Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA București
Facultatea de Energetică

FIȘA DISCIPLINEI

1. Date despre program

1.1 Instituția de învățământ superior/	**Universitatea Națională de Știință și Tehnologie POLITEHNICA din București**
1.2 Facultatea	**Facultatea de Energetică**
1.3 Departamentul	
1.4 Domeniul de studii universitare	Inginerie Energetică
1.5 Programul de studii universitare	ISE, ETI, ME, ETM, EIF, ETN, TE
1.6 Ciclul de studii universitare	Licență
1.7 Limba de predare	Română
1.8 Locația geografică de desfășurare a studiilor	București

2. Date despre disciplină

2.1 Denumirea disciplinei(ro) (en)	**Utilizarea energiei apelor** **(Water energy use)**						
2.2 Titularul/ii activităților de curs							
2.3 Titularul/ii activităților de seminar / laborator/proiect							
2.4 Anul de studiu	2	2.5 Semestrul	II	2.6. Tipul de evaluare	E	2.7 Statutul disciplinei	Ob
2.8 Categoria formativă	D	2.9 Codul disciplinei	UPB.02.D.04.I.057				

3. Timpul total (ore pe semestru al activităților didactice)

3.1 Număr de ore pe săptămână	3	Din care: 3.2 curs	2	3.3 Laborator	1
3.4 Total ore din planul de învățământ	42	Din care: 3.5 curs/	28	3.6 Laborator	14
Distribuția fondului de timp:					ore
Studiul după manual, suport de curs, bibliografie și notițe Documentare suplimentară în bibliotecă, pe platformele electronice de specialitate Pregătire seminarii/ laboratoare/proiecte, teme, referate, portofolii și eseuri					30
Tutorat					0
Examinări					3
Alte activități (dacă există):					0

3.7 Total ore studiu individual	**33**
3.8 Total ore pe semestru	**75**[1]
3.9 Numărul de credite	**3**[2]

4. Precondiții (acolo unde este cazul)

4.1 de curriculum	Parcurgerea și/sau promovarea disciplinei Mecanica fluidelor 1
4.2 de rezultate ale învățării	Acumularea următoarelor cunoștințe: • Noțiuni privind presiunea; • Ecuația de continuitate; • Legea fundamentală a hidrostaticii. • Utilizarea de bază a calculatorului (foi de calcul tabelar – Excel / LibreOffice Calc) și noțiuni elementare de statistică (medie, abatere standard, regresie liniară).

[1] *Se va calcula ținând cont că se acordă un credit pentru volumul de muncă care îi revine unui student cu frecvență la zi pentru a echivala 25 de ore de pregătire pentru dobândirea rezultatelor învățării.*

[2] Se va completa conform planului de învățământ.

5. Condiții necesare pentru desfășurarea optimă a activităților didactice (acolo unde este cazul)

5.1 de desfășurare a cursului	• Cursul se va desfășura într-o sală dotată cu videoproiector . • Acces la platforma Moodle (curs.upb.ro) / Microsoft Teams pentru materiale, chestionare interactive de autoevaluare și activități asincrone;
5.2 de desfășurare a laboratorului	• Acces la seturi de date hidrologice și energetice deschise (ex.: Copernicus – GloFAS, Copernicus DEM, ENTSO-E Transparency Platform, date SEN publicate de Transelectrica) și la platforma Moodle pentru predarea electronică a referatelor.

6. Obiectiv general

Această disciplină face parte din trunchiul comun de pregătire al studenților Facultății de Energetica, și își propune să familiarizeze studenții cu principii generale ale utilizării energiei apelor şi a gestionării resurselor de apă în vederea alimentării în cele mai bune condiții a folosințelor de apă; cu modul de variație in timp si spațiu a resurselor de apă; cu elemente de hidrologie, cu posibilitățile de evaluare si exploatare a potențialului hidroenergetic, cu funcționarea si conectarea principalelor uvraje ale unei amenajări hidroenergetice, precum și cu încadrarea centralelor hidroelectrice in Sistemul Energetic Național; sunt prezentate principalele abordări, modele și teorii explicative ale domeniului, utilizate în rezolvarea de aplicații practice și probleme, cu relevanță pentru stimularea procesului de învățare la studenți.

