



KUULUISA Sombrero-galaksi
Antu-teleskoopin kuvaamana.

Atacaman autiomaan TÄHTITIEDETEHDAS

JARI MÄKINEN
JARI MÄKINEN ja ESO, kuvat

Euroopan eteläisen observatorion VLT on juuri sellainen kuin sen nimi lupaa. Very Large Telescope on neljän jättikaukoputken kompleksiksi, jonka jokainen teleskooppi jo sinällään herättäisi kunnioitusta kokeneessakin tähtitieteilijässä. Lisäksi niiden ympärille levittäytyvä maisema on kuin suoraan Marsista.

Chile on pitkä, vuorien reunustama soiro valta-merenpuoleisella rannalla. Se kurkottaa lähes Etelämantereelta kauriin kääntöpiiriin kohdalle, jonka kohdalla hyvin kapea maa levittäytyy hie- man laajemmaksi ja peittoa sisäänsä suuren autiomaan. Atacama on maailman kuivimpia aavikoita, sillä eräissä osissa laajaa autiomaata ei ole satanut pisaraakaan kirjoitetun historian aikana.

Atacama on ylänköä, sen rantaa lähellä olevilla seuduilla vallitsee suhteellisen tasainen merituuli, ilmankosteus on prosentin luokkaa ja taivas on lähes aina pilvetön. Ei ole mikään ihme, että tähtitieteilijät ovat innostuneet paikasta ja rakentaneet sinne maailman suurimman kaukoputkikonaisuuden.



TERVETULOA hotelliin, eli Residenciaan! Ramppia alaspäin ja kupolin alla avautuu aivan toinen maailma.

Pikavuoro Paranaliin

Kun LAN Chile -lentoyhtiön Boeing lähestyy Pohjois-Chilen suurinta kaupunkia, kaivosteollisuuden solmukohtana toimivaa Antofagastaa, ikkunan takana levittäytyvä maisema kertoo nopeasti, millainen paikka Atacama on. Meren rannalla sijaitsevassa kaupungissa on vain muutamia vihreitä läikkeitä, jotka nekin on oletettavasti sinne istutettu, mutta muilta osin Antofagastan ympäristö on hiekkaa. Ja siellä täällä ilmaan vaaleaa savuaan työntäviä kaivosteollisuuden mitä lie tehtaita.

Maaperästä louhitaan melkein mitä vain kuparista litiumiin ja autiomaan kuivuneista suolajärvistä höylätään mitä moninaisimpia mineraaleja. Atacama on rikas paikka, jossa kaivosmiehet ovat ahertaneet 1800-luvun puolelta kaivaen rahaa

niin amerikkalaisille suuryhtiöille kuin chileläisten aikanaan sosialisoiduille kansallisille yrityksillekin.

Lentolaukkujensa ympärille ryhmittynyt vaaleiden, selvästi kevyen sisätyön tekijöiden ryhmä on yllättävä näky Antofagastan ronskissa katukuvassa. Tähtitieteilijät odottavat päivän bussikuljetusta Paranalin observatorioon. Vaikka tiedonvälitystekniikka ja robotiikka ovat kehittyneet viime aikoina valtavin harppauksin, on edelleen välttämätöntä matkustaa toiselle puolelle maapalloa tekemään havaintoja – ja sielläkin autiomaahan vuoren huipulle.

Pian paikalle kaartaa kovia kokenut, mutta selvästi vielä kovempakin menoa kestävä Sokol-bussi, jonka sisälle tutkijat nousevat. Yllättäen bussi on mukava, istuimet ovat leveät ja ilmastointi tekee matkan-

teosta miellyttävää – jopa niin miellyttävää, että valtaosa matkustajista vaipuu komeista maisemista huolimatta uneen. Heille kyseessä onkin tavallinen työmatka, jota tosin ei tehdä päivittäin, vaan viikon parin välein.

Paranal-vuori sijaitsee vanhan Panamerican-maantien vieressä noin 120 kilometriä Antofagastasta melkein suoraan etelään. Matka sinne taittuu kahdessa ja puolessa tunnissa, ensin asfalttipäällysteistä uutta panamerikaanoa pitkin, mutta sitten eteen aukeaa huonokuntoinen hiekkatie: vanha Panamerican Highway, jota pitkin aikanaan taivallettiin maata päästä päähän.

