

# GALAXIA A GALAXIE III. – MIESTNA SKUPINA GALAXIÍ

**1. Základné poznatky o Miestnej skupine galaxií:** Podľa Wikipédie je to skupina galaxií, kam patrí Mliečna cesta a ďalších **viac ako 30 satelitných galaxií (vrátane trpasličích)**, s jej gravitačným centrom nachádzajúcim sa **niekde medzi Mliečnou cestou a Andromédou**. Galaxie Miestnej skupiny galaxií pokrývajú priemer 10 miliónov ly ( $1 \text{ E}+22 \text{ m}$ ) a majú binárny (činkovitý) tvar. Hmota celej skupiny sa odhaduje na  $(1.29 \pm 0.14) \times 10^{12} M_{\odot}$ . Samotná skupina je súčasťou Miestnej superkopy galaxií. Dvaja najväčší členovia skupiny sú Mliečna cesta a galaxia Androméda. Každá z týchto dvoch špirálových galaxií **má vlastný systém satelitných galaxií**.

- Systém satelitných galaxií Mliečnej cesty sa skladá z galaxií Veľký Magellanov mrak a Malý Magellanov mrak a trpasličích galaxií Veľký pes, Strelec, Veľký voz, Malý voz, Drak, Sochár, Sextant, Kýl, Pec, Lev I, Lev II a ďalších.
- Systém satelitných galaxií Andromédy zahŕňa galaxie M32, M110, NGC 147, NGC 185, Androméda I, Androméda II, Androméda III, Androméda IV, Androméda V, Androméda VI, Androméda VII, Androméda VIII, Androméda IX a Androméda X.
- Galaxia v Trojuholníku, tretia najväčšia a posledná normálna špirálová galaxia v Miestnej skupine galaxií je možno sprievodnou galaxiou Andromédy, ale pravdepodobne má galaxiu LGS 3 ako svoj satelit.
- Kvôli extrémne veľkej vzdialenosti od stredu Miestnej skupiny galaxií nie je isté, či galaxia NGC 3109 so svojimi sprievodnými galaxiami Sextans A a PGC 29194 patrí do Miestnej skupiny galaxií.

Ďalší členovia Miestnej skupiny galaxií **sú gravitačne izolovaní**, patria tu: IC 10, IC 1613, trpasličia galaxia Fénix, Lev A, trpasličia galaxia Tukan, trpasličia galaxia Cetus, trpasličia galaxia Pegas, Wolf-Lundmark-Melotte, trpasličia galaxia Vodnár a trpasličia galaxia Strelec.



