



**Educație și formare profesională**  
**Informare pentru lectori și participanți**  
**" Protecția Climei, mediului, naturii și energie regenerabilă-Professional"**

**Modulul M5 – 07**  
**Energie geotermală,**  
**Încălzirea și răcirea districtului**

Ianuarie 2018

Echipa Europeană de cercetare și autor:

Dr. Barbara Tomaszewska  
Aleksandra Kasztelewicz  
Prof. Dr. Michael Hartmann  
Ing. Ec. Jürgen Weinreich

(PAS MEERI Krakow - Polonia -)  
(PAS MEERI Krakow - Polonia -)  
(SRH Hochschule Berlin – Germania -)  
(SRH Hochschule Berlin – Germania -)



HOCHSCHULE  
BERLIN



## Prezentare generală

P

Prezentare generală .....	2
Curriculum-ul din Modulul parte a Energiei Geotermale și Încălzirea Districtului M3 – 27 .....	3 - 6
Conferința 1: Introducere în Energia Geotermală .....	7 - 8
Conferința 2: Introducere în Generarea de Energie, Încălzirea și Răcirea Districtului .....	8
Conferința 3: Cele mai bune Practici și Impactul asupra Mediului al Utilizării Energiei Geotermale în sistemul energetic.....	9
Rezultate educaționale .....	10
Ghid pentru raportul studiului și șablon .....	10
Listă de referințe .....	11 - 12

## Curriculum

Modulul nr./Cod	M3 - 27
Denumire Modul	Introducere în Energia geotermală, Încălzirea și Răcirea Districtului
Unități ale Modulului (dacă este cazul)	1: Introducere în Energia Geotermală 2: Introducere în Generarea de Energie și Încălzirea Districtului cu surse geotermale 3: Cele mai bune Practici și Impactul asupra Mediului al Utilizării Energiei Geotermale în sistemul energetic
Conținutul Modulului	<p>Acest modul și prelegeri introduc participanții în fundamentele și potențialul de resurse geotermale și sisteme în sectoarele energetice și sistemele aferente. Prin construirea unei înțelegeri generale a utilizării resurselor și a abordărilor tehnologice, participanții sunt capabili să înțeleagă impactul economic și ecologic al utilizării resurselor geotermale în proiecte cu încălzirea și răcirea districtului (scară mică, medie și mare) și potențialul de generare a energiei electrice.</p> <p><b>Subiecte specifice:</b></p> <p>1: Introducere în Energia Geotermală</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Geologie și căldura Pământului</li><li>● Bazele sistemelor geotermale</li><li>● Rezervoare energetice și rețele energetice</li><li>● Investițiile, costurile de exploatare, costurile producției curente, eficiența</li><li>● Studii de caz și instalații de referință</li><li>● Utilizarea potențialelor naționale și internaționale</li></ul> <p>2: Introducere în Generarea Energiei Electrice, Încălzirea și Răcirea Districtului cu surse geotermale Provocări pentru generarea Energiei Electrice din surse geotermale Conceptul și Componentele Sistemelor de Încălzire și Răcire a Districtului Calcularea prețurilor la energie și eficiența costurilor Studii de caz și instalații de referință Potențialul de utilizare locală și regională</p> <p>3: Cele mai bune Practici și Impactul asupra Mediului al Utilizării Energiei Geotermale în sistemul energetic</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Experiențele celor mai bune Practici din Lume a utilizării apei geotermale și a energiei</li><li>● Analiza ecologică și a ciclului de viață</li><li>● Impactul asupra Mediului al exploatării geotermale</li><li>● Impactul asupra Mediului al utilizării energiei Geotermale</li><li>● Impactul asupra Mediului al Proiectelor de Încălzire și răcire a mediului</li><li>● Impactul asupra Mediului al utilizării apei Geotermale</li></ul>