Tietä pystyisi ajamaan myös tavalisella henkilöautolla, mutta lentävät kivet, tien epätasainen pinta ja ajoittain tuulen ajovällylle kasaamat hiekkavallit tekisivät matkanteosta tuskallista.

Sokol sen sijaan on tiellä kuin kotonaan. Ikkunantakainen maisema muuttuu pian laajasta tasaisuudesta kukkulamaastoksi, jonka keskellä tie mutkittelee koko ajan lievästi ylempiä kivuten. Silloin kun tie ei lepää kukkuloiden laaksoissa, se työntyy viivasuorana horisonttiin, jolloin vastaantulijan huomaa jo kymmenien kilometrien päästä, sillä autot nostavat ilmaan kauaksi näkyvän pölypilven.

Lopulta eteen tulee risteys. Tiestä erkaantuu oikealle ylös kukkulalle kipuava erinomaisessa kunnossa oleva päällystetty tie. "ESO, European Southern Observatory, Observatorio Europeo Austral" kertoo tien alussa oleva kivipaasi ja toivottaa tervetulleeksi Paranalin observatorioon. Juuri ennen observatorioalueelle saapumista suuri kyltti pyytää tulijoita sammuttamaan ajovalot ja jatkamaan eteenpäin pelkkien pysäköintivalojen avulla. Tehokkaat havaintolaitteet on tehty onkimaan valonsäteitä maailmankaikkeuden reunalta, joten näkökenttään osuvat auton ajovalot saisivat laitteet sokeiksi. Jopa ilmasta heijastuva valon hohde tekisi havainnoista valosaasteista sekundaaria, joten pyyntöä on parasta kunnioittaa.

Tervetuloa maan alle

Päivällä aurinko paistaa kirkkaasti Paranalin päällä ja lämmittää mukavasti uneliasta yhdyskuntaa. Observatorio ei ole vain yksi kaukoputki kupoleineen, vaan neljän valtavan teleskoopin sekä niiden toimistorakennuksen kokoisen ohjauskeskuksen lisäksi pieni tähtitieteelliselle tutkimukselle ja observatorioalueen huollolle omistautunut kylä. Teles-



SIINÄ missä kymmenen vuotta sitten oli vielä vuoren huippu, on nyt tasanne ja sillä maailman upein tähtitieteellinen observatorio. Rakenteilla oleva 2,6-metrinen kaukoputki (VLT Survey Telescope, eli VST) tulee toimimaan myöhemmin neljän teleskoopin interferometrin eräänlaisena ohjauskaukoputkena; teleskooppi saataneen käyttöön vuonna 2004.

koopit sijaitsevat vuoren tasaiseksi lanatulla huipulla, kun taas muut rakennukset ovat sen alapuolella noin kaksi kilometriä pitkän tien päässä. Korkeussuunnassa matkaa on kolmisensataa metriä.

Huoltoalueen suurin rakennus on itse asiassa kaikkein huomaamattomin, sillä kun bussi pysähtyy parkkipaikan kupeeseen, hohtavat huoltoalueen toistakymmentä valkoista parakkia kirkkaina päivänpaisteessa, mutta tie niin sanottuun hotelliin viekin alaspäin. Ramppi sukeltaa maan uumeniin suuren pallomaisen kuvun alle tehtyyn rakennukseen, joka on pudottaa silmät päästä ensikertalaiselta. Maan alle on tehty täydellinen vastakohta ympäröivälle autiomaalle, sillä hotellin keskusaulassa lasikupolin alla on pieni puisto ja uima-allas, vesi solisee ja alakerran ravintolasta kantautuu puheensorinan lisäksi ruoan tuoksu.

Monet viettävät Paranalilla pari viikkoa kerrallaan, joten olosuhteet on tehty mahdollisimman mukaviksi; rakentaminen kauaksi kaikesta on joka tapauksessa kallista, joten pieni lisäuhraus mukavuudelle ja kauneudelle ei juurikaan näy loppulaskussa. Siksi Paranalin asuin- ja toimistorakennus on kuin designhotelli, ja sen suunnitellut müncheniläinen arkkitehtitoimisto on saanut enemmän kuin viisitoistaminuuttisensa alan kuuluisuudesta.

