

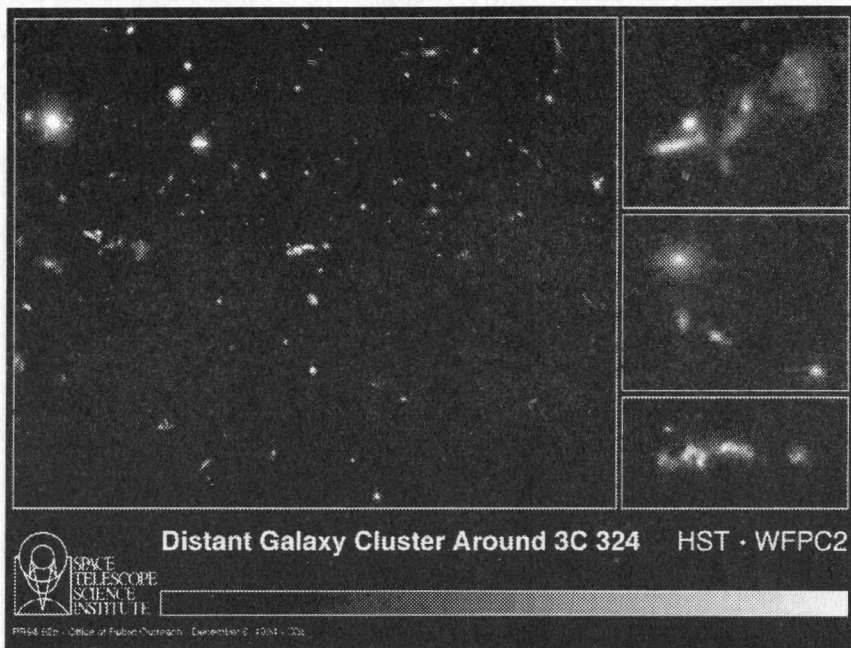
# Nagyon távol, nagyon régen

Az elmúlt évben számos távoli galaxishalmazt örökített meg a Hubble Űrteleszkóp, bepillantást nyújtva a Világegyetem eddig elérhetetlenül távoli és korai állapotaiba. E cikk írásakor a rekordtartó egy nagyjából 12 milliárd fényév messzeségben elhelyezkedő halmaz, 14 azonosítható galaxissal (1. ábra). Látványban és megjelenésben azonban kétségtelenül címlapfelvételünk a győztes, melynek eredetijén több ezer csillagváros azonosítható. A 2. ábra ennek egy kisebb részletét mutatja, azonban ezen is hemzsegnek a galaxisok. A Serpensben, mintegy 9 milliárd fényév távolságban helyezkedik el a halmaz, azaz a kép a Világegyetemet abban az állapotban mutatja, amikor kora a jelenleginek nagyjából 1/3-a lehetett. Az Űrteleszkóp 1994. május 11. és június 11. között 32 földkörüli keringés során összesen 18 órás expozíciós idővel készítette a felvételt. Így nem is meglepő, hogy a képen látható leghalványabb objektumok 29 magnitúdósak... A távoli csillagvárosokat ábrázoló felvételek alapján az alábbi következtetések vonhatók le.



1. ábra. A bal oldali fotó földi műszerrel készült, és a Sculptor csillagkép nagyjából 15 fok átmérőjű területét mutatja. A középső felvételt már a HST rögzítette 1994. szeptember 6-án 4,7 óra expozíciós idővel, határmagnitúdója 28,5. A képen látható galaxisok közül tizennégy egy 12 milliárd fényév távolságú halmazhoz tartozik. A jobb oldali kép a Q0000-263 jelű fényes kvazár közelében látszó, jelenleg ismert legtávolabbi normális galaxist mutatja

