

# SUPERINTELLIGENSER OCH MEGASTRUKTURER

## – JAKTEN PÅ AVANCERAT LIV I UNIVERSUM

Ljuset från avlägsna galaxer kan avslöja universums mest avancerade civilisationer, berättar Per Calissendorff.

**M**änniskan har alltid blickat upp mot skyarna och undrat: Finns det någon där ute?

Att ställa sig den frågan är enkelt, men själva sökandet efter liv bortom vår egen planet, för att inte tala om bortom vår egen galax, är en helt annan sak. De senaste decennierna har fler än två tusen planeter upptäckts runt andra stjärnor; på många av dem kan det finnas flytande vatten, och kanske även enkelt liv – men finns det ställen där intelligent liv har kunnat utvecklas?

Det har visat sig att många planeter vistas i stjärnsystem som är äldre än vårt eget solsystem. När vi pratar om ”mycket äldre” kan det sträcka sig till flera miljarder år. Om så nu är fallet skulle man kunna tänka sig att om liv har uppstått på andra planeter bör det ha utvecklats under en mycket längre tid än oss på jorden. Frågan kan då omformuleras: Hur avancerad kan en civilisation bli?

### Kardasjvskalan

Samma fråga ställde sig den ryske astronomen Nikolaj Kardasjev 1964. Han föreställde sig en trestegsskala på hur utvecklad en civilisation är, baserad på den energiåtgång de har tillgänglig. Den så kallade Kardasjvskalan kan beskrivas:

Typ I: En civilisation som utnyttjar hela sin hemplanets resurser, exempelvis en energiåtgång som kan jämföras med hela jordens kapacitet. En sådan civilisation bör även kunna kontrollera jordbävningar och anpassa vädret hos planeten till eget behag.

Typ II: En civilisation som kan ta till vara lika mycket energi som sin hemstjärna alstrar. Exempelvis genom att konstruera en så kallad dysonsfer (se ruta på nästa sida). Denna typ av civilisation bör även ha bemästrat interstellär kommunikation och transport.

Typ III: En civilisation som kan ta till vara på energin från hela sin hemgalax. Ett scenario för det skulle kunna vara att en civilisation bygger dysonsferer kring alla stjärnor i galaxen.

En vanlig jämförelse är att vi människor på jorden tar till vara på tillräckligt mycket energi att vi skulle kunna tänkas vara en typ 0,7-civilisation på Kardasjvskalan (det bör tilläggas att skalan inte är linjär, utan logaritmisk). En annan populär analogi är att jämföra civilisationerna i *Star Wars* med Kardasjvskalan. Filmernas Rymdimperium må vara någonstans mellan en typ II- och III-civilisation.

Vad använder då en typ III-civilisation all sin energi till? Eftersom vi inte kan tala utifrån egen erfarenhet eller observationer finns det mycket rum för spekulationer här. Man kan tänka sig att de utnyttjar energin till att göra väldigt avancerade uträkningar eller för att kommunicera mellan sina satelliter och dysonsferer. De skulle också kunna utnyttja energin för att skapa ett slags förintelsevapen. En annan möjlighet är att de helt enkelt bor i sina dysonsferer, genom att bygga om dem till ekosferer anpassade till att leva i.

