

# ГОЛЕМИТЕ ОТКРИТИЈА НА ЕВРОПСКАТА ЈУЖНА ОПСЕРВАТОРИЈА

**Наце Стојанов**

nacestoj@gmail.com

Европската јужна опсерваторија ESO (European Southern Observatory) е меѓународна истражувачка опсерваторија за астрономија што е основана од пет европски држави: Белгија, Германија, Франција, Холандија и Шведска во 1962 година. Денес, во работата и финансирањето на оваа опсерваторија партиципираат вкупно четиринаесет земји од Европа. Покрај горе наведените, рамноправни членки се и Данска, Швајцарија, Италија, Португалија, Велика Британија, Финска, Шпанија Република Чешка и Австрија. Телескопите на ESO се сместени на неколку локации во пустината Атакама во Чиле, а седиштето (администрацијата) и е во близина на градот Минхен во Германија. Локациите во Чиле се избрани затоа што се наоѓаат на многу поволни услови за астрономски набљудувања какви што нема ни приближно во Европа. Станува збор за пустина што е на голема надморска висина со занемарлива влажност на воздухот и голем број на сончеви денови, а покрај тоа се наоѓа на јужната полутопка со што е овозможено истражување на јужното небо.

Во склоп на оваа опсерваторија се некои од најголемите и технолошки најнапредни телескопи како што се New Technology Telescope (NTT) кој ја промовира технологијата на активната оптика и има дијаметар од 3,6 m, слика 1, и Very Large Telescope (VLT) кој што се состои од четири 8,2-m телескопи и четири помошни телескопи со дијаметар од 1,8 m, слика 2. Да споменеме дека во склоп на оваа опсерваторија треба да се изгради и најголемиот оптички телескоп на светот а тоа е European Extremely Large Telescope (EELT) со дијаметар на огледалото од фантастични 42 m. Почетокот на изградбата е планиран за 2010 година.



**Сл. 1.** NTT е сместен на локацијата ла Сила (La Silla). На него е вградена првата во светот активна оптика, што подразбира компјутерска контрола на движењето и фокусирањето на главното огледало.



**Сл. 2.** VLT е сместен на локацијата Керо Паранал (Cerro Paranal). Се користи како една целина за набљудување во видливата и инфрацрвената област.

За речиси педесетина години активно работење астрономите од ESO имаат направено голем број откритија поврзани со еволуцијата на Вселената, откривањето на нови екстрасоларни планети, експлозии на супернови итн.. Во текстот што следи, накратко ќе бидат објаснети некои од овие револуционарни откритија.

## **1. ВСЕЛЕНАТА СЕ ШИРИ ЗАБРЗАНО**

Уште од откривањето на ширењето на Вселената од астрономот Едвин Хабл во 1920 година со мерење на брзината на галаксиите, астрономите се обидуваат да научат како се менува оваа експанзија (или ова ширење) со тек на времето. Досега, повеќето од научниците разгледувале две можности:

1. Степенот на ширење се намалува, што значи дека некогаш ќе запре целосно по што Вселената ќе започне да се собира;
2. Вселената ќе се шири засекогаш.

Како и да е, новите студии на два независни истражувачки тима, засновани на набљудувањата на експлодирачки ѕвезди (супернови) со помош на телескопи од обсерваторијата Ла Сила, како и набљудувањата на нивните колеги од други обсерватории, покажале дека ширењето на Вселената е присутно и уште повеќе, тоа се забрзува.

Отркритијата за ширењето на Вселената ги ставаат на тестирање постоечките модели за Вселената. Ако новите мерења се навистина точни, тие покажуваат дека фамозната космолошка константа воведена од Алберт Ајнштајн навистина треба да се земе предвид и дека придонесува значително во еволуцијата на Вселената. Постоењето на не нулта космолошка константа значи постоење на одбивна експанциона сила, спротивна на гравитацијата, што тековно доминира и управува со ширењето на Вселената што како последица доведува до тоа да ширењето на Вселената трае засекогаш.