Obiective de Calificare	<p>Scopul învățării este de a instrui participanții a înțelege și pune în aplicare actualele concepte tehnice de utilizare geotermală în conceptele și soluțiile energetice. Ei vor reuși să realizeze comercialitate în timp ce îndeplinesc cerințele legale, sociale și provocări de mediu din punctul de vedere al resurselor geotermale și să le utilizeze la nivel local și regional. Prelegerile doresc să construiască o înțelegere a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptele de bază în exploatarea și utilizarea resurselor geotermale, caracteristicile rezervoarelor geotermale și producerea de căldură și putere;</li> <li>• Tehnici integrate de management pentru a livra un proiect energetic geotermal;</li> <li>• Potențialul actual și viitor al energiei geotermale în portofoliul global și regional al resurselor energetice.</li> <li>• Generarea de energie electrică, concepte de încălzire și răcire a sectorului, proiectele și cele mai bune practici</li> <li>• Aspecte de mediu ale apei geotermale și utilizării energiei.</li> </ul>
Perioada de planificare	Luna a 5-a
Durata Modulului	4 zile
Frecvența Modulului	La cerere
Numărul Creditelor ECTS Alocate	1
Volumul Total și Modul de Lucru (studii individuale + ore de contact)	32 ore (Ore de contact 16 h = 50%)
Tip de Prelegere (obligatoriu, activ, etc.)	Obligatorie
Utilitatea Modulului pentru Alte Programe de Studiu	niciunul
Cerințe Preliminare de Înscriere	Conferința în M1 și M3 – 21 Introducere în distribuția de Energie și în M3 - 23 Introducere În Energie și Depozitare Solară și Termală trebuie să fie finalizate și promovate
Coordonatorul Responsabil	Directorul de Program
Numele Lectorului	NN
Limba de Predare	Engleză/Germană/Maghiară/Poloneză/Română
Modul de Testare/Cerințe pentru Premiera Creditelor	Raportul de participare și studiu
Contribuția pentru Gradul Final	2,1%
Metode de Predare și Învățare a Modulului	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientarea lectorului spre partea practică</li> <li>• Participarea activă a participanților prin discuții și contribuții</li> <li>• Completarea exercițiilor și scrierea unui raport de studii</li> </ul>
Caracteristici speciale (de exemplu, ponderea la învățarea de la distanță, practica pe teren, prelegeri, etc.)	Excursie la o centrală geotermală de energie electrică și/sau sisteme de încălzire și/sau centrul balneotermal cu apă geotermală ce sunt utilizate în regiune

<p>Literatura (citire obligatorie/literatură suplimentară)</p>	<p>Articole și cazuri relevante vor fi transmise de lector în timpul prelegerilor.</p> <p>Literatura recomandată:</p> <p>Mary H. Dickson and Mario Fanelli; Geothermal energy: utilization and technology; UNESCO Publishing by John Wiley &amp; Sons; 1995</p> <p>William E. Glassley; Geothermal Energy: Renewable Energy and the Environment, Second Edition; 2014, CRC Press; ISBN-13: 9781482221749</p> <p>Ingrid Stober, Kurt Bucher; Geothermal Energy: From Theoretical Models to Exploration and Development; 2013; Springer Verlag</p> <p>Colin Harvey, Graeme Beardsmore. Inga Moeck and Horst Rüter; Geothermal Exploration - Global Strategies and Applications; 2016; IGA Academy Books; ISBN: 978-3-9818045-0-8</p> <p>Billy C. Langley; Heat Pump Technology 3rd Edition; 2001, Pearson; ISBN: 978-0130339652</p> <p>Keith E. Herold; Absorption Chillers and Heat Pumps; 2016, Productivity Press; ISBN: 9781498714341</p> <p>Jay Egg; Geothermal HVAC: Green Heating and Cooling; 2010, McGraw-Hill Education ISBN: 9780071746106</p> <p>Marc A. Rosen, Seama Koochi-Fayegh; Geothermal Energy: Sustainable Heating and Cooling Using the Ground; 2017; John Wiley &amp; Sons Inc.; ISBN: 9781119180982</p> <p>Sven Werner; International review of district heating and cooling; Science direct <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421730614X">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421730614X</a></p> <p>Dietrich Schmidt, Anna Kallert, Markus Blesl; Sven Svendsen, Hongwei Li, Natasa Nord, Kari Sipilä; Low Temperature District Heating for Future Energy Systems; <a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217322592">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217322592</a></p> <p>Dietrich Schmidt, Anna Kallert, Janybek Orozaliev, Isabelle Best, Klaus Vajen, Oliver Reul, Jochen Bennowitz, Petra Gerhold; Development of an Innovative Low Temperature Heat Supply Concept for a New Housing Area; Energy Procedia, Volume 116, 2017, pp. 39-47</p> <p>Sectorul energetic în orașe: deblocarea potențialului de eficiență energetică și energie regenerabilă; <a href="http://www.unep.org/energy/des">www.unep.org/energy/des</a></p>
--	---