Vaikka hotelli on upea, se on kuitenkin ennen kaikkea työpaikka, minkä näkee myös huoneista. Ne ovat pieniä ja tarkoituksenmukaisia, jääkaapissa on vain virvoitusjuomia ja televisio puuttuu. Sen sijaan ikkunoissa on erittäin hyvät pimennysverhot, mikä osaltaan viestii paikan luonteesta: täällä tehdään työtä 24 tuntia vuorokaudessa ja koska tärkein toiminta tapahtuu öisin, päivällä pitää saada nukuttua.

Ruokala toimii sekini vuorokauden ympäriinsä, ja nettityhteydet ovat nopeammat kuin missään kaupallisessa hotellissa. Tehokas satelliittilinkki yhdistää Paranalin muuhun maailmaan paljon bussia nopeammin, ja sen ansiosta Eurooppa on henkisesti lähempänä kuin Antofagastan keskusaukio.

Suomalaista tukea tieteilijöille

Vaisalan säälaitteiden lisäksi ainoa äkkiseltään silmään sattuva suomalainen tuote Paranalilla on tähtitieteilijä Petri Väisänen, joka istuu hotellin aulassa odottamassa italialaista työtoveriaan. "Olen täällä observatoriolla tukitähdistieteilijänä, eli kuulun ryhmään, joka pitää kaukoputkia ja niiden havaintolaitteita



TÄHTITIEEILIJÄ-ASTRONAUTTI Claude Nicollier nappasi sukulasta paljon puhuvan kuvan Chilestä. Pilvet jäävät Atacaman autiomaan kohdalla Chilen pohjoisosassa aina meren päälle, jolloin manner pysyy pilvettömänä – ja kuivana.



SUUREN lasikupolikaton suojaus levitetään aina illalla auringonlaskun aikaan suuri sateenvarjomainen verho, joka estää valon pääsyn taivaalle. Kuvassa verho on päiväasennossaan kupolin zeniitissä.

kunnossa koko ajan, vuoden jokaisena yönä", Väisänen tiivistää työnsä kuvaa. Ylläpitotyön lisäksi toimeen kuuluu vierailijoiden tähtitieteilijöiden auttaminen, sillä maailman ykkösteleskooppien käyttäminen ei onnistu noin vain, vaikka käyttäjä olisi kuinka kuuluisa tutkija.

"Sen lisäksi, että autamme tänne tulevia tähtitieteilijöitä, teemme myös havaintoja muualla olevien tutkijoiden ohjeiden mukaisesti", Väisänen selittää ja jatkaa: "Noin puolet havainnoista tehdään nykyisin palvelumoodissa, eli tutkija Eu-

roopassa tai muualla maailmassa tekee havainto-ohjelman, jonka me sitten suoritamme täällä ja toimittamme havaintoaineiston heille."

Monet normaalit havainnot onkin helpointa ja halvinta tehdä etätyönä, mutta yhä edelleen osa havainnoista vaatii tulemistä paikan päälle Paranalin. "Esimerkiksi täällä on paikalla yksi tutkija, joka ottaa ensi yönä kuvia pikkuplaneetoista. Ne liikkuvat nopeasti, niitä on useita, ja hänen täytyy olla sanomassa, mistä kohteesta otetaan kuva milloinkin, millainen kuva otetaan, kauanko sitä

valotetaan ja niin edelleen. Tällaiset epästandardimmat havainnot vaativat edelleen sitä, että tähtitieteilijä on paikalla, kun havaintoa tehdään."

Tällä kertaa Väisänen on kuitenkin päivävuorossa. "Se on ongelmanmetsästäystä, eli katsotaan, toimivatko kaikki instrumentit, ja jos jossain on vikaa, niin etsitään, missä se on, määritellään tarkemmin vian luonne ja kutsutaan insinöörit paikalle sitä korjaamaan. Lisäksi tarkistamme, että yöllä tehdyt havainnot on tehty hyvin, ettei niissä ole vikoja, kalibroimme ja arkistoidemme ne, minkä jälkeen ne lähetetään Eurooppaan."