## **ФУНДАМЕНТАЛНИ ПАРАМЕТРИ НА ВСЕЛЕНАТА**

Три фундаментални параметри се суштински за сите космолошки модели засновани на теоријата на општата релативност, а тие се:

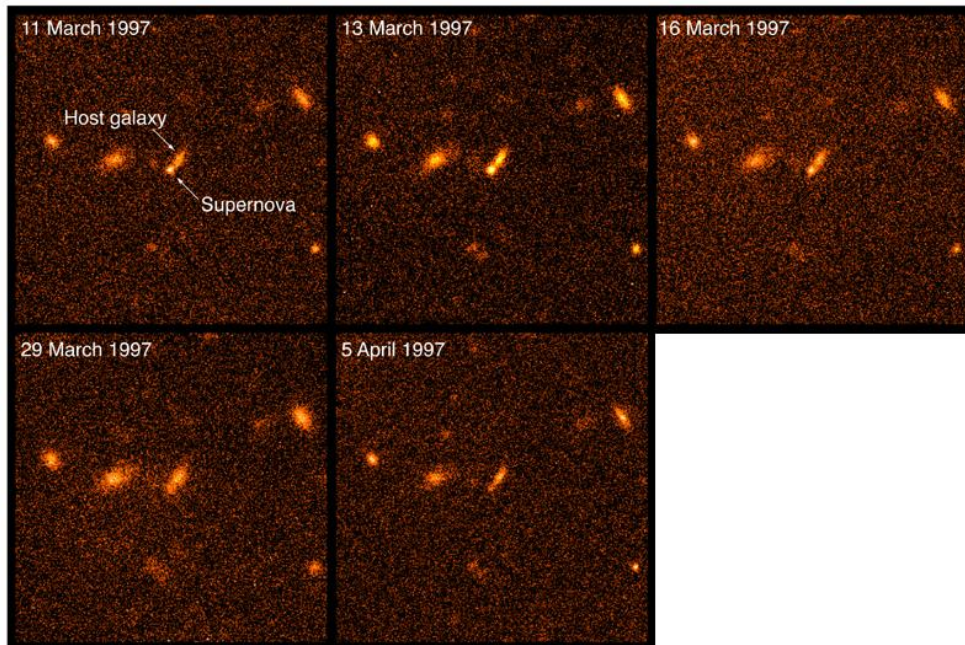
1. Тековниот степен на ширење на Вселената што произлегува од Хабловиот закон, покажува дека постои пропорционалност помеѓу брзината на ширење и растојанието,  $v = H r$ ;
2. Средната густина на материјата во Вселената;
3. Количината на темна енергија во Вселената.

Од измерените вредности на овие фундаментални параметри можат да се определат староста на Вселената и геометријата на просторот. На тој начин, многу аспекти на тековно преферираниот космолошки модел на Биг Бенг се потврдени со набљудувањата на ширењето на Вселената, космичкото позадинско зрачење и синтезата на лесни елементи.

Сè уште нашето познавање на динамичката состојба на Вселената како и формирањето на нејзините рани структури, како што се галаксиите и ѕвездите, е далеку од комплетно. Најверојатно наједноставен начин да се проверат нашите претпоставки е да се измерат точно растојанијата и тие да се споредат со торотските предвидувања. Ова е областа каде што многу се работи последните години.

