



# Gravitációs hullámok analízise Griden

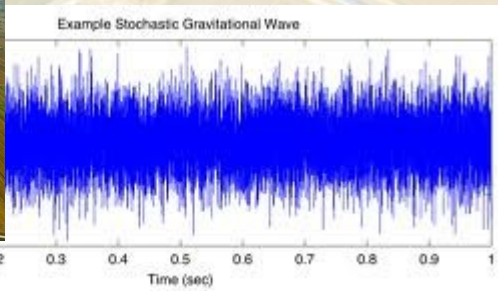
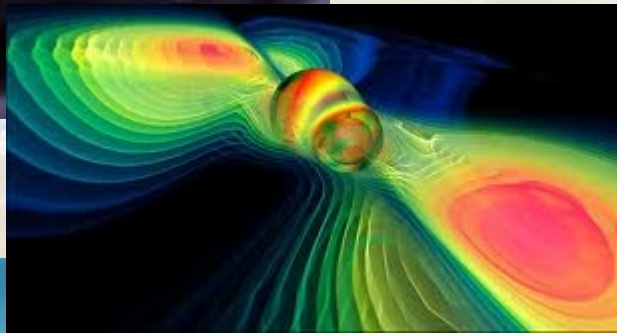
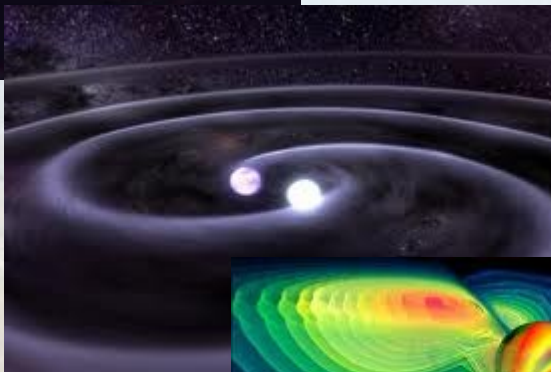


Debreczeni Gergely

MTA KFKI RMKI

(Gergely.Debreczeni@rmki.kfki.hu)

 VIRGO  
Kollaboráció

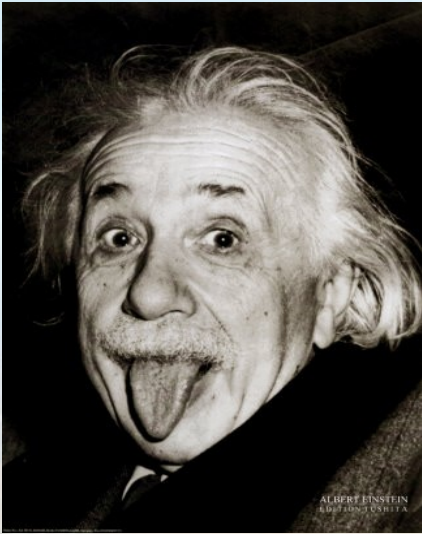


## Café Grid

2011. március 24.

BME I épület. 017, Budapest

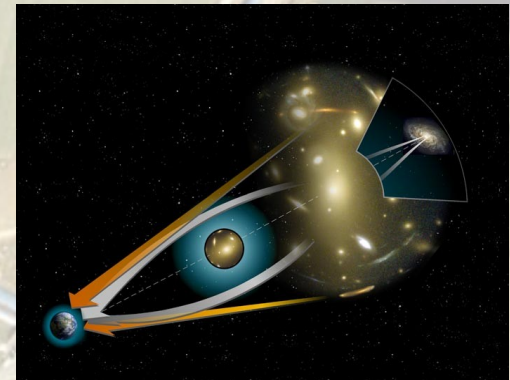
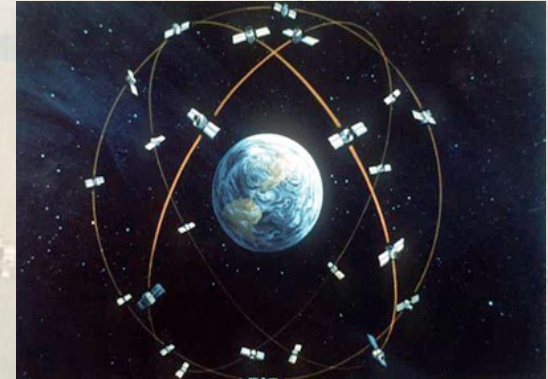
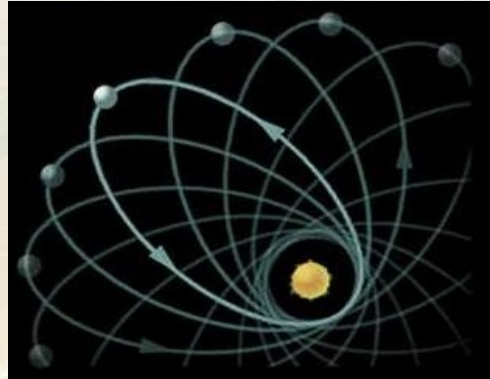
# Á.R.: Megfigyelhető jelenségek