**Sextans A, člen Miestnej skupiny galaxií, je od nás vzdialený 4,3 milióna svetelných rokov**

**Členovia Miestnej skupiny galaxií**

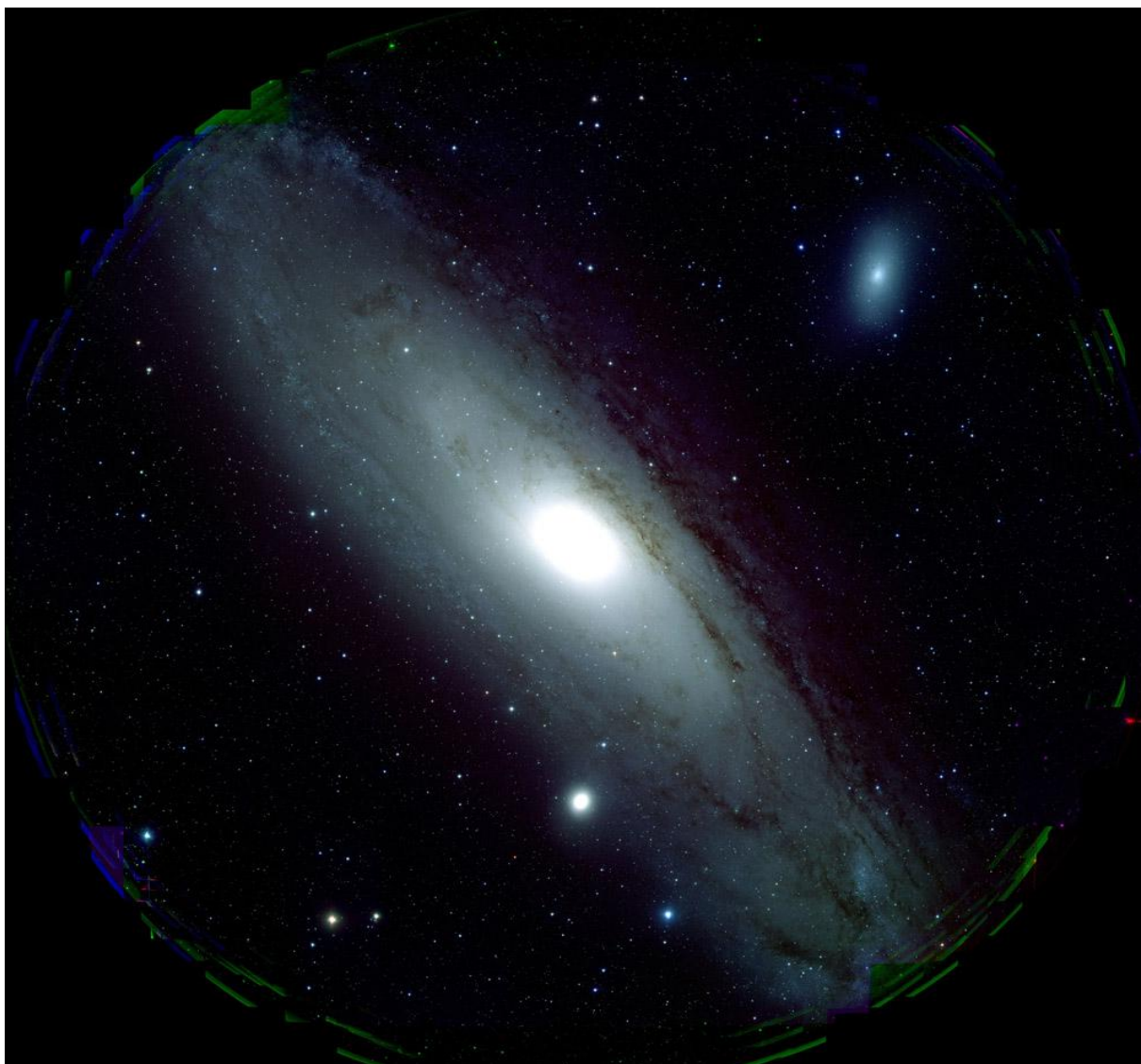
<b>Názov</b>	<b>Vzdialenosť v ly</b>	<b>Typ</b>
Mliečna Cesta	0	špirálová
Sagittarius	78 000	eliptická
Veľký Magellanov Mrak	160 000	nepravidelná
Malý Magellanov Mrak	190 000	nepravidelná
Ursa Minor	225 000	eliptická
Draco	248 000	eliptická
Sculptor	250 000	eliptická
Carina	280 000	eliptická
Sextans	290 000	eliptická
Fornax	430 000	eliptická
Leo II	750 000	eliptická
Leo I	880 000	eliptická
Phoenix	1 270 000	nepravidelná
NGC 6822	1 750 000	nepravidelná
And II	1 910 000	eliptická
NGC 147	1 920 000	eliptická
NGC 185	2 000 000	eliptická
Veľká hmlovina v Androméde	2 500 000	špirálová
M32	2 500 000	eliptická
NGC 205	2 500 000	špirálová
Veľká hmlovina v Trojuholníku	2 500 000	špirálová
IC 1613	2 500 000	nepravidelná
LGS 3	2 500 000	nepravidelná
And I	2 570 000	eliptická
And III	2 570 000	eliptická
EGB0427+63	2 600 000	eliptická
Tucana	2 900 000	eliptická
WLM	3 000 000	nepravidelná
SagDIG	3 700 000	nepravidelná
IC 10	4 000 000	nepravidelná
Pegasus	5 800 000	nepravidelná

**2. Galaxia Androméda, resp. Veľká hmlovina v Androméde:** Je obrovská špirálová galaxia, ktorá spolu s našou Mliečnou cestou, Veľkou hmlovinou v Trojuholníku a s asi tridsiatkou malých satelitných galaxií vytvárajú Miestnu skupinu galaxií. Je vzdialená asi 2,5 miliónov svetelných rokov (900 kpc) a nachádza sa v súhvezdí Andromeda.