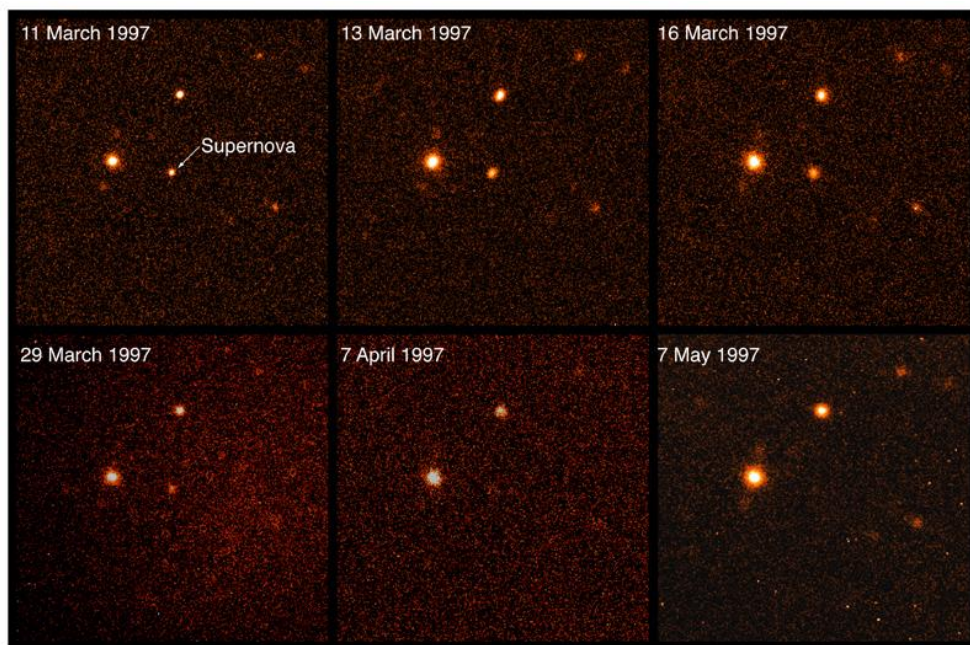
### КЛУЧНАТА УЛОГА НА СУПЕРНОВИТЕ

Два истражувачки тима од обсерваторијата ESO се посветени на изучување на ретки ѕвездени експлозии, прикажани на сликите 3 и 4, при што ѕвездите претрпуваат целосна деструкција. Во овој процес ланецот на нуклеарна фузија ја „гори“ ѕвездената материјата и ја претвара во стабилни јадра на железо при што се ослободуваат огромни количини на енергија.



Сл. 3. Супернова на оддалеченост од 10 милијарди светлосни години ( $z=0,51$ ) регистрирана на опсерваторијата Ла Сила.

На сликите 3 и 4 се прикажани серии од набљудувања на кој што се видливи овие експлозии. Набљудувања се направени со 3,6 m телескоп од обсерваторијата Ла Сила, како и од други обсерватории со што е докажано дека станува збор за супернови од типот 1a.



Сл. 4. Супернова на оддалеченост од 6 милијарди светлосни години ( $z=0,4$ ) регистрирана на обсерваторијата Ла Сила.

На сликата 3 суперновата има црвено поместување  $z=0,51$  што соодветцува на оддалеченост околу десет милијарди светлостни години. Податоците на сликата се добиени со набљудувања на пет различни датуми со специјалните камери на 3,6 m NTT телескоп. Галаксијата домаќин е јасно видлива и суперновата го достигнува својот максимален сјај околу 13 март 1997 година по што бледнее. На сликата 4 е прикажана друга супернова што се појавила во исто време. Сликата на галаксијата домаќин е видлива најверојатно затоа што таа има ниска површинска сјајност, а црвеното поместување на суперновата е  $z=0,4$  што соодветствува

на растојание шест милијарди светлостни години. Оваа супернова својот максимален сјај го достигнала на 16 март 1997 година.

Експлозиите на супернови од типот 1a се карактеризираат со нивните уникатни својства во кои влегува и нивната енормна сјајност што ги прави идеални за мерење големи растојанија. Ова значи дека набљудувањата на одалечени вселенски објекти од овој тип може да допринесат за многу точно определувања на растојанието до нив. Со тоа може да се обезбедат нови податоци и да се направат нови анализи на моделите на Вселената.

## **РАСТОЈАНИАТА ДО СУПЕРНОВИТЕ ОД ТИПОТ 1А СЕ ПОГОЛЕМИ ОТКОЛКУ ШТО СЕ ОЧЕКУВАЛО**

Новите набљудувања покажале дека оддалечените супернови, за разлика од нивните околни близнаци, се со премногу мала сјајност дури и кога Вселената би била малку закривена, односно би се ширела со постојан степен на експанзија.

Единствената разумна интерпретација на овие податоци укажува дека измерените растојаниа до овие супернови се поголеми одколку што треба да бидат во Вселена што „не кочи“. Ова значи дека растојаниата до суперновите се зголемиле повеќе одколку што треба во случај кога степенот на ширење на Вселената не се менува со тек на време.

Физички, ова е можно ако предвид се земи некое **дополнително забрзување** т.е. степенот на експанзија на Вселената да се зголемува со тек на времето. Во овој случај, дополнителното забрзување би доаѓало од одбивна експанзиона сила што како концепт го вовел Алберт Ајнштајн преку космолошката константа .

## **Последици**

Постојат неколку важни последици од овие нови резултати. Староста на Вселената сега се проценува на 14 – 15 милијарди години што, не е во конфликт со резултатите што ги даваат најстарите ѕвезди во глобуларните кластери. Уште повеќе геометријата на Вселената се



покажува дека е рамна што е строга потврда на инфлаторната фаза од раниот стадиум на развој на Вселената.

Обичната видлива форма на материјата од што се состои сè што знаеме од атоми до ѕвезди е создадена од бариони. Во последните неколку години е покажано дека материјата што ја набљудуваме во Вселената е само мал дел од целата маса од која се состојат галаските и кластерите на галаксии како што е предвидено од мерењата на внатрешното движење на овие објекти. Ова не наведува на актуелноста на проблемот за црна материја и енергија.

