: none"> - circuitul apei (grindă, batardou, grătare, vane, camera spirală, turbina hidraulică, conul aspirator, canal de fugă) - circuitul de răcire (priză de apă, pompe, clapete de sens, filtre de apă, electrovane, conducte magistrale, racorduri) - circuitul de ulei (rezervor de ulei, acumulator GUP, pompe, compresor, conducte, servomotoare, coloane de distribuție, rezervor de colectare)
10.1.4. 10.1.6.	10.2.3. 10.2.9. 10.2.10. 10.2.11. 10.2.13.	10.3.6. 10.3.7. 10.3.8.	Elemente componente ale agregatelor rotative (părți componente, funcționare): vane, pompe, compresoare, manometre, filtre. Norme de sănătatea și securitatea muncii, principii generale de prevenire a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Norme specifice/legislație de protecția mediului specifice.
10.1.5. 10.1.6.	10.2.3. 10.2.9. 10.2.10. 10.2.11. 10.2.14. 10.2.15. 10.2.16. 10.2.17.	10.3.1. 10.3.3. 10.3.4. 10.3.5. 10.3.6. 10.3.7. 10.3.8.	Lucrări de întreținere: <ul style="list-style-type: none"> - Lucrări de întreținere curentă: verificări profilactice conform programărilor zilnice, săptămânale, lunare, trimestriale, anuale - Lucrări de întreținere planificată: revizii tehnice, revizii curente Tipuri de intervenții: <ul style="list-style-type: none"> - intervenții curente, intervenții planificate, intervenții accidentale (descriere, documente) Scule, dispozitive necesare în lucrările de întreținere: chei (fixe, reglabile), șurubelnițe, inbusuri, dălți, ciocane, piese magnetice, dispozitive de măsurare și control. Avarii: tip avarii, anticiparea unor posibile defecțiuni cu puțin timp înainte de a se produce (prevenirea avariilor). Operații în cadrul lucrărilor de întreținere: izolare circuite, înlocuirea elementelor defecte, probe de funcționare. Norme de sănătatea și securitatea muncii în executarea intervențiilor/a lucrărilor de întreținere; principii generale de prevenire a accidentelor de muncă și a bolilor profesionale. Norme specifice/legislație de protecția mediului specifice.

LISTA MINIMĂ DE RESURSE MATERIALE (ECHIPAMENTE, UNELTE ȘI INSTRUMENTE, MACHETE, MATERII PRIME ȘI MATERIALE, DOCUMENTAȚII TEHNICE, ECONOMICE, JURIDICE ETC.) NECESARE DOBÂNDIRII REZULTATELOR ÎNVĂȚĂRII (existente în școală sau la operatorul economic):

- Planșe, machete, simulatoare cu instalații și echipamente energetice
- Planșe, machete, materiale video cu turbine hidraulice (casete video, CD – uri);
- Studii, documentații de la agenții economici (centrale hidroelectrice), documente specifice
- Documente specifice legate de întreținerea centralelor hidraulice
- Scule: chei(fixe, reglabile), șurubelnițe, imbusuri, dălți, ciocane, piese magnetice, etc.
- Instalațiile și echipamentele dintr-o centrală hidroelectrică
- Resursele materiale dintr-o centrală hidroelectrică
- Cataloage de: AMC-uri și SDV-uri, instalații/utilaje specifice fiecărei categorii de lucrări aferente domeniului electromecanic, auxiliare curriculare, manuale;
- Soft educațional, CD-uri, casete audio-video, videoproiector
- Surse de documentare (Instrucțiuni tehnice de funcționare/ documentații de la agenții economici)

SUGESTII METODOLOGICE

Conținuturile programei modulului „**Întreținerea centralelor hidroelectrice**” trebuie să fie abordate într-o manieră *flexibilă, diferențiată*, ținând cont de *particularitățile colectivului* cu care se lucrează și de *nivelul inițial de pregătire*. Parcurgerea cunoștințelor se face în ordinea redată în „Conținuturile învățării”.

Numărul de ore alocat fiecărei teme rămâne la latitudinea cadrelor didactice care predau conținutul modulului, în funcție de dificultatea temelor, de nivelul de cunoștințe anterioare ale colectivului cu care lucrează, de complexitatea materialului didactic implicat în strategia didactică și de ritmul de asimilare a cunoștințelor de către colectivul instruit.