Yövuoro muistuttaa enemmän siitä, mitä tähtitieteilijän kuvitellaan yleensä tekevän: "Silloin otetaan tähtitaivaasta kuvia, riippuen siitä, mitä kulloinkin on ohjelmassa. Tosin sekin tehdään nykyisin tietokoneiden avulla, eli havainnot menevät eteenpäin ohjelman mukaan. Yleensä seuraavan parin tunnin havainnot ovat täysin automaattisia, käynnistetään ohjelma, painetaan vain enteriä ja katsotaan sitten, että se menee kunnolla."

Petri Väisänen kollega saapuu paikalle ja kaksikko suuntaa ulos, ylös ja autolle. Parkkipaikalle on pysäköitynä pieni leegio valkoisia autoja, joilla ajetaan käytännössä vain huoltoalueen ja havaintotasanteen välistä parin kilometrin tienpätkää ylös ja alas. Henkilöautojen lisäksi parkissa on nelivetöisiä pick-upeja, joilla päästään myös päällystetyn tien ulkopuolelle – mikä on aina välillä tarpeen.

Neljä jättiläistä

Vuoren huippu on jalkapallokentän kokoinen tasanne, jolla seisoo neljä kulmikasta, alumiinista tehtyä rakennelmaa. Ne ovat se, VLT, Very Large Telescope, eli neljän 8,3-metrinen jättiputken kokonaisuus, joka voi toimia yhtenä nelisilmäisenä teleskooppina, tai kukin erikseen yksittäisinä havaintolaitteina. Koko tasanne on itse asiassa huipputarkka optinen koneisto, sillä pinnan alla kulkee valonsäteille tehtyjä tunneleita, joissa teleskooppien keräämät valosignaalit tahdistetaan ja ammutaan yhteiseen polttopisteeseen, keskellä sijaitsevaan rakennukseen. Valonsäteitä yhdistävä laitteisto, interferometri, on vielä puolivalmis, mutta sillä on tehty jo ensimmäiset havainnot – kunnan käyttöön se otetaan vasta kolmen vuoden kuluttua.

Väisänen pysäköi autonsa tasan-teen alapuolella olevan havaintorakennuksen eteen. Metallinen raken-

nus on sijoitettu teleskooppeja alemmaksi, jotta sen aiheuttama häiriö olisi mahdollisimman pieni, ja samasta syystä jäähdytyslaitteiden säteilimet on hilattu vieläkin alemmaksi rinteeseen.

Havaintorakennus on sisältä varsin tylsä, kuten melkein kaikki nykyaikaiset teollisuuslaitosten tai tieteellisten koelaitteiden valvomorakennukset. On työhuoneita, kokoustiloja, tietokoneita, kahviautomaatteja, työpajat korjaamista varten ja jossain suuri valvomo tietokoneruutuineen.

VLT:n valvomossa on kuusi lähes samanlaista ohjauspöytää. Jokaiselle teleskoopille on omansa, minkä lisäksi yksi on interferometrille ja yksi vastaa pelkästään tiedonkäsittelystä ja sen siirtämisestä Eurooppaan. "Tuossa lähimpänä meitä on UT1:n ohjaamo, kauimpana UT4:n ja kaksi muuta ovat siinä välissä", Väisänen esittelee työmaataan ja vaihtaa tavallisemmalle vaihteelle: "Joo, on niille annettu omat nimetkin, Antu, Kuyen, Melipal ja Yepun." Teleskooppien nimet tulevat paikallisten Mapuche-intiaanien kielestä ja tarkoittavat Kuuta, Aurinkoa, Venusta ja Etelän ristiä.

Kunkin yksikön ohjauspöytä jakautuu periaatteessa kolmeen osaan, itse kaukoputken ohjaamiseen, sään tarkkailuun ja teleskooppiin kytketyn havaintolaitteen hallintaan. "Kaikki ovat käytännössä samanlaisia, koska kaikki teleskoopit ovat samanlaisia. Niissä on kuitenkin erilaisia instrumentteja. Kaukoputkihän on se, joka kerää valon, mutta havaintolaitte analysoi sen. Sen avulla saadaan tieto irti valosta, joka tulee tähdestä tai galaksista taivaalla." Käynnin aikaan UT1:ssä oli ISAAC-niminen infrapunakamera, toisessa on ultravioletin ja näkyvän valon alueella toimiva spektrografi, ja kolmannessa sekä neljännessä teleskoopissa "tavalliset" CCD-kamerat, joilla otetaan kuvia ja tehdään spektrografiaa.

