



MISKOLCI EGYETEM

---

**MŰSZAKI FÖLD- ÉS  
KÖRNYEZETTUDOMÁNYI  
KAR**

**GEOTERMIA**

MFKGT730002

Olaj- és gázmérnöki mesterszak  
Gázmérnöki specializáció  
*nappali munkarend*

TANTÁRGYI KOMMUNIKÁCIÓS DOSSZIÉ

MISKOLCI EGYETEM  
MŰSZAKI FÖLDTUDOMÁNYI KAR  
KŐOLAJ ÉS FÖLDGÁZ INTÉZET

Miskolc, 2023/2024. II. félév  
**TARTALOMJEGYZÉK**

Tantárgyi adatlap  
Féléves ütemterv  
Minta zárthelyi feladat  
Minta zárthelyi feladat megoldás  
Vizsga felkészülési témakörök

## TANTÁRGYI ADATLAP

<b>Tantárgy neve:</b> Geotermia <b>Tárgyjegyző:</b> Dr. Vadászi Marianna egyetemi docens marianna.vadaszi@uni-miskolc.hu	<b>Tantárgy kódja:</b> MFKGT730002 <b>Tárgyfelelős tanszék/intézet:</b> GMTSZ/BEI
<b>Javasolt félév:</b> 4	<b>Tantárgyelem:</b> K
<b>Óraszám/hét (ea+gyak):</b> 2+0	<b>Előfeltételek:</b> nincs
<b>Kreditpont:</b> 2	<b>Számonkérés módja (a/gy/v):</b> aláírás és vizsga
	<b>Tagozat:</b> nappali

**Tantárgy feladata és célja:**

A hallgatók megismerik a geotermikus energia termelésének és hasznosításának főbb módjait különös tekintettel az áramlástechnikai és hőátviteli szempontokra. Képessé válnak geotermikus projektek kidolgozására és megvalósításuk irányítására.

**Fejlesztendő kompetenciák:**

**tudás:**

Ismeri a földgáz-kereskedelemmel és energiagazdálkodással kapcsolatos folyamatokat, törvényeket, szabályokat. Ismeri a komplex szénhidrogén ipari létesítmények tervezéséhez és irányításához alkalmazható módszereket, folyamatokat, berendezéseket. Ismeri a fluidumtermelő (kőolaj, földgáz és víz) kutak létesítéséhez (fúrásához) szükséges berendezéseket, módszereket. Ismeri a földalatti rezervoárok, a bennük található fluidumok, valamint a tároló kőzetek tulajdonságait, az ilyen telepekben történő szivárgás jellemzőit, a földalatti rezervoárok termelési mechanizmusait, az optimális kitermelést biztosító elsődleges vagy fokozott kitermelési mechanizmusokat, a földalatti tárolók numerikus szimulációjának alapjait. Ismeri a megújuló természeti erőforrásokból és maradékanyagokból történő energiahordozó előállítás folyamatait, módszereit, az előállított energiahordozó alkalmazhatóságának lehetőségeit, szabályait.

**képesség:**

Képes földgáz-kereskedelemmel és energiagazdálkodással foglalkozó egységek irányítására, munkájukban való részvételre. Képes szénhidrogén ipari komplex tervezési munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására, illetve azokban való részvételre. Képes fluidumtermelő kutak létesítésének (fúrásának) tervezésére, mélyfúrások lebonyolítására, a mélyfúrások költségeinek optimalizálására, mélyfúrás közben fellepő üzemzavarok elhárítására. Képes földalatti rezervoárok művelési mechanizmusainak célszerű megválasztására, a legkedvezőbb "reservoir management" megvalósítására. Képes a megújuló természeti erőforrásokból és maradékanyagokból előállított energiahordozók energiaellátó rendszerbe történő felhasználását megtervezni, a kialakított rendszer üzemeltetését irányítani.

**attitűd:**

Törekszik szakmailag magas szinten önállóan vagy munkacsoportban megtervezni és végrehajtani a feladatait. Törekszik arra, hogy a munkáját rendszerszemléletű és folyamatorientált gondolkodásmód alapján komplex megközelítésben végezze. Munkája során vizsgálja a kutatási, fejlesztési és innovációs célok kitűzésének lehetőségét és törekszik azok megvalósítására. Nyitottan áll az önművelést, önfejlesztést szolgáló szakmai továbbképzésekhez. Elkötelezett a magas színvonalú, minőségi munkavégzés iránt és törekszik e szemléletet munkatársai felé is közvetíteni. Elkötelezett az olaj- és gázmérnöki és energetikai területek új ismeretekkel, tudományos eredményekkel való gyarapítására.

**autonómia és felelősség:**

Önállóan képes szénhidrogén ipari komplex tervezési munkák irányítására és projekt menedzseri feladatok ellátására, illetve azokban való részvételre. Önállóan képes fluidumtermelő kutak létesítésének (fúrásának) tervezésére, mélyfúrások lebonyolítására; a mélyfúrások költségeinek optimalizálására, mélyfúrás közben fellepő üzemzavarok elhárítására. Önállóan képes földalatti rezervoárok művelési mechanizmusainak célszerű megválasztására, a legkedvezőbb "reservoir management" megvalósítására. Autonóm módon képes a megújuló természeti erőforrásokból és maradékanyagokból előállított energiahordozók energiaellátó rendszerbe történő felhasználását megtervezni, a kialakított rendszer üzemeltetését irányítani. Felelősséget vállal szakmai döntéseiről, az általa, illetve irányítása alatt végzett munkafolyamatokért.

<p><b>Tantárgy tematikus leírása:</b>  1. hét: A geotermikus energia eredete. 2-4. hét: Geotermikus rendszerek. Geotermikus tárolók típusai. 5. hét: Áramlás és hőátvitel hévíztermelő, besajtoló és hőcserélő kutakban. 6. hét: Felszín alatti és feletti termelő berendezések, búvárszivattyúk, hőcserélők, hőszivattyúk. 7. hét: HDR és EGS technológiák. 8. hét: Munkavégző körfolyamatok: Rankine, ORC. Elektromos energiatermelés és közvetlen hőhasznosítás. 9. hét: Lindal diagram. Környezeti hatások.</p>
<p><b>Félévközi számonkérés módja:</b>  Angol nyelvű szakirodalmak alapján egy egyéni feladat készítése és prezentáció formában történő előadása. A félév végén egy zárthelyi dolgozat minimum elégséges szintű megírása.</p>
<p><b>Értékelési határok:</b>  &gt;80%: jeles; 70–79%: jó; 60–69%: közepes; 50–59%: elégséges; &lt;50%: elégtelen.</p>
<p><b>Kötelező és javasolt irodalom jegyzéke:</b>  Tóth A- Bobok E.: Flow and Heat Transfer in Geothermal Systems, Elsevier, Amsterdam, London, New York, Tokyo, 2016, ISBN: 9780128002773, 2016  Lund, J.: Direct Heat Utilization of Geothermal Energy Geo Heat Center, Oregon, USA, 2002.  Rybach L.,- Muffler L.: Geothermal Systems, John Willey New York, Brisbane, Toronto, 1981.  Bobok, E.: Geotermikus rendszerek, Digitális jegyzet, Miskolci Egyetem, 2014.  <a href="http://www.tankonyvtar.hu/hu/">http://www.tankonyvtar.hu/hu/</a>  Bobok, E.: Geotermikus alapú elektromos energiatermelés, Digitális jegyzet, Miskolci Egyetem, 2014. <a href="http://www.tankonyvtar.hu/hu/">http://www.tankonyvtar.hu/hu/</a>  Bobok, E.: Geotermikus energiatermelés környezeti hatásai, Digitális jegyzet, Miskolci Egyetem, 2014. <a href="http://www.tankonyvtar.hu/hu/">http://www.tankonyvtar.hu/hu/</a>  Tóth A.: Közvetlen hőhasznosítás, Digitális jegyzet, Miskolci Egyetem, 2014.  <a href="http://www.tankonyvtar.hu/hu/">http://www.tankonyvtar.hu/hu/</a>  Tóth A.: Hőszivattyúk, Digitális jegyzet, Miskolci Egyetem, 2014.  <a href="http://www.tankonyvtar.hu/hu/">http://www.tankonyvtar.hu/hu/</a>  Mádlné Dr. Szőnyi Judit-Ádám B.: Földhő, hőszivattyúzás, Edutus Főiskola, 2012.  <a href="http://www.tankonyvtar.hu/hu/">http://www.tankonyvtar.hu/hu/</a></p>

## FÉLÉVES ÜTEMTERV

Dátum	Hét	Téma
2024.02.13.	1.	A geotermikus energia eredete, geotermikus energiatermelés természeti feltételei. A geotermikus energiahasznosítás globális helyzete.
2024.02.20.	2.	Felszín alatti vizek dinamikája, vízmérleg egyenlet, Hidrosztratigráfiai vagy vízrétegtani kategóriák
2024.02.27.	3.	Geotermikus rendszerek. Geotermikus tárolók típusai. HDR és EGS technológiák
2024.03.05.	4.	Áramlás és hőátvitel hévíztermelő, besajtoló és hőcserélő kutakban.
2024.03.12.	5.	1. Zárthelyi dolgozat
2024.03.19.	6.	Geotermikus alapú elektromos energiatermelés. Munkavégző körfolyamatok: Clausius-Rankine, ORC,
2024.03.26.	7.	Hőszivattyú működés, Közvetlen hőhasznosítás
2024.04.02.	8.	Bányász Sportnap (Geotermikus energiatermelés környezeti hatásai, Geotermia vízkémiája)
2024.04.09.	9.	2. Zárthelyi dolgozat

# MINTA ZÁRTHELYI FELADAT

Miskolci Egyetem  
Gázmérnöki Intézet Tanszék  
3515 Miskolc – Egyetemváros  
Tel.: +36 46 565 111/1366  
E-mail: [marianna.vadaszi@uni-miskolc.hu](mailto:marianna.vadaszi@uni-miskolc.hu)  
Web: [www.gas.uni-miskolc.hu](http://www.gas.uni-miskolc.hu)

0-59 % (elégtelen)  
60-69 % (elégséges)  
70-79 % (közepes)  
80-89 % (jó)  
90-100 % (jeles)

## ZÁRTHELYI FELADAT

*Geotermia tantárgyból*

1. Mi a különbség a kétfunkciós kút és a meddő kút között?
2. Mi lehet az oka, hogy a gyűrűs térben van a leáramlás?
3. Hogyan befolyásolja a meddő kútból kinyerhető energiát a hőközvetítő közeg tömegárama?
4. Milyen peremfeltételeket célszerű megadni meddő kutak hővezetés differenciálegyenletének megoldásakor?
5. Hogyan változik a kútfej hőmérséklet az üzembe helyezést követően, majd a stacionárius állapot beállta után?
6. Mire lehet következtetni, ha a kútfejen kifolyó víz hőmérséklete jelentősen eltér a kút mélysége alapján várható hőmérséklettől?
7. Miért van szükség a különböző mélységekben belépő termálvíz hozam/hőmérséklet adatok pontos meghatározására?
8. Hogyan számíthatjuk ki a keveredő víz hőmérsékletét?
9. Milyen peremfeltételeket célszerű megadni több vízadó réteg esetében a hővezetés differenciálegyenletének megoldásakor?
10. Hol jelentkezik és mit jelent hidegfront áttörés?

# MINTA ZÁRTHELYI FELADAT MEGOLDÁS

1. **Mi a különbség a kétfunkciós kút és a meddő kút között?**

A meddő kút egy olyan kút, amelyből valamely okból kifolyólag nem lehetséges termelés. Vagy mert kimerült, vagy mert nem is volt benne kitermelhető fluidum.

Kétfunkciós kút besajtolásra és termelésre is alkalmas. Például a besajtolás a gyűrűs térben, a termelés a termelő csövön keresztül történik.

2. **Mi lehet az oka, hogy a gyűrűs térben van a leáramlás?**

Gyűrűs térben akkor van leáramlás ha besajtolás történik.

3. **Hogyan befolyásolja a meddő kútból kinyerhető energiát a hőközvetítő közeg tömegárama?**

A hőközvetítő anyag energiatartalma egyeneses arányos annak tömegáramával.

4. **Milyen peremfeltételeket célszerű megadni meddő kútak hővezetés differenciálegyenletének megoldásakor?**

A kút fizikális paramétereit: mint átmérők, mélységek, a kút kőzetkörnyezetének paramétereit: kőzetc fajta, rétegvastagság, permeabilitás, hővezető képesség, az üzemelés időbeni paramétereit.

5. **Hogyan változik a kútfej hőmérséklet az üzembe helyezést követően, majd a stacionárius állapot beállta után?**

Üzembe helyezés után a kútfej hőmérséklete fokozatosan növekszik a kút kőzetkörnyezetének fokozatos hőmérséklet növekedése miatt. Miután a stacionárius állapotot eléri már nincs további hőmérséklet növekedés. A kifolyó víz hőmérséklete stagnál.

6. **Mire lehet következtetni, ha a kútfejen kifolyó víz hőmérséklete jelentősen eltér a kút mélysége alapján várható hőmérséklettől?**

Elsősorban ellenőrizni kell a mérést és a számításokat. Az eltérés oka lehet a több vízadó réteg eltérő hőmérsékletű beáramlása, továbbá a kút kőzetkörnyezetének hőtranszport folyamatának befolyásoló hatása.

7. **Miért van szükség a különböző mélységekben belépő termálvíz hozam/hőmérséklet adatok pontos meghatározására?**

Az összetartozó hozamok és a hőmérsékletek alapján tudjuk meghatározni a hőmennyiséget, azaz a termálvíz energiatartalmát.

8. **Hogyan számíthatjuk ki a keveredő víz hőmérsékletét?**

Az egyes rétegek vízhozamának és hőmérsékletének súlyozott átlagaként.

**9. Milyen peremfeltételeket célszerű megadni több vízadó réteg esetében a hővezetés differenciálegyenletének megoldásakor?**

A kút fizikális paramétereit: mint átmérők, mélységek, a kút kőzetkörnyezetének paramétereit: kőzetc fajta, rétegvastagság, permeabilitás, hővezető képesség, az üzemelés időbeni paramétereit. Valamint a vízadó rétegek helyének, az egyes rétegek vastagságának és hőmérsékletének adatai.

**10. Hol jelentkezik és mit jelent hidegfront áttörés? Mitől függ ennek ideje, sebessége?**

Amikor egy geotermikus rezervoárba besajtolási és termelési tevékenység is történik, és a besajtott hidegebb víz a tárolóban való áramlásakor eléri a termelő kút talpát. A hidegfront terjedésének sebessége függ a tároló kőzettől, és a benne történő áramlási képtől. A hidegfront áttörés idejét nagyban befolyásolja a besajtott víz hőmérséklete és a besajtolás menete, a besajtott víz tömegárama.



# VIZSGA FELKÉSZÜLÉSI TÉMAKÖRÖK

## Témakörök Geotermia c. tárgy zárthelyi dolgozataihoz és vizsgájához

*Olaj- és gázmérnöki mesterszakos  
hallgatók részére*

1. Víztermelő kutak kialakítása
2. Hévízkút szerkezete
3. Hővesztések víztermelő kutakban alapeset
4. Hőtranszport folyamatok teleszkópikus kútkialakítás esetén
5. A jelenséget leíró belső energia mérlegegyenlete
6. Több vízadó rétegből termelő kút hőmérséklet változása
7. Hőmérséklet eloszlás kétfunkciós termelő-besajtoló kutakban
8. Hőbányászat meddő kutakból
9. Bore-Hole Heat Exchanger
10. Geotermikus energiatermelés környezeti hatásai
11. Hőszivattyúk
12. Geotermia vízkémiája

**A vizsgára való felkészülést nagyban segítheti az alábbi címen szabadon letölthető interaktív tananyag:**

<https://www.tankonyvtar.hu>

Dr. Vadászi Marianna  
*tanszékvezető egyetemi docens*

Miskolc, 2024. február 20.