### **Charakteristika:**

Veľká galaxia v Androméde je najpreskúmanejšia galaxia zo všetkých galaxií (okrem našej). Má priemer **150 000 až 200 000 svetelných rokov** a obsahuje **vyše 450 miliárd hviezd**. Jej hmotnosť je asi **360 miliárd hmotností Slnka**. Je 2-krát väčšia a 3-krát hmotnejšia ako naša galaxia. Okrem svetla vyžaruje aj rádiové a röntgenové žiarenie. Rovina M 31 je odklonená od zorného smeru o 15°. To je škoda, lebo pri takomto malom sklone nevynikne celkom jej špirálová štruktúra. Vzhľadom na veľkosť galaxie je jej jadro dosť malé – len 15 x 30 svetelných rokov a má hmotnosť 160 miliónov hmotností Slnka. Jadro rotuje ako tuhé teleso, dynamicky nezávislé od ostatných častí galaxie. Perióda jeho rotácie je 310 000 000 rokov. Vo väčších vzdialenostiach rotačná rýchlosť najprv klesá, potom sa opäť zväčšuje. Maximum, 300 km/s dosahuje vo vzdialenosti 42 tisíc ly od centra (perióda obehu 265 mil. rokov). Z jadra vychádzajú 2 dlhé hlavné špirálové ramená. Z posuvu jej spektrálnych čiar možno pomocou Dopplerovho zákona vypočítať, že sa k nám približuje rýchlosťou 266 km/s. Približne za **miliardu rokov** (podľa iných zdrojov **až za 5 miliárd**) dôjde ku zrážke galaxií. Zrážky galaxií nie sú vo vesmíre nijakou vzácnosťou, dobrým príkladom sú Tykadlá. Po zrážke zrejme dôjde k splynutiu oboch galaxií do jednej. Dvojité jadro M 31 naznačuje, že Veľká hmlovina v Androméde **tiež vznikla fúziou dvoch menších galaxií**. Galaxia M 31 budí taký záujem aj preto, že je veľmi podobná Mliečnej ceste. Jej typ je rovnaký a obsahuje takisto obrov, nadobrov, cefeidy, otvorené hviezdokopy, tmavú aj svietiacu medzihviezdnu hmotu. Baade v nej identifikoval asi 700 oblastí medzihviezdneho vodíka. Celková hmotnosť medzihviezdneho vodíka sa odhaduje na 2% hmotnosti celej galaxie. V ramenách sa vyskytujú aj modrí obria nadobri a každoročne sa v nej pozoruje asi 30 nov. V tejto galaxii sa však nenašli nijaké premenné hviezdy typu RR Lyrae. Jej jadro takisto obiehajú stovky krásnych guľových hviezdokôp. V Miestnej skupine galaxií je spolu s Mliečnou cestou najhmotnejšia a ťažisko skupiny leží medzi nimi.

**Na nasledujúcom obrázku je Galaxia Androméda tak, ako ju zachtil d'alekohľad Subaru s extrémne vysokým rozlíšením**



**Sprievodné galaxie vo Veľkej hmlovine Andromédy:** Podobne ako naša galaxia, aj M 31 má svoje satelitné galaxie, ktoré ju obiehajú a tiež sú to objekty Messierovho katalógu: M 32 (NGC 221) a M 110 (NGC 205). Tá druhá pribudla do Messierovho katalógu až neskôr a často sa používa jej NGC označenie. Sú to trpasličie galaxie a nachádzajú sa od nás približne v rovnakej vzdialenosti ako M 31. Ďalší sprievodcovia M 31 sú označení ako And I, II a III, ale nemožno ich malým ďalekohľadom pozorovať. Najbližšie je k nám And II, ktorá sa nachádza vo vzdialenosti 1 910 000 svetelných rokov. Je to eliptická galaxia s priemerom 2000 ly a svietivosťou 5 miliónov slnk. Ďalší sprievodcovia And I a And III sú eliptické galaxie vzdialené 2 570 000 ly. And I má svietivosť 5 miliónov slnk a priemer 2000 ly, And III „len“ 1 milión slnk a jeho priemer je 3000 ly. Sú to teda naozaj trpasličie galaxie.

