

A Fornax A nyomában

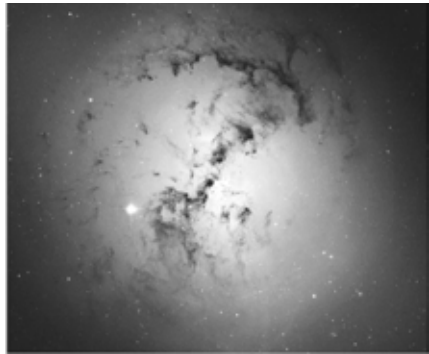
Az NGC 1316 a Fornax-halmaz óriás rádiógalaxisa. Ez a galaxiscsoport a déli, de hazánkból még éppen hogy látható Kemence csillagképben található, de átnyúlik az Eridanusba is. Majdnem pont egy éve „látogattam meg” az iTelescope hálózat távcsövével használva a szintén ehhez a halmazhoz tartozó NGC 1365 jelű küllős spirálgalaxist. Már akkor elterveztem, hogy egy év múlva visszatérek, és „lencsevégre kapom”, ezt a tőlünk nagyjából 62 millió fényévre lévő, páratlan formavilágú csillagvárost.

Az NGC 1316 morfológiai besorolása SAB(s)00 pec, vagyis úgynevezett lentikuláris galaxis. A „pec” (peculiar) tag pedig arra utal, hogy szerkezetében van valamiféle különleges, egyéni sajátosság, szabálytalanság. (Több helyen elliptikus galaxisként is hivatkoznak rá, azonban átnézve az utóbbi évek tudományos publikációit, inkább a lentikuláris besorolást tekintem elfogadhatónak.) Természetesen „tipikus” lentikuláris galaxis nem létezik, az NGC 1316 különösen nem az, azonban érdemesnek tartom röviden áttekinteni, hogy milyen jellemzőkkel bírnak általában ezek a galaxisok.

A típus átmenetet képez a spirális és az elliptikus galaxisok között. A lentikuláris galaxisok alapvetően korong alakúak, akár csak a spirálgalaxisok. Nincsenek azonban spirálkarjaik, a korongban nem figyelhetőek meg határozott struktúrák. Jellemző rájuk, hogy a központi dudor a galaxis korongjához képest viszonylag nagyméretű, és meghatározó a galaxis felépítése szempontjából.

Van egy másik jelentős különbség is a spirálgalaxisokhoz képest. Interstelláris anyaguk jelentős részét elveszítették, hiányzik belőlük a csillagok kialakuláshoz szükséges gázanyag.

Mivel a lentikuláris galaxisok színképében jellemzően nincs domináns H α emissziós vonal, illetve a 21 cm-es rádiótartományban



