

# NYUGDÍJAS EGYETEM



TUDOMÁNY GYŐRBE MINDENKINEK

**KÖSZÖNTJÜK HALLGATÓINKAT!**

Önök **Dr. Horváth András:**

**Az Univerzum keletkezése – Amit tudunk**

**a kezdetekről és amit nem c. előadását hallhatják!**



szervezésében



társszervezésével

PANNON  
NYUGDÍJAS  
SZÖVETSEG

2010.  
február 10.



## Az Univerzum keletkezése Amit tudunk a kezdetekről, és amit nem

Minden kultúra foglalkozott a problémával.

Más megközelítés más rész-kérdéseket vet fel és válaszol meg:

### Fizika:

- Milyen anyag alkotta a régi világmindenséget?
- Milyen hatások formálták?
- Milyen maradványai vannak a kezdeti folyamatoknak?

### Vallások:

- Van Isten vagy istenek, aki(k) kívül/felül áll(nak) a világon?
- Miért hozta(ák) létre a világot?
- Az ember kiemelt fontosságú lény vagy sem?

Ez az előadás arról szól, mit mond a **fizika** az Univerzum múltjáról.



Szélsőséges vélemények:

**A fizika mindent kiderített a világ keletkezéséről, csak pontosítani kell pár dolgot.**

??????

**A fizika semmi érdemlegeset nem tud az Univerzum múltjáról mondani.**

Az igazság:

**Elméleteink a megfigyelések többségével jó összhangban vannak, de több fontos ponton javítani kell az elméleteken és a megfigyelési technikákon is.**



## Nehézségek:

- **hatalmas méretek**
- **hatalmas időtartamok**
- **laborban elő nem állítható körülmények**
- **bonyolult elméleti ismeretek**
- **értelmezési problémák a fizika határterületén**
- ....

**Teljes választ nem tudunk adni, 45 perc alatt különösen nem...**

## Az előadás célja:

- **Áttekintést adni a témáról.**
- **Megérteni néhány „miért”-et is.**
- **Kedvet csinálni az önálló utánjárásnak.**



## Miből áll az Univerzum anyaga?

- Ami egyből látszik: csillagok.
- Nehezebben látszik: elmosódott objektumok.
- Leghíresebb: a Tejút.

### Az elmosódott objektumok fajtái:

- Csillaghalmazok, pl. a Tejút.
- Csillagközi fénylő gáz- és porfelhők.



## A csillagászat kiderítette:

- A látható anyag „szigetekbe”, **galaxisokba** rendeződik.
- A Tejút egy galaxis, amiben benne vagyunk.
- A por- és gázfelhők kicsik, a Tejútrendszer részei.



## Az Univerzum anyag-szigetei: a galaxisok

Gravitációsan kötött rendszerek

Lényeges alkotórészeik:

- csillagok
- csillagközi por és gáz
- csillag-maradványok
- a „sötét anyag”

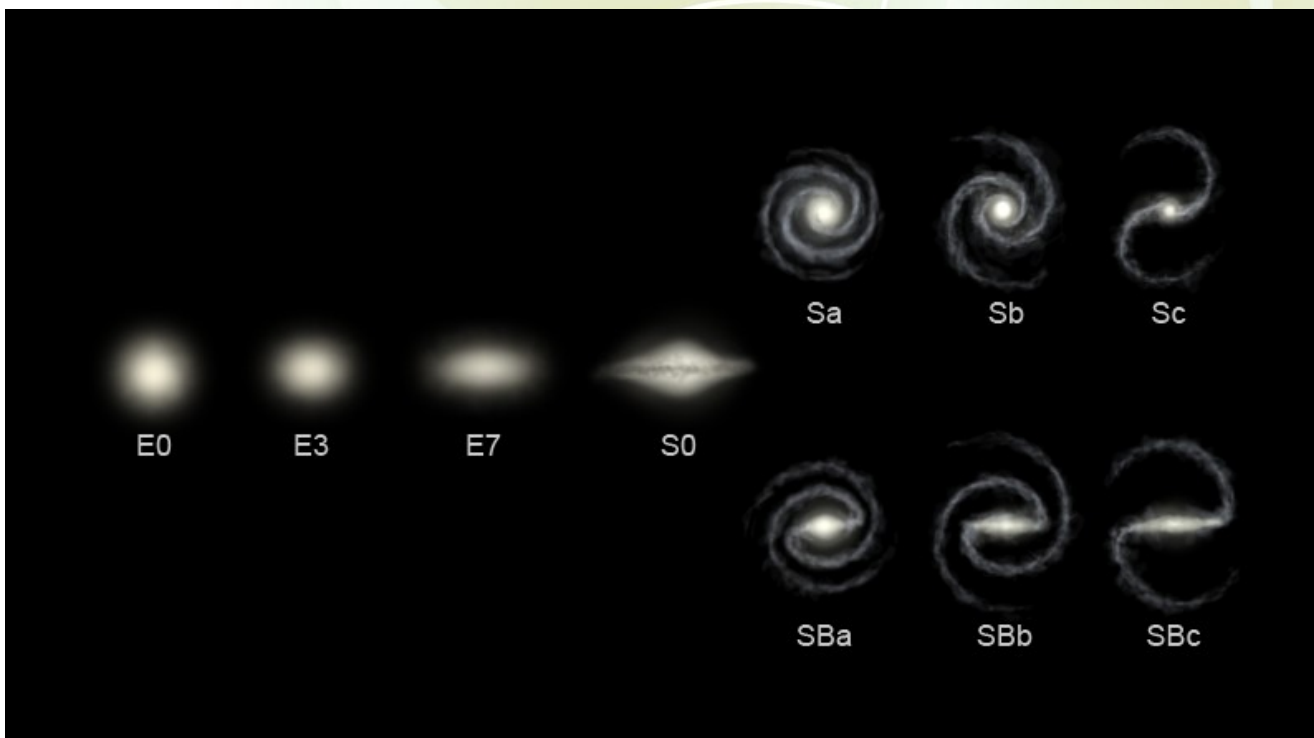
Változatos méret:

- 10 millió – 1000 milliárd csillag.
- 3000 – 300 000 fényév méret.