	<p>Bundschuh J. (ed.), Tomaszewska B (ed.); Geothermal Water Management; 2018; CRC Press Taylor&amp;Francis Group <a href="https://www.crcpress.com/Geothermal-Water-Management/Bundschuh-Tomaszewska/p/book/9781138749009">https://www.crcpress.com/Geothermal-Water-Management/Bundschuh-Tomaszewska/p/book/9781138749009</a></p>
--	---

# Conferința 1: Introducere în Energia Geotermală

Scopul cursului este de a prezenta informații de bază în domeniul energiei geotermale, cu accent special pe circulația apelor geotermale în natură și modul de utilizare a energiei și a apelor geotermale. Vor fi furnizate cunoștințe privind metodele selectate pentru identificarea, partajarea și utilizarea resurselor geotermale.

## 1. Geologia și Căldura Pământului

Principiile fundamentale ale geologiei și hidrologiei, mecanismele de curgere a căldurii.

## 2. Bazele sistemelor geotermale

Definiții de bază privind energia geotermală. Descrierea geologică de bază a condițiilor favorabile pentru diferite tipuri de producere a depozitelor geotermale. Concepte de bază legate de geotermal (un gradient termic al Pământului și gradul geotermal, apa geotermală și depozitele de abur). Resurse geotermale de temperatură înaltă și joasă și condiții de apariție ale acestora. Surse de căldură în scoarța Pământului și procesele responsabile pentru fluxul de căldură.

Metode de bază ale utilizării energiei geotermale – utilizare directă, pompe de căldură geotermale (GHP), surse de sol sau pompe de căldură cuplate la sol (GSHP sau GCH) și generatoare de fluide binare pentru utilizarea electrică și producția de energie electrică.

Metode de exploatare a depozitelor geotermale.

Tehnologiile care efectuează fântâni geotermale (verticale, direcționale, orizontale).

Metode de producere a apei pentru utilizarea geotermală.

Eliminarea fluidelor geotermale.

Caracteristica generală a sistemelor geotermale în lume și în locațiile selectate (Polonia, Germania, Ungaria, România).

## 3. Rezervoare energetice și rețele energetice

Metode de evaluare a resurselor și rezervelor geotermale.

Exemple de clasificări ale tipurilor de resurse geotermale.

Metodologia evaluării – factorii care afectează acviferele și resursele geotermale.

Revizuirea tehnicilor de modelare a calculatorului este utilă în prospectarea și evaluarea resurselor geotermale.

## 4. Investițiile, costurile de exploatare, costurile producției curente, eficiența

Aspecte geologice și economice ale extracției folosind forajul adânc (costurile de foraj, performanță, temperatura, mineralizarea, compoziția chimică a apelor, etc.).

Viabilitatea economică a construcției instalațiilor geotermale.

Reglementări, măsuri de stimulare financiară pentru dezvoltarea geotermală, riscuri geotermale și garanții de risc – provocări și oportunități.

## 5. Potențialele naționale și internaționale de utilizare

Utilizarea apelor geotermale în balneoterapie și recreere.

Concepte de bază ale balneoterapiei.

Factorii care permit utilizarea apelor pentru obiectivele medicamentoase și de agrement (de exemplu, temperatura, mineralizarea, compoziția chimică).

Centre de Recreere și balneoterapie în Polonia/Ungaria/Germania/România, alte țări din Europa și în lume.

## 6. Studii de caz și instalații de referință

Apele geotermale și energia în Polonia sau Ungaria sau Germania sau România - locurile de origine ale participanților – exemple

Studii de caz pentru Polonia: regiunea Podhale, câmpiile poloneze (Mszczonów, Pyrzyce, Poddębice, Uniejów)

Studii de caz pentru Germania: (Neustadt-Glewe, Bunuri și altele a se vedea

[https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Geothermiekraftwerken\\_in\\_Deutschland](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Geothermiekraftwerken_in_Deutschland))

Studii de caz pentru România: (Oradea)

Studii de caz pentru Ungaria: (Miskolc, Tura)

**Durata Conferinței 1 – 5 ore**

**Exerciții – 3 ore**

Exercițiile, de exemplu, se referă la dezvoltarea studiilor de caz pentru regiunile selectate (punctul 6)

## **Conferința 2: Introducere în Generarea Energiei Electrice, Încălzirea Districtului și Răcirea cu utilizare geotermală**

Scopul cursului este acela de a introduce informații de bază în domeniul producției de energie electrică, de producție termică și de răcire de la resurse geotermale.