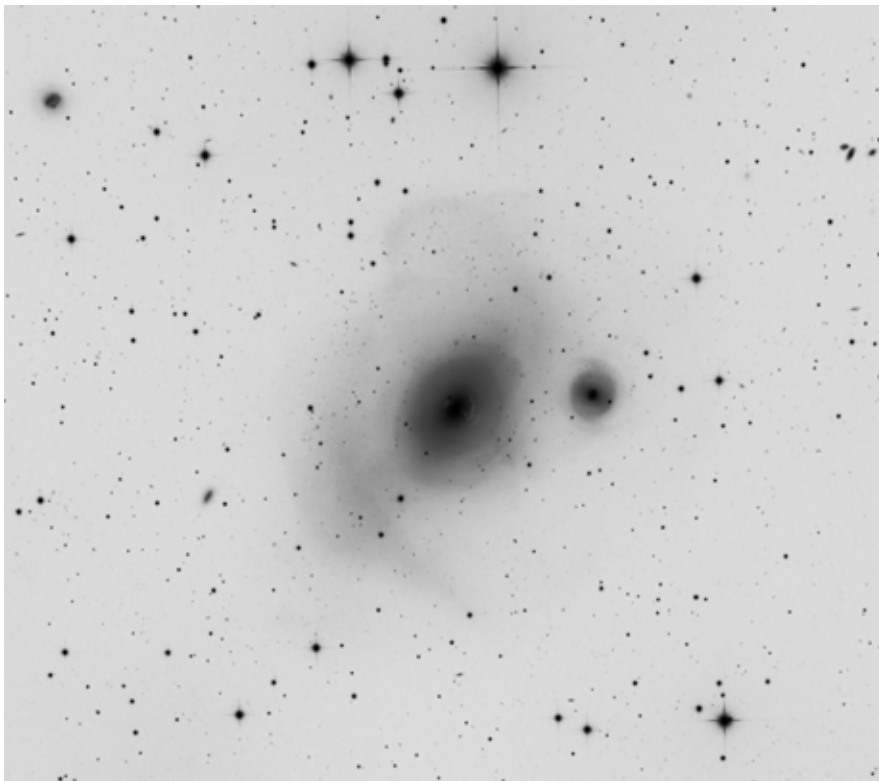
Az NGC 1316 magvidéke a HST felvételén

sem bocsátanak ki szignifikáns sugárzást, így nincs jelentős mennyiségű atomos, illetve ionizált hidrogénkészletük.

Kellő mennyiségű gázanyag híján ma már nem, vagy csak alig keletkeznek csillagok a lentikuláris galaxisokban, ezért az ilyen galaxisokat az idősebb csillagpopulációk uralják. Mivel teljesen hiányoznak belőlük a kék színű, fényes, nagytömegű, ez utóbbi okán rövid életű csillagok, így e galaxisok színe inkább vörösesebe hajló.

Érdekes, hogy bár a csillagközi gáz szinte teljesen hiányzik ebből a galaxistípusból, azonban számottevő bennük a csillagközi por mennyisége. Ez az egyik jelentős különbség az elliptikus galaxisokhoz képest, melyek csak igen minimális mennyiségű port és gázt tartalmaznak.

Máig bizonytalanság övezi a lentikuláris galaxisok kialakulásának körülményeit. Manapság két elképzelés versenyez egymással. Az első szerint a lentikuláris galaxisok valaha spirálgalaxisok voltak, melyek az idők folyamán felélték csillagkeletkezés révén gázkészletüket, és így elvesztették spirális struktúrájukat is. A csillagkeletkezési folyamatokat több hatás is felgyorsíthatta, melyek közül az egyik legvalószínűbb a másik galaxissal történt kölcsönhatás.



Az NGC 1316. A felvétel hét éjszakán készült a Siding Spring Observatóriumban található iTelescope 43 cm-es f/6,8-as Dall-Kirkham-távcsővel – 3x300 s és 10x600 s L, 8x600 s R,G,B, FLI Proline 16803 CCD kamera (kelet fent, észak jobbra)

Ezt az első elképzelést alátámasztja a lenticuláris galaxisok diszkszerű felépítése, illetve hogy eltolva rájuk is érvényes az úgynevezett Trully–Fisher-reláció. Ez a reláció – amely elliptikus galaxisok esetén nem használható, csak spirális és lenticuláris galaxisoknál –, tapasztalati összefüggés a galaxisok luminozitása és a galaxis rotációs görbéjének amplitúdója között. A reláció felhasználásával a csillagvárosok távolsága kiszámítható. A módszer lényege röviden az, hogy a galaxison belüli sebességekből meghatározható a galaxis luminozitása, ebből pedig távolsága. Ugyanis a galaxis csillagainak dinamikáját a galaxis tömege határozza meg, amely összefüggésben áll annak luminozitásával. Az így kapott luminozitást felhasználva – a látszóla-

gos fényesség ismeretében – a távolság már kiszámolható.

A lenticuláris galaxisoknak jellemzően nagyobb a felületi fényessége, mint a spirálgalaxisoknak. Ez nehezen egyeztethető össze azzal az előbb felvázolt elmélettel, miszerint ezek gázkészletüket felélt, „elhalványult” spirálgalaxisok, melyekben manapság már alig keletkeznek csillagok. A másik ellenérv, amit már fentebb is említettem, hogy a lenticuláris csillagvárosok esetében az úgynevezett központi dudor és korong luminozitási arányszám nagyobb, mint a spirálgalaxisok esetében. E két ellenérv a második elmélet támogatóinak a malmára hajtja a vizet, akik szerint a lenticuláris galaxisok spirálgalaxisok összeolvadásával jönnek létre. Ezzel az

előbb említett tulajdonságok megmagyarázhatóak, továbbá az is, hogy az ilyen galaxisok körül nagyobb számban fordulnak elő gömbhalmazok. Sajnos azonban az ütközések szimulációi nem eredményeznek kellően nagyméretű központi dudort, továbbá ez az elmélet a spirálgalaxisokhoz képest eltolt Tully–Fisher-relációval sem tud elszámolni, hacsak a múltban nem voltak mások a spirálgalaxisok tulajdonságai ahhoz képest, mint amit manapság látunk.