Disciplina contribuie, totodată, la formarea competențelor transversale cerute de dubla tranziție – verde și digitală: (i) competențe verzi – înțelegerea hidroenergiei ca sursă regenerabilă și ca soluție de stocare (centrale cu acumulare prin pompaj) în contextul Pactului Ecologic European, al adaptării la schimbările climatice și al principiului „a nu prejudicia în mod semnificativ" (DNSH), cu respectarea debitului ecologic și a cerințelor Directivei-cadru Apă 2000/60/CE; (ii) competențe digitale și de lucru cu volume mari de date (Big Data) – achiziția, prelucrarea și vizualizarea seriilor lungi de date hidrologice și de producție din surse deschise, utilizarea instrumentelor GIS și înțelegerea sistemelor de monitorizare automată (senzori IoT, SCADA, gemeni digitali); (iii) competențe de utilizare critică și etică a inteligenței artificiale – modele de învățare automată pentru prognoza debitelor și a producției centralelor hidroelectrice, precum și utilizarea responsabilă a asistenților AI generativi în procesul de învățare. Abordarea este aliniată cadrelor europene de competențe GreenComp și DigComp 2.2.

7. Rezultatele învățării

Cunoștințe	• **Identifică** resursele de apă la nivel mondial si in Romania; • **Distinge** mărimile și noțiunile specifice hidrologiei si potențialului hidroenergetic • **Recunoaște** și identifica rolul componentelor unei amenajări hidroenergetice • **Explică** si compara modul de funcționare a diferitelor tipuri de amenajări hidroenergetice • **Enumeră** cele mai importante criterii de performanța energetica ale centralelor hidroenergetice • **Descrie** principalele tehnologii digitale utilizate în monitorizarea și exploatarea amenajărilor hidroenergetice (stații automate de măsură, senzori IoT, teledetecție, SCADA, gemeni digitali) și principiile de bază ale modelelor de inteligență artificială aplicate prognozei hidrologice și energetice; • **Explică** rolul hidroenergiei și al stocării prin pompaj în tranziția energetică și în integrarea surselor regenerabile variabile, impactul amenajărilor asupra mediului (debit ecologic, conectivitate ecologică, emisii pe ciclul de viață) și efectele schimbărilor climatice asupra resurselor de apă.

Abilități	• **Utilizează** argumentat principii specifice în vederea alegerii tipul de uvraj potrivit unei amenajări hidroenergetic și argumentează soluția identificată. • **Formulează** puncte de vedere cu privire la probleme ce pot să apară în timpul funcționării amenajărilor hidroenergetice; • **Identifică** soluții și propune noi soluții, inovative, privind echiparea și funcționarea amenajărilor hidroenergetice. • **Prelucrează** seturi mari de date hidrologice (serii multianuale de debite zilnice) din surse deschise, folosind foi de calcul și Python, pentru determinarea curbelor de durată, a debitelor caracteristice și a potențialului hidroenergetic; • **Utilizează** instrumente GIS (modele digitale ale terenului) pentru delimitarea bazinelor hidrografice, evaluarea potențialului și determinarea curbelor caracteristice ale lacurilor de acumulare; • **Aplică și evaluează critic** modele simple de regresie / învățare automată pentru prognoza debitelor sau a producției de energie, interpretând indicatorii de performanță și limitele modelului; • **Estimează** beneficiile de mediu ale unei amenajări (energie regenerabilă produsă, emisii de CO_2 evitate) și argumentează soluții care respectă cerințele de sustenabilitate.
Responsabilitate și autonomie	• **Selectează** surse bibliografice potrivite și le analizează. • **Respectă principiile de etică academică,** citând corect sursele bibliografice utilizate. • **Demonstrează receptivitate** pentru contexte noi de învățare. • **Manifestă colaborare** cu ceilalți colegi și cadre didactice în desfășurarea activităților didactice. • **Demonstrează autonomie** în organizarea situației/contextului de învățare sau a situației problemă de rezolvat. • **Manifestă responsabilitate socială** prin implicarea activă în viața socială studențească/implicare în evenimentele din comunitatea academică. • **Promovează/contribuie prin soluții noi, aferente domeniului de specialitate** pentru a îmbunătăți calitatea vieții sociale. • **Conștientizează valoarea contribuției sale în domeniul ingineriei** la identificarea de soluții viabile/sustenabile care să rezolve probleme din viața socială și economică (responsabilitate socială). • **Demonstrează abilități de management** al situațiilor din viața reală (gestionarea timpului colaborare vs. conflict). • **Utilizează etic și transparent instrumentele de inteligență artificială**, declarând utilizarea acestora în referate și verificând critic informațiile generate; respectă condițiile de licențiere și citare a datelor deschise utilizate. • **Integrează principiile dezvoltării durabile** (ODD 6, 7 și 13) în analiza și propunerea de soluții hidroenergetice, cântărind beneficiile energetice în raport cu impactul social și ecologic.