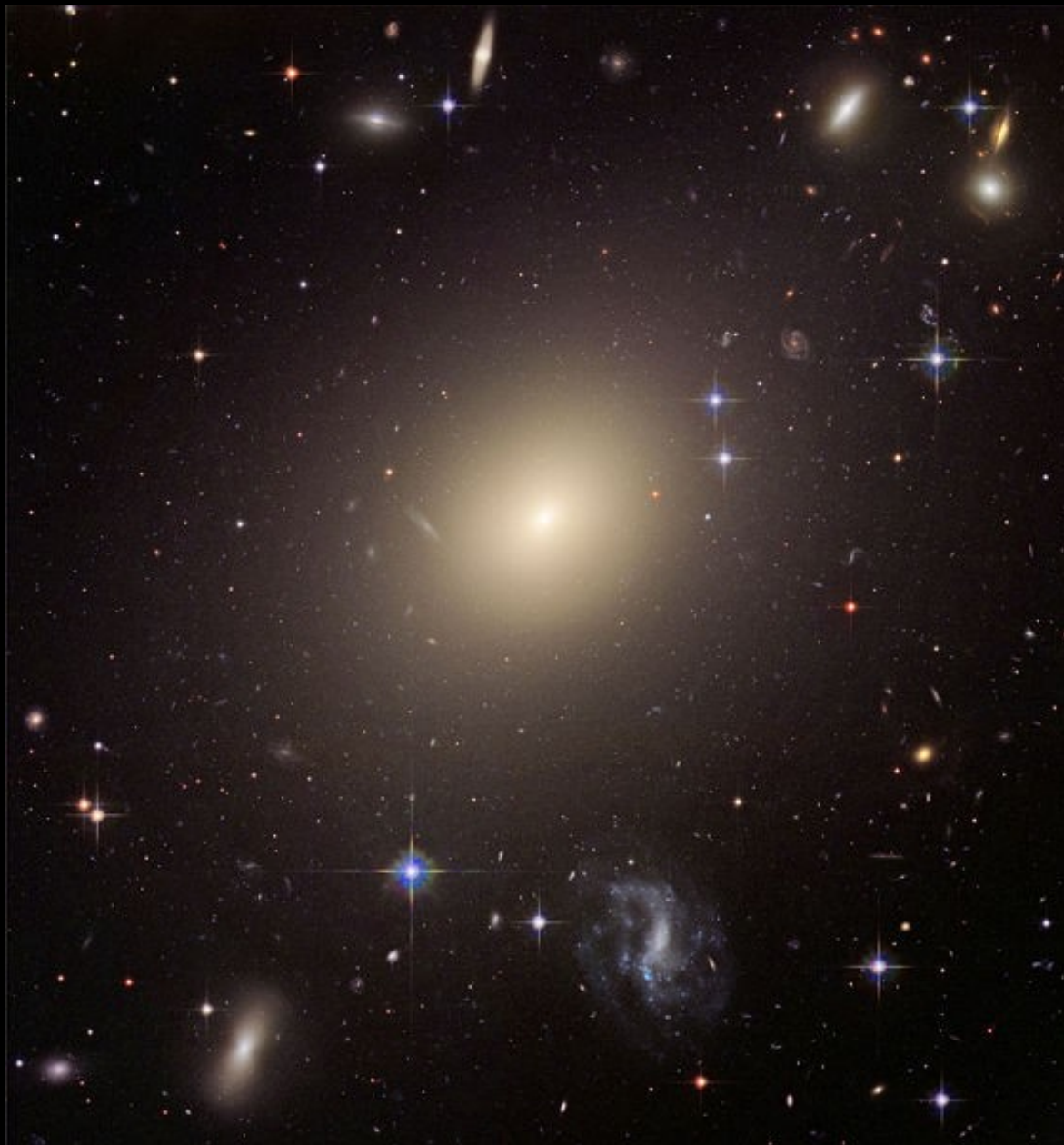




## Galaxis-fajták



A többség ezek egyikéhez hasonlít. (Hubble-féle osztályzás.)



Egy elliptikus galaxis (és kísérői)





Egy spirális galaxis (és kísérője)



Egy spirális galaxis sok porral



Egy szabálytalan galaxis



Ütköző galaxispár



Galaxis-halmaz



## Egy érdekesség: a „Galaxy Zoo” felmérés

A galaxisok osztályozása fontos, de nem egyszerű feladat:

- Jobb távcsövek: sok millió galaxis.
- A számítógépek rossz alakfelismerők: emberi kiértékelés kell.

Galaxy Zoo projekt:

- ~10 000 000 galaxis képe egy automata távcső anyagából.
- A [www.galaxyzoo.org](http://www.galaxyzoo.org) címen lehetett jelentkezni galaxist válogatni.
- 80 000 aktív felhasználó 2 év alatt minden galaxist legalább 30-szor osztályozott.