Modulul „**Întreținerea centralelor hidroelectrice**”, are o structură elastică, deci poate încorpora, în orice moment al procesului educativ, noi mijloace sau resurse didactice. Orele se recomandă a se desfășura în laboratoare sau/și în cabinete de specialitate, ateliere de instruire practică din unitatea de învățământ sau de la agentul economic, dotate conform precizărilor de mai sus.

Se recomandă abordarea instruirii centrate pe elev prin proiectarea unor activități de învățare variate, prin care să fie luate în considerare stilurile individuale de învățare ale fiecărui elev, inclusiv adaptarea la elevii cu CES.

Autorii propun următoarele exemple de activități practice pentru modulul „**Întreținerea centralelor hidroelectrice**”:

- exerciții practice de a identifica instalațiile anexe ale turbinelor hidraulice și circuitele centralelor hidroelectrice
- exerciții practice de identificare într-o schemă a părților componente din instalațiile anexe ale turbinelor hidraulice în funcție de simboluri
- exerciții practice de exemplificare a condițiilor normale de funcționare a instalațiilor anexe turbinelor hidraulice
- exerciții de identificare într-o centrală a circuitelor (circuitul apei, de răcire și de ulei)
- exerciții practice de a identifica elementele componente ale agregatelor rotative
- exerciții practice de recunoaștere a tipurilor de avarii și de a anticipa posibilele defecțiuni în instalațiile anexe centralelor
- exerciții de planificare a intervențiilor și completare a documentelor, etc.

Mai jos, un exemplu de metodă didactică folosită în activitățile de învățare - “**TURUL GALERIEI**”, este o metodă eficientă atunci când dorim să stimulăm competiția. Această metodă stimulează interesul, dezvoltă comunicarea, colaborarea angajată și spiritul de echipă. Folosirea metodelor interactive a activităților diversificate pornind de la interesele copiilor poate conduce la dezvoltarea motivației pentru activitatea de învățare.

Tema propusă: Instalațiile anexe din centralele hidroelectrice

Rezultatele învățării vizate:

- ✚ **RÎ 10.1.1.** Instalațiile anexe centralei hidroelectrice
- ✚ **RÎ 10.2.1.** Localizarea în teren a părților componente din instalațiile anexe ale turbinelor hidraulice și din circuitele centralelor hidroelectrice
- ✚ **RÎ 10.2.2.** Identificarea într-o schemă dată a părților componente din instalațiile anexe ale turbinelor hidraulice în funcție de simboluri
- ✚ **RÎ 10.2.3.** Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate
- ✚ **RÎ 10.3.1.** Colaborarea cu membrii echipei de lucru, în scopul îndeplinirii sarcinilor de la locul de muncă;

DESFĂȘURARE

1. După anunțul temei se stabilesc obiectivele ce trebuie urmărite prin această lecție (de preferat împreună cu elevii). Pentru aceasta se ghidează elevii prin întrebări care să-i conducă la „stabilirea” obiectivelor pe care le aveam planificate (ce credeți că ne-ar putea interesa legat de instalațiile aferente centralelor, dar de circuitele din centralele hidroelectrice; care credeți că ar fi incidentele/evenimentele mai frecvente care pot să apară într-o centrală și cauzele acestora, etc.). În acest fel, cu „ajutorul” elevilor, se stabilesc ce ne propunem în lecția - vizită la CHE, notând pe flipchart obiectivele (2-3 minute):

- să identificăm într-o centrală circuitele anexe ale centralelor hidroelectrice;
- să precizăm rolul funcțional al fiecărui circuit;
- să identificăm elementele componente ale fiecărui circuit în parte;
- să enumerăm principalele evenimente/incidente care pot să apară într-o centrală și care ar putea fi cauzele acestora

2. Următoarea etapă constă în prezentarea pe scurt a materialului direct într-o centrală (printr-o vizită de documentare). Aceasta se poate realiza folosind explicația, povestirea, exemplificare, descrierea etc. Elevii sunt încurajați să ceară explicații direct de la reprezentanții agentului economic (CHE) pentru a înțelege tema propusă. Elevii vor fi împărțiți în grupe (4-5 elevi); fiecare grupă va „culege” informații legate de aceeași temă.