- Gravitációs hullámok: Az általános relativitáselmélet által megjósolt jelenség. Hatalmas tömegek mozgásakor fellépő téridő torzulások tovaterjedései.
- Mindmáig csak közvetett (de nagyon meggyőző) bizonyítékunk van.

• Ált. Rel. megfigyelt jöslatai:

- Perihélium elfordulás
- Gravitációs lencsézés
- Az idő 'múlásának' relativitása

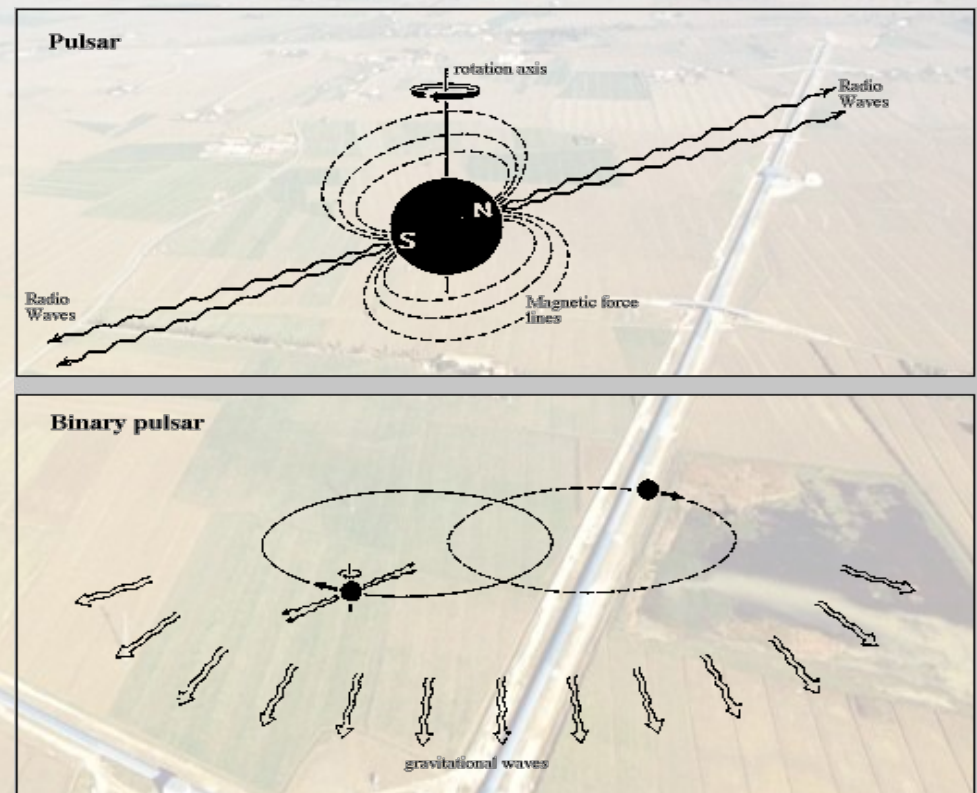
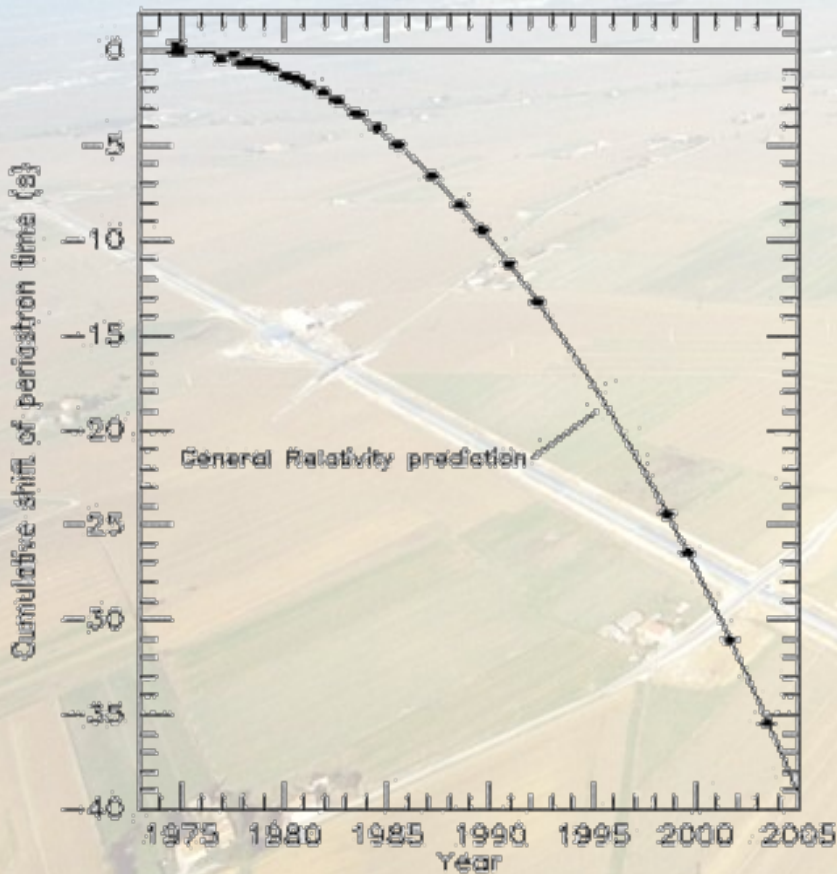