Puolitiessä taivaaseen

Paranal ei ole kaikkein korkeimpia observatoriovuoria, mutta tarkalleen 2 635 metrin korkeus riittää pitämään pilvet lähes aina havaintotasanteen alapuolella. Korkeutta tärkeämpää onkin yleinen ilmasto, sillä normaalisti pilviä ei edes ole vuoren luona, ilman kosteus on hyvin alhainen ja Tyyneltä valtamereltä puhaltava tuuli on tavallisesti tasainen. Ilmassa ei ole näkyvyyttä häihtaavaa pyörteilyä eikä vesihöyryä.

Tähtitieteen kannalta hyvät olosuhteet saavat aikaan ihon ja nenän



NÄKYMÄ ohjaushuoneesta voisi olla myös teollisuuslaitoksesta. Teleskooppien käyttäminen ja havaintojen tekeminen niiden instrumenteilla tapahtuu täysin tietokoneiden välityksellä. Tyypillisesti yhden kaukoputken kanssa häirii yöllä kaksi henkilöä, joista toinen ajaa kaukoputkea ja toinen pitää huolta havainnoista.



TAVALLISTA suurempi digikamera. Kuvan keltainen mötkkä on VLT:n ensimmäinen instrumentti, saksalainen FORS1, joka on saanut sittemmin seuraa myös FORS2:sta. Kyseessä on tehokas ja laadukas CCD-kamera, jota voidaan käyttää myös spektrografiaa.

kuivumista sekä mahtavat maiseimat. Etenkin kun ilta laskeutuu Paranalin päälle, näyttää horisontissa olevien pilvien taakse painuva aurinko vain yhdeltä tähdeltä muiden joukossa, tosin hyvin kirkkaalta selaiselta. Ja kun taivaan sini alkaa tummua, syttyvät tähdet taivaalle kuin olisivat valonheittimiä – ja linnunradan sumuvanaa voisi lähes koskettaa kädellä. Taivas ja koko planeettamme pinta sen alla ovat yhteydessä toisiinsa ja muodostavat selvästi kolmiulotteisen näyttämön, jolla teleskoopit ja kuvat niiden ympärillä voivat pyöriä omaa omituista tanssiaan.

"Tämä on mahtava paikka", VLT:n tieteellisen ryhmän päällikkö Gautier Mathys tokaisee vaatimattomasti auringonlaskua ihaillessam-

me. "Kukin näistä teleskoopeista on maailman suurimpien yksittäisten kaukoputkien listalla, minkä lisäksi niitä voidaan jo nyt käyttää yhtenä valtavana, koko vuoren huipun koisella peiillillä varustettua teleskooppeja vastaavana kaukoputkena. Koko systeemi suunniteltiin alun perin juuri interferometriä varten, joten nyt käytämme tätä systeemiä vasta osateholla."

Jo tyhjäkäynnillä se on onnistunut saamaan muutaman kerran tarkempia kuvia kuin avaruusteleskooppi, sillä hyvien olosuhteiden lisäksi itse teleskoopeissa on kuvanlaatu parantavia laitteita. "Teleskoopeissa käytetään sekä aktiivista että adaptiivista optiikkaa", Mathys aloittaa havainnollistaen peilin liikkeitä kädellään. "Kun näin suuri peili kääntyy putken suuntaamisen mukana, sen oma massa vääntää sitä, jolloin eri puolilta peiliä heijastuvat säteet eivät osu yhteen ja samaan polttopisteeseen. Siksi peili on hyvin ohut, jotta sen massa olisi pienempi ja jotta voisimme vääntää sitä peilin alapuolella olevien liikuttajien avulla takaisin oikeaan asentoon. Tietokoneen ohjaamana peili on koko ajan oikean muotoinen."

Lisäksi teleskooppi seuraa koko ajan ilmakehän väreilyä ja kykenee reagoimaan siihen hyvin nopeasti. "Systeemi on erinomainen, ja pystymme toisinaan lähes poistamaan ilmakehän vaikutuksen sen avulla. Silloin putkemme on lähes kuin avaruudessa", Mathys hymyilee ja katsoo takana surraavia kaukoputkia. Niiden suuret ilmanvaihtoaukot ovat avautumassa, kun ilman lämpötila pyritään tasaamaan sisä- ja ulkopuolen välillä hyvissä ajojen

havaintojen aloittamista. Luukkujen lisäksi ilmastointilaitteet jäähdyttävät ilmaa teleskooppien ympärillä ulkoilmaa viileämmäksi, kohti yön tuntien aikana olevaa arvioitua ulkolämpötilaa.