**Az eddigi legnagyobb galaxis-osztályozási adathalmaz!**



## A „Galaxy Zoo” eredményeiből

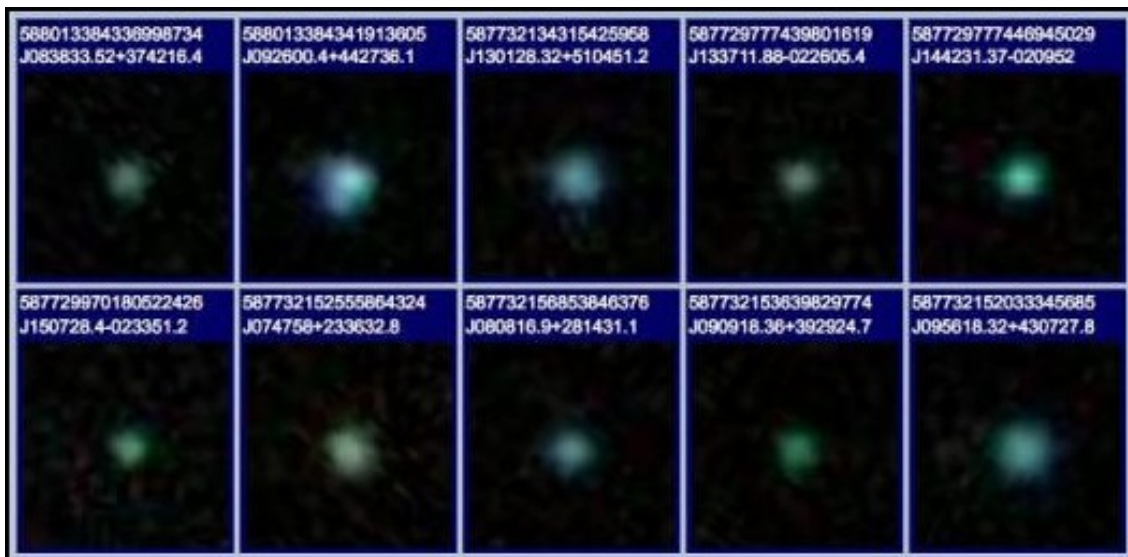
- 1) A cél megvalósítható, sok ezer lelkes önkéntes munkája megbízható eredményre vezetett.
- 2) Pontos listák elliptikus, spirális, ... galaxisokról a későbbi kutatásokhoz.
- 3) A spirálgalaxisok forgásiránya véletlenszerű. (Az Univerzum egésze nem forog.)
- 4) Különleges objektumok és új galaxis-fajta felfedezése.

A Galaxy Zoo befejeződött.... de már elindult a Galaxy Zoo 2: közeli, érdekes galaxisok részletes vizsgálata.

**Bárki jelentkezhethet, akinek van Internet-kapcsolata és tud angolul.**

## Példák a „Galaxy Zoo” képeiből ([www.galaxyzoo.org](http://www.galaxyzoo.org) és [www.sdss.org](http://www.sdss.org))

Tipikus  
osztályozandó  
képek.



Egy új galaxis-osztály:

„borsó-galaxisok”.

(Zöldek, közel gömb alakúak, kicsik, erős csillagkeletkezés zajlik bennük.)





## Az Univerzum méreteinek szemléltetése:

- **Nehéz, mert „csillagászati számokkal” lehet csak leírni.**
- **Nehéz, mert túlmegy a hétköznapi tapasztalatokon.**



Csak a nagyságrendről beszélünk.

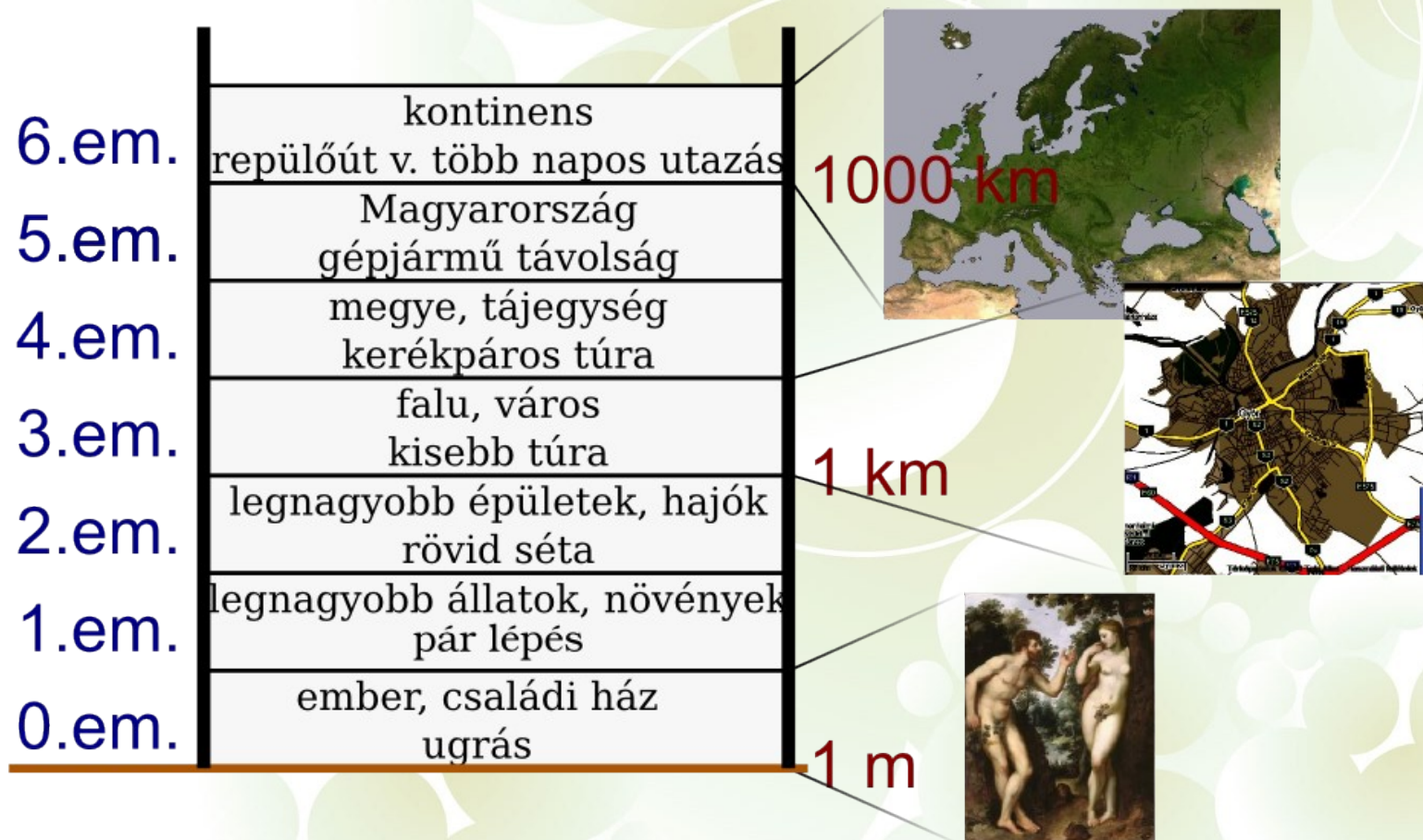
Képzeletbeli ház:

- 1 és 10 m közti dolgok a 0. emeleten
  - 10 és 100 m köztiek az 1. em-en
  - 100 és 1000 m köztiek a 2. em-en
  - ....
- laknak.

**Hány emelet szükséges?**



## 0-6. emelet: emberi lépték





## 7-12. emelet: a Naprendszer

		
12.em.	Nap-Neptunusz távolság, legtávolabbi űrszonda	1 milliárd km
11.em.	Föld-Nap távolság	
10.em.	legközelebbi nagybolygó	
9.em.	üstökös feje, óriás csillagok	1 millió km
8.em.	Föld-Hold távolság, Nap űrhajózás	
7.em.	a Föld, a legtöbb bolygó földkörüli út	
		



## 13-18. emelet: a Naprendszer szélétől a csillagokig





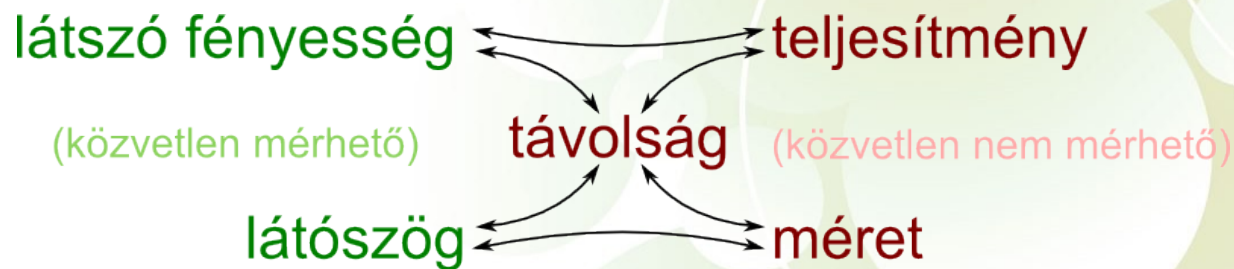
## 19-26. emelet: a galaxisok és halmazaik világa

26.em.	idáig láthatunk	
25.em.		
24.em.	szuperhalmazok	
23.em.	galaxishalmazok	
22.em.	közeli galaxisok távolsága	
21.em.	Tejútrendszer, nagy galaxisok	
20.em.	kisebb galaxisok	
19.em.	a Tejút korongjának vastagsága	



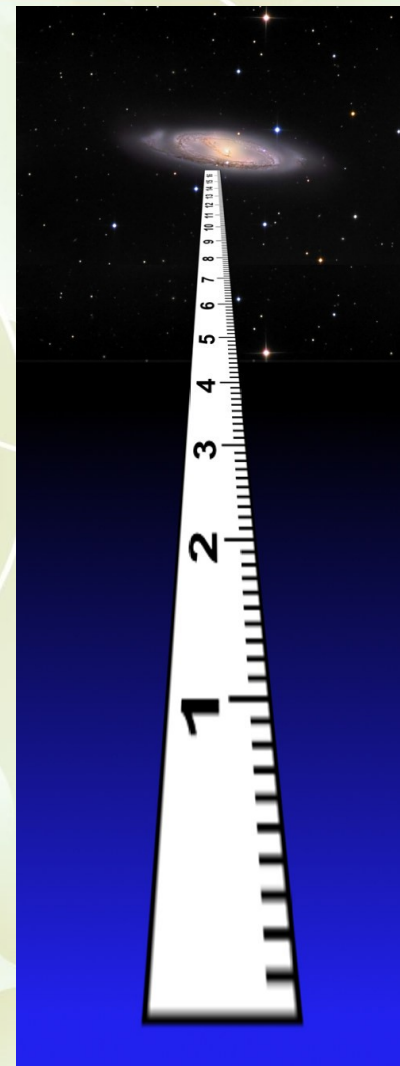
## Távolságmérés a csillagászatban

Alapvető fontosságú!



Nehézség:

- Kb. a 12. emeletig jutunk el műszerekkel (űrszonda, radar).
- Hogyan tovább?





