



■ Kun haluaa nähdä kosmoksen kohteet mahdollisimman tarkasti, on matkustettava Atacaman autiomaahan.

Eurooppa katsoo avaruuteen

# *Etelän tähtien alla*

Saila Seppo

Chilen pääkaupungista Santiagosta tuhatkunta kilometriä pohjoiseen sijaitsee Atacaman valtava aavikko, jolla ei sada käytännössä koskaan.

Lähes kolmen kilometrin korkeuteen merenpinnasta kurottuva Paranal-vuori tunnetaan maailman kuivimpana paikana. Taivas vuoren yllä on kirkas, sillä pölyä nostattavat tiet ovat kaukana, eikä kaupunkien valosaaste pääse häiritsemään yön pimeyttä.

Ei siis ihme, että Euroopan eteläisen observatorion ESO:n kaikki kolme havaintoasemaa on rakennettu juuri Atacamaan.

”Olosuhteet tähtien havainnointiin ovat täällä poikkeuksellisen hyvät”, vahvistaa professori **Massimo Tarenghi**, Chilen edustaja ESO:ssa.

Chile on lahjoittanut maa-alueen eurooppalaisobservatoriolle ja myöntänyt sille myös verovapauden. Vastavuoroisesti chileläistutkijat pääsevät hyödyntämään observatorion tiloja ja laitteita.

ESO tarjoaa jäsenmaidensa tähtitieteilijöiden käyttöön maailman kehittyneimmät kaukoputket, joten tulosta syntyy enemmän kuin missään muussa observatoriossa.

”Meiltä tulee tieteellisiä artikkeleita päivittäin”, Tarenghi kehaisee.

## Kymmenien tonnin peilit

Tähtikaukoputket on suunniteltu taivaankappaleiden tarkkailuun näkyvän valon aallonpituuksilla. Putkilla voidaan tutkailla niin kuun pinnanmuotoja, planeettoja, asteroideja, aurinkoa, tähtiä kuin galaksejakin.

Putken tärkein osa on sen pääpeili, johon valo kerätään. Mitä isompi peili, sitä parempi on putken erotuskyky.

Suurimpien peilien rakentaminen kestää viisikin vuotta, sillä ne on työstettävä äärimmäisen huolellisesti, eikä epäonnistumiseen ole varaa. Kymmeniä tonneja

**ESO:n Paranalin observatorio sijaitsee Atacaman aavikon vuoristossa keskellä ei mitään. Taustalla erottuu lumihuippuinen, lähes seitsemän kilometriä korkea tulivuori Llullaillaco.**



Saila Seppo

Paranal-vuoren teleskoopit näkevät syvälle avaruuteen.

painavaan peiliin ei saa jäädä jännitteitä. Lasi pinnoitetaan alumiinikerroksella, jonka paksuus mitataan mikrometreissä.

## Suomi mukana vuodesta 2004

Euroopan eteläinen observatorio ESO perustettiin vuonna 1962. Organisaatio on keskittynyt maan pinnalta käytettävien tehokkaiden havaintolaitteistojen suunnitteluun ja rakentamiseen. ESO:n päämaja sijaitsee Saksan Garchingissa ja havaintoalueet Chilen Atacamassa.

ESO:n jäsenmaita ovat Alankomaat, Belgia, Brasilia, Espanja, Iso-Britannia, Italia, Itävalta, Portugali, Ranska, Ruotsi, Saksa, Suomi, Sveitsi, Tanska ja Tšekki.

Suomi liittyi organisaatioon vuonna 2004. Jäsenmaksu määräytyy maiden kansantuotteen perusteella; Suomi vastaa 1,5 prosentista observatorion kuluista. Suomen edustajat ESO:n neuvostossa ovat professori **Jari Kotilainen** Turun yliopistosta ja johtava tiedeasiantuntija **Pentti Pulkkinen** Suomen Akatemiasta. ESO:n havaintolaitteita hyödyntävät Helsingin, Turun ja Oulun yliopisto sekä Aalto-yliopisto.

ESO:n ylpeys VLT (Very Large Telescope) eli neljästä pääkaukoputkesta ja yhtä monesta apukaukoputkesta koostuva havaintolaite on sijoitettu Paranalvuorelle.

Hyvän vertauskohdan isojen kaukoputkien teholle antaa ihmissilmän pupilli, jonka pinta-ala on noin neliösenttimetri. Putkien peileissä pintaa on kymmeniä neliömetrejä.

”VLT:n pääkaukoputkien peilin halkaisija on yli kahdeksan metriä ja reunan paksuus 17 senttiä. 22 tonnia painava peili liikkuu ohuen öljykalvon päällä aivan äänettömästi, kun putkea kierretään vaaka- tai pystysuunnassa”, Tarenghi kuvailee.

Kun neljä pääkaukoputkea yhdistetään, vastaanotettavasta kuvasta saadaan erittäin tarkka. Jo kahden putken yhdistelmällä voitaisiin erottaa pieni kolikko 160 kilometrin etäisyydeltä.