"Erinomaisten olosuhteiden, teleskooppien ja instrumenttien ansiosta täällä voidaan tehdä mitä erilaisimpia havaintoja oikeastaan kaikenlaisista tähtitaivaan kohteista. Täällä on jopa havaittu kuuta, jolloin pystymme saamaan tarkempia kuvia kuin kuuta kiertäneet Apollo-astronautit aikanaan", Mathys ylistää observatoriotaan. "Tänäkin yönä täällä havaitaan kvasaaria, tutkitaan Neptunuksen takana olevia asteroideja, etsitään eksoplaneettaa ja mitataan neutronitähden pyörimisnopeutta. Tämä on huimaa!"

Valmis lentoönlähtöön!

Samalla kun Mathys haukkaa vielä ulkona henkeä, klikkaa UT2:n ohjaajana tänä yönä toimiva Chris McKinstry kuvaruudulla olevaa vihreää OK-tekstiä. "Nyt se kalibroi vähän aikaa ja voin hakea kahvia", McKinstry toteaa ja ampaisee automaattille.

"Kaukoputken ohjaaminen muistuttaa monessa suhteessa ison liikennelentokoneen ohjaamista", McKinstry selittää. "Ne ovat yhtä monimutkaisia ja maksavat jokseenkin saman verran. Oikeastaan olenaisiin ero on se, että jos teen virheen, niin kukaan ei kuole." McKinstry kertoo, että illan aluksi pitää tehdä paljon erilaisia tehtäviä ja tarkistuksia – samaan tapaan kuin pitkää lentoa valmistelevilla piloteilla on tekemistä ennen lentoönlähtöä – mutta kun havaintoyö pääsee vauhtiin, kaikki sujuu hyvin automaattisesti – jälleen kuin lentokoneessa, joka lentää autopilotilla eteenpäin.

Suurin huolenaihe yön kuluessa on sää, sillä se saattaa muuttua nopeastikin. "Sade täällä ei oikeastaan ole sadetta, vaan puhumme kondensaatiosta", McKinstry määrittelee ja yllättää: "Mutta se ei ole lainkaan niin yleistä kuin ovat maanjäristykset. Sade on siis harvinaisempi luonnonilmiö kuin maanjäristys. Jos kondensaation vaara on olemassa, suljemme heti luukut ja käänämme teleskoopit vinottain, jotta vesi ei pääsisi suttaamaan peilin pinnalla olevaa pölyä epätasaisiksi. Kun taas maanjäristys tulee, keskeytämme havainnot ja teleskooppi menee itse järjestysvarotilaan."

Yleisimmät sääharmit ovat kova tuuli ja ajoittain esiintyvät yläpilvet. "Osa havainnoista vaatii todella hyvät olosuhteet, mutta meillä on ko-

ko ajan varastossa sellaisia havaintoja, joita voidaan tehdä hieman huonommassakin säässä", McKinstry toteaa ja esittelee varakohdelistaa.

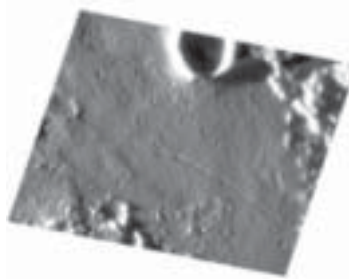
Lista otetaan käyttöön myös silloin, kun jostain syystä yhdestä kohteesta ei voida ajaa saman tien seuraavaan. Teleskooppioperaattori McKinstry voi ottaa silloin rauhallisesti, mutta tähtitieteilijä Väisänen liiposi huuliaan ja haluaisi varmasti suunnata jättiputken tekemään edes pienen havainnon oman tutkimusohjelman kohteista. "Ikävä kyllä en saa minuuttiakaan ilmaista havaintoaikaa siksi, että olen täällä työssä, vaan saan havaita omia kohteitani vain, jos oma anomukseni menee läpi", Väisänen harmittelee, mutta toteaa heti perään: "Toisaalta opin koko ajan huikaisesti, kun käytän näitä laitteita maailman parhaimpien tähtitieteilijöiden kanssa, joten minulla on täällä olemisen ansiosta pieni etulyöntiasema, koska tiedän, miten instrumentit toimivat ja mitä niillä voi tehdä. Eli tässä mielessä on hyötyä myös oman tutkimuksen kannalta."

