



## Oktatás és képzés

# Tájékoztató az előadók és résztvevők számára „Éghajlati, környezeti, természetvédelmi és megújuló energia - szakértő”

## M5 - 07 modul Geotermikus energia, Távfűtés és -hűtés

2018. január

európai kutató és szerzői csapat:

Dr. Tomaszewska Barbara  
Kasztelewicz Aleksandra  
Prof. Dr. Michael Hartmann  
Ang. Eb. Jürgen Weinreich

(PAS MEERI Krakkó - Lengyelország -)  
(PAS MEERI Krakkó - Lengyelország -)  
(SRH Hochschule Berlin – Németország -)  
(SRH Hochschule Berlin – Németország -)



## Áttekintés

P

Áttekintés .....	2
A Geotermikus energia és távfűtés M3 - 27 modul tanterve .....	3 - 6
1. Előadás: Bevezetés a geotermikus energiába .....	7 - 8
2. Előadás: Bevezetés az energiatermelésbe, a távfűtésbe és -hűtésbe .....	8
3. Előadás: A geotermikus energia energiarendszerben való felhasználásának legjobb gyakorlatai és környezeti hatása .....	9
Oktatási eredmények.....	10
Útmutató a tanulmányjelentéshez és sablon .....	10
Irodalomjegyzék .....	11 - 12

## Tanterv

Modulszám / kód	M3 - 27
Modul célja	Bevezetés a geotermikus energiába, valamint a távfűtésbe és -hűtésbe
Modul részei (felosztás esetén)	: Bevezetés a geotermikus energiába 2: Bevezetés az energiatermelésbe és a geotermikus erőforrásokkal való távfűtésbe 3: A geotermikus energia energiarendszerben való felhasználásának legjobb gyakorlatai és környezeti hatása
Modul tartalma	<p>Jelen modul és a leckék bemutatják a geotermikus erőforrások és rendszerek alapjait és lehetőségeit az energiaágazatokban és -rendszerekben. Az erőforrás-felhasználás általános megértése és a technológiai megközelítés révén a résztvevők megérthetik a geotermikus erőforrások felhasználásának gazdasági és környezeti hatását a távfűtéssel és -hűtéssel, valamint az elektromos energiatermeléssel kapcsolatos projekteknél (kicsi, közepes és nagy méretű).</p> <p><b>Konkrét témakörök:</b></p> <p>1: Bevezetés a geotermikus energiába</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Geológia és a föld belső hője</li><li>● A geotermikus rendszerek alapjai</li><li>● Energiatárolók és energiahálózat</li><li>● Beruházások, működtetési költségek, jelenlegi termelési költségek, hatékonyság</li><li>● Esettanulmányok és referencia rendszerek</li><li>● Nemzeti és nemzetközi hasznosítási lehetőségek</li></ul> <p>2: Bevezetés a geotermikus erőforrásokkal történő energiatermelésbe, távfűtésbe és -hűtésbe Geotermikus forrásokból származó villamosenergia-termelés kihívásai A távfűtési és -hűtési rendszerek koncepciója és összetevői Az energiaárak kiszámítása és a költséghatékonyság Esettanulmányok és referencia rendszerek Lokális és regionális hasznosítási lehetőségek</p> <p>3: A geotermikus energia energiarendszerben való felhasználásának legjobb gyakorlatai és környezeti hatása</p> <ul style="list-style-type: none"><li>● A Világ Legjobb Gyakorlata, geotermikus vízzel és energiafelhasználással kapcsolatos tapasztalatok</li><li>● Ökológiai és életciklus-elemzés</li><li>● Geotermikus feltárás környezeti hatása</li><li>● Geotermikus energia hasznosításának környezeti hatása</li><li>● Távfűtési és -hűtési projektek környezeti hatása</li><li>● Geotermikus víz hasznosításának környezeti hatása</li></ul>