3. Faza următoare este **turul galeriei** care cuprinde următoarele etape:

- se împart elevii în grupe, de preferat cele constituite în vizita la CHE.
- se fac precizări referitoare la tema de lucru și bibliografie (Instrucțiunile tehnice din centralele hidroelectrice, fișele de lucru, fișa de documentare):
- elevii studiază bibliografia, discută în interiorul grupei ideile principale, solicită informații profesorului;
- se distribuie materialele și se fac precizări referitoare la sarcinile de îndeplinit cu precizarea limitei de timp: prezentarea (temei) sub formă de poster, realizarea unui careu, prezentarea unei ghicitori etc. „***Veți avea de realizat o prezentare generală a instalațiilor dintr-o centrală; a incidentelor ce pot să apară***” conform fișelor de lucru/fișelor de documentare completate deja direct în CHE- într-o oră anterioară prin vizita de documentare).
- se distribuie materialele de lucru: hârtie, markere, carioca etc. (Fiecare grupă a primit câte o coală de hârtie flipchart, un set de 4 markere).

- fiecare grupă realizează produsul respectând cerințele din fișele de lucru/documentare și îl afișează în vederea evaluării;
- echipele “fac turul galeriei”= trec pe la fiecare produs, discută în interiorul grupei, fac observații (puncte slabe în stânga, puncte tari în dreapta), revin la produsul propriu;
- un reprezentant din fiecare grupă prezintă produsul și observațiile celorlalte grupe, face referiri la produs și observații;
- când tema este comună se poate organiza un concurs (vot, nu este voie să votezi produsul propriu);
- se evaluează activitatea (ce a plăcut, ce nu a fost bine, ce ar mai dori să învețe etc.).

FIȘĂ DE LUCRU

Obiective:



Identifică instalațiile anexe din CHE și componentele acestora.



Care este rolul acestora într-o CHE?



Indică tipurile de avarii mai des întâlnite



Enumeră principalele cauze care pot duce la avarii

Cerința 1:

Cercetați în „istoricul”, centralei și notați-vă evenimentele care au avut loc. Clasați-le în evenimente mai des întâlnite și în evenimente rare. Menționați cauzele care au dus la producerea lor dar și efectele lor.

- Completați tabelul
- Realizați un **eseu “Instalațiile anexe din CHE”**, urmărind: tipurile de instalații și rolul acestora într-o centrală hidroelectrică.

Nr.crt.	Eveniment (avarie)	Frecvența evenimentului	Cauze	Efecte

Cerinta 2:

Intr-o centrală hidroelectrică pot apare tot felul de incidente, evenimente, avarii având cauze diverse. În tabelul de mai jos sunt indicate câteva din incidentele care pot apare într-o centrală. Documentați-vă și adăugați în tabel încă 4 evenimente care pot să apară. Pentru fiecare eveniment menționat, trebuie să găsiți cauze care-l pot produce.

Completați tabelul cu încă cel puțin două evenimente care pot apare.

Nr. Crt.	Incident/Eveniment	Cauze	Frecvența producerii lor
1.	Vibrații anormale ale turbinei		
2.	Inundarea capacului turbinei		
3.	Creșterea temperaturii lagărului		
4.	Creșterea sau scăderea nivelului de ulei din lagăr		
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			