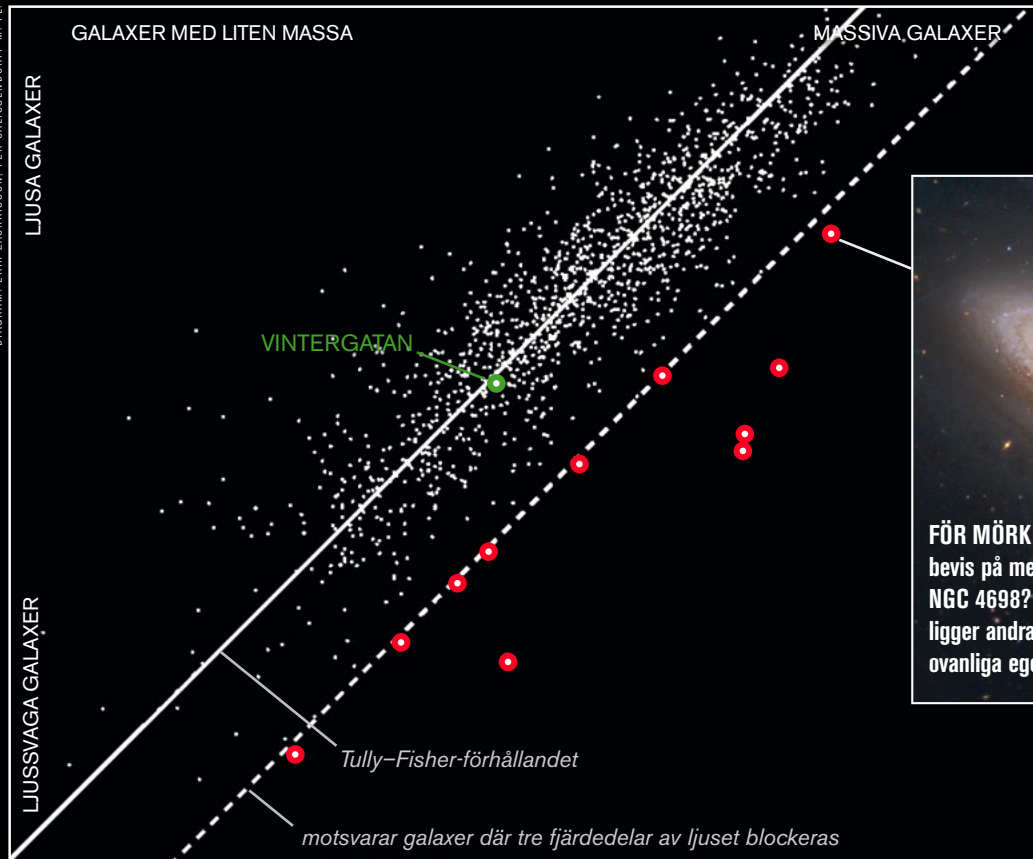
### Project Hephaistos

Jag är medlem i Project Hephaistos, det första svenska projektet inom forskningsfältet SETI (*search for extraterrestrial intelligence*, sökandet efter utomjordisk intelligens). Forskarteamet leds av docent Erik Zackrisson vid Uppsala universitet (se även artikeln av Dag Kättström i *Populär Astronomi* 2015/3). Den grekiska guden Hephaistos, som gett sitt namn till projektet, smidde vapen åt de andra gudarna på Olympus, vilket ska representera kvarlämnade artefakter från supercivilisationer som vi söker efter.



**DYSONSFÄR** En hypotetisk metod för att utvinna energin från en stjärna är att bygga en dysonsfär – rymdkonströren Adam Burn tolkar i bilden ovan ett sådant bygge. Fysikern Freeman Dyson populariserade 1960 möjligheten att utnyttja satelliter för att omringa en stjärna och ta till vara på den energi som utstrålas. De skulle kunna forma en ring, en sfär eller helt enkelt en svärm runt stjärnan. En sådan megakonstruktion skulle ändra stjärnans ljussignatur från vanlig optisk till infraröd strålning.

DIAGRAM: ERIK ZÄCKRISSON, PER CALUSSENDORFF, M. FL.



**FÖR MÖRK FÖR SIN STORLEK** Är det bevis på megastrukturer i skivgalaxen NGC 4698? Troligen inte – istället ligger andra orsaker bakom galaxens ovanliga egenskaper.

BILD: ADAM BLOCK/MOUNT LEMMON SKYCENTER/UNIVERSITY OF ARIZONA

BILD OVAN: ©ADAM BURN HTTP://ADAMBURN.DEVIANTART.COM (TITEL: SHIELD WORLD CONSTRUCTION)

**ATT HITTA AVVIKARNA** Elva utstickare hittar vi bland 1 359 skivgalaxer. Vintergatan syns som en grön prick i diagrammets mittfåra. I undersökningen ingick galaxer med massor så små som en sexhundrededel av Vintergatans massa, upp till galaxer med 400 gånger mer massa.