**Pozorovanie galaxie Androméda:** Samotnú M 31 možno vidieť voľným okom ako slabučký hmlistý obláčik 4,8. magnitúdy pri hviezde v And za tmavej noci. Voľným okom aj malým ďalekohľadom vidno iba najsvetlejšie časti galaxie. Vonkajšie špirálové ramená sa objavia až v prístrojoch s väčšou svetelnosťou. Najjasnejšie hviezdy galaxie majú až 18 magnitúd, a preto sa dajú identifikovať iba na snímkach s dlhou expozičnou dobou. Len z času na čas nejaká náhodne vzplanutá nova prekročí túto jasnosť. V roku 1885 vzplanula vo Veľkej hmlovine v Androméde dokonca supernova, ktorá pri svojom vzniku dosiahla jasnosť až 6 magnitúd a bola viditeľná aj voľným okom. Na pozorovanie dvoch najjasnejších sprievodcov M 31 potrebujeme ďalekohľad s priemerom objektívu minimálne 10 cm. Táto galaxia je pozoruhodná aj tým, že sa nachádza blízko galaktického rovníka. Väčšinu galaxií totiž pozorujeme najviac v okolí galaktických pólů. Je to preto, lebo v nižších galaktických šírkach ich často zatieňuje plyn a prach Galaxie.



**Galaxia Androméda v infračervenom svetle, dva výrazné modré fliačky sú jej satelitné galaxie (M110 hore a M32 dole)**

**3. Veľký Magellanov mrak:** Ako uvádza Wikipédia, Veľký Magellanov mrak, označovaný aj ako **Veľké Magellanovo mračno**, prípadne **LMC** (*Large Magellanic Cloud*), **je trpasličia nepravidelná galaxia**. Nazvaná je podľa moreplavca Fernanda Magellana, ktorý objavil Veľký aj Malý mrak v roku 1519 pri svojej slávnej plavbe okolo sveta. Veľký Magellanov mrak sa nachádza v súhvezdiach Stolový vrch a Mečiar. Od Slnka je vzdialený asi 160 000 svetelných rokov a dosahuje asi 1/3 priemeru Mliečnej cesty a 1/10 počtu hviezd Mliečnej cesty, teda rádovo asi 10 – 20 miliárd hviezd. Jeho hmotnosť sa pohybuje v rozmedzí 1/10 až 1/20 hmotnosti Mliečnej cesty. Hoci je to nepravidelná galaxia, **má isté náznaky špirálových ramien**. V jeho vnútri sa nachádza hmlovina Tarantula a obrovská HII oblasť s priemerom asi 900 svetelných rokov. Okrem nich obsahuje mrak aj mračná plynu a prachu, mladé

hviezdokopy a zvyšky supernov. Veľký Magellanov mrak sa pravdepodobne pred niekoľkými miliardami rokov dostal do blízkosti Mliečnej cesty, čo mohlo spustiť prudšiu tvorbu nových hviezd. Ďalšie zaujímavé údaje o VMM prnáša anglická verzia populárnej Wikipédie, podľa ktorej je VMM štvrtou najväčšou galaxiou Miestnej skupiny galaxií po Galaxii Androméde, Mliečnej ceste a Veľkej hmlovine v Trojuholníku. VMM tiež disponuje veľmi výraznou priečkou vo svojom strede, čo naznačuje, že v minulosti zrejme bol špirálovou galaxiou s priečkou a svoj nepravidelný tvar nadobudol v dôsledku gravitačných interakcií s Mliečnou cestou a Malým Magellanovým mrakom (MMM). Astronomickí nadšenci tiež určite vedia, že VMM spolu s MMM zohrali mimoriadne dôležitú úlohu pri určovaní extragalaktických vzdialeností, pretože práve v nich boli prvý raz pozorované a „kalibrované“ premenné hviezdy ako tzv. štandardné sviečky. Okrem toho, ako sme uviedli v predošlej prednáške, VMM je rovnako ako všetky nepravidelné galaxie bohatá na plyn a prach, v dôsledku čoho v nej práve prebieha **veľmi intenzívna, doslova búrlivá hviezd tvorba**. Nie náhodou sa práve v nej nachádza Hmlovina Tarantula ako región **s najaktívnejšou hviezd tvorbou v celej Miestnej skupine galaxií**. Robert Burnham preto celkom správne označuje VMM ako skutočnú zlatú truhlicu všetkých astornómov, ako špičkové astronomické „laboratórium“, v ktorom môžeme detailne skúmať rast a vývoj jednotlivých typov hviezd a okrem toho aj 60 guľových hviezdokôp, 400 planetárnych hmlovín, 700 otvorených hviezdokôp, stovky krásnych hviezdnych obrov a nadoborov.