FIȘĂ DE DOCUMENTARE

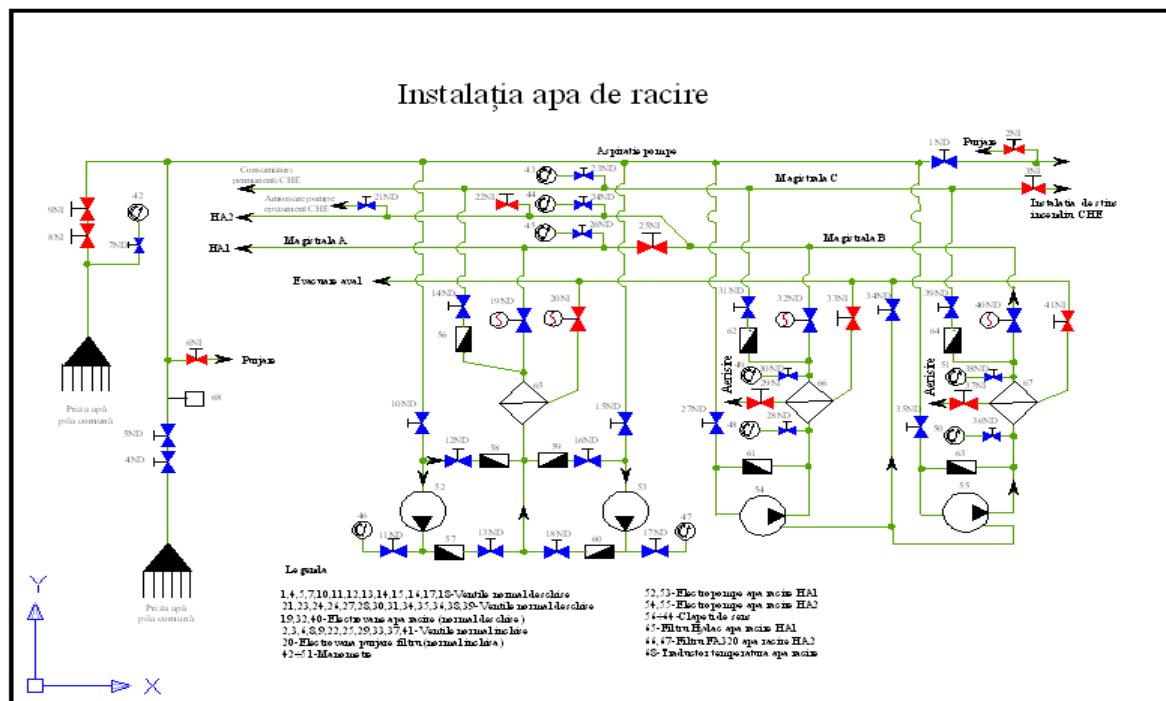
Obiectiv:

- Identifică instalațiile anexe din CHE și componentele acestora.

Sarcina:

Sunteți într-o centrală hidroelectrică. Priviți cu atenție schema de mai jos și răspundeți următoarelor cerințe:

- Identificați în teren instalația de mai jos (sub supravegherea personalului autorizat). Constatați dacă este identică sau nu cu cea prezentată.
- Identificați componentele schemei și grupați-le într-un tabel.



Completați tabelul de mai jos:

Denumire componentă	Parametrii urmăriți	
	Denumire	Rol

• SUGESTII PRIVIND EVALUAREA

Evaluarea reprezintă partea finală a demersului de proiectare didactică prin care cadrul didactic va măsura eficiența întregului proces instructiv-educativ. Evaluarea urmărește măsura în care elevii și-au format și acumulat rezultatele învățării propuse în standardele de pregătire profesională.

Evaluarea poate fi :

a. în timpul parcurgerii modulului prin forme de verificare continuă a rezultatelor învățării.

- Instrumentele de evaluare pot fi diverse, în funcție de specificul temei, de modalitatea de evaluare – probe orale, scrise, practice.
- Planificarea evaluării trebuie să se deruleze după un program stabilit, evitându-se aglomerarea mai multor evaluări în aceeași perioadă de timp.
- Va fi realizată de către cadrul didactic pe baza unor probe care se referă explicit la cunoștințele, abilitățile și atitudinile specificate în standardul de pregătire profesională.

b. finală

- Realizată printr-o lucrare cu caracter practic și integrat la sfârșitul procesului de predare/învățare și care informează asupra îndeplinirii criteriilor de realizare a rezultatelor învățării(cunoștințe, abilități și atitudini).