# A Hulse-Taylor pulzár

- A grav. hull. kutatók Szent Grálja
- 1974 -ben fedezték fel (Russel Hulse, Joseph Taylor)
- 1993 megosztott Nobel-díj

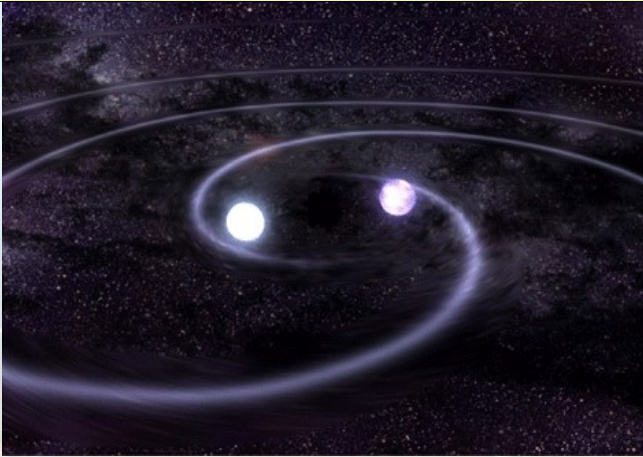
- Valószínűleg 2 neutron csillag
- 3,1 mm közeledés keringésenként
- 59 ms-os pulzálás
- 7,75 órás keringési idő