## LH85 – hviezdna materská škôlka v Veľkom Magellanovom mraku

**4. Malý Magellanov mrak:** Základné údaje zo slovenskej Wikipédie hovoria, že Malý Magellanov mrak (MMM), niekedy označovaný ako *Malé Magellanovo mračno* alebo *Malý Magellanov oblak*, prípadne **SMC** (*Small Magellanic Cloud*) alebo **NGC 292**, je trpasličia nepravidelná galaxia obiehajúca okolo Mliečnej cesty. Obsahuje asi miliardu hviezd. Nachádza sa od Slnka približne vo vzdialenosti 200 000 svetelných rokov, čím sa zaraďuje medzi najbližšie galaxie. Súčasne je to jeden z najvzdialenejších objektov viditeľných voľným okom. Obrázok ukazuje jeho nepravidelný tvar:



Ďalšie zaujímavé údaje o MMM prináša anglická verzia Wikipédie, podľa ktorej má MMM priemer asi 7000 svetelných rokov, obsahuje niekoľko sto miliárd hviezd a jeho hmotnosť sa blíži 7 miliardám slnečných hmotností. Podobne ako pri VMM sa aj pri ňom uvažuje nad tým, že pôvodne bol špirálovou galaxiou s priečkou, ktorá však bola deštruovaná v dôsledku gravitačnej interakcie s Mliečnou cestou, pretože aj MMM má v strede štruktúru s priečkou. Pre astronómov je však MMM dôležitý najmä tým, že práve na základe jeho snímok získaných medzi rokmi 1893 a 1906 H. S. Leavittová mohla skúmať zmeny v svietivosti jeho jednotlivých hviezd a v roku 1908 uverejniť štúdiu, v ktorej ako prvá vymedzila zvláštny typ hviezd s meniacou sa svietivosťou alebo jasnosťou, t. j. cefeíd, nazvaných tak podľa prototypickej hviezdy **Delta Cephei**, pomocou ktorých boli následne určované nielen vzdialenosti k ďalším blízkym galaxiám, ale aj k mnohým

d ďalším extragalaktickým objektom. Veľmi zaujímavé je aj to, že VMM a MMM spája **plynový most**, ktorý je nielen dôkazom slapového pôsobenia medzi týmito dvomi nepravidlenými galaxiami, ale spolu s ich spoločným oblakom z neutrálneho vodíka aj potvrdením **ich predošlej existencie v jednom gravitačnom celku**. Daný plynový most je pritom miestom alebo oblasťou s veľmi intenzívnou hviezdotvorbou a množstvom mladých hviezd. V MMM sa tiež nachádza veľa dvojhviezd s pulzarmi a ďalšími exotickými hviezdami, ktoré sa po prudkom rozvoji rádiovej a röntgenovej astronómie stali predmetom veľmi intenzívneho a produktívneho výskumu. Podľa D. S. Matthewsona et al. (1986) je dokonca veľmi pravdepodobné, že MMM je v skutočnosti rozdelený na dve časti s malou časťou, tzv. Mini Magellanovým mrakom, ktorá sa skrýva za hlavnou a väčšou časťou, pričom tento menší MMM je od nás vzdialený ďalších 30 000 svetelných rokov. Menšia časť MMM (aj na nasledujúcej snímke) sa dokonca ďalej vzdaluje od väčšej.