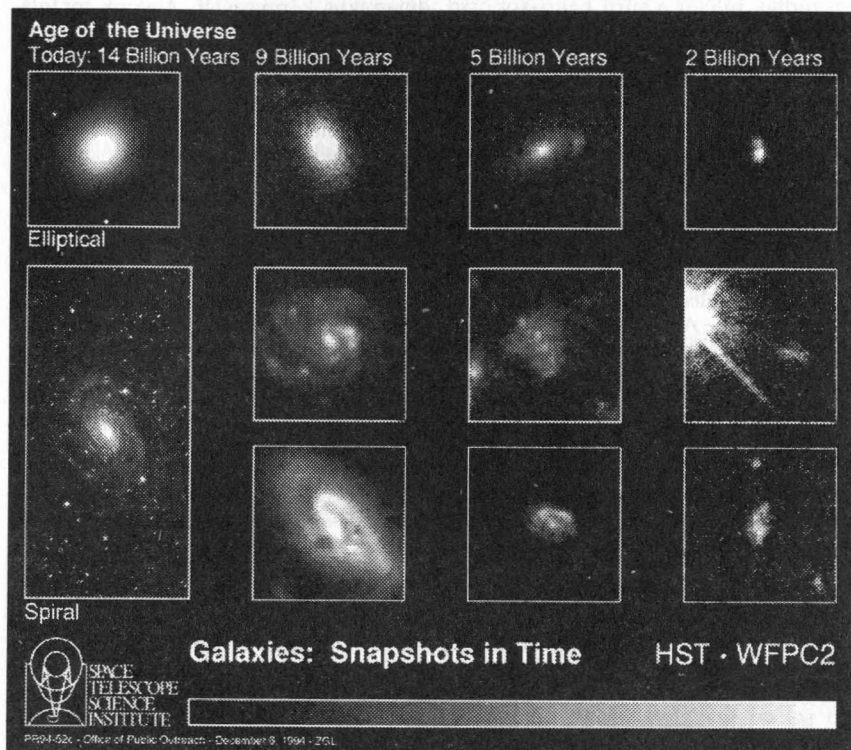
A galaxisok már mintegy 2 milliárd évvel az Ősrobbanás után halmazokban csoportosultak, ami fejlődésük szempontjából rendkívül fontos adat. A galaxis-halmazok keletkezését taglaló elméleteket két fő csoportra lehet osztani: felépülő és lebomló modellre. A felépülő modell hívei szerint az Ősrobbanás után először az egyes galaxisok jöttek létre, majd ezek csak a későbbiekben, egymásra kifejett gravitációs vonzóhatásuk révén rendeződtek halmazokba. A lebomló modell kronológiája ezzel ellentétes: előbb alakultak ki a halmazok, majd ezek összehúzóódásával az egyes galaxisok. Az utóbbi években, évtizedekben — különösen a szuperhalmazok felfedezésével — egyre több érv állt a lebomló modell oldalára. Ezúttal úgy tűnik, a HST megfigyelései végleg átbillentik a mérleg serpenyőjét.



**2. ábra.** A bal oldali felvétel a Serpensben 9 milliárd fényév távolságban elhelyezkedő, rendkívül gazdag halmazt mutatja, a jobb felső kép pedig a 3C 324 rádiógalaxist, amelyről a halmaz nevéet kapta. A középső felvételen a maihoz hasonló elliptikus galaxisok láthatók, míg az alsó néhány torz spirális rendszert mutat

Sok érdekességet árultak el a felvételek az elliptikus galaxisok fejlődéséről is. Ezek a csillagvárosok elnevezésüket alakjukról kapták, mely a gömbtől egészen a lapult lencse formáig terjed. Meglepő jellemzőjük, hogy nem mindig forgásszimmetrikus ellipszoid alakúak, hanem időnként elnyúltak, tömzsi szivarra, lufira, „egyenes kiflire” és egyebekre hasonlítanak. Fontos jellemzőjük, hogy sárgás, vöröses színnel rendelkeznek, ami a bennük lévő kistömegű sárga és vörös csillagok túlsúlyából, valamint a kék csillagok hiányából ered. (Mivel a nagytömegű, kékes csillagok élete rövid, és ilyenek ma már nem láthatók az elliptikus galaxisokban, a csillagkeletkezés belsejükben már régen — legalább 10 milliárd éve — véget ért.) Az Űrteleszkóp

felvételein a mai elliptikus galaxisokhoz nagyon közeli alakú, színű és felületi fényességeloszlású elliptikusokat találunk — tehát már 9–12 milliárd évvel ezelőtt is mai társaikhoz hasonlóan néztek ki. Ez arra utal, hogy életük elején rendkívül heves csillagkeletkezés folyhatott bennük, melynek során gyorsan elérték jelenlegi megjelenésüket — majd a kezdeti aktív időszak után nyugodtan éltek tovább. A HST felvételein látható elliptikusok az Ósrobbanás után nagyjából 2 milliárd évvel már készen is voltak. Mivel kialakulásukhoz nagyságrendileg egymilliárd év szükséges, fejlődésük az Ósrobbanást követően körülbelül egymilliárd évvel már meg kellett hogy induljon.