Tähtikaukoputkiin kiinnitetään muitakin laitteita, kuten fotometrejä, spektrometrejä ja CCD-kennoja. VLT-putkeen on liitetty peräti 17 000 erilaista tuotetta.

Etenkin peilien ylläpito ja huolto on vaativaa työtä, joka tehdään erillisessä kunnossapitohallissa.

”Jotkin peilien osat pitää huoltaa neljän kuukauden välein”, Tarenghi kertoo. >>>

Ongelmana on peilin alumiinipinnoitteen hapettuminen, jonka takia pinnoite on uusittava kahden vuoden välein.

”Vanha alumiini pestään pois hapolla ja pöly huuhdotaan irti vedellä. Sen jälkeen lasille ruiskutetaan uusi, ohut alumiinikerros”, Tarenghi kuvaa herkkää operaatiota.

## Maailman suurin silmä taivaalle

ESO:n historian toistaiseksi suurin laitteisto on parhaillaan rakennettava ALMA (Atacama Large Millimeter Array), joka koostuu noin 60 radioteleskoopista.

Zona de Chajnantorin ylängölle 5 000 metrin korkeuteen pystytettävien teleskooppien halkaisija on 12 metriä. Jokaisista antennia voidaan liikutella erikseen, ja niistä voidaan tehdä tarkastelukohteeseen sopiva muodostelma tiivistä nipusta jopa 20 kilometrin levyiseen rintamaan.

Näin laajalla taajuusalueella toimiva jätti avaa tutkijoille ennennäkemättömiä mahdollisuuksia. ALMA tuonee runsaasti lisätietoa planeettojen, tähtien ja galaksien synnystä.

ALMA-puisto vihitään virallisesti käyttöön maaliskuussa 2013. Sekään ei jää viimeiseksi sanaksi, vaan lisää on tulossa. ESO:n neuvosto teki kesällä päätöksen uuden sukupolven tähtikaukoputkesta, joka sijoitetaan noin 20 kilometrin päähän Paranalista.

Valtavasta E-ELT:stä (European Extremely Large Telescope) tulee maailman suurin näkyvän valon ja lähi-infrapuna-aallonpituuksien teleskooppi, jonka pääpeilin halkaisija on huimat 40 metriä.

”Maailman suurin silmä taivaalle” on määrä saada toimintaan ensi vuosikymmenen alussa. E-ELT:n toivotaan vievän tutkijat tähtitieteen läpimurtoihin. Jättiläinen on suunniteltu universumin ensimmäisten galaksien perusteelliseen tutkimiseen. Sen avulla voidaan seurata ikivanhojen galaksien muodostumista ja kehitystä läpi koko kosmisen ajan.

E-ELT on myös ainutlaatuinen työkalu, kun luetteloitaan alkuaineiden pitoisuuksien muutoksia maailmankaikkeuden historiassa nollasta nykyhetkeen.

Huikkeen mahdollisuuden tarjoaa se, että E-ELT:n avulla voidaan mitata universumin laajenemisnopeuden muutoksia ja mahdollisia ajan mittaan tapahtuvia poikkeamia fysikaalisissa vakioissa. Jopa käsityksemme fysiikan laeista voi niiden myötä muuttua.

## James Bond kävi täällä

Atacaman autiudessa ei ole muuta asutusta kuin observatorion tutkijoita ja muuta henkilökuntaa varten rakennettu hotelli.

Äärimmäisen kuiva vuoristoilma vie eli-



ESO / B. Ballew

VLT-kaukoputken kuva Thorin kypärä -kaasusumusta otettiin ESO:n 50-vuotispäivän kunniaksi lokakuussa 2012. Kypärä muodostui, kun sen keskellä olevan kirkkaan tähden aurinkotuuli puhalsi molekyylipilven halki.



ESO

”Tähti helvetistä.” Magellanin pilvessä loistava AB7 on tähän mennessä tunnistetuista erittäin massiivisista WR-tähdistä kuummin: sen pinnan lämpötila on hurjat 120 000 celsiusastetta.



ESO

Kaksi kertaa Linnunradan kokoinen spiraaligalaksi NGC 1232 sijaitsee sadan miljoonan valovuoden päässä Maasta. VLT-teleskooppi tavoittaa kohteen helposti.

## Maailman vanhin tiede

Tähtitiedettä on kutsuttu tieteistä vanhimaksi. Nykyään se kuitenkin käyttää edistyneimpiä teknologioita ja vaativimpia tieteellisiä laitteita.