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** continuă:

- Fișe de observație;
- Fișe de lucru;
- Fișe de autoevaluare;
- Teste de verificare a cunoștințelor cu itemi cu alegere multiplă, itemi alegere duală, itemi de completare, itemi de tip pereche, itemi de tip întrebări structurate sau itemi de tip rezolvare de probleme;

Propunem următoarele **instrumente de evaluare** finală:

- Proiectul, prin care se evaluează metodele de lucru, utilizarea corespunzătoare a bibliografiei, materialelor și echipamentelor, acuratețea tehnică, modul de organizare a ideilor și materialelor într-un raport. Poate fi abordat individual sau de către un grup de elevi.
- Studiul de caz, care constă în descrierea unui produs, a unei imagini sau a unei înregistrări electronice care se referă la un anumit proces tehnologic.
- Portofoliul, care oferă informații despre rezultatele școlare ale elevilor, activitățile extrașcolare etc.
- Testele sumative reprezintă un instrument de evaluare complex, format dintr-un ansamblu de itemi care permit măsurarea și aprecierea nivelului de pregătire al elevului. Oferă informații cu privire la direcțiile de intervenție pentru ameliorarea și/sau optimizarea demersurilor instructiv-educative.

În parcurgerea modulului se va utiliza evaluare de tip formativ și la final de tip sumativ pentru verificarea atingerii rezultatelor învățării. Elevii trebuie evaluați numai în ceea ce privește dobândirea rezultatelor învățării specificate în cadrul acestui modul. Evaluarea scoate în evidență măsura în care se formează rezultatele învățării din Standardul de Pregătire Profesională.

Echipa de autori propune un exemplu de **FIȘĂ DE EVALUARE** a rezultatelor învățării ce sunt vizate a fi atinse prin aplicarea metodei prezentată mai sus la **Sugestii metodologice**.

FIȘĂ DE EVALUARE A ACTIVITĂȚII

NR. CRT.	CRITERII DE REALIZARE	INDICATORI DE REALIZARE	PUNCTAJ
1	Primirea și planificarea sarcinii de lucru	Respectarea planificării sarcinii de lucru conform fișelor de lucru/documentare	10p
		Organizarea la locul de muncă	5p
2	Realizarea sarcinii de lucru	Identificarea instalațiilor anexe din CHE	5p
		Precizarea rolului fiecărei instalații din CHE	10p
		Completarea tabelului – sarcina 1	15p
		Completarea tabelului – sarcina 2	15p
		Completarea tabelului – fișa de documentare	15p
		Colaborarea cu membrii echipei la realizarea sarcinii de lucru	5p
		Respectarea timpului alocat sarcinii de lucru	5p
3	Prezentarea și promovarea sarcinii	Descrierea modului de realizare a sarcinii de lucru	5p
		Folosirea corectă a termenilor de specialitate în prezentarea sarcinii de lucru.	10p
TOTAL			100 puncte

Echipa de autori propune și un exemplu de **TEST DE EVALUARE** pentru:

Tema: Instalațiile anexe din centralele hidroelectrice

Rezultatele învățării vizate:

- ✚ **RÎ 10.1.1.** Instalațiile anexe centralei hidroelectrice
- ✚ **RÎ 10.2.1.** Localizarea în teren a părților componente din instalațiile anexe ale turbinelor hidraulice și din circuitele centralelor hidroelectrice
- ✚ **RÎ 10.2.2.** Identificarea într-o schemă dată a părților componente din instalațiile anexe ale turbinelor hidraulice în funcție de simboluri
- ✚ **RÎ 10.2.3.** Utilizarea corectă în comunicare a vocabularului comun și a celui de specialitate

TEST DE EVALUARE

Se acordă 10 puncte din oficiu. Timpul efectiv de lucru este de 1 oră.

Subiectul I.

TOTAL: 10 puncte

Pentru fiecare din itemii de mai jos (1-5) scrieți pe foaia de lucru, litera corespunzătoare răspunsului corect:

1. Componenta din instalație care este destinată pentru închiderea rapidă a admisiei apei în turbină în cazuri de avarie este:
 - a. Capacul turbine
 - b. Rotorul turbinei
 - c. Vana cu închidere rapidă
 - d. Statorul turbine

2. Vanele sunt acționate cu ajutorul:
 - a. Servomotoarelor hidraulice
 - b. Pompelor de ulei
 - c. Arborelui turbinei
 - d. Rotorului turbinei
3. Elementul care asigură alimentarea continuă cu ulei a sistemului de reglaj al turbinei este:
 - a. Coloana de distribuție
 - b. Lagărul turbinei
 - c. Grupul de ulei sub presiune
 - d. Camera spirală
4. Reglarea turației generatorului din centralele electrice se realizează automat cu:
 - a. Arborele turbinei
 - b. Servomotorul
 - c. Lagărul turbinei
 - d. Regulatorul automat de viteză
5. Componenta din instalație care realizează completarea cu aer este:
 - a. Tubul de aspirație
 - b. Compresorul
 - c. Pompa de ulei
 - d. Camera spirală

Subiectul II.