3. ábra. A galaxisok fejlődése a Világegyetem második évmilliárdjától napjainkig. A legfelső sorban elliptikus galaxisokat látunk, míg alul spirálisokat. A mai állapotnak a bal oldali képek felelnek meg (14 milliárd évvel a Világegyetem keletkezése után), míg a tőlük jobbra elhelyezkedő oszlopokban a kezdeteket 9, 5 ill. 2 milliárd évvel követő fejlődési állomásokat figyelhetjük meg

A spirális galaxisok — az elliptikusokkal ellentétben — másként festettek a korai Világegyetemben mint napjainkban. Az első lényeges eltérés már számukban is megmutatkozik: az ősi galaxishalmazokat ábrázoló felvételeken közel kétszer annyi spirális rendszer látható, mint jelenlegi környezetünkben (l. Meteor 1993/4. 4. o., 1993/12. 11. o., 1994/5. 9. o.). A másik különbség megjelenésükben mutatkozik: a

mai, méltóságteljesen csavarodó galaxisok ősi társaikhoz képest megszelídített, „házasított” objektumoknak tűnnek. A távoli múltban ugyanis alig találunk normális kinézetű spirális galaxisokat — deformálódott és torz csillagvárosok uralják a HST felvételeit. Ezt a jelenséget feltehetőleg az objektumok között lejátszódó vad kölcsönhatások, ütközések okozzák — akkoriban ugyanis a kölcsönható rendszerek számítottak hétköznapiaknak. A spirális csillagvárosoknál általános a kék szín, ez sok nagytömegű, rövid életű kékes csillagra utal, vagyis heves csillagkeletkezésre, ami a kölcsönhatások fényében érthető is. (Az ütköző galaxisoknál ma is intenzív csillagkeletkezés figyelhető meg.) A jelek szerint a spirális galaxisok nehezen tudták túlélni a sűrű halmazok vad, dinamikus környezetét. Alakjuk torzulásáért mindezek mellett nem csak közvetlen gravitációs hatások okolhatók. Fontos tényező lehetett még például a halmazokban valószínűleg jelenlévő forró intergalaktikus gáz, amely a korong gázanyagával ütközve annak egyrészt kimozdíthatta, „kifújhatta” helyéből. Ezenkívül a sűrű halmazok belső tartományain áthaladó galaxisok elveszthették az őket körülvevő láthatatlan anyagból álló korona, halo egy részét. Enélkül pedig csökken a korong stabilitása, és így deformációk, torzulások léphetnek fel. A spirális galaxisok egy része tehát vad kölcsönhatások révén pusztulhatott el — igaz, egyelőre nem tudni, ez teljes magyarázatot ad-e számuk csökkenésére, avagy más folyamatokat is segítségül kell hívunk.

A Világegyetem első néhány évmilliárdjában a galaxishalmazok általános megjelenését tehát a kölcsönhatások és az intenzív csillagkeletkezés miatt kékes színű objektumok uralták. Az ütközések, közeli elhaladások során kisebb „galaxis repeszek” szakadtak le, valószínűleg ezek leszármazottai a mai szabálytalan galaxisok. Ilyan apró csillagvárosok valóban szép számban bolyonganak nagyobb társaik közt az Űrteleszkóp felvételein. Létezik azonban olyan elgondolás is, amely ezeket a kompakt anyagcsomókat ősi eredetűnek tekinti. Eszerint a halmazokban az anyag először kisebb, néhány millió naptömegű szerkezetekbe csoportosult (nagyságrendileg ekkora egy gömbhalmaz tömege), és ezek csak később álltak össze nagyobb csillagvárosokká. Az így összemixelt galaxis-koktél rendkívül változatos: az elliptikus és spirális rendszerek között apró, fennmaradt galaxis-építőkövek és a kölcsönhatások során kidobott töredékek halmaza kavargó — kész extragalaktikus állatkert.

A 3. ábra a galaxisok fejlődési tendenciáját mutatja, különböző tömegű objektumokat feltüntetve. Jobbról balra haladva az egyes oszlopok a kettő-, öt-, kilenc- és tizenkétmilliárd éves Világegyetemben megfigyelhető elliptikus és spirális rendszereket ábrázolják. Nyomon követhető, hogy az elliptikusok már korán, életük elején „kifejlődtek magukat”, és azóta alig változtak. Ezzel ellentétben a spirálisok kezdetben sokkal szabálytalanabb, aszimmetrikusabb formát mutattak, mint mai, méltóságot sugárzó leszármazottai. (STScI-PR94-25, 94-52 — Kru)

**Viszonteladókat keres a Magyar Csillagászati Egyesület az 1995-ös Meteor csillagászati évkönyv terjesztésére. Kérjük tagjainkat, hogy segítsék könyvünk eljuttatását legalább a megyeszékhelyek egy-egy könyvesboltjába. Klubok, szakkörök, iskolák számára — legalább 10 pl. rendelése esetén — 20% kedvezményt adunk. Érdeklődni az MCSE címén lehet (1461 Budapest, Pf. 219.), ill. a 186-2313-as telefonszámon.**