## Háromszögeléses távolságmérés

### Alapötlet:

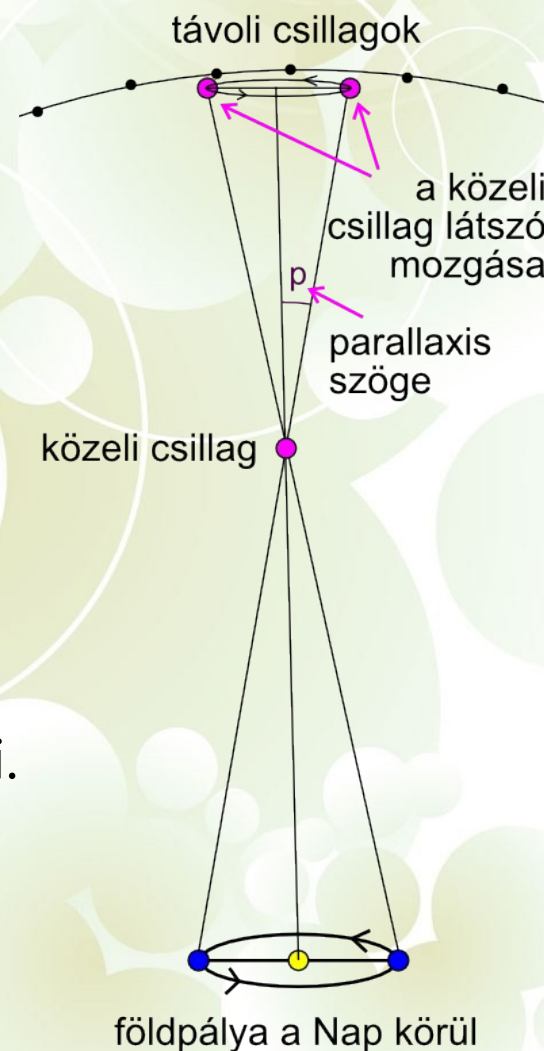
- A Föld kering a Nap körül...
- ...ezért a közeli csillagokat kicsit más irányból látjuk ősszel, mint tavasszal.
- Az irányok eltéréséből a távolság kiszámolható.

### Hatótávolság:

Attól függ, milyen kicsi szögeket tudunk mérni.

- Felszínről: kb. 30-50 fényév (17. em.)
- Műholdról: **kb. 1000 fényév (19. em.)**

Még a saját galaxisunkhoz is kevés!





## Galaktikus távolságmérés

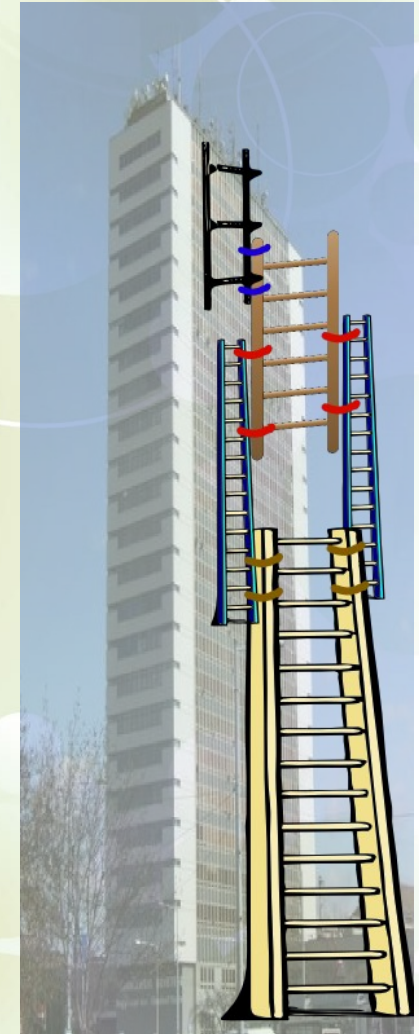
Bonyolult, több lépcsős folyamat:

- A már ismert távolságú csillagok közt szabályokat keresünk.
- Ezeket használjuk ismeretlen csillagok távolságmérésére.
- Elnevezés: „**kozmosz létra**”.

Az alsóbb szintek hibáit a legfelsők is megérik.

A 25-26. em. esetén 20-40%-os hiba is lehet!

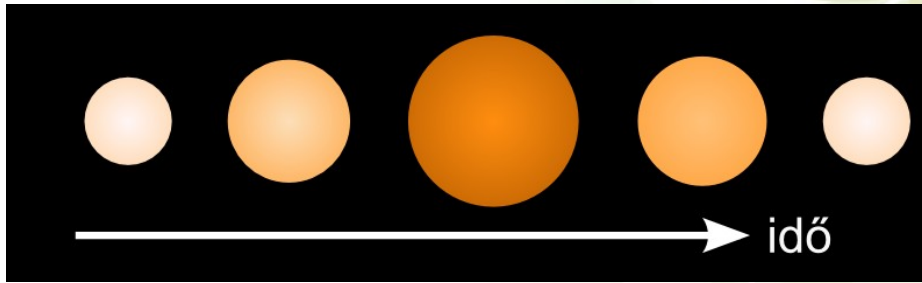
**Bármely szinten történő pontosítás javítja az Univerzum megismerési pontosságát!**







## Példák extragalaktikus távolságmérésre

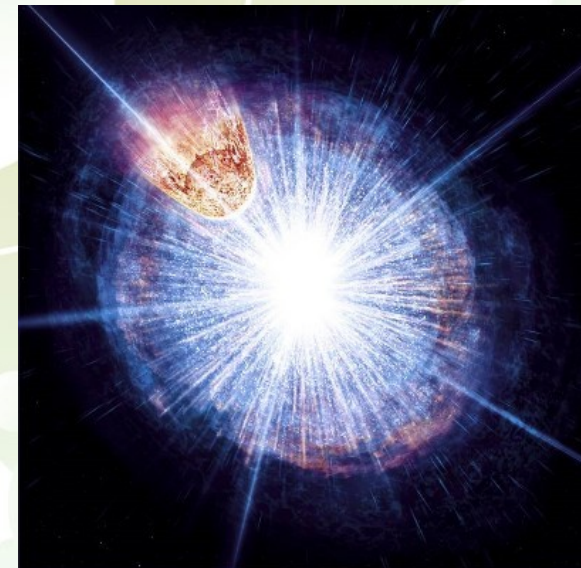


### Szupernóva-robbanások:

- Egy típus mindig azonos csúcsteljesítményű.
- Látszó fényesség + teljesítmény → távolság.