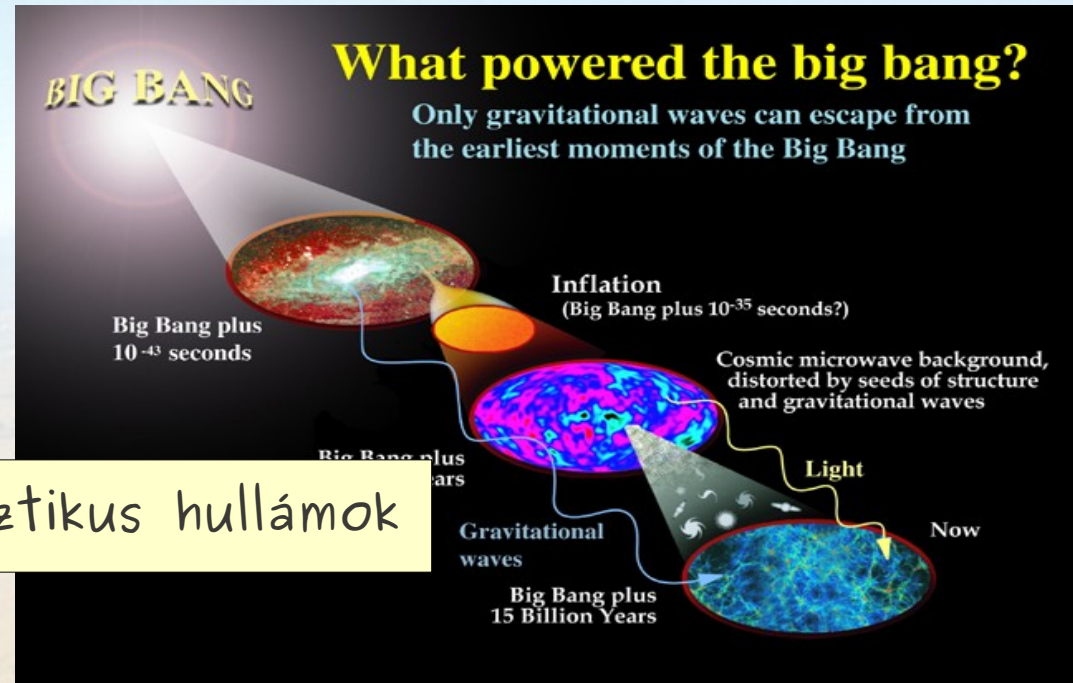


# Lehetséges GH források

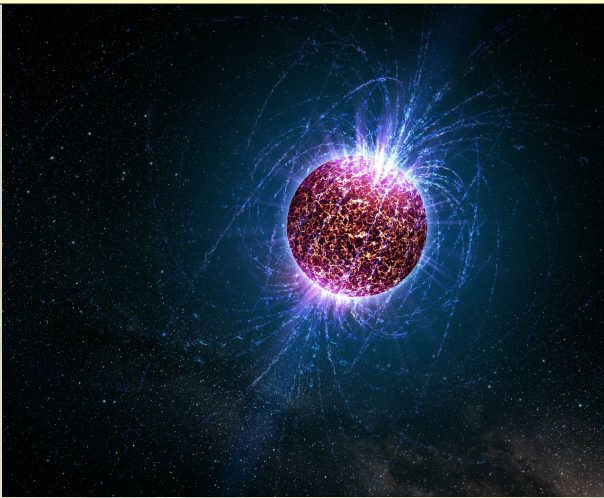
Csillagkettősök összeolvadása