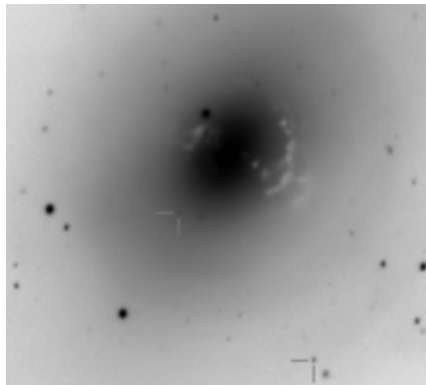
A lenticuláris galaxisok általános áttekintése után térjünk vissza az NGC 1316-hoz!

Elég csak ránézni a felvételre, hogy az ember meggyőződjön róla, az NGC 1316 galaxis múltja közel sem lehetett békés. A központi fényesebb részen héjak, fodrozások figyelhetők meg, mintha csak valaki kavicsokat dobott volna egy tóba. A mag körüli részt porsávok ölelik körül. A látványt megkoronázva, nagyon halvány, de kiterjedt árapálycsóva veszi körül az egész galaxist. Szinte kézenfekvő, hogy a közelében elhelyezkedő NGC 1317-es küllős spirálgalaxist gyanúsítsuk meg. Ennek valóban van némi valóságalapja, ugyanis a két galaxis kölcsönhatása kétségtelen, azonban a vizsgálatok szerint az NGC 1317 tömege nem elég nagy ahhoz, hogy ennyire összekuszálja az NGC 1316-ot. Itt valami egészen más áll a dolgok hátterében.

A kutatók olyan felvételeket készítettek, melyeken megpillanthatóak akár az NGC 1316 gömbhalmazai is. Kiválasztottak 37 jelöltet, végül 24 bizonyult valós csillaghalmaznak. Ezek vizsgálata révén a galaxis több tulajdonságát is felderítették. A halmazok mozgásából meghatározták, hogy a galaxis mekkora tömeget tartalmaz 24 kpc sugaron belül. Erre $(6,6 \pm 1,7) \cdot 10^{11}$ naptömeget kaptak. A halmazok közül négy roppant fényesnek bizonyult. Fényesebbnek, mint bármelyik halmaz a Tejútrendszerben, vagy az Andromeda-galaxisban. Ennek hála ilyen távolságból is nagyon jó jel/zaj viszonytal sikerült spektrumokat felvenni, melyekből további részletekre derült fény. A vizsgált halmazokról kiderült, hogy középkorú gömbhalmazok, vagyis $3,0 \pm 0,5$ milliárd éve-

sek, és fémtartalmuk a Napéhoz hasonló. Kialakulásuk két galaxis összeolvadásának köszönhető, amikor is az ütközéskor fellépő gravitációs hatások beindították a robbanás-szerű csillagkeletkezést a galaxisok gázfelhőiben. A megfigyelések nemcsak arra adtak bizonyítékot, hogy galaxisok ütközésekor gömbhalmazok alakulhatnak ki, de arra is, hogy ezek a halmazok képesek túlélni az ekkor fellépő árapályerők pusztító hatását, vagyis a halmazok nem „szakadnak szét”.

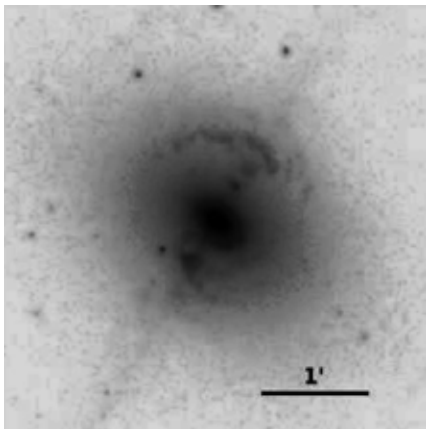
A csillagászok sikeresen tetten érték a körülbelül 3 milliárd évvel ezelőtti ütközést az NGC 1316 azon gömbhalmazainak hála, melyek a Tejútrendszer saját halmazait is túlragyogják. Azonban nemcsak gömbhalmazokban keletkeztek csillagok az ütközés-kor. A csillagváros belső 3"-nyi területén egy durván 2 milliárd éves csillagpopuláció található, melyet színeképfelvételek segítségével azonosítottak. Ezek a csillagok az összeolvadás után keletkeztek azokból a molekuláris felhőkből, amelyek a másik galaxis bekebelezése után az NGC 1316 központja felé zuhantak.