Joskus saattaa kuitenkin tapahtua jotain yllättävää, kuten viime syksynä, jolloin Väisänen helsinkiläinen kollega Diana Hannikainen huomasi tutkimuksensa kohteena olevan mustan aukon yllättäen kirkastuvan voimakkaasti. Hannikainen mietti, miten saisi harvinaisesta tapauksesta pikaisesti tietoa, ja soitti hätäpäissään Väisänselle. Ja kuinka ollakaan, juuri silloin Paranalilla olleen Väisäsen edessä oli yksi kaukoputki hetken tauolla, joten päivystävän tieteellisen päällikön siunauksella Väisänen sai yhtäkkiä maailman huipputeleskoopin käyttöönsä. Ja Hannikainen sai havaintonsa. "Se on kuitenkin harvinaista herkkua, eikä sellaista ole tapahtunut minulle koskaan aikaisemmin", Väisänen huokaa.

Kun havaintoyö päättyy, teleskoopit pitää laittaa ajoissa nukkumaan päivän ajaksi. "Samoin kuin teleskooppien avaaminen yön alussa, myös niiden sulkeminen on tehtävä tarkistuslistan mukaan tietyssä järjestyksessä." Eli jälleen vertaus lentokoneeseen on osuva, sillä laskeutumisvalmistelut ohjaamossa tehdään listojen avulla, ja lento on ohi vasta, kun kone on aseman edessä parkissa – tai yön rupeama on tehty vasta, kun teleskooppi on sammutettuna suljetussa kupolissaan. "Auringon valo on erittäin vaarallista kaukoputkille, sillä jos putki osoittaisi vähänkin auringon suuntaan, räjähtäisi sen pääpeilin päällä oleva apupeili säteilyn kuumuudesta ja



KIINNOSTAVA infrapunakuva galaksijoukosta nimeltä CL2244-02. Tarkemmin katsottaessa kyseessä on kaksi kuvaa samasta joukosta ja pieni valo-kaari, joka viimeistään kertoo, mistä kuvassa on kyse: galaksijoukon ja Maan välissä on jokin supermassiivinen kappale, kenties musta aukko, joka taivuttaa valoa painovoimallaan samaan tapaan kuin jättiläismäinen linssi.



VLT:n ottama kuva Kuun pinnasta on parempi kuin Apollo-astronauttien napsimat kuvat Kuun kiertoradalta. Kyseessä oli testauskuva, sillä kukaan ei aikaisemmin ollut ajatellut VLT:n jättiputken käyttämistä Kuun pinnan kuvaamiseen.

sataisi palasina pääpeilin päälle, jolloin se olisi mennyttä", McKinstry toteaa ja kertoo edelleen, että siksi teleskoopit suljetaan viimeistään 20 minuuttia ennen auringonnousua.

Tehokas laitos

Tähtitieteen romantiikka on varsin kaukana toiminnasta Paranalin observatoriossa, koska kaikki mahdollinen on automatisoitu ja havaintolaitteet ovat kehittyneet jo niin herkeksi, että jopa havaintotasanteella oleva ihminen häiritsisi lämmöllään herkimpiä mittauksia. Yhden kaukoputken käyttäminen maksaa noin 15 000 euroa yöltä, joten jokainen minuutti on kallis, eikä vanhan ajan tähtitieteen pohtivalle ja hitaalle toi-



TAVANOMAISTEN kuvien lisäksi VLT:llä otetaan runsaasti spektrejä, eli tähtien valo hajotetaan osiin, jolloin tutkijat näkevät, miten kohde liikkuu, mistä se koostuu, millainen sen magneettikenttä on ja paljon muuta. Spektri on kuin valon lähettäjän sormenjälki, ja nykyisin näitä jälkiä saadaan yhdellä kertaa koko joukko.

minnalle ole enää sijaa.

"Havