

HARTAI ÉVA,

# GEOLÓGIA

1



A Műszaki Földtudományi Alapszak tananyagainak kifejlesztése a  
TÁMOP 4.1.2-08/1/A-2009-0033 pályázat keretében valósult meg.

## I. A FÖLDTAN MINT TUDOMÁNY

### 1. BEVEZETÉS

Ha körül akarjuk határolni a tudomány fogalmát, nem korlátozhatjuk egyszerűen az ismeretek összességére. A tudomány többet jelent, mint tudást, ismereteket. Egy dinamikus folyamatot, állandóan fejlődő rendszert, amit az emberi tapasztalat és gondolkodás alakít. A természettudományok – köztük a földtan is – a természet jelenségeit és folyamatait próbálják megismerni és megmagyarázni, illetve az egyes tények és folyamatok megfigyeléséből kiindulva egyetemes törvények megállapítására jutni.



Geológusok gázmintát gyűjtenek a Mount Baker (USA) vulkánjánál

### 2. A TUDOMÁNYOS MÓDSZER

Környezetünk megismerése, a jelenségek és összefüggések feltárása a tudomány eszközeinek felhasználásával lehetséges. A tudományos megközelítés – vagyis a *tudományos módszer* – azon a feltételezésen alapszik, hogy a természeti történéseknek, eseményeknek fizikai – tehát nem természetfeletti – okai vannak, amelyek megismerhetők.

A tudományos módszer egy *objektív megközelítés*, melynek segítségével jelenségeket megmagyarázunk, illetve azok okait feltárjuk. Mindez azért szükséges, hogy bizonyos események, állapotok bekövetkezését előre jelezhessük, azokra felkészülhessünk, vagy azokat az életminőség javítására felhasználhassuk.

A tudományos módszer – vagy tudományos kutatás – bizonyos elemei változhatnak, de általános érvényűek a következő lépések:

- a jelenség megfigyelése,
- hasonló jelenségekre vonatkozó korábbi kutatások áttekintése,
- hipotézis (feltevés) kialakítása,
- ennek alapján a várható eredmények előrejelzése,
- gyakorlati mérések és/vagy kísérletek a feltevés igazolására,
- a mérések és kísérletek valós eredményeinek összevetése a feltevés alapján várt eredményekkel,

- a hipotézis elvetése, módosítása vagy elfogadása,
- fentiek alapján a teória (elmélet) felállítása.

Attól függően, hogy melyik lépésre fektetjük a hangsúlyt, a tudományos magyarázat (elmélet, előrejelzés) háromféle módon alakítható ki: empirikus, experimentális vagy teoretikus megközelítéssel.

Az **empirikus (tapasztalati) megközelítés** azt jelenti, hogy az elméletet tapasztalt és mért adatok alapján állítottuk fel. Azaz, megfigyeltünk jelenségeket és azok következményeit, és ennek alapján következtetést, előrejelzést tettünk.

Az **experimentális (kísérleti) megközelítés** azon alapszik, hogy felállítunk egy modellt, alávétjük a vizsgált feltételeknek, és az eredményeket analizáljuk. A beigazolódott eredmények alapján alakíthatjuk ki az elméletet, vagy tehetünk előrejelzéseket.

A **teoretikus (elméleti) megközelítésben** a tudósok logikai és matematikai törvényeket alkalmazva általános érvényű szabályokat állítanak fel, melyek beigazolódását matematikai módszerekkel ellenőrzik. A teoretikus megközelítés napjainkban egyre inkább számítógépes szimulációkkal alátámasztott módszer.

### 3. A FÖLDTAN TÁRGYA ÉS MÓDSZERE

A földtan – más szóval **geológia** – a Földről szóló ismereteink tudománya. Tudományos módszerrel vizsgálja a következő jelenségeket, illetve azok okait:

- az ásványok és kőzetek keletkezése,
- a földkéreg mozgásai, a kontinensek, óceáni medencék, hegységek keletkezése, az ezzel kapcsolatos események sorrendje,
- a nyersanyagok és energiahordozók keletkezése, előfordulása,
- az élet kialakulása és fejlődése,
- a földtani folyamatok és az emberi tevékenység kölcsönhatásai.

A földtanban a tudományos megközelítés elsősorban empirikus alapon történik. Már az ókori filozófusok között is voltak, akik bizonyos jelenségeket megfigyelve geológiai törvényszerűségekre ébredtek rá, és a geológia többi nagy felfedezője is tapasztalatok alapján állította fel elméleteit.

Ugyanakkor az experimentális (kísérleti) megközelítés is szerepet játszik a földtudomány fejlődésében. Erre példa a szerkezeti földtanban egy mintatesten törésrendszer létrehozása és az azon történő kísérletek elvégzése, ami sokirányú következtetést vonhat maga után.

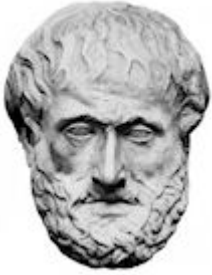
Napjainkban a földtanban is egyre jelentősebb szerephez jut a teoretikus megközelítés, elsősorban számítógépes szimulációval alátámasztva, amit az alap kutatás során és a nyersanyagok illetve energiahordozók kutatásában egyaránt felhasználnak.

### 4. A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK ÉS A GEOLÓGIA FEJLŐDÉSE

A Föld a Naprendszer egyik bolygója. A földtani felismerések és elméletek a bolygókkal és más égitestekkel foglalkozó tudomány, a csillagászat felfedezéseire épültek, illetve azokhoz igazodtak. A fizika törvényszerűségeinek feltárása hasonlóképpen meghatározó volt a földtan fejlődésében. A továbbiakban a fentiekkel kapcsolatos, néhány lényeges természettudományos felfedezést tekintünk át.

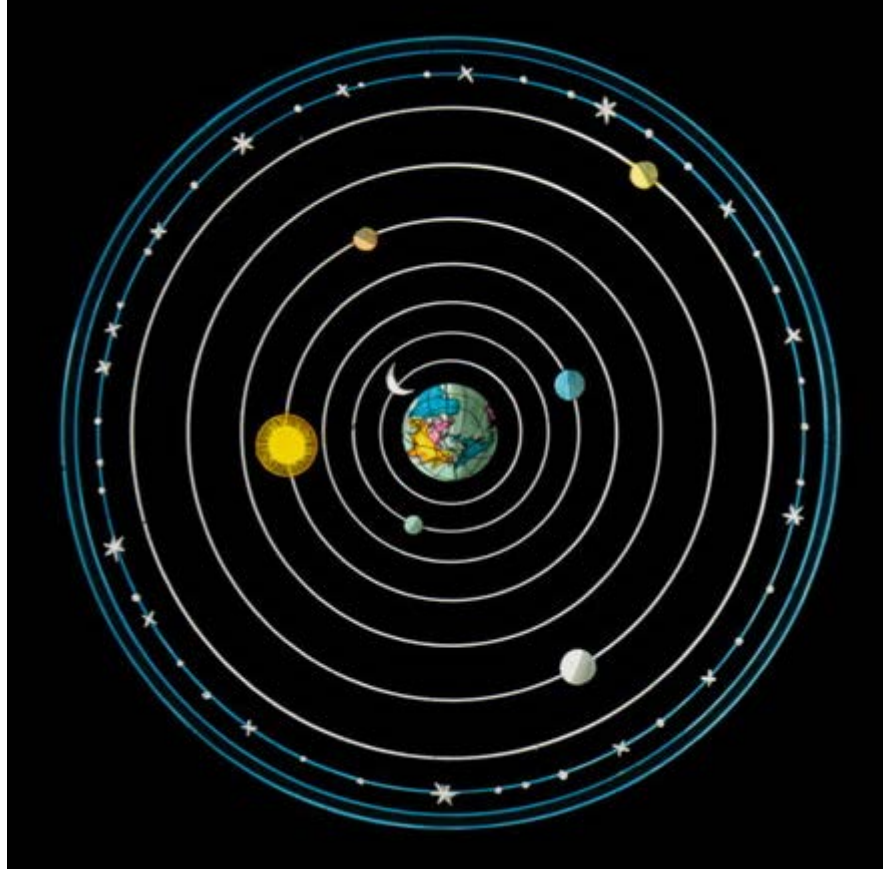
A tudományos gondolkodás "hajnalán" **Arisztotelész** (Kr. e. 384-322) volt az első, aki csillagászati és biológiai jelenségeket írt le, de minden mozgást, beleértve a csillagászati objektumokat is, isteni eredetűnek vélt, és a Napot, Holdat és az öt látható bolygót a Föld körül keringőnek feltételezte.

Arisztotelésszel szemben az ókori görög filozófusok közül néhányan, főleg **Arisztarkusz** (Kr. e. 312-230) a *heliocentrikus elmélet* hívei voltak, azaz a Naprendszer középpontjába a Napot helyezték. Ennek ellenkezőjét állította Ptolemaiosz egyiptomi matematikus, aki Kr. u. 150 körül felállította elméletét, amely



**Arisztotelész**  
(Kr. e. 384-322) [1]  
Az ókori filozófus  
csillagászati jelenségekkel  
is foglalkozott

szerint a Naprendszer központja a Föld (*geocentrikus elmélet*), és ennek megfelelően kidolgozta a bolygók mozgásának geometriáját.



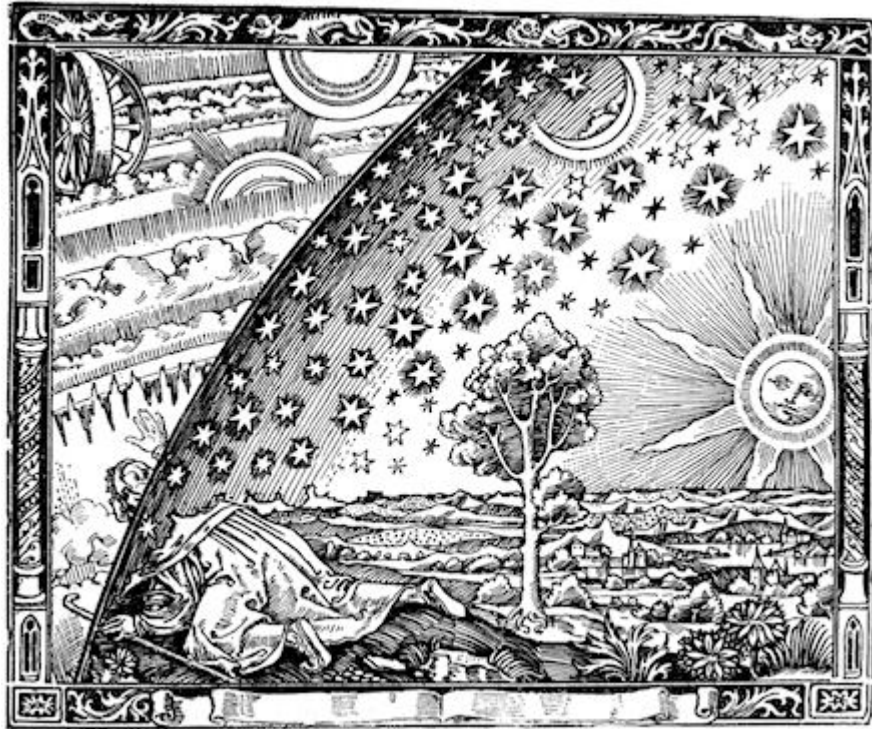
**Ptolemaiosz világgépe** [1]

A tudós által alkotott "geocentrikus" elmélet szerint a Naprendszer központja a Föld

Az egyház dogmatikus elvei a középkorban a természettudományok fejlődését háttérbe szorították. A geocentrikus elmélet több mint ezer éven keresztül (!), a XV. századig tartotta magát.

**Nicolaus Kopernikusz** (1473-1543) lengyel csillagász arra a következtetésre jutott, hogy a bolygók mozgásában megfigyelt változásokat csak akkor lehet értelmezni, ha a rendszer központjába a Napot helyezzük. Ő azt feltételezte, hogy a bolygók a Nap körül körpályán mozognak, illetve kijelentette, hogy a Föld is forog saját tengelye körül. Kopernikusz heliocentrikus elméletével egyetértve, **Johannes Kepler** (1571-1630) német matematikus felismerte, hogy a bolygók pályája a Nap körül elliptikus, és kidolgozta a *bolygók mozgástörvényeit*. Mivel azonban abban az időben még nem ismerték a gravitáció fogalmát, nem tudta meghatározni, mi tartja a bolygókat a Nap körüli pályán, bár gyenge mágneses erőket feltételezett.