TOTAL: 25 puncte

A. Scrieți pe foaia de lucru informația corectă care completează spațiile libere: **(10 puncte)**

Fiecare pompă a GUP este prevăzută cu ...(1).... de descărcare care condiționează(2)..... pompei în gol.

Reglarea vitezei(3).....din centralele electrice se realizează(4).... cu ajutorul ...(5).... automate de viteză ale turbinelor.

B. Enumerați cinci evenimente/incidente care pot să apară într-o centrală hidroelectrică.**(15 puncte)**

Subiectul III.

TOTAL: 25 puncte

Transcrieți pe foaia de lucru cifra corespunzătoare fiecărui enunț și notați în dreptul ei litera **A**, dacă apreciați că enunțul este adevărat sau litera **F**, dacă apreciați că enunțul este fals. Transformați enunțurile false în enunțuri adevărate.

1. Inundarea capacului unei turbine hidraulice este înregistrat ca incident într-o CHE.

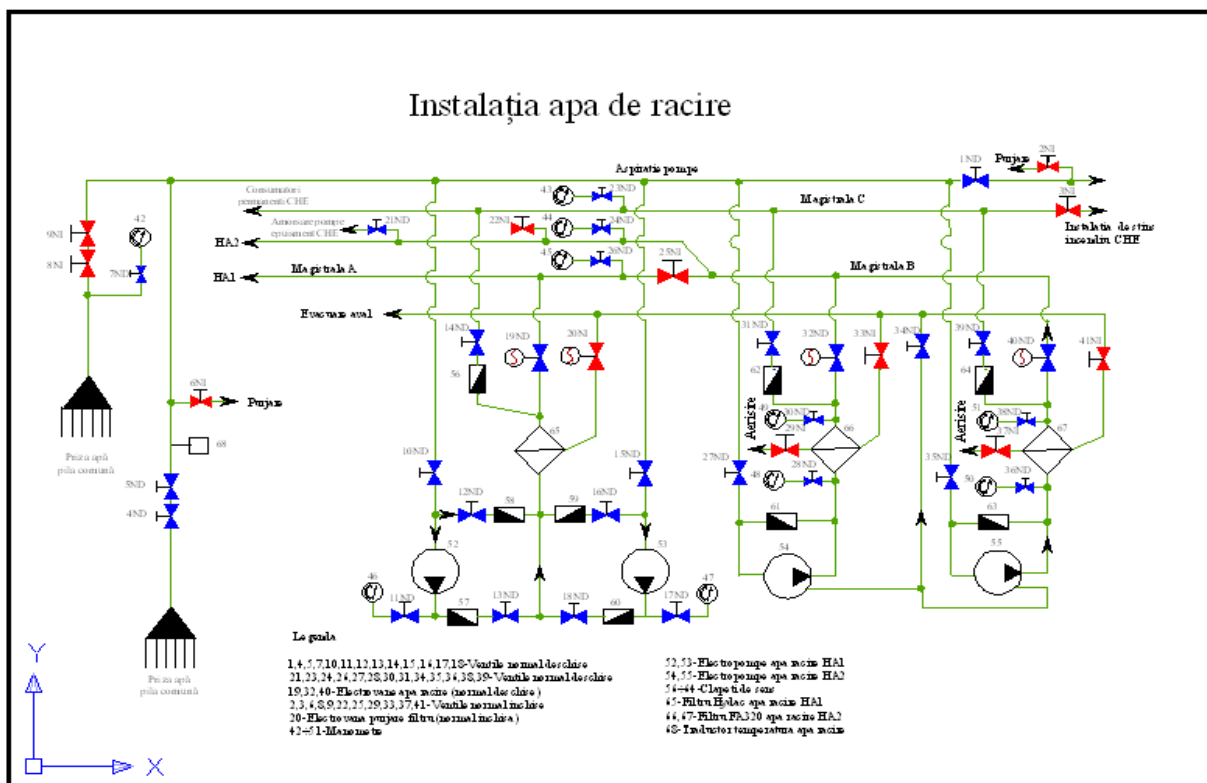
2. Funcționarea pompelor GUP este condiționată de poziția deschis a electrovanei GUP dată de limitatorul de poziție închis.