### **1. Generarea de energie din surse geotermale**

Prezentare generală la nivel mondial a generării energiei electrice geotermale  
Introducere în generarea energiei electrice cu utilizare geotermală  
Revizuirea tehnologiei de temperatură ridicată și scăzută

### **2. Conceptul și componentele sistemelor de încălzire și răcire a districtului**

Prezentare generală a sistemelor de încălzire, componente, influențe, cooperare  
Geotermal – caracteristicile sursei de energie  
Geotermal ca o componentă a sursei de încălzire  
Optimizarea sistemului de încălzire geotermală (surse de energie hibride, utilizarea energiei în cascade, pompe de căldură)  
Răcire geotermală

### **3. Generarea de energie termică și electrică combinată, poligenerarea**

Energia electrică și termică combinată,  
Căldura, puterea electrică și răcirea combinată

### **4. Calculul prețurilor la energie și eficiența costurilor**

Utilizarea pe scară largă a produselor geotermale (energie, apă și altele) – Prezentare generală și studiul de caz

### **5. Studii de caz și instalații de referință**

Proiectul Turawell Orka – Ungaria  
Regiunea Podhale și Mszczonów Heating Planta – Polonia  
Proiectul Oradea - România  
Proiectul Neustadt-Glewe – Germania

### **6. Potențialul de utilizare locală și regională**

Domenii de perspectivă în Polonia (potențialul local, recunoașterea resurselor)

**Durata Conferinței 1 – 6 ore**

**Exerciții – 2 ore**



## **Conferinta 3: Cea mai bună Practică și Impactul asupra Mediului al utilizării Geotermale în sistemul nostru energetic**

Primul scop al cursului este de a performa cele mai bune practici de a folosi apa geotermală și energie în diferite locații din lume. Al doilea obiectiv este acela de a prezenta o multitudine de aspecte ale impactului geotermal asupra mediului natural și asupra economiei. Studenții vor dobândi astfel cunoștințe despre impactul asupra mediului natural și asupra economiei datorate exploatării și utilizării apei geotermale, în scopul încălzirii districtelor și de asemenea pentru proiectele de răcire.

1. Cele mai bune practici din lume legate de apa geotermală și exemple ale utilizării ei în Lume și în EU.  
Acte legislative și reglementări pentru energia geotermală și utilizarea apei

- 2 Analiza ecologică și a ciclului de viață

- 3 Impactul asupra mediului al exploatării geotermale

Impactul exploatării geotermale asupra mediului – lucrări de exploatare (de exemplu, cercetări în geofizică) foraj, zgomot, emisii, izolarea nivelurilor acviferului și a rezervoarelor.

- 4 Impactul asupra mediului al utilizării energiei Geotermale

Impactul utilizării energiei geotermale asupra mediului - gestionarea rezervei, distribuția, descărcarea apei, exploatarea pe termen lung.

Efectul ecologic obținut în timpul exploatării energiei geotermale. Rentabilitatea economică și impactul ecologic.

- 5 Impactul asupra Mediului prin Încălzirea Districtului și a Proiectelor de Răcire

Costurile, construcția parcurilor, posibilitățile de exploatare pe termen lung, presiunea în cavitate, injectarea apei.

- 6 Impactul asupra Mediului prin Utilizarea apei Geotermale

Tratarea și purificarea apelor geotermale (Exemple de utilizare a tehnologiei; osmoză inversă, ultrafiltrare, aerare, eliminare și alte tehnologii aplicate de tratare)

**Durata conferinței 1 – 5 ore**

**Exerciții – 3 ore**

**Rezultate educaționale**

**Cunoștințe**

- Studentul cunoaște și explică definițiile de bază, conceptele și legile utilizate în energia geotermală și cunoaște metodele geologice selectate și tehnologiile de încălzire utilizate în diagnostic, și de asemenea pentru accesul și gestionarea resurselor energetice geotermale.
- Studentul are cunoștințe de bază de Geologie din diferite regiuni geotermale, respective despre diferitele tipuri de depozite geotermale.
- Studentul este conștient de reînnoirea resurselor geotermale și are informații de bază cu privire la tehnologia de foraje geotermale.
- Studentul are cunoștințe de bază de fizică și termodinamica termică.
- Studentul are cunoștințe despre aspectele de mediu ale utilizării resurselor energetice