### Cefeida változócsillagok:

- Periódusidő – maximális teljesítmény kapcsolat.
- Periódusidő távolról is mérhető → teljesítmény.
- Látszó fényesség + teljesítmény → távolság.





## Az időskála

Jellemző folyamatok: az emberi időskála felett.

- A Nap ~250 millió év alatt kerüli meg a Tejútrendszer középpontját.
- Egy csillag élete milliárd években mérhető.
- A tágulást vissza követve 10-100 milliárd éves időtartam adódik.

Csak közvetetten figyelhető meg a változások.

Távolba nézni = múltba nézni.

- 1 milliárd fényévre (25. em.) nézve az 1 milliárd évvel ezelőtti állapotot látjuk.
- Erős távcsővel az Univerzum múltja tanulmányozható.



## Sebességmérés

A galaxisok és részeik elmozdulása általában nem figyelhető meg közvetlenül.

(Kivétel: robbanásszerű folyamatok a fénysebesség közelében.)

### Doppler-effektus:

- a távolodó fényforrások fénye a vörös,
- a közeledőké a kék felé tolódik el.

**A látóirányú sebesség mérhető.**



## A „sötét anyag”

A Doppler-effektussal tanulmányozható:

- Milyen sebességgel keringenek a csillagok egy galaxison belül.
- Milyen sebességgel mozognak a galaxisok egy halmazon belül.

Meglepő eredmény:

A mozgások sokkal nagyobb tömegű gravitációnak felelnek meg,  
mint az ott látható anyag.

**Az Univerzum anyagának 50-80%-a nem látható, csak  
tömegvonzása mérhető.**

**Megnyugtató elméleti magyarázat még nincs....**



## A Hubble-törvény

Edwin P. Hubble megfigyelése:

- Szinte az összes galaxis távolodik tőlünk.
- **A galaxisok távolodási sebessége egyenesen arányos távolságukkal.**

Jelentősége:

- **Távolságmérési módszer.**  
(Vöröseltolódásból közvetlenül megkapható a távolság.)
- **Az Univerzum tágulásának bizonyítéka.**  
(Visszaszámolunk: a múltban az anyag kis helyre volt zsúfolva, onnan repült ki.)



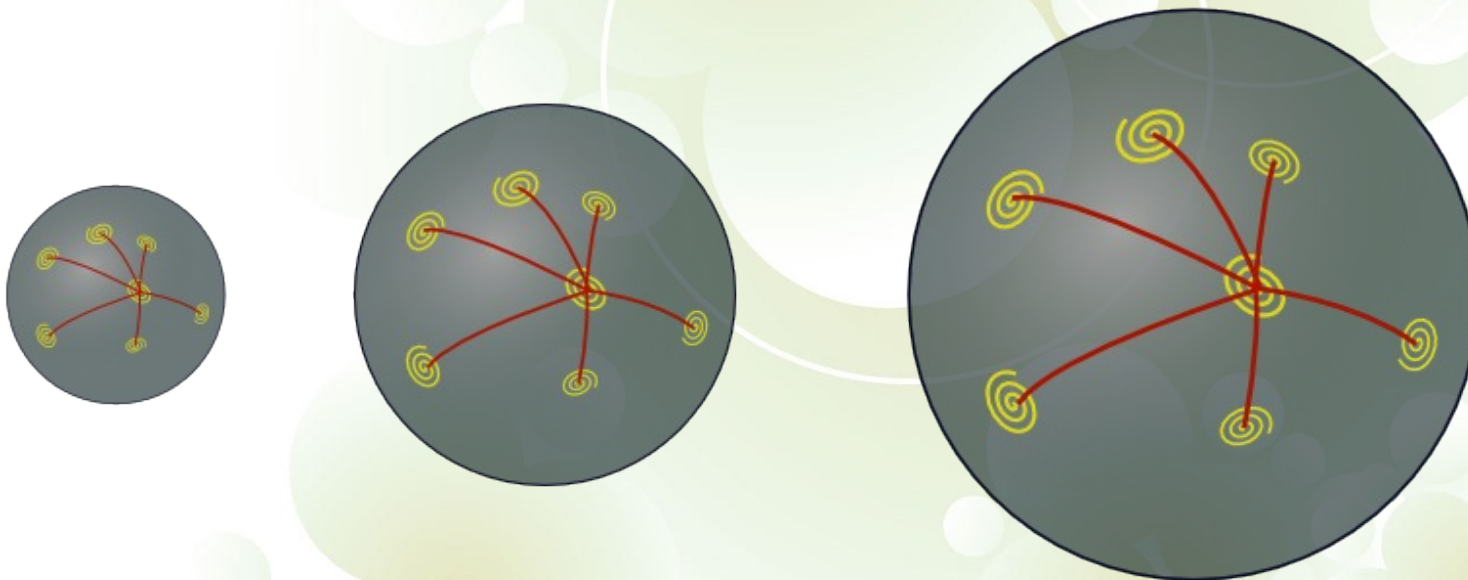


## Az Univerzum tágulása

Hubble-törvény: Mindenki tőlünk távolodik?

Nem: bármely galaxis lakói ugyanezt látják.

Adott idő alatt minden távolság megduplázódik.





## Az Univerzum tágulásának megfigyelése

A tágulás pontos felmérése: pontos megfigyelések szükségesek.

- Sok millió galaxis vöröseltolódásának mérése.
- Távoli galaxisok pontos megfigyelése.
- Megfigyelések infravörös, rádió és röntgen-tartományban.