3. Compresorul de înaltă presiune pentru completarea cu aer funcționează condiționat de traductorul de nivel din hidrofor.

4. Menținerea constantă a turației este o condiție indispensabilă pentru menținerea constantă a frecvenței.

Subiectul IV.**TOTAL: 30 puncte**

Se dă figura de mai jos:



- a) În figură este reprezentată o schemă de instalație de răcire dintr-o centrală hidroelectrică. Realizați o scurtă descriere a acestei instalații.
- b) Identificați în funcție de simboluri șase elemente componente.

BAREM DE CORECTARE ȘI NOTARE**Subiectul I.****TOTAL: 10 puncte**

1 - c; 2 - a; 3 - c; 4 - d; 5 - b;

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

Subiectul II.**TOTAL: 25 puncte**

A.1 – ventil, 2 – pornirea, 3 – generatoarele, 4 – automat, 5 – reglatoarele

Pentru fiecare asociere corectă se acordă câte 2 puncte

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

B. Vibrații anormale ale turbinei, Inundarea capacului turbinei, Creșterea temperaturii lagărului, Creșterea sau scăderea nivelului de ulei din lagăr, Înfundare filtru aparat director.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 3 puncte

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

Subiectul III.**TOTAL: 25puncte**

1	A <i>Pentru răspuns corect se acordă 5 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>
2	F <i>Pentru răspuns corect se acordă 5 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i> Funcționarea pompelor GUP este condiționată de poziția deschis a electrovanei GUP dată de limitatorul de poziție deschis. <i>Pentru reformulare corectă se acordă 5 puncte</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>
3	A <i>Pentru răspuns corect se acordă 5 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>
4	A <i>Pentru răspuns corect se acordă 5 puncte.</i> <i>Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.</i>

Subiectul IV.**TOTAL: 30 puncte****a. – 18 puncte**

Instalația de apă de răcire este destinată pentru asigurarea consumatorilor de apă de răcire necesari funcționării hidroagregatelor. (2 puncte pentru definiție)

Consumatorii de apă sunt grupați în două categorii: (2 puncte pentru precizarea celor două categorii)

- Consumatori care trebuie alimentati în permanență: etanșarea arborelui turbine, ejectorul de evacuare a apei infiltrate în capacul turbine, amorsarea pompelor de evacuare a apei din capacul turbine, centura de stins incendiu aferentă generatorului (8 puncte pentru precizarea elementelor)
- Consumatori care trebuie alimentati pe durata funcționării hidroagregatului: lagărul axial al generatorului, lagărele radiale de conducere ale generatorului și turbine, răcitorii generatorului (6 puncte pentru precizarea elementelor)

b. – 12 puncte

Manometre, filtre, electropompe, prize de apă, ventile, electrovane.

Pentru fiecare răspuns corect se acordă câte 2 puncte.

Pentru răspuns greșit sau lipsa acestuia se acordă 0 puncte.

• **BIBLIOGRAFIE**

1. *Standard de pregătire profesională –nivel 3, calificarea: Operator în centrale hidroelectrice – Ministerul educației, CNDIPT/2016*
2. Ioan Anton, "Turbine hidraulice", Editura Facla, Timișoara 1979
3. Instrucțiuni tehnice interne - Servicii interne HA, Instalații de servicii interne generale, (CHE)
4. Mircea Bărglăzan "Turbine hidraulice", Editura Pol. Timișoara – 2000
5. Izbășoiu I, "Vane, stavile și turbine hidraulice", Editura I.P. București – 1987
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/Hydroelectricity>;
7. <http://www.energie-gratis.ro/hidrocentrale.php>