Az NGC 1316 két gömbhalmaza a saját felvételemen is felfedezhető

Az NGC 1316-nak a 3 milliárd évvel ezelőtti viharos esemény után jött csak meg igazán az étvágya. Valamivel kevesebb, mint 1 milliárd évvel ezelőtt egy kisebb, de gázban igen gazdag galaxist kebelezhetett be, melynek maradványa a nyugati és délnyugati oldalon végighúzódo lebeny. A régiót (a szakiroda-

lomban L1 loop) megvizsgálták az optikai, rádió- és röntgentartományban is. Az ottani forró intersztelláris gáz megfigyelt tulajdonságai alapján a kis galaxis „becsapódása” igen nagy sebességű volt, a számítások szerint 380 km/s. Az NGC 1316 fényes központi részét körülvevő halványabb struktúrák közül ez a képződmény a legfiatalabb, és legfényesebb. A többi igen valószínű, hogy a korábbi 3 milliárd évvel ezelőtti összeolvadás maradványa. A küllőszerű struktúra a magon is áthalad, és ez a képződmény már 25 cm-es műszerrel is észlelhető vizuálisan, ahogy azt 2011-ben a görögországi mélyeges expedíció tagjai tapasztalhatták.



Az NGC1316 porsávjainak különös struktúrája a Spitzer infravörös űrtávcső felvételén (NASA JPL, Caltech)

Végezetül ott van a por az NGC 1316-ban, mely esetében több jel is arra mutat, hogy az a galaxison kívülről származik. A galaxisokban található csillagközi por egy részét a késői fejlődési stádiumban lévő csillagok termelik, miközben anyagot veszítenek, illetve a szupernóvák is jelentős szerepet játszanak ebben. A csillagpopulációk feltérképezésével megbecsülhető, hogy mennyi por jelenlétét várhatjuk a galaxisban. Az NGC 1316-ban túl sok a megfigyelt por, ennyit maguk a galaxis csillagai nem állíthattak elő. Ha a csillagfejlődési modellek hibásak is lennének, vagyis a valóságban máshogy és más mennyiségben

keletkezne a por, érvként még mindig ott van a por eloszlása.

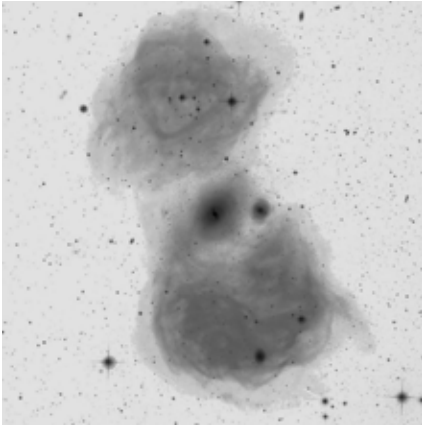
A felvételemen is jól látszik, hogy mennyire furcsa az alakja, az elrendeződése a porsávoknak. A Spitzer infravörös űrteleszkóp felvételén ez még sokkal szembetűnőbb.

Amennyiben a por a galaxison belülről származna, akkor sokkal egyenletesebben oszlana el, például korongszerűen vagy sávosan, illetve kinematikája egyezést mutatna az azt termelő csillagokéval. A helyzet viszont egyáltalán nem ez. Az előbbieket értelmében nagy bizonyossággal kijelenthető, hogy a por az NGC 1316 pora kívülről, felfalt galaxisokból származik.

Láthattuk a sok megfigyelési eredményt, mely mind arra utal, hogy az NGC 1316 igen sikeres nagyragadozó. Mindent elfogyaszt, ami csak a közelébe kerül. Vajon melyik lesz a következő áldozat? Az NGC 1317 küllős spirálgalaxis a közelben, vagy az NGC 1310 nyugatra?

Az NGC 1316 a Fornax csillagkép legerősebb rádióforrása, ezért a rádiócsillagászat hőskorában használt nevezéktannak megfelelően a Fornax A elnevezést kapta. Nem kell akkor sem szégyenkeznie, ha az égbolton megfigyelhető összes rádióforrással kell „megküzdenie” az 1,4 GHz frekvencián. A negyedik helyezést akkor is kiérdemli. Két hatalmas rádiólebeny keretezi a galaxist, melyek egyenként 600 000 fényév kiterjedésűek. Saját csillagvárosunk majdnem hatszor elférne csak az egyikben.