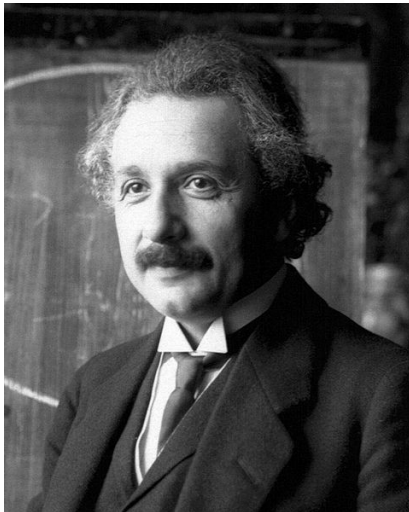
Csak a legmodernebb eszközökkel lehetséges a pontos felmérés:

- Távcsövek a világűrben (pl. a Hubble Space Telescope).
- Automatizált távcső-rendszerek.
- Rádió-, infravörös és röntgen-távcsövek.
- Számítógépes feldolgozás.
- Internetes közösségi feldolgozás. (Ahol ez lehetséges.)



## A robbanásszerű kezdet gondolata

Az Univerzum most tágul → régebben sokkal sűrűbb és forróbb volt.  
3 fontos tudós a sok közül:



A. Einstein:  
Általános relativitáselmélet  
a leírás elvi alapjai



G. Lemaitre:  
A „Nagy Bumm” elmélet  
atyja



G. Gamow:  
Részletesebb elméleti  
kidolgozás





## Az Univerzum élete: a kezdetek

Tágulás visszakövetve → szupersűrű, szuperforró múlt.

- Túllépjük a jelenlegi fizikai tudás érvényességi körét.
- Nagy részecskegyorsítókban keresik az „ősanyag” tulajdonságait.

A fizika érvényességi határa:

- Relativitáselmélet → az „idő” és a „tér” fogalmak is értelmetlenek a kezdetekkor.
- „Az Univerzum keletkezése előtt”: ez elvben sem érhető el a fizika eszközeivel.



## Az Univerzum élete: a forró őszanyag

A sűrű és forró őszanyag nem hasonlított a mairra:

- A nagy hőmozgás miatt nemcsak atomok, de még a mai elemi részecskék sem maradhattak együtt.
- Különleges részecskék: antianyag, szabad kvarkok, gluonok, ...
- Különleges viszonyok: eleinte a sugárzásban több energia volt, mint az anyagban.
- Nem tudtak állandó struktúrák megmaradni. (Őskáosz.)
- A másodperc tört része alatt exponenciális ütemű felfúvódás. (Infláció.)



## Az Univerzum élete: a mai anyag születése

A hűlő őanyagban létrejönnek a ma ismert részecskék:

- 1-2 milliomod másodperc: protonok, neutronok
- 1-2 másodperc: egyszerű atommagok
- 380 000 év: első atomok.

A sugárzás és anyag elválása:

- Atomok létrejötte: semleges részecskék lesznek többségben.
- Hűl és ritkul az anyag.

A fény átlagos szabad úthossza Univerzum-léptékű lesz.

Ismerős, de idegen világ: hidrogén és hélium felhők, a robbanás visszfénye kb. egyenletesen elosztva.



## Az Univerzum élete: a mai égitestek születése

Nem maradt egyenletes az anyag:

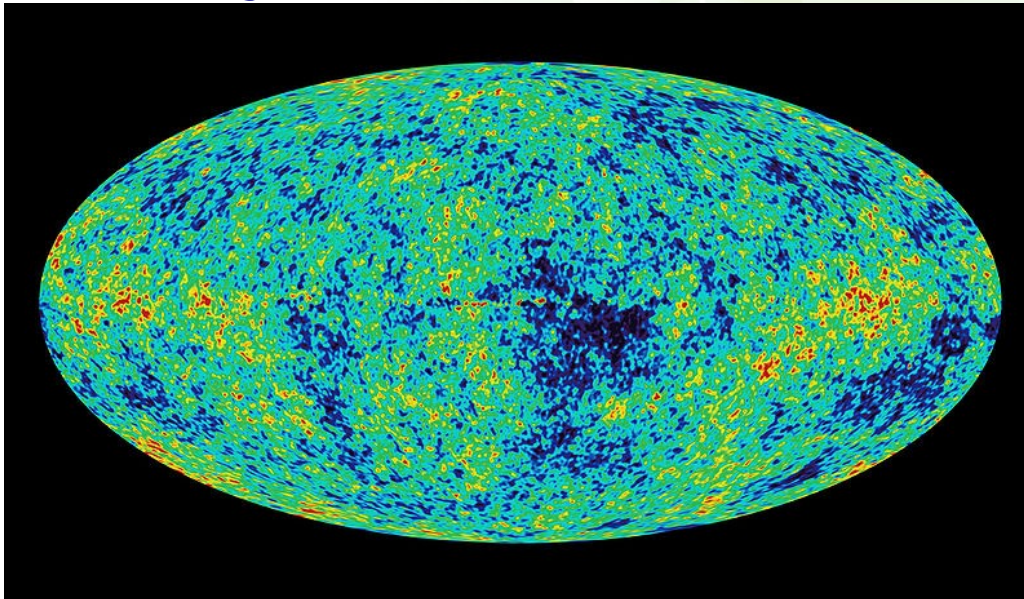
- Voltak benne kis sűrűség-ingadozások.
- A gravitáció ezeket felerősítette → galaxishalmazok, galaxisok.
- A galaxisokon belül kisebb csomók sűrűsödtek → csillagok.  
(kb. 400 millió év)
- Nagy tömegű csillagok az életük végén robbannak: a lökéshullám újabb csillagkeletkezési hullámot indít el.
- Közben a táguló Univerzumban a sugárzás hűl: kozmikus háttérsugárzás.