8. Metode de predare

Pornindu-se de analiza caracteristicilor de învățare ale studenților și de la nevoile lor specifice, procesul de predare va explora metode de predare atât expozitive (prelegerea, expunerea), cât și conversative-interactive, bazate pe modele de învățare prin descoperire facilitate de explorarea directa și indirectă a realității (experimentul, demonstrația, modelarea), dar și pe metode bazate pe acțiune, precum exercițiul, activitățile practice și rezolvarea de probleme. În activitatea de predare vor fi utilizate prelegeri, în baza unor prezentări Power Point sau diferite filmulețe care vor fi puse la dispoziția studenților. Fiecare curs va debuta cu recapitularea capitolelor deja parcurse, cu accent asupra noțiunilor parcurse la ultimul curs. Prezentările utilizează imagini și scheme, astfel încât informațiile prezentate să fie ușor de înțeles și asimilat.

Această disciplină acoperă informații și activități practice menite să-i sprijine pe studenți în eforturile de învățare și de dezvoltare a unor relații optime de colaborare și comunicare într-un climat favorabil învățării prin descoperire.

Se va avea în vedere exersarea abilităților de ascultare activă şi de comunicare asertivă, precum şi a mecanismelor de construcție a feedback-ului, ca modalități de reglare comportamentală în situații diverse și de adaptare a demersului pedagogic la nevoile de învățare ale studenților.

Se va exersa abilitatea de lucru în echipă pentru rezolvarea diferitelor sarcini de învățare.

Pentru dezvoltarea competențelor digitale, procesul didactic este susținut de platforma Moodle UNSTPB (materiale, chestionare de autoevaluare, predarea electronică a referatelor) și de instrumente interactive (chestionare live, simulări). Se utilizează studii de caz bazate pe date reale deschise (serii de debite, date de producție ale SEN), iar activitățile de laborator sunt organizate ca exerciții de analiză a datelor (foi de calcul, notebook-uri Python, QGIS).

Inteligența artificială este abordată atât ca subiect de studiu (modele de prognoză, mentenanță predictivă), cât și ca instrument de învățare: studenții pot utiliza asistenți AI generativi pentru clarificarea conceptelor sau depanarea codului, cu obligația de a declara utilizarea și de a verifica rezultatele; se discută critic erorile tipice ale acestor instrumente, precum și aspectele de etică, protecție a datelor și securitate cibernetică.

Competențele verzi sunt dezvoltate prin integrarea, în fiecare capitol, a dimensiunii de sustenabilitate (impact asupra mediului, adaptare la schimbările climatice, rolul hidroenergiei în decarbonizarea SEN) și prin dezbateri pe studii de caz (ex.: compromisul dintre producția de energie și debitul ecologic).