De hogyan jön létre a rádiógalaxisok sugárzása? Magjukban szuper nagytömegű központi fekete lyuk található, melynek tömege néhány milliótól több milliárd naptömegig terjedhet. Az NGC 1316 központjában 130–150 millió naptömegű fekete lyuk foglal helyet. Ezek a fekete lyukak próbálják elfogyasztani a környezetükben található anyagot, mely ebben az esetben javarészt a pórul járt galaxisokból származó intersztelláris médium. Az étkeként szolgáló anyag akkrációs korongot formál, melyet kívülről sűrűbb, lassabban keringő gázfelhők vesznek körül. Az akkrációs korong anyaga, miközben befelé örvénylik, egyre gyorsab-



A Fornax A (NGC1316) hatalmas rádiólebenyeivel. A kép az optikai és a rádiótartományban készült felvételek összemontírozásával jött létre (NRAO/AUI – J. M. Uson)

ban mozog, és felhevül. A mozgási energia jelentős része elektromágneses sugárzássá alakul. Ugyancsak a mozgási energia egy része biztosítja a töltött részecskék relativisztikus (közel fénysebességre) történő gyorsítását. Az akkréciós korongra merőle-

ges, a forgástengellyel párhuzamosan plazmából álló kifúvások jönnek létre, melyekben az említett részecskék kifelé haladva spiráloznak a mágneses térben, miközben szinkrotronsugárzást bocsájtanak ki. A kifúvások mérete hatalmas is lehet, elérhetik akár a több milliós fényévet is. Ehhez képest maga a belső szerkezet, vagyis a korong és az azt körülvevő gázfelhők a fényéves nagyságrendbe esnek. Az idők folyamán lassan változik a sugárzás intenzitása, iránya, a mágneses tér. A galaxist körülvevő ritka anyag eloszlása, amibe a kifúvások beleütnek, szintén változik. Ezeknek köszönhetően az NGC 1316 körül festői szépségű mintázat rajzolódott ki évmilliók alatt a rádiótartományban.

Az NGC 1316 titkai legalább olyan izgalmasak, mint a megjelenése. Bár nem vagyok kutató, az univerzum szépségének és az ismereteknek a befogadása mindig nagy öröm számomra. Csak remélni merem, hogy ebből sikerült átadnom valamennyit a kedves olvasónak.

Tóth Krisztián

Címlapunkon: a Rozetta-köd

A nagyszerű Rozetta-köd egy hatalmas kiterjedésű emissziós ködösség a Monoceros csillagképben. Az emissziós köd az NGC 2244 néven ismert forró, fiatal csillagokból álló nyílthalmazt öleli körbe. A nyílthalmazt először John Flamsteed észlelte 1690-ben, majd később William Herschel is rábukkant. Magát a ködösséget fia, John Herschel derítette fel. A gyűrűszerű objektum 6200 fényévre található Napunktól, hatalmas por- és gázfelhő: tömege 10 ezerszerese központi csillagunkénak. Látszó kiterjedése az égbolton több mint 1 fok, nagyjából a telehold méretének ötszörösét fedi le. Valódi átmérője megközelítőleg 130 fényév, ami az Orion-köd fényes régiójának éppen tízszerese. A terület összfényessége 4,8 magnitúdó, a közepén található NGC 2244 már binokulárral is könnyen észlelhető. Éppen ez a társulás az, amely életre kelti a Rozetta ködösségét: a benne elhelyezkedő

O típusú csillagok ultraibolya sugárzása lép kölcsönhatásba a ködösséggel, ennek köszönhető a köd nagy fényessége, és cirkuláris szerkezete. A halmazból „fújó” csillagközi szél alakította ki az alakzat központi üregét, nyomást gyakorolva az intersztelláris porfelhőkre, összesűrítve azokat, így a gyűrűszerű, környező felhők sűrű csomóiban jelenleg is folyik a csillagok keletkezése. A központban elhelyezkedő fiatal, kék óriáscsillagok a környező gázt nagyjából 6 millió kelvin hőmérsékletre forrosítják, így terület nem csak a látható, hanem a röntgentartományban is erős sugárzást bocsát ki.

A felvételt Fényes Lóránd készítette 10 cm-es apokromatikus refraktorral, QHY IC8300 CCD kamerával és Canon EOS 600D digitális fényképezőgéppel, Baader H α , OIII, és SII szűrőkkel, szűrő nélkül, több mint 11 órányi expozícióval, Piliscsévéről, 2015 januárjában.

Fényes Lóránd