Следејќи ги новите мерења, црната енергија мора да биде земена во предвид во истражувањата, уште повеќе се укажува на тоа дека овој вид на енергија е доминантен во овој момент. Тоа значи дека судбината на Вселената зависи од оваа нова компонента наречена црна материја односно таа ја формира геометријата на просторот и динамичката структура на Вселената. Јасно е дека треба да бидат направени уште нови истражувања и мерења во врска со ова проблематика. Неопходно е да се направат подготовки за формирање на уште поголеми научни тимови и телескопи како што е планираниот EELT телескоп на опсерваторијата ESO.

## **2. НАЈОДДАЛЕЧЕНИОТ ОБЈЕКТ ВО ВСЕЛЕНАТА**

Експлозиите на гама зраци се моќни „молњи“ на високоенергетски гама зраци во времетраење од помалку од една секунда до неколку минути. Тие ослободуваат енормна количина на енергија за кратко време, што ги прави најмоќни настани во Вселената. Се мисли дека тие се поврзани со експлозии на ѕвезди што колапсираат во црни јами.

Една таква експлозија на гама зраци (GRB 090423), слика 5, била откриена од НАСА сателитот Swift на 23 април 2009 година. Млазот од гама зраци бил лоциран во соѕвездието Лав во времетраење до 10 s. Набргу по ова откритие, и други телескопи започнале со следење на настанот. Меѓу нив биле и ESO/MPG телескоп во Ла Сила и VLT телескопот во Паранал.

VLT телескопот околу 17 часа набљудувал во областа на инфра-црвената светлина, со што им овозможил на астрономите да ја определат оддалеченоста до овој фантастичен настан. Резултатите биле навистина спектакуларни бидејќи покажале дека оддалеченоста до објектот е споредлива со староста на Вселената. Спсред изјавите на раководителот на тимот што ги направил истражувањата, Ниал Танвир, црвеното поместување на овој објект е 8,2 што го правел најоддалечена експлозија на гама зраци, но и најоддалечен објект што е откриен во нашата Вселена.



Сл. 5. Експлозија на гама зраци GBR090423 детектирана во соѕвездието Лав на 23 април 2009 година.

Бидејќи светлината се движи со постојана брзина од  $3 \cdot 10^8$  m/s, познато е дека гледајќи далеку во Вселената, всушност гледаме назад во времето. Пресметките покажале дека оваа експлозија на гама зраци е стара 13,1 милијарди години, или речиси 5% од вкупната старост на Вселената. Таа се сличила околу 600 милиони години по големата експлозија Биг Бенг, а се претпоставува дека првите ѕвезди се формирале некаде помеѓу 200-400 милиони години после настанокот на Вселената.



Претходно, најоддалечениот објект во Вселената бил откриен од астрономите на јапонската осерваторија Subaru што е сместена на Хаваи. Станувало збор за светлина од галаксија што имала црвено поместување  $z = 6.96$  што соодветствува на оддалеченост од 12,88 милијарди светлосни години.

После откриетието на GRB 090423 астрономите ширум светот, како и оние од опсерваториите на ESO, се длабоку убедени дека се приближува денот кога ќе бидат откриени објекти што го означуваат крајот на Темната епоха од развојот на Вселената, односно периодот кога Вселената станува транспарентна за оптичко набљудување.

### 3. КОКУ Е СТАР МЛЕЧНИОТ ПАТ

Точното познавање на формирањето и еволуцијата на нашата галаксија Млечен пат е од големо значење за нашето разбирање на Вселената во целост. Сепак, оваа задача не е ни малку лесна и за најголемите телескопи на земјата, затоа што треба да се набљудуваат многу оддалечени и оптички бледи небесни тела.

Модерната астрофизика е способна да ја определи староста на ѕвездите, што всушност е времето што го поминала ѕвездата од моментот на нејзиното формирање преку кондензација во огромен облак од меѓуѕвездена материја и прашина. Некои ѕвезди, како оние во маглината Орион, се „млади“ од астрономска гледна точка бидејќи имаат поминато само неколку милиони години. Сонцето и неговиот планетарен систем се проценува дека се формирале пред околу 4,560 милијарди години, но познато е дека некои ѕвезди се формирале и пред тоа. Некои од најстарите ѕвезди во Млечниот пат се пронајдени во специфични формации на ѕвезди понати како **глобуларни кластери**, име што го добиле заради нивната сферна форма.