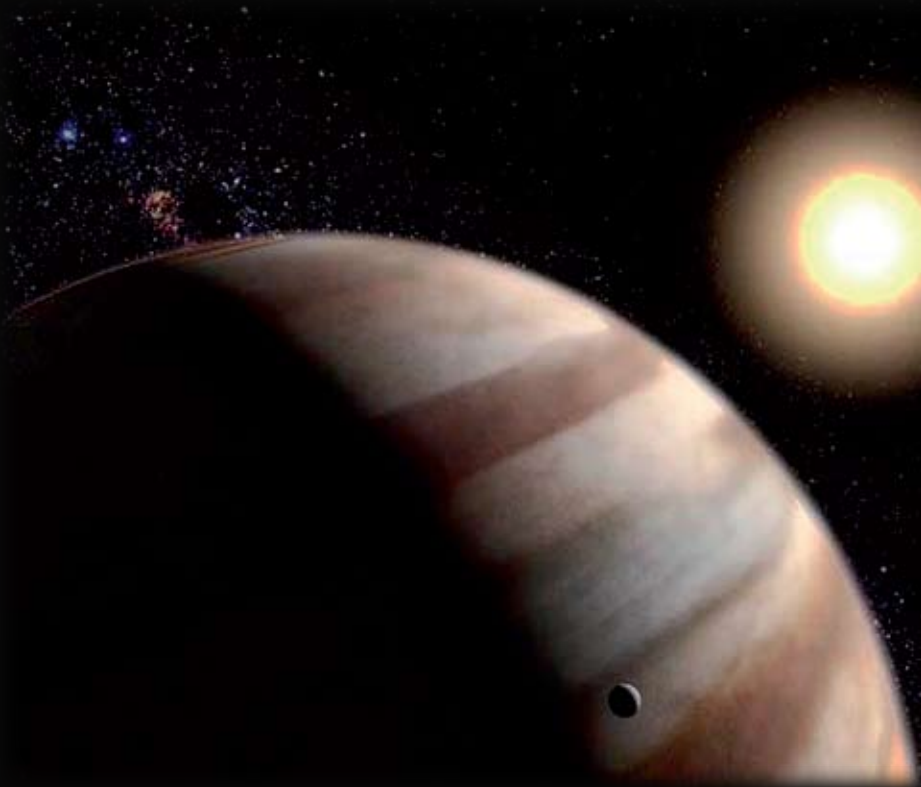
Tähtitiede tutkii niin universumin varhaisimpia tapahtumia kuin sen tulevaisuuttakin. Kun tutkijat eivät toimi tutun maapallon alueella, he kohtaavat ääriolosuhteita, äärimitoja, ääriajoja ja äärienergioita.

Nykyajan tähtitieteilijät tuottavat jatkuvasti uutta, yllättävääkin tietoa. ESO Paranalin tutkijat kertoivat hiljattain uutisia eksoplaneetta Tau Boötis b:stä.

Vuonna 1996 havaittu, noin 50 valovuoden päässä Maasta sijaitseva Tau Boötis b kuuluu ensimmäisiin löydettyihin aurinkokunnan ulkopuolisiin planeettoihin. Se kiertää hyvin lähellä keskustähteään, joka on nähtävissä paljain silmin. Eksoplaneetan sen sijaan paljastivat vain sen aiheuttamat painovoimailmiöt.

Maasta katsottuna Tau Boötis ei kulje keskustähtensä kiekon editse eikä tähtivalo siten läpäise kiertolaisensa ilmakehää. Se on tavallisesti välttämätöntä kuumien Jupiterityyppisten planeettojen ilmakehien tutkimuksessa, sillä ilmakehän ominaisuudet jättävät valoon jälkensä.

Paranal-vuoren tutkijat onnistuivat ilman tähtivalon apuakin selvittämään, että Tau Boötisin ilmakehän ylemmät kerrokset ovat alempia viileämpiä. Tieto hämmästyttää, sillä muilla samanlaisilla eksoplaneetoilla tilanne on päinvastainen.



Taiteilijan näkemys siitä, miltä Jupiteria muistuttava Tau Boötis b -eksoplaneetta sekä sen mahdollinen kuu ja keskustähti näyttävät.

Nasa



Saila Seppo

Professori Massimo Tarenghi esittelee suomalaisvieraille kaukoputkien kunnostushallia.

mistöstä nesteet, joten hotellin seinien sisällä on sitäkin kosteampaa. Valtavassa aulassa tulijaa tervehtivät trooppinen puutarha ja iso uima-allas.

”Kun tällaisessa paikassa oleskellaan pitkiä aikoja, tärkeintä on ihmisten pitäminen kunnossa”, sanoo Massimo Tarenghi, jonka mukaan elämä eristyksissä rasittaa sekä psyykeä että fysiikkaa.

Henkilöstön virkistykseksi tarjolla on muun muassa kunto- ja spinningsali, squashkenttiä, dvd-kirjasto ja elokuvateatteri. Väki käy myös säännöllisissä lääkärintarkastuksissa, ja ambulanssi on kaiken varalta lähtövalmiina koko ajan.

Vaikuttavaa ympäristöä kunnioittaen suunniteltu hotellirakennus istuu maisemaan hyvin.

”James Bond -elokuva *Quantum of Solace* kuvattiin täällä”, huomauttaa ohi kulkeva, ”kotipaikastaan” ylpeä atacamalais-tutkija. □

Kirjoittaja on Suomen Akatemian ohjelmapäällikkö, joka vieraili ESO Paranalissa huhtikuussa. saila.seppo@greenbutton.fi