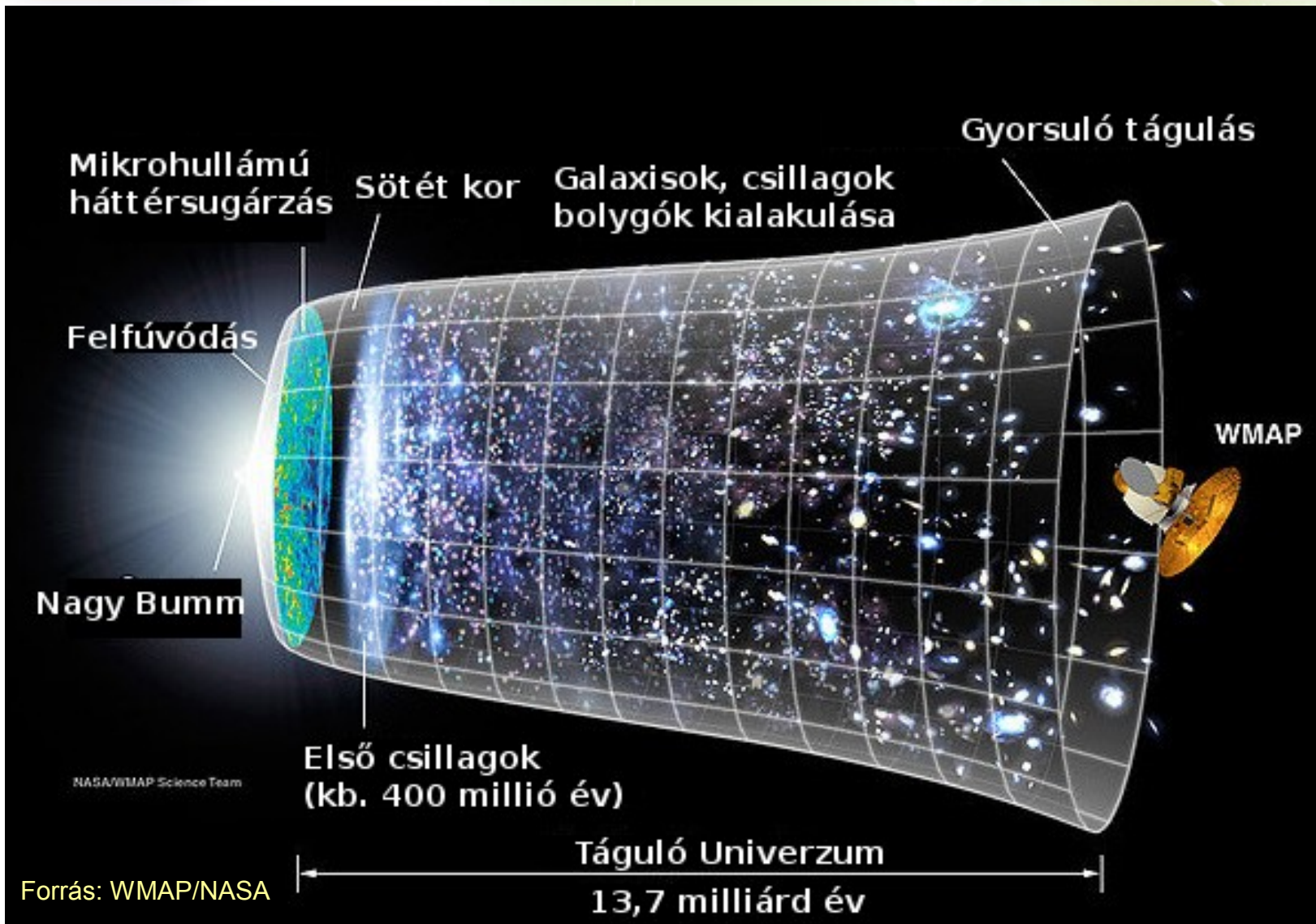
## A kozmikus háttérsugárzás

„Az Ősrobbanás visszfénye”: ma a mikrohullámú tartományban

- Kb. 3 K-es test sugárzásához hasonlít.
- Majdnem teljesen egyenletes. (0,001 %-ig)
- A kis ingadozások az ősi Univerzum lenyomatát hordozzák.



A WMAP műhold mérései  
A mikrohullámú háttér  
egyenetlenségeiről.





## A jövő

### Lehetséges folytatások:

- Ha elég sok az anyag: a gravitáció visszafordítja a tágulást, és az Univerzum visszazuhan egy pontba.
- Ha kevés az anyag, akkor a tágulás lassuló ütemben végtelenségig folytatódni fog.

Spekuláció: akár egy exponenciálisan gyorsuló tágulás is jöhet!  
(Hasonlítana a korai felfúvódási szakaszra; utána teljesen más világban találnánk magunkat.)



## Tudásunk és tudatlanságunk egyaránt nagy.

Fejleszteni kell:

- **A mérés technikát.**  
(Úrtávcsövek, automata távcsövek, számítógépes és emberi kiértékelés nagy adathalmazokra, ...)
- **Az elméletet.**  
(Elemi részecskék fizikája, relativitáselmélet és kvantummechanika, számítógépes szimulációk, ...)

Aki akarja:

- követheti a híreket, ...
- ...vagy akár segíthet is galaxist-válogatni!





## Találkozunk következő előadásunkon

- Dr. Cseh Sándor (NyME Apáczai Csere J. Kar)

### **A Föld bolygónk jövője avagy a klímánk változása tőlünk függ**

2010. február 24. - 16:30–17:30-kor



# NYUGDÍJAS EGYETEM

TUDOMÁNY GYŐRBEN MINDENKINEK

**KÖSZÖNJÜK MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!**

**A program szervezői, támogatói:**



szervezésében



társszervezésével

PANNON  
NYUGDÍJAS  
SZÖVETSÉG