Сите ѕвезди што припаѓаат на еден глобуларен кластер се родени истовремено, но заради различната маса што ја имаат поедини ѕвезди, согласно X-Р дијаграмот, еволуираат со различна брзина, што значи дека имаат и различен „животен век“. Оваа карактеристика овозможува многу

точно да се измери староста на глобуларниот кластер. Набљудувањата потврдиле дека досега најстарите ѕвезди од Млечниот пат имаат повеќе од 13 милијарди години.

Овие кластери од ѕвезди не се најстарите во Млечниот пат, што е факт што се докажува со определување на концентрацијата на некои елементи во составот на ѕвездите. Откривањето на ѕвезди од првата генерација, кои што и денес сè уште сјаат, е доста тешка задача која не можело да се заврши до 2004 година, затоа едноставно и логично се велело дека Млечниот пат мора да биде постар од неговите најстари глобуларни кластери.

### **НО, КОЛКУ Е ПОСТАР?**

За да се одговори на ова прашање, астрофизичарите треба да пронајдат метод со кој ќе го измерат времето помеѓу формирањето на првите ѕвезди во Млечниот пат и моментот кога се формирани ѕвездите во глобуларните кластери чија старост се знае.

Значителен напредок во овој правец имаат направено истражувачите што работат на VLT телескопот од опсерваторијата Паранал во Чиле, а магичниот елемент што го овозможил напредокот е берилиум.

Берилиумот е еден од најлесните елементи во природата. Јадрото на најстабилниот изотоп берилиум-9 ( ${}^9\text{Be}$ ) е составен е од четири протони и пет неутрони. Од него полесни се само водородот, хелиумот и литиумот, но за нив се знае дека тие се формирани уште при големата експлозија, така што сите потешки елементи се синтетизирани подоцна во внатрешноста на ѕвездите. Магичниот елемент  ${}^9\text{Be}$  може да се создаде единствено при „космичко распрскување“ на честици, процес во кој високоенергетски тешки честици што настануваат при експлозија на супернови, познати како галактички космички зраци, заемодејствуваат со лесни честици во внатрешноста на ѕвездите.

Овие космички зраци патуваат низ целата Вселена постојано, па така и во раните стадиуми од развојот на Млечниот пат се движеле низ нашата галаксија водени од нејзиното магнетно поле. Притоа,

космичките зраци заемодејствувале со материјата на ѕвездите при што настанале првите количини на берилиум. Бидејќи овој процес е континуиран, со текот на времето количината на берилиум се зголемувала па затоа се вели дека берилиумот претставува еден вид на „космички часовник“.

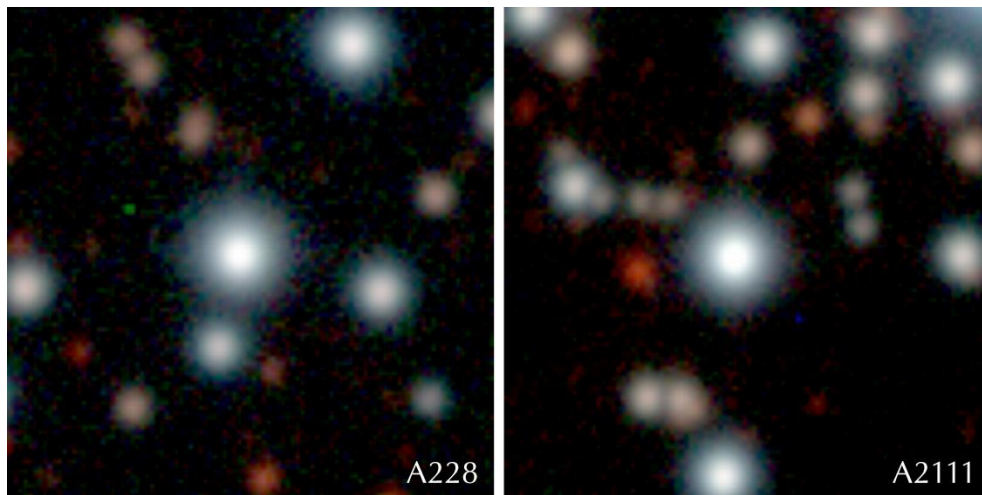
Колку подолго време поминало од формирањето на првите ѕвезди до формирањето на глобуларните кластери, толку повисока е концентрацијата на  ${}^9\text{Be}$  во ѕвездите во глобуларните кластери. Ова значи дека  ${}^9\text{Be}$  може да ни даде многу важни информации за староста на Млечниот пат, и останува само да се определи неговата концентрација во глобуларните кластери.