9. Conținuturi

CURS		
Capitolul	**Conținutul**	**Nr. ore**
I	**Introducere:** Obiect de studiu, Istoria utilizării energiei hidraulice. Rolul hidroenergiei în tranziția energetică și în atingerea Obiectivelor de Dezvoltare Durabilă (ODD 6, 7, 13); Pactul Ecologic European.	2
II	**Resursele de apă**: Definiţii, clasificări, caracteristici ale resurselor naturale. Resursele de apă pe glob şi în România. Impactul schimbărilor climatice asupra resurselor de apă. Surse de date deschise și teledetecție (Copernicus) pentru evaluarea resurselor.	2
III	**Elemente de hidrologie inginerească**: Generalităţi. Factori naturali ai scurgerii apelor. Debitele cursurilor de apă. Monitorizarea automată a scurgerii (stații hidrometrice automate, senzori IoT); Introducere în prelucrarea seriilor mari de date hidrologice (Big Data). Introducere în prognoza debitelor cu modele de inteligență artificială.	4
IV	**Potenţialul hidroenergetic Utilizarea energiei hidraulice**: Energia hidraulică. Potenţialul hidroenergetic şi evaluarea acestuia. Evaluarea potențialului cu instrumente GIS, pe baza modelelor digitale ale terenului.	4
V	**Scheme de amenajare hidroenergetică**. Centrale hidroelectrice cu acumulare prin pompaj (CHEAP) – stocarea energiei și integrarea surselor regenerabile variabile. Debitul ecologic și conectivitatea ecologică (scări de pești).	4
VI	**Uvraje ale schemelor amenajărilor hidroenergetice**: Baraje, Prize de apă, Canale. Galerii hidrotehnice, Conducte de derivaţie, Camere de echilibru, Clădirea centralei hidroelectrice. Monitorizarea digitală a comportării construcțiilor hidrotehnice și siguranța barajelor; gemeni digitali și mentenanță predictivă.	6
VII	**Lacul de acumulare**. Definiţii, clasificări, funcţii. Curbe şi parametrii caracteristici ai lacurilor de acumulare. Exploatarea lacurilor cu folosințe multiple; colmatarea. Determinarea curbelor caracteristice din modele digitale ale terenului și imagini satelitare.	2
VIII	**Turbine hidraulice și digitalizarea centralelor hidroelectrice.** Turbine hidraulice. Energia și puterea CHE. Încadrarea CHE în SEN. Digitalizarea CHE: sisteme SCADA, prognoza producției și dispecerizare asistate de AI, servicii de sistem și flexibilitate; securitate cibernetică. Amprenta de carbon pe ciclul de viață a CHE.	4
	Total:	**28**

Bibliografie:

1. Gabriela Dumitran, 2025, *Utilizarea energiei apelor. Facultatea de Energetică,* UNSTPB – *Suport de curs*, online pe Platforma Moodle UNSTPB https://curs.upb.ro/
2. Bogdan Popa, 2022, *Utilizarea energiei apelor. Facultatea de Energetică,* UNSTPB – *Suport de curs*, online pe Platforma Moodle UNSTPB https://curs.upb.ro/
3. Bogdan Popa, Adina Paraschivescu, Introducere in utilizarea apelor, Editura Politehnica Press, 2008, Bucuresti.
4. Vuta Liana Ioana, Dumitran Gabriela Elena, Nistreanu V., Amenajări hidroenergetice, Editura AGIR, 2015, 262 pag., București
5. C. Dincă, Gabriela Elena Dumitran - Protecţia resurselor naturale, Editura Academiei Oamenilor de Ştiinţă din Romania, 2011, 103 pag., București
6. A. Badea, H. Necula – coordonatori, colectiv autori, Bogdan Popa, Surse regenerabile de energie. Valorificarea energiei hidraulice, Editura AGIR, 520 pag., București
7. V. Nistreanu, V. Nistreanu. Amenajarea resurselor de apă şi impactul asupra mediului, Editura BREN, 1999, București
8. IEA – Hydropower Special Market Report: Analysis and forecast to 2030, International Energy Agency, Paris, 2021.
9. IRENA – The changing role of hydropower: Challenges and opportunities, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, 2023.
10. IHA – World Hydropower Outlook 2024, International Hydropower Association, Londra, 2024.
11. G. Bianchi, U. Pisiotis, M. Cabrera Giraldez – GreenComp: The European sustainability competence framework, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2022.
12. R. Vuorikari, S. Kluzer, Y. Punie – DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens, Publications Office of the European Union, Luxemburg, 2022.