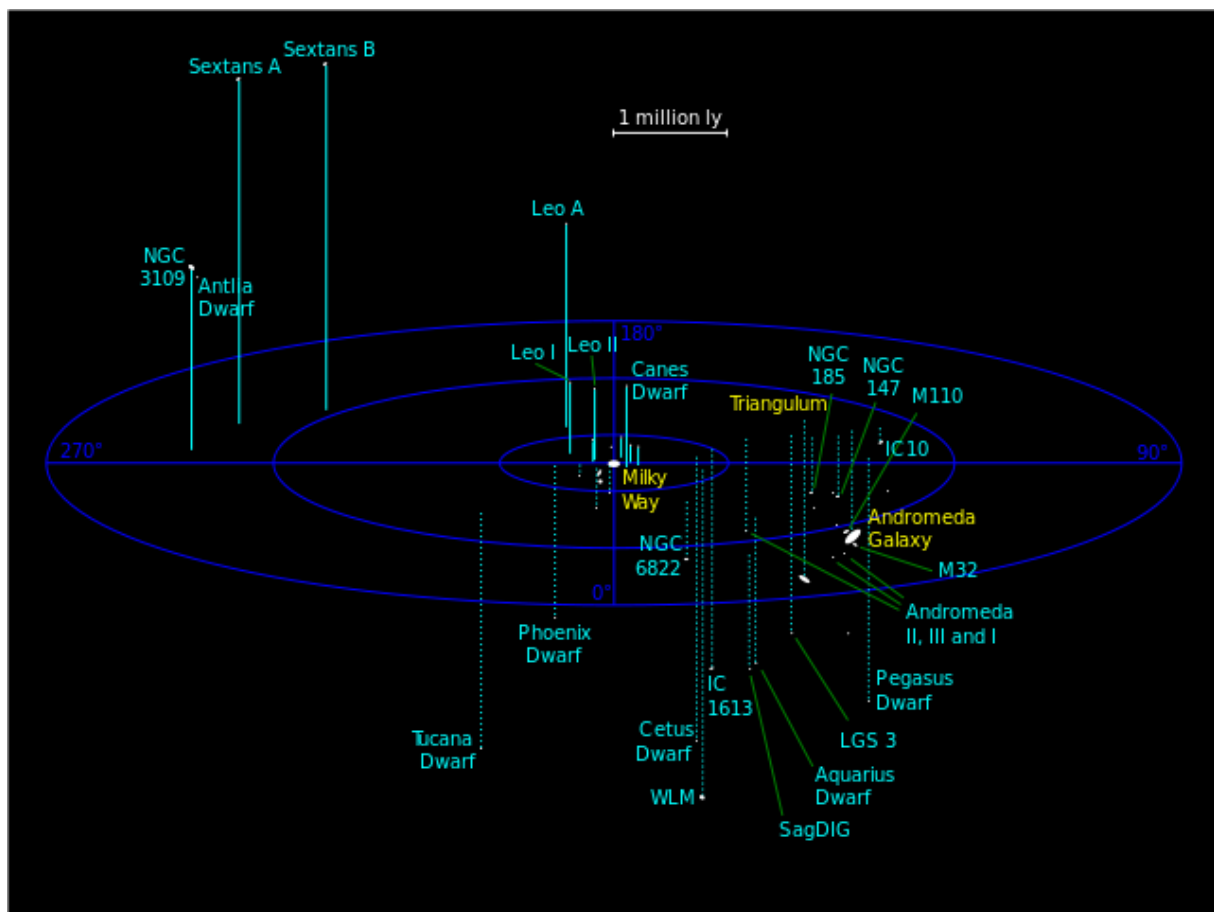
**5. Veľká hmlovina v Trojuholníku: Galaxia v Trojuholníku** (iné názvy: **Messier 33, M33, NGC 598, Veľká galaxia v Trojuholníku, galaxia Veterník**) je špirálová galaxia typu Sc nachádzajúca sa v súhvezdí Trojuholník. Je to **tretia najväčšia** galaxia v Miestnej skupine galaxií a je vzdialená od našej Galaxie približne **2,5 miliónov svetelných rokov**. Nachádza sa v západnej časti súhvezdia Trojuholník a leží symetricky v predĺženej spojnici hviezdy Mirach a