Предходниот заклучок звучи многу едноставно, но дали навистина е така? Истражувањата покажале дека, всушност определувањето на концентрацијата на  ${}^9\text{Be}$  е многу тешка работа, која не можела да се заврши до 2004 година. Причината за тоа била следна.  ${}^9\text{Be}$  се дизинтегрира при температури поголеми од два милини степени ( $2 \cdot 10^6 \text{ K}$ ) а во масивните и сјајни ѕвезди, што оптички може да бидат видливи и на големи растојанија, површинската температурата може да биде многу повисока, што значи дека магичниот елемент  ${}^9\text{Be}$  ќе биде многу редок. Преостанува, во предвид да се земат ѕвездите со помала маса, но тие се значително помалку сјајни што ги прави неповолни за оптички набљудувања. Заради овие потешкотие станува јасно зошто претходно практички било невозможно да се направат релевантни мерења на концентрацијата на  ${}^9\text{Be}$ .

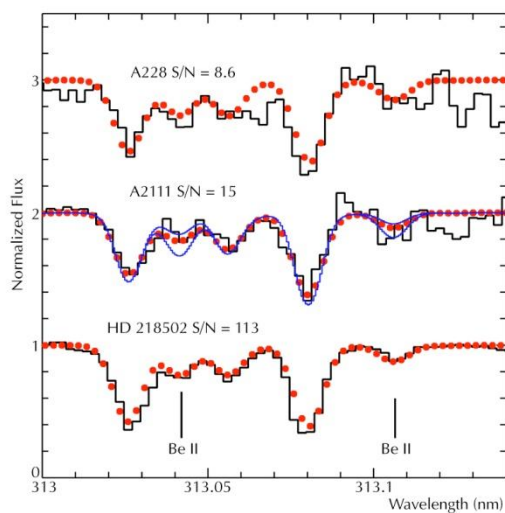
## **VLT ГО НАПРАВИЛ НЕВОЗМОЖНОТО**

Користејќи го спектрометарот со високи перформанси монтиран на VLT телескопот од оперваторијата Паранал, кој е осетлив во областа на ултравиолетова светлина, тимот од астрономи од оваа опсерваторија во 2003 година успеале да ги добијат првите релевантни мерења на концентрацијата на  ${}^9\text{Be}$ . Станувало збор за две ѕвезди од глобуларниот кластер NGC 6397, оддалечен 7200 светлосни години, лоцирани во правец на сосвездието Олтар (Ara) што се наоѓа на јужното небо, и е

практично невидливо од Европа. Добиените резултати од мерењата се прикажани на сликите 6 и 7.



Сл. 6. Две ѕвезди, A228 и A2111 сместени во центарот на сликите, од глобуларниот кластер NGC 6397 кај кои за првпат е измерена концентрацијата на  ${}^9\text{Be}$ . Фотографијата е направена со 2,2 m телескоп ESO/MPI од опсерваторијата Ла Сила во Чиле.



Сл. 7. На оваа фотографија е прикажан мал дел од спектарот добиен со UVES спектрометарот сместен на 8,2m телескоп VLT од опсерваторијата Паранал, Чиле.

На слика 7, заедно со спектарот на двете ѕвезди од глобуларниот кластер NGC 6397 е прикажан и спектарот на една соседна ѕвезда, HD 218502, за која истотака е определена концентрацијата на берилиум, но за неа не се знае точно оддалеченоста бидејќи не е член на кластерот. На сликата јасно се видливи две линии од спектарот на Ве. Најдоброто фитување на измерените вредности е прикажано со црвени точки, а споредбата на овие фитувани криви со лабораториски референтни спектри со познати концентрации на Ве II, им овозможило на астрономите да ја определат малата концентрација на магичниот елемент. Колку за споредба, на еден атом Ве доаѓаат по  $10^{12}$  атоми на водород!

Од измерената концентрација на берилиум може да се заклучи дека во првата генерација на ѕвезди берилиумот се апсорбирал околу 200-300 милиони години, што значи дека староста на Млечниот пат се проценува на  $13,6 \pm 0,800$  милијарди години. Ова е за првпат, независно добиена вредност и затоа има големо значење. Таа извонредно добро се согласува и со проценетата старост на Вселената 13,7 милијарди години. Ова значи дека првата генерација на ѕвезди во Млечниот пат настанале кон крајот на периодот познат како Темна епоха а тоа е околу 200 милиони години по Големата експлозија.