BILD: NASA, HUBBLE HERITAGE TEAM, (STSC/AURA), ESA, S. BECKWITH (STSO)

**Retuscherad bild av Messier 51, även kallad Malströmgalaxen. Är det kanske så det skulle se ut om en avancerad civilisation började bygga dysonsfärer i det rödmarkerade området?**

Ursprunget till sökandet börjar med tanken att eventuella supercivilisationer, det vill säga Kardashev typ II eller III, vill utnyttja energin från flertalet stjärnor i sin hemgalax. Man föreställer sig att de bygger dysonsfärer runt stjärnorna och på så vis blockerar det synliga ljuset som annars skulle strålas ut. Detta skulle i sin tur påverka galaxens skenbara egenskaper och göra den ljussvagare för en utomstående observatörs ögon.

## Att hitta ovanliga galaxer

Hur skulle vi kunna hitta sådana galaxer?

Astronomer som studerat skivgalaxer – som till exempel vår egen Vintergata – har upptäckt att de uppvisar ett samband mellan ljusstyrka och hur snabbt de roterar, där rotationshastigheten också går hand i hand med massan hos galaxen. Denna relation kallas för Tully–Fisher-relationen, efter astronomerna Brent Tully och Richard Fisher som på 1970-talet mätte upp flertalets skivgalaxers rotationskurvor och jämförde med deras ljusstyrka.

Om en civilisation som bor i en skivgalax, liknande Vintergatan eller Andromedagalaxen, skulle börja bygga dysonsfärer, då skulle ljuset från stjärnorna som når ut i rymden minska. Då skulle galaxen också börja avvika från normen och inte längre följa Tully–Fisher-relationen. Den skulle inte lysa lika starkt som andra galaxer som snurrar lika snabbt.

Det är just så som vår forskningsgrupp har gjort. När vi tittar på ett stort antal skivgalaxer – se bilden på sidan 19 – ser vi att det finns en del galaxer som skiljer sig från normen, och ett fåtal objekt vars uppmätta ljusstyrka till och med är lägre än 75 % av det förväntade.

Kan dessa udda galaxer vara de första tecken på supercivilisationers byggprojekt?

## De ovanliga galaxerna

Svaret än så länge är nej. Vi har tittat närmare på var och en av dessa avvikande galaxer. Det visar det sig att alla har mer banala förklaringar till sina underliga egenskaper.

Ofta har de uppmätta avstånden till galaxerna underskattats, vilket betyder att de är ljusstarkare än man hade väntat sig. Andra visar tecken på ganska stark pågående stjärnbildning, vilket också kan göra att galaxerna ser ljussvagare ut.

Kanske kan en intelligent civilisation lämna andra spår i sin hemgalax som vi kan upptäcka – och det vill vi i Project Hephaistos ta reda på.

## Galaxkoloniseringens mörka fläckar

Om man antar att det inte finns några begränsningar för hur avancerad en civilisation kan bli, hur skulle då galaxen se ut för en observatör i en annan galax?

Först tänker vi oss att civilisationen har byggt ett antal självreplikerande robotar. Sådana kallas von Neumann-sonder efter matematikern John von Neumann som på 1960-talet lanserade idén. Sondernas skickas ut i galaxen för att konstruera flera kopior av sig själva, som också förökar sig.

Genom att använda sådan teknik skulle det vara relativt enkelt att få dessa självständiga robotar att bygga dysonsfärer kring de många stjärnorna de passerar. Det krävs nämligen inte mer material än det som finns i hela Jupiter, vilket skulle räcka till ett cirka en meter tjockt täcke runt solen, även om det låg på samma avstånd som jorden är från solen nu (det vore ju ganska dumt att stänga ute sin egen planet!).