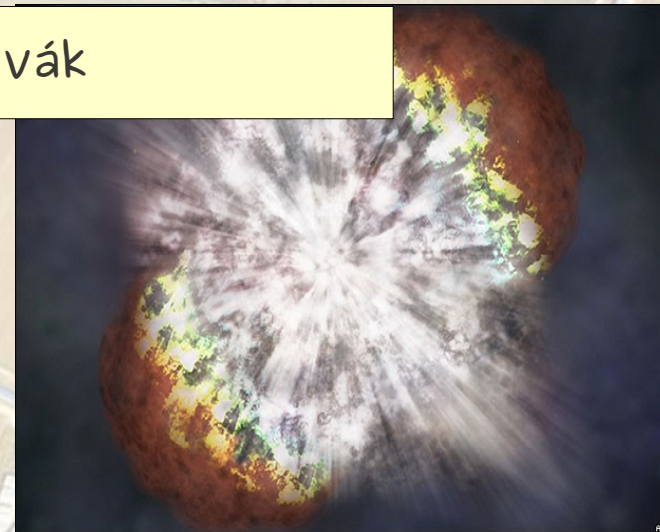
Sztochasztikus hullámok



Pulzárak, neutron csillagok

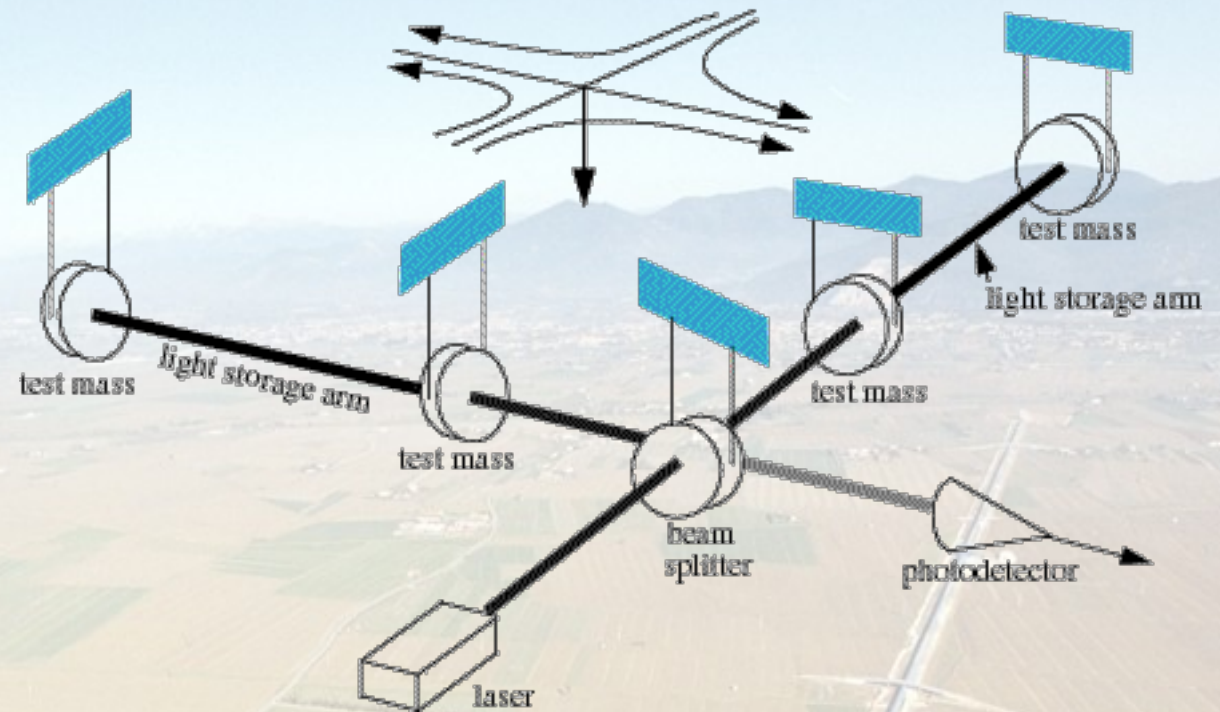
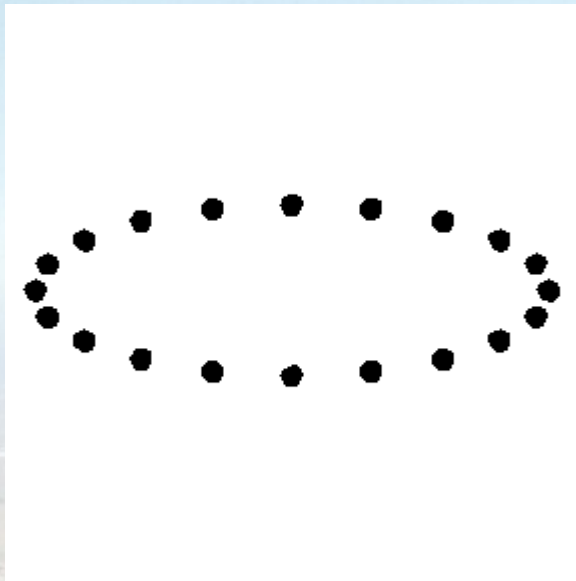