Jelentős természettudományos felfedezések fűződnek **Galileo Galilei** (1564-1642) itáliai tudós nevéhez, aki szintén a heliocentrikus elmélet híve volt. Saját készítésű távcsövével egy sereg új csillagászati felfedezést tett. Galilei – bár az inkvizíció fenyegetésére visszavonta tanait – forradalmian új elméletet alkotott, amely megváltoztatta az univerzum addigi szemléletét. Kísérleteket és matematikai számításokat kombinálva az egész Földre érvényes szabályokat tárt fel. Kutatásai más tudományágak fejlődésére is ösztönzőleg hatottak, mivel a fizika egyéb területein is addig ismeretlen törvényszerűségeket fogalmazott meg (szabadesés, tehetetlenség elve, sebesség viszonylagossága, stb).



*A Jupiter Galilei által felfedezett négy holdja korabeli ábrázoláson [iii]*

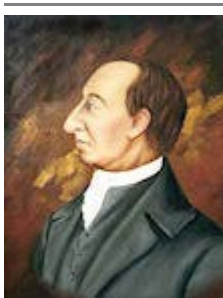
Galilei nyomdokain haladva **Isaac Newton** (1642-1727), a Cambridge-i egyetem matematika professzora volt az, aki a tudomány szerkezetét alapjaiban átformálta. Newton elsősorban a gravitációt és az univerzum objektumainak mozgását tanulmányozta. Egyik legnagyobb felismerése volt, hogy a gravitációs vonzást a testek tömege és egymástól való távolsága határozza meg. A testek mozgásának szabályait az úgynevezett "*newtoni axiómákban*" fogalmazta meg, és egyszerű differenciálegyenletekkel fejezte ki azokat. Eredményei elvezették ahhoz, hogy felismerje az égitestek mozgásának törvényszerűségeit. Munkássága nyomán született meg a modern fizika, de eredményei hatással voltak valamennyi természettudományra.

A földtudományok területén az első összefoglaló bányászati és kohászati kézikönyv megalkotója **Georg B. Agricola**, aki 1546-ban a kora tapasztalatait összegző ásványtani leírásokat tartalmazó könyvet is adott ki.



A középkori ércbányászat korabeli ábrázolásban [iv]

A geológia első nagy "felismerését" **Nicolaus Steno** (1638-1686) dán fizikusnak tulajdoníthatjuk, aki kijelentette, hogy az üledékes kőzetek rétegeiből a Föld múltjára lehet következtetni. Ő volt az úgynevezett *települési törvények* megalkotója.



**James Hutton** (1726-1797) [v]

A "modern" geológia megteremtője, az uniformitarizmus elvének kidolgozója

A geológiai tudomány atyjának **James Hutton** (1726-1797) skót természettudós tekinthető. Ő fogalmazta meg az **uniformitarizmus** elvét, ami azt jelenti, hogy ugyanazok a geológiai folyamatok mindig ugyanolyan kőzeteket hoznak létre. Ezt fejlesztette tovább **Charles Lyell** (1797-1875) angol geológus, aki megalkotta az **aktualizmus** (*maiság*) elvét, mely szerint a földtörténeti múltban ugyanolyan kőzetképző folyamatok zajlottak, mint napjainkban.

Az 1800-as évek végén ismét nagy tudományos jelentőségű felfedezés született, ami elsősorban a biológiát és a geológiát érintette. **Charles Darwin** (1809-1882) angol természettudós kijelentette, hogy a fajok természetes szelekció révén állandóan fejlődnek, így az ember is más főemlősökből fejlődött ki. Elméletének geológiai bizonyítékait az üledékes kőzetekben talált *fossziliák* (*ősmaradványok*) szolgáltatták.