Veľkej hmloviny v Andromede. Je to tretia najväčšia galaxia v tejto skupine – hneď po Veľkej hmlovine v Androméde a Mliečnej ceste. Podľa všetkého začína M33 s Veľkou hmlovinou v Androméde gravitačne interagovať. Je dokonca možné, že M 33 je na dlhšej, pomalej obežnej dráhe okolo M 31. Je to zároveň najmenšia galaxia z trojice dominantných galaxií kopy. Má priemer 60 000 svetelných rokov a typ Sc. Je od nás vzdialenejšia ako Veľká hmlovina v Androméde, jej vzdialenosť je odhadovaná na **2,3 až 3 milióny svetelných rokov**. Nakoľko je ešte aj menšia ako M 31, javí sa nám na oblohe slabšia. Jej vizuálna jasnosť je 5,7 magnitúd. Za výnimočne dobrých podmienok ju možno vidieť aj voľným okom, inak iba za pomoci triédra alebo ďalekohľadu. Má veľmi malú plošnú jasnosť a uhlovú veľkosť o niečo väčšiu, ako Mesiac v splne  $73' \times 45'$ . Oproti M 31 však máme pri jej pozorovaní jednu výhodu – pozeráme sa na ňu takmer presne zhora („en face“). Vďaka tomu veľmi dobre vynikne jej špirálová štruktúra. Jej otvorené špirálové ramená sú výraznejšie, ako u M31. Dostatočne dobre ju zobrazí až 37-centimetrový reflektor. V porovnaní s M 31 má M 33 menej jasné jadro, čo **môže byť** spôsobené **neprítomnosťou** čiernej diery v strede. Predpokladá sa, že galaxia obsahuje objekty všetkých druhov: napríklad hviezdokopy, premenné hviezdy a hmloviny. V severovýchodnej časti galaxie je veľká oblasť rýchleho zrodu hviezd **NGC 604**. Je to najväčšia oblasť ionizovaného vodíka, má priemer 1 500 ly a prevyšuje **všetky** hviezdotvorné oblasti v Galaxii. Plyn tejto emisnej hmloviny svieti preto, pretože je k tomu vybudovaný ultrafialovým žiarením z centrálnej hviezdokopy. Hviezdy tejto hviezdokopy sú **natoľko hmotné a svietivé**, že väčšinu svojho žiarenia už vyžarujú v ultrafialovej oblasti spektra a vo viditeľnom spektre sú menej výrazné. Zvláštnosťou Veľkej hmloviny v Trojuholníku je, že jej jadro je tvorené podobnými objektmi, **ako jej špirálové ramená**. Aj jej jadro obiehajú guľové hviezdokopy, najjasnejšia z nich (C39) má však jasnosť len 15,9 mag a nevidíme ju väčším, ako 40-cm ďalekohľadom. Poloha hviezdokopy je rektascenzia = 1 h 34' 50“, deklinácia = +30° 21' 56“. Ako väčšina veľkých špirálových galaxií, aj M33 má svojho súputníka s jasnosťou 15 magnitúd.



Ešte krajšia je hviezdotočná oblasť NGC 604 na nasledujúcom obrázku



Mapa Miestnej skupiny galaxií z Wikipédie, ktorá umožňuje kliknutím dostať sa k vybranej galaxii (treba však zadať heslo Local Group)

## Kontrolné otázky:

1. Ktoré dve galaxie sú najväčšie v rámci Miestnej skupiny galaxií a ktoré dve sú najbližšie k našej galaxii?
2. Koľko galaxií je približne v Miestnej skupine galaxií a kde sa nachádza jej gravitačné centrum?
3. Ako sa nazýva tretia najväčšia galaxia v Miestnej skupine galaxií a akého je typu?
4. Ako ďaleko je do Mliečnej cesty (Galaxie) nepravidelná galaxia Pegasus?
5. A ako ďaleko je od našej galaxie Veľká hmlovina v Androméde?
6. Koľkokrát väčšia a koľkokrát hmotnejšia je Galaxia Androméda ako naša galaxia?
7. Akou rýchlosťou sa ku nám Galaxia Androméda približuje?
8. Koľko nov pozorujeme každoročne v Galaxii Androméda?
9. Aký priemer má trpasličia galaxia Androméda III a akú má zhruba svietivosť?
10. Aký priemer musí mať ďalekohľad, ak ním chceme pozorovať dvoch najjasnejších „súputníkov“ Galaxie Androméda , t. j. galaxie M32 a M110?
11. V ktorých dvoch súhvezdiach nájdeme Veľký Magellanov mrak a na ktorej oblohe?
12. Ako ďaleko od Slnka sa nachádza Veľký Magellanov Mrak?
13. Koľko hviezd sa asi nachádza vo Veľkom Magellanovom mraku?
14. Na základe čoho sa domnievame, že VMM bol v dávnej minulosti špirálovou galaxiou s priečkou?
15. Ako sa nazýva región s najaktívnejšou hviezdotvorbou v celej Miestnej skupine galaxií a v ktorej jej galaxii ho nájdeme?
16. Ako ďaleko od Slnka sa nachádza Malý Magellanov mrak?
17. Aký má priemer a koľko hviezd asi obsahuje?
18. Ktorá americká astronómka preslávila MMM a akým objavom?
19. Ako sa nazýva druhá, menšia časť MMM?
20. S ktorou galaxiou začína podľa všetkého interagovať Galaxia v Trojuholníku, resp. Veľká hmlovina v Trojuholníku?