### **Abilitățile**

- Studentul este capabil să analizeze condițiile de apariție a apelor geotermale și să evalueze adecvarea acestora în scopuri specifice, folosind literatura și materialele.
- Studentul este capabil să efectueze evaluări simple ale resurselor și să interpreteze rezultatele măsurărilor hidrogeotermale pentru situații geologice simple.
- Studentul are capacitatea de a-și extinde cunoștințele în domeniul energiei geotermale.
- Studentul poate estima rentabilitatea aplicării tehnologiei energiei geotermale.
- Studentul poate colecta și analiza datele relevante, iar pe baza acestora, el poate determina impactul exploatării asupra mediului

### **Atitudini/Competențe sociale**

- Studentul este conștient și înțelege impactul economic, social și ecologic al activității de inginerie în domeniul prospectării și exploatării depozitelor geotermale.
- Studentul este conștient de necesitatea de a îmbunătăți competențele profesionale și personale, datorate extinderii cunoștințelor prin auto-învățare
- Studentul înțelege valoarea lucrărilor de cercetare și poate gândi critic despre informațiile venite din diferite surse

## **Ghid pentru raportul-studiu și șablon**

Fiecare student va selecta o resursă geotermală sau regiune, în scopul pregătirii un raport de studiu de caz, realizat până la sfârșitul cursului.

Raportul studiului trebuie să aibă aproximativ 5 pagini (Times New Roman, 12 font, 1.5 spațiere ), inclusiv figuri și tabele. Toate rapoartele trebuie să conțină o listă de referințe.

## Listă de referințe:

Mary H. Dickson and Mario Fanelli;

Geothermal energy: utilization and technology; Editura UNESCO de John Wiley & Sons; 1995

William E. Glassley; Geothermal Energy: Renewable Energy and the Environment, Second Edition; 2014, CRC Press; ISBN-13: 9781482221749

Ingrid Stober, Kurt Bucher; Geothermal Energy: From Theoretical Models to Exploration and Development; 2013; Springer Verlag

Colin Harvey, Graeme Beardsmore, Inga Moeck and Horst Rüter; Geothermal Exploration - Global Strategies and Applications; 2016;

IGA Academy Books; ISBN: 978-3-9818045-0-8

Billy C. Langley; Heat Pump Technology 3rd Edition;

2001, Pearson; ISBN: 978-0130339652

Keith E. Herold; Absorption Chillers and Heat Pumps; 2016, Productivity Press;

ISBN: 9781498714341

Jay Egg; Geothermal HVAC: Green Heating and Cooling; 2010, McGraw-Hill Education

ISBN: 9780071746106

Marc A. Rosen, Seama Koochi-Fayegh; Geothermal Energy: Sustainable Heating and Cooling Using the Ground;

2017; John Wiley & Sons Inc.; ISBN: 9781119180982

Sven Werner; International review of district heating and cooling; Science direct

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S036054421730614X>

Dietrich Schmidt, Anna Kallert, Markus Blesl; Sven Svendsen, Hongwei Li, Natasa Nord, Kari Sipilä; Low Temperature District Heating for Future Energy Systems;

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217322592>

Dietrich Schmidt, Anna Kallert, Janybek Orozaliev, Isabelle Best, Klaus Vajen, Oliver Reul, Jochen Bennowitz, Petra Gerhold; Development of an Innovative Low Temperature Heat Supply Concept for a New Housing Area; Energy Procedia, Volume 116, 2017, pp. 39-47

District Energy in Cities: Unlocking the Potential of Energy Efficiency and Renewable Energy;

[www.unep.org/energy/des](http://www.unep.org/energy/des)

Popovski K. et al., 2010 – Geothermal energy.

Bundschuh J. (ed.), Tomaszewska B (ed.) 2018 - Geothermal Water Management; CRC Press Taylor&Francis Group

<https://www.crcpress.com/Geothermal-Water-Management/Bundschuh-Tomaszewska/p/book/9781138749009>

Lund J., Boyd T.L., 2016 – Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review. Geothermics, vol. 60, pp. 66-93. <https://doi.org/10.1016/j.geothermics.2015.11.004>

DiPippo R., 2015 – Geothermal Power Plants: Principles, Applications, Case Studies and Environmental Impact, Butterworth Heinemann, 4th Ed.

Pentru studii de caz poloneze:

Górecki W. (Red.), 2006 – Atlas zasobów geotermalnych formacji mezozoicznych i paleozoicznych na Niżu polskim

Górecki W. (Red.), 2011 – Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Zachodnich

Górecki W. (Red.), 2013 – Atlas zasobów wód i energii geotermalnej Karpat Wschodnich