LABORATOR/ SEMINAR/PROIECT

Nr. crt.	Conținutul	Nr. ore
1.	**L1.** Debitele cursurilor de apă: prelucrarea seriilor multianuale de debite din surse deschise (foi de calcul / Python) – hidrograf, curba de durată, debite caracteristice, analiza tendințelor	4
2.	**L2.** Potenţialul hidroenergetic, reprezentări hidroenergetice: evaluarea potențialului în mediu GIS (QGIS) pe baza unui model digital al terenului	2
3.	**L3.** Cheia limnimetrica a unui canal hidroenergetic: ajustarea relației nivel–debit prin regresie	2
4.	**L4.** Lacul de acumulare: curbe caracteristice, determinate automat din modelul digital al terenului	2
5.	**L5.** Parametrii caracteristici ai unei amenajări hidroenergetice; estimarea producției anuale de energie și a emisiilor de CO_2 evitate; vizualizarea rezultatelor într-un tablou de bord (dashboard)	2
6.	**L6. Test de verificare din lucrările L1-L5**	1
	Verificarea referatelor de laborator și încheierea situației la laborator	1
	Total:	**14**

Bibliografie:

1. Eliza Isabela Tică, Bogdan Popa, A.-V. Achim, Utilizarea energiei apelor. Îndrumar de laborator, Ed. Politehnica Press 2020, București
2. Bogdan Popa, F. Popa, Eliza Tică. *Îndrumar de calcule hidroenergetice*. Editura POLITEHNICA PRESS, 117 p., 2015, Bucureşti
3. Dumitran Gabriela Elena., Vuta Liana Ioana– *Aplicaţii în hidroenergetică – culegere de probleme*, Editura PRINTECH 2013, 126 pag., Bucureşti
4. F. Kratzert, D. Klotz, C. Brenner, K. Schulz, M. Herrnegger – Rainfall–runoff modelling using Long Short-Term Memory (LSTM) networks, Hydrology and Earth System Sciences, 22, 6005–6022, 2018.
5. QGIS Development Team – QGIS User Guide, documentație online, https://docs.qgis.org
6. Copernicus Climate Change Service – Climate Data Store (seturi de date hidrologice GloFAS), https://cds.climate.copernicus.eu

10. Evaluare

Tip activitate	10.1 Criterii de evaluare	10.2 Metode de evaluare	10.3 Pondere din nota finală
10.4 Curs	Cunoaşterea noţiunilor teoretice fundamentale privind Utilizarea energiei apelor, inclusiv a aspectelor de sustenabilitate și digitalizare specifice domeniului	**Examen scris** în sesiunea de examene, constând din aplicații (A) și din subiecte de teorie (T) care acoperă întreaga materie predată la curs	50% (30% T + + 20% A)
10.5 Laborator	Înțelegerea modului de determinare a elementelor hidroenergetice si a funcționarii amenajarilor hidroenergetice	Test de verificare, dat in ultima sedinta de laborator conform punctului 9/Laborator.	15%
	Corectitudinea rezultatelor din referatele de laborator și utilizarea adecvată a instrumentelor digitale (foi de calcul / Python, QGIS) pentru prelucrarea și interpretarea datelor	Evaluarea conținutului referatelor de laborator	35%
10.6 Condiții de promovare			
• îndeplinirea obligaţiilor caracteristice activităţii de laborator: participarea la laboratoare și predarea referatelor de laborator; • obţinerea a minim 50% din punctajul total (pentru nota 5)			

Data completării — Titularii de curs — Titularii de aplicații

Data avizării în departament

Director de Departament Hidraulică, Mașini Hidraulice și Ingineria Mediului
Prof. dr. ing. Diana Maria BUCUR

Director de Departament Producerea și Utilizarea Energiei
Conf. dr. ing. Victor-Eduard CENUȘĂ

Director de Departament Sisteme Electroenergetice
Prof. dr. ing. Ion TRIȘTIU

Data aprobării în Consiliul Facultății

Decan
Prof. dr. ing. Lăcrămioara Diana ROBESCU