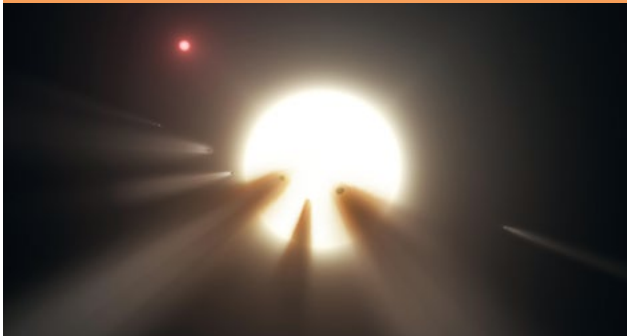
Det skulle också kunna gå väldigt fort, åtminstone om man jämför med en kosmisk tidsskala. Enligt beräkningarna som vi gjort inom Project Hephaistos behöver sondern inte

# Kurser i astronomi

## TABBYS STJÄRNA

Ett objekt som det spekulerats en hel del omkring på sistone är stjärnan KIC 8462852 (även kallad Tabby's stjärna; astronomen Tabetha S. Boyajian ledde forskarlaget som upptäckte den). Objektet har gäckat astronomer en tid nu sedan det observerades och visade tecken på förändringar i ljusstyrka. Vissa menar att det är någonting man förväntar sig skulle ske om ett eventuellt bygge av megastrukturer som en dysonsfär var på gång. Mer sannolika förklaringar säger bland annat att kometsvansar på väldigt långa omloppsbanor fördunklar stjärnans ljus.

RYMDKONSTVÄRARBILD: NASA



färdas fortare än med en tusendel av ljusets hastighet för att – på mindre än 200 miljoner år – kolonisera stora delar av en galax av Vintergatans storlek. Det är ganska kort tid om man jämför med hur länge jorden har funnits, vilket är omkring 4,6 miljarder år, alltså nästan 23 gånger så länge.

En annan inverkan megakonstruktioner som dysonsfärer skulle innebära för galaxen är att det synliga ljuset som blockeras skulle kunna upptäckas av en avlägsen observatör – som infrarött ljus. All den energi som träffar dysonsfären inifrån upphetar sfären. Om den inte ska smälta strålar sfären ut denna energi istället i infrarött ljus.

Finns då galaxer som strålar misstänkt starkt i infrarött ljus? För att man ska börja misstänka en ockupation av dysonsfärer hos galaxen krävs en ganska extrem excess av infrarött ljus gentemot synligt ljus – och några sådana galaxer har vi ännu inte kunnat hitta.

## Inga bevis än

Att söka efter intelligent liv i avlägsna galaxer kan låta som om det vore extremt svårt, men i själva verket är det lättare än att leta efter mikrobliv på närliggande himlakroppar som Mars eller Jupiters månar. För att hitta spår av enkelt liv måste man i princip åka dit för att leta, medan kvarlevor såsom radiosignaler eller potentiella dysonsfärer är lättare att söka efter från ett bra avstånd.

Än så länge finns inga tecken på att det skulle råda en supercivilisation i vår egen galax. Vår forskningsgrupp är en av dem som nu också letat efter spår av avancerade civilisationer i andra galaxer. Inte heller där har vi hittat några spår än – men sökandet fortsätter.

PER CALISSENDORFF är doktorand i astronomi vid Stockholms universitet. Mer om Project Hephaisstos hittar du på [www.astro.uu.se/~ez/hephaistos/hephaistos.html](http://www.astro.uu.se/~ez/hephaistos/hephaistos.html)

*Under HT16 går kurserna*  
Universums byggnad  
Mission to Mars

*Välkommen att läsa astronomi hos oss!*

Exoplaneter  
Astronomi – Astrologi  
Astronomisk rymdforskning  
Den astronomiska världsbildens utveckling  
Livsbetingelser i universum  
Navigationens historia  
Astronomi i konstens historia

Mission to Mars  
Universums byggnad  
Matematikens guide till Ganymedes  
Interstellär kommunikation  
Etnoastronomi  
Universums utveckling

## Kontakta:

Maria Sundin  
[maria.sundin@physics.gu.se](mailto:maria.sundin@physics.gu.se)  
Institutionen för fysik  
Göteborgs universitet  
412 96 Göteborg

<http://physics.gu.se/~tfams/Astro/Orient.html>



GÖTEBORGS UNIVERSITET