Szupernovák





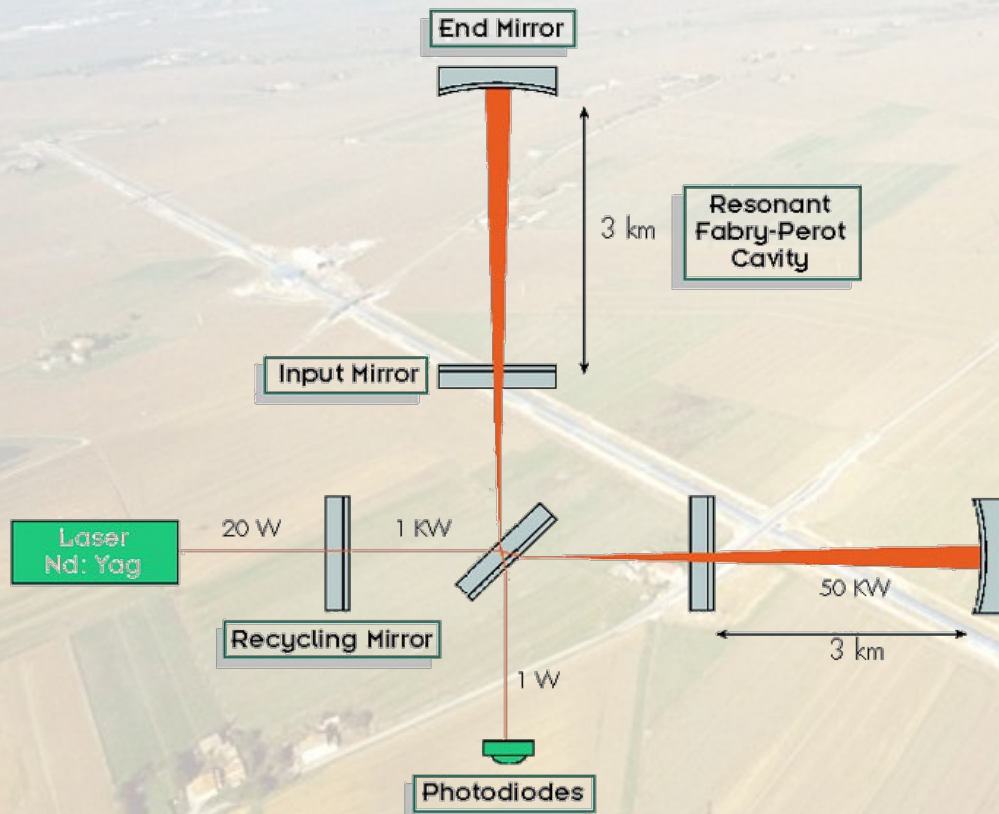
# Interferométerek



- A beeső gravitációs hullám megváltoztatja a karhosszúságot.
- Az interferenciapontban ezáltal megváltozik a fényintenzitás.
- A mérés kimenete a két kar hosszúságának különbsége.
- A világ legpontosabb relatív mérése,  $10^{-18}$  m pontosság!
- Rengeteg környezeti zaj kiküszöbölését kell megoldani
- Több izolált detektor kell, hogy koincidenziát tudjunk mérni

# A Virgo detektor

- Cascina, Olaszország
- 3 km-es karhosszúság
- Fabry-Perot kavitások 50/150 jósági tényező
- 6800 m<sup>3</sup>, 10<sup>-10</sup> mbar vákuum!!
- 20 W lézer
- Tömör beton alapzat, 20–50 m mély
- 1 MW fogyasztás
- Kiváló szeizmikus izoláció (10<sup>-10</sup>)

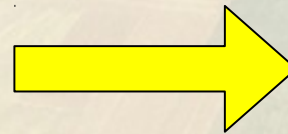




# Adat és számítási igények

- ITF (interferometer) 20 Hz mintavételezési frekvencia
- Több száz környezeti csatorna
- Feldolgozás 16 és 4 kHz-en is
- kb. 150 mérési nap évente
- kb. 10.4 MB/s adatfolyam
- kb. 160 TB adat / év / ITF

Az adatmennyiség nem igazán sok, de a feldolgozáshoz használt algoritmusok **aritmetikai sűrűsége** széles tartományban változik. Némely módszer ezért gyakorlatilag kivitelezhetetlen.



Ezt az adatmennyiséget kell mozgatnunk, tárolnunk, újra mintavételeznünk, feldolgoznunk sok százszor...

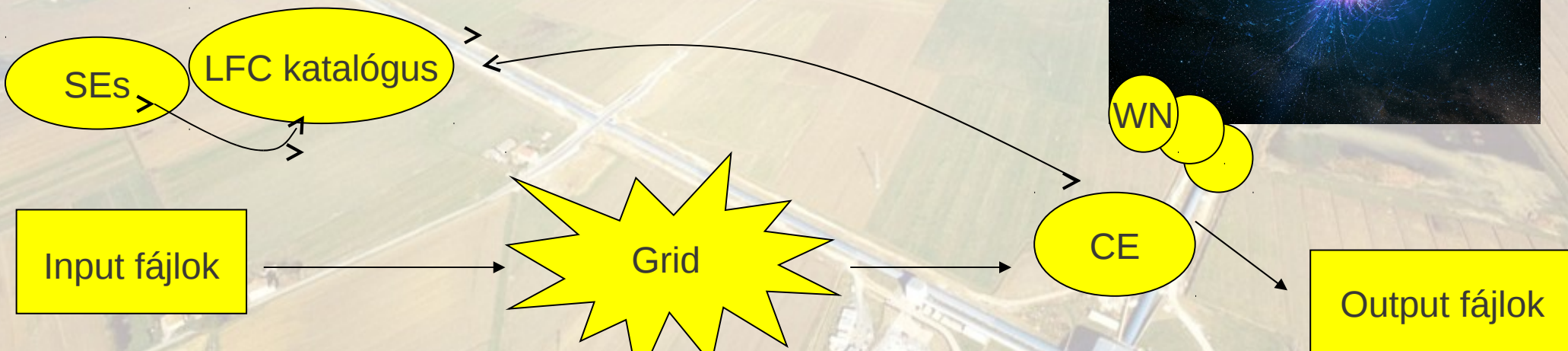
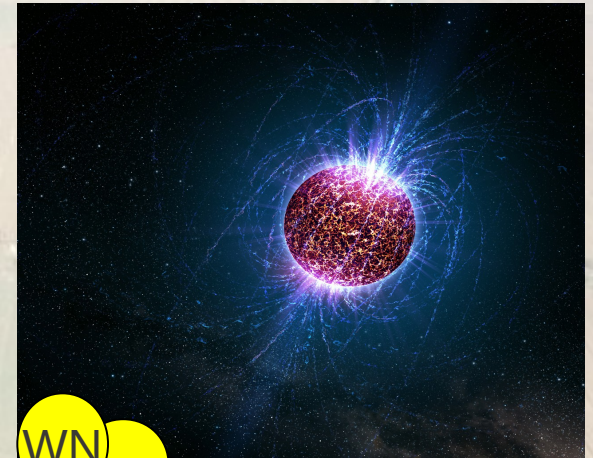
Nincs egyedi üdvözítő megoldás, minden problémához a legjobb számítástechnikai modellt kell választani:

Klaszterek, **Grid**ek, HPC megoldások és and Many Core architektúrák



# CW analízis a Grid-en

- CW (Folytonos Hullámok) algoritmus amely periodikus, folytonos grav. hullámokat kibocsátó objektumok, pl forgó neutron csillagok jeleit keresi. Az úgynevezett 'all-sky' keresésben a lehetséges paramétertartomány teljes egészét szeretnénk lefedni (pozíció, frekvenci, frek deriváltjai).
- Egy ilyenfajta analízis számítástechnikailag korlátozott, még a jelenleg használt nagyon hatékony - bár kevésbé érzékeny - algoritmusok megléte esetén is.
- Az úgynevezett Hough-transzformáció az amely a legtöbb erőforrást igényli. DE, paramétertérben nagyon jól párhuzamosítható a feladat.
- The analysis scheme:

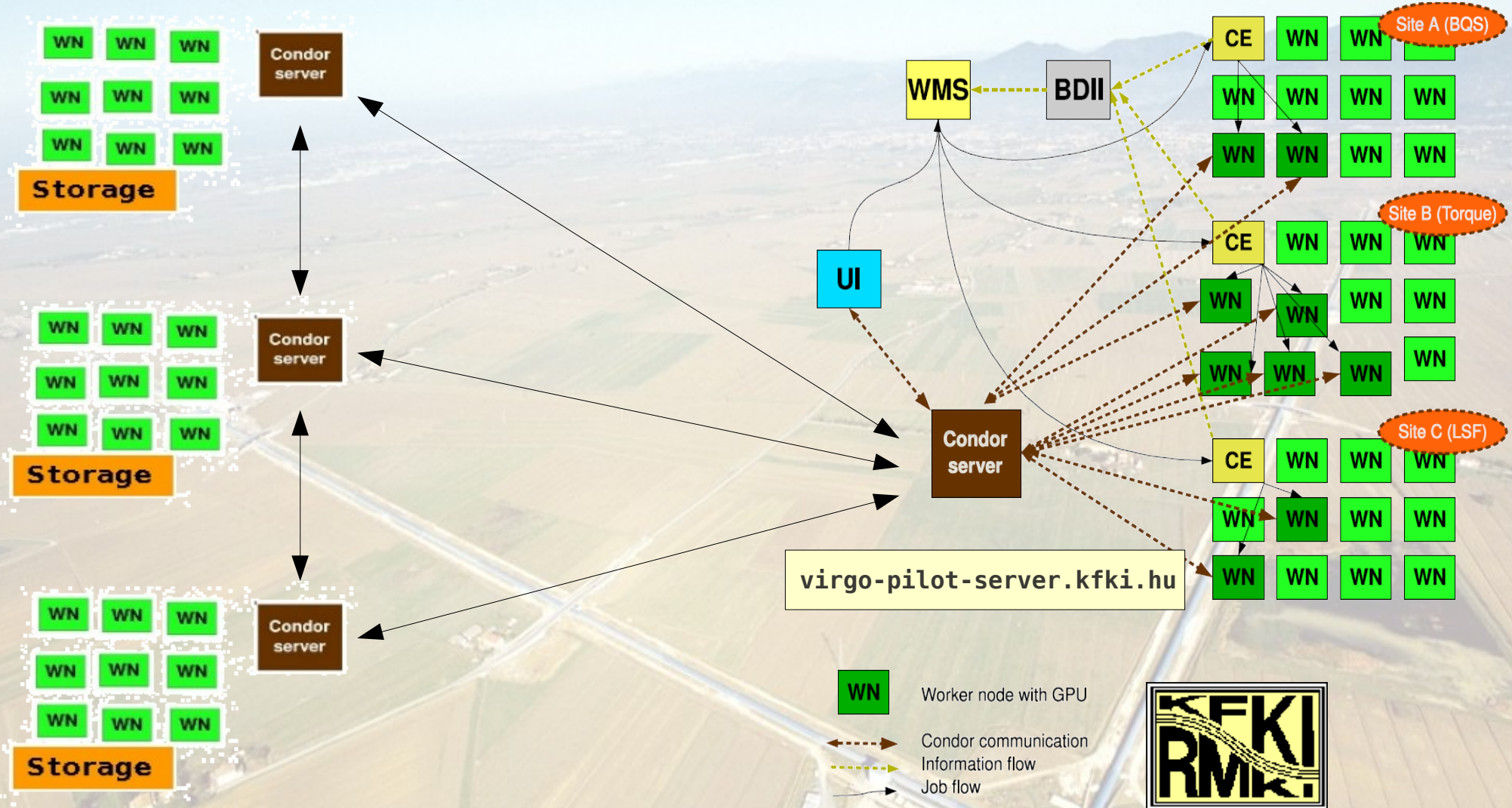




# A Virgo Pilot Pool

Ligo Data Grid  
klaszterek

Virgo EGI központok





# Összefoglalás

- A periódikus hullámok keresésének érzékenysége számítástechnikailag limitált.

- Ezért minden egyes MegaFlop a detektor érzékenységét növeli !

- Lehet, hogy a jel már az adatsorban van, csak még nem tudunk kihámozni mert nincs elég erőforrásunk.

- Zavarbaejtően párhuzamosítható: paraméter szkennelés, nincs kommunikáció az egyes processzek között.

- A paraméter tér:
  - distance,
  - sky position
  - frequency
  - spin-down rate
  - spin-down derivatives

Ideális probléma  
a Gridhez !