Minősítési célok	<p>Az oktatás célja, hogy a résztvevők megértsék és alkalmazzák a geotermikus felhasználás jelenlegi technikai koncepcióit az energetikai megoldások terén. Képesek elérni a gazdaságosságot, miközben a helyi és regionális szinten felhasznált geotermikus erőforrások szempontjából megfelelnek a jogi, társadalmi és környezeti kihívásoknak. A leckék célja az alábbiak megértése:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geotermikus erőforrások megismerésével és felhasználásával kapcsolatos alapfogalmak,</li> <li>• geotermikus rezervoárok jellemzése, valamint hő- és energiatermelés;</li> <li>• Integrált menedzselési technikák geotermikus energiaprojekt megvalósításához;</li> <li>• A geotermikus energia jelenlegi és jövőbeni potenciálja a globális és regionális energiaforrások területén.</li> <li>• Villamosenergia-termelés, távfűtési és -hűtési koncepciók, projektek és legjobb bevett gyakorlatok</li> <li>• Geotermikus víz- és energiafelhasználás környezeti szempontjai.</li> </ul>
Tervezési időszak	5. hónap
Modul időtartama	4 nap
Modulfrekvencia	Követelményeknek megfelelően
Hozzárendelt ECTS-pontok száma	1
Teljes munkamennyiség és típus (egyéni tanulás + tanórák)	32 óra (16 tanóra = 50%)
Előadás típusa (kötelező, választható, stb.)	Kötelező
A modul egyéb leckék során való felhasználása	nincs
Beiratkozás előfeltételei	Az M1 és M3 - 21 Bevezetés az energiátovábbításba és M3-23 Bevezetés a Napenergiába és annak tárolásába című leckék sikeres elvégzése
Felelős koordinátor	Programigazgató
Előadó neve	NN
Oktatás nyelve	Angol/német/magyar/lengyel/román
Tesztelési kategória / Kreditek elnyerésének feltételei	Részvétel és tanulmányjelentés
Végző osztályzat befolyásolása	2,1%
A modul tanítási és tanulási módszerei	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gyakorlatorientált oktatói input</li> <li>• Résztvevők aktív részvétele beszélgetés és hozzászólás révén</li> <li>• Gyakorlatok befejezése és tanulmányjelentés készítése</li> </ul>
Speciális elemek (pl. távoktatás, terepgyakorlat,	Geotermikus erőmű és/vagy távfűtési rendszerek

vendéglőadások stb.)	és/vagy geotermikus vizet használó balneoterápiás központok meglátogatása a régióban.
Irodalom (kötelező olvasmány/kiegészítő irodalom)	<p>A vonatkozó cikkeket és esettanulmányokat az előadó biztosítja a leckék során.</p> <p>Ajánlott irodalom:</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 Koohi-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 Bennewitz, 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>

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

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

Bundschuh J. (ed.), Tomaszewska B (ed.);

Geothermal Water Management; 2018; CRC Press

Taylor&Francis Group

[https://www.crcpress.com/Geothermal-Water-Management/Bundschuh-](https://www.crcpress.com/Geothermal-Water-Management/Bundschuh-Tomaszewska/p/book/9781138749009)

[Tomaszewska/p/book/9781138749009](https://www.crcpress.com/Geothermal-Water-Management/Bundschuh-Tomaszewska/p/book/9781138749009)

# 1. Előadás: Bevezetés a geotermikus energiába

Az előadás célja, hogy a geotermikus energia területén alapinformációkat mutasson be, különös tekintettel a geotermikus vizek természetben való keringésére és az energia, valamint a geotermikus vizek használatának módjára. Geotermikus erőforrások azonosítására, megosztására és használatára vonatkozó módszerekkel kapcsolatos tudás kerül átadásra.

## 1. Geológia és a föld belső hője

A geológia és a hidrológia alapelvei, hőáramlási mechanizmusok.

## 2. Geotermikus rendszerek alapjai

Geotermikus energia alapvető definíciói. Különböző típusú geotermikus rezervoárok előfordulásának kedvező feltételek alapvető geológiai leírása. Geotermikusság alapvető fogalmai (a Föld geotermikus gradiense, geotermikus mélységlépcső, geotermikus gőz-víz rezervoárok). Magas hőmérsékletű és alacsony hőmérsékletű geotermikus erőforrások és azok előfordulási feltételei. A földkéreg hőforrása és a hőáramlásért felelős folyamatok.

A geotermikus energia felhasználásának alapvető módszerei - közvetlen felhasználás, geotermikus hőszivattyúk (GHP), valamint talajszondás és talajhő-víz hőszivattyúk (GSHP vagy GCHP), továbbá elektromos felhasználású és villamosenergia-termelő bináris folyadékgenerátorok.

Geotermikus rezervoárok kiaknázásának módszerei.

Geotermikus kutak létrehozásának technológiái (függőleges, irányított, vízszintes).

Geotermikus felhasználású víz termelésének módszerei.

Geotermikus folyadékok ártalmatlanítása.

A világ és kiválasztott helyszínek (Lengyelország, Németország, Magyarország, Románia) geotermikus rendszereinek általános jellemzői.

## 3. Energiatárolók és energiahálózat

Geotermikus erőforrások és tartalékok értékelésének módszerei.

Geotermikus források típusainak osztályozási példái.

Értékelési módszertan - Víztartó rétegeket és geotermikus erőforrásokat befolyásoló tényezők.

Geotermikus erőforrások feltárásakor és értékelésekor használatos számítógépes modellezési technikák áttekintése.

## 4. Beruházások, működtetési költségek, jelenlegi termelési költségek, hatékonyság

Mély lyukfúrással történő kitermelés geológiai és gazdasági szempontjai (fúrási költségek, teljesítmény, hőmérséklet, mineralizáció, vizek kémiai összetétele stb.).

Geotermikus létesítmények létrehozásának gazdasági életképessége.

Szabályozások, ösztönző pénzügyi intézkedések a geotermikus fejlesztések terén

Geotermikus kockázat és kockázatbiztosítási alapok - kihívások és lehetőségek.

## 5. Nemzeti és nemzetközi hasznosítási lehetőségek

Geotermikus vizek hasznosítása a balneoterápiában és a rekreációban.

A balneoterápia alapfogalmi.

A vizek gyógyászati és szabadidős célokra történő használatát lehetővé tevő tényezők

(pl. hőmérséklet, mineralizáció, kémiai összetétel).

Rekreációs és balneoterápiás központok Lengyelországban / Magyarországon / Németországban / Romániában, Európa más országaiban és a világon.

## 6. Esettanulmányok és referencia rendszerek

Geotermikus vizek és geotermikus energia Lengyelországban, Magyarországon, Németországban vagy Romániában a résztvevők származási helyének megfelelően.

Lengyel esettanulmányok: Podhale régió, Lengyel-alföld (Mszczonów, Pyrzyce, Poddębice, Uniejów)

Német esettanulmányok (Neustadt-Glewe,,: Waren und andere siehe [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_von\\_Geothermiekraftwerken\\_in\\_Deutschland](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_Geothermiekraftwerken_in_Deutschland))

Román esettanulmányok: (Nagyvárad)

Magyar esettanulmányok: (Miskolc, Tura)

**Előadás időtartama 1-5 óra**

**Gyakorlatok - 3 óra**

A gyakorlatok például a kiválasztott régiók esettanulmányainak kidolgozására vonatkozhatnak (6 pont)

## **2. Előadás: Bevezetés a geotermikus erőforrásokkal történő energiatermelésbe, távfűtésbe és -hűtésbe**

Az előadás célja alapvető információk bemutatása a geotermikus erőforrásokból származó villamosenergia-termelés, valamint hőtermelés és -hűtés terén.

### **1. Energiatermelés geotermikus forrásokkal**

A geotermikus villamosenergia-termelés globális áttekintése  
Bevezetés a geotermikus forrásokkal történő villamosenergia-termelésbe  
Magas és alacsony hőmérsékletű technológia áttekintése

### **2. A távfűtési és -hűtési rendszerek koncepciója és összetevői**

Fűtési rendszerek, alkatrészek, hatások és együttműködés áttekintése  
Geotermikus - az energiaforrás jellemzői  
Geotermikus, mint fűtőforrás komponens  
Geotermikus fűtőrendszerek optimalizálása (hibrid energiaforrások, kaszkád hőhasznosítás, hőszivattyúk)  
Geotermikus hűtés

### **3. Hő- és villamosenergia-termelés ötvözése, poligeneráció**

Hő- és villamosenergia-termelés ötvözése  
Hő, elektromos áram és hűtés ötvözése

### **4. Az energiaárak kiszámítása és a költséghatékonyság**

Geotermikus termékek (energia, víz és egyéb) széles körű felhasználása - áttekintés és esettanulmányok

### **5. Esettanulmányok és referencia rendszerek**

Turai geotermikus erőmű - Magyarország  
Podhale régió és Mszczonów - Lengyelország  
Nagyvárad - Románia  
Neustadt-Glewe - Németország

### **6. Lokális és regionális hasznosítási lehetőségek**

Perspektív területek Lengyelországban (helyi potenciál, erőforrások felismerése)

**Előadás időtartama 1-6 óra**

**Gyakorlatok - 2 óra**



### **3. Előadás: A geotermikus energia energiarendszerünkben való felhasználásának legjobb gyakorlatai és környezeti hatása**

Az előadás első célja a geotermikus víz és energia különböző helyszíneken történő felhasználásának legjobb gyakorlatainak bemutatása. A második cél a geotermikus felhasználás természetes környezetre és gazdaságra gyakorolt hatásának bemutatása több szempontból. A diákok megtudják, hogy a geotermikus vizek feltárása és hasznosítása, valamint a geotermikus energia távfűtési és -hűtési célokra való felhasználása milyen hatással van a természetes környezetre és a gazdaságra.

1. A Világ Legjobb Gyakorlata, geotermikus vízzel és energiafelhasználással kapcsolatos tapasztalatok  
Példák az EU-ból és a világból.  
Geotermikus energia és víz felhasználásával kapcsolatos jogszabályok és előírások.
2. Ökológiai és életciklus-elemzés
3. Geotermikus feltárás környezeti hatása  
A geotermikus feltárás hatása a környezetre - feltárási munka (pl. geofizikai kutatás), fúrás, zaj, emisszió, víztartó rétegek és rezervoárok szintjének beazonosítása.
4. Geotermikus energia hasznosításának környezeti hatása  
Geotermikus energia hasznosításának hatása a környezetre - rezervoár-menedzsment, elosztás, vízkinyerés, hosszú távú kiaknázás.  
Geotermikus energia kiaknázásának ökológiai hatása. Gazdasági jövedelmezőség és ökológiai hatás.
5. Távfűtési és -hűtési projektek környezeti hatása  
Költségek, üzemépítés, hosszú távú üzemeltetési lehetőségek, nyomás a furatban, vízbefecskendezés.
6. Geotermikus víz hasznosításának környezeti hatása  
Geotermikus vizek kezelése és tisztítása (Példa a technológia felhasználására; fordított ozmózis, ultrafiltráció, levegőztetés, vastalanítás és egyéb alkalmazott kezelési technológiák)

**Előadás időtartama 1-5 óra**

**Gyakorlatok - 3 óra**

## **Oktatási eredmények**

### **Tudás**

- A hallgató ismeri és képes elmagyarázni a geotermikus energiával kapcsolatos alapvető definíciókat, fogalmakat és törvényeket, ismeri az energia- és a geotermikus erőforrások diagnosztizálásához, eléréséhez és kezeléséhez használt geológiai módszereket és fűtési technológiákat.
- A hallgató rendelkezik a geotermikus régiók geológiájának alapismereteivel és ismeri a velük kapcsolatos geotermikus rezervoárok típusait.
- A hallgató tisztában van a geotermikus erőforrások megújíthatóságával, és alapvető információkkal rendelkezik a geotermikus fúrások technológiájának terén.
- A hallgató alapvető fizikai és termodinamikai ismeretekkel rendelkezik.
- A hallgató ismeri az energiaforrások használatának környezeti szempontjait.

### **Szakértelem**

- A hallgató képes elemezni a geotermikus vizek előfordulásának körülményeit, továbbá a szakirodalom és az anyagok felhasználásával felmérni azok alkalmasságát.
- A hallgató képes egyszerű erőforrás-felméréseket végezni és egyszerű geológiai helyzetekben értelmezni a hidrogeotermikus mérések eredményeit.
- A hallgató képes növelni tudását a geotermikus energia területén.
- A hallgató képes felmérni a geotermikus energia alkalmazásának költséghatékonyságát.
- A hallgató képes a releváns adatok begyűjtésére és elemzésére, és ezek alapján meghatározza a kinyerés környezetre gyakorolt hatását

### **Hozzáállás / társadalmi kompetenciák**

- A hallgató tisztában van a mérnöki tevékenység gazdasági, társadalmi és ökológiai hatásával a geotermikus rezervoárok feltárása és kiaknázása terén.
- A hallgató tisztában van a szakmai és személyes kompetenciák fejlesztésének szükségességével és a tudás önoktatáson keresztüli bővítésével.
- A hallgató tisztában van a kutatói munka értékével és képes kritikusan átgondolni a különböző forrásokból származó információkat.

## **Útmutató a tanulmányjelentéshez és sablon**

Minden tanuló kiválaszt egy geotermikus erőforrást vagy régiót annak érdekében, hogy a tanfolyam végéig egy esettanulmányi jelentést készítsen.

A tanulmányjelentésnek körülbelül 5 oldalasnak kell lennie (Times New Roman, 12 pontos betűtípus, 1.5 sorköz), számokkal és táblázatokkal együtt. Mindegyik jelentésnek irodalomjegyzéket kell tartalmaznia.

## Irodalomjegyzék

Mary H. Dickson and Mario Fanelli;

Geothermal energy: utilization and technology; UNESCO Publishing by 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.

Lengyel esettanulmányok:

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