A XX. század közepén newtoni forradalom zajlott le a geológiában. A *lemeztektonikai elmélet* megszületése után a földtani jelenségek új magyarázatot és összefüggéseket nyertek. Az elmélet lényege, hogy a Föld külső, szilárd kőzetöve darabokból (lemezkekből) áll, amelyek egymáshoz viszonyítva állandó mozgásban vannak. Ezt a mozgást a Föld belső öveiben működő erők idézik elő. Az elmélet gyökerei **Alfred Wegener** (1880-1930) német meteorológushoz vezethetők vissza, aki megfogalmazta a *kontinensvándorlás elméletét*. A lemezmozgások okait és folyamatát **Henry Hess** (1906-1969), a



**Alfred Wegener** (1880-1930) [vi]  
A tudós meteorológus és sarkkutató a kontinensvándorlás elméletének megalkotója volt

lemeztektonikai elmélet megalkotója foglalta össze. Ezzel az elmélettel egységes alapon lehet magyarázatot adni a kontinensek, óceánok és hegyláncok keletkezésére, a földrengésekre és a vulkanizmusra. A lemeztektonikai folyamatok közvetve befolyásolják a klimatikus változásokat, a fajok vándorlását és minden olyan folyamatot, ami a földi rendszerben lejátszódik.

## 5. ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

### A FÖLDTAN MINT TUDOMÁNY - ELLENŐRZŐ KÉRDÉSEK

Többször megoldható feladat, **elvégzése kötelező**.  
A feladat végső eredményének a mindenkori **legutolsó megoldás** számít.

**Jelölje meg a helyesnek tartott választ a felkínált lehetőségek közül!**

#### 1. Mit jelent a tudományos vizsgálatban az empirikus megközelítés?

Tapasztalatokat gyűjtök, méréseket végzek, és ezekből vonok le következtetést.

Kísérleteket végzek, és ezek eredményei alapján készítek elméletet.

Adatokat gyűjtök, és ezeket kísérletileg próbálom igazolni.

**Döntse el, hogy az alábbi állítások igazak vagy hamisak!**

2. Galilei a heliocentrikus elmélet híve volt.

I	H
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

3. Kepler a cambridge-i egyetem professzora volt.

I	H
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4. Arisztarkusz állította fel elsőként a heliocentrikus elméletet.

I	H
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5. Newton dolgozta ki a bolygók mozgástörvényeit.

I	H
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Tegye időrendi sorrendbe a földtudományokban jelentős szerepet játszó tudósok neveit!**

Kattintással válasszon elemet, majd mozgassa a nyilakkal a kívánt helyre.

6.

- 1 J. Hutton
- 2 G. Agricola
- 3 A. Wegener
- 4 Ch. Lyell
- 5 H. Hess

---

**Társítsa a nevekhez a megfelelő elméleteket!**

Kattintással válasszon elemet, majd mozgassa a nyilakkal a kívánt helyre.

7.

- |             |  |
|-------------|--|
| J. Kepler   | kontinensvándorlási elmélet            |
| Ch. Lyell   | aktualizmus elve                       |
| A. Wegener  | bolygók mozgástörvényeinek kidolgozása |
| H. Hess     | lemeztektonikai elmélet összefoglalása |
| G. Agricola | első bányászati kézikönyv              |

---

**Adja meg alábbi meghatározásokhoz rendelhető tudós nevét!**

A kitöltéshez válasszon először nevet, majd kattintson egy pontozott vonalra!

*Steno, Lyell, Darwin, Wegener*

8. A fajok eredetéről szóló elméletének alapját a fossziliák adták:
9. Elméletének lényege, hogy a földtörténeti múltban a földtani folyamatok úgy zajlottak, mint napjainkban:
10. A települési törvények megalkotója:
11. A kontinensvándorlás elméletének megalkotója:

## BIBLIOGRÁFIA:

[i] <http://www.tankonyvtar.hu/tortenelem/heraklesz-unokai-080904-3>

[ii] <http://tudasbazis.csillagaszat.hu>

[iii] <http://commons.wikimedia.org>

[iv] Georg B. Agricola (1556): De Re Metallica

[v] <http://www.usgs.gov/museum/575005.html>

[vi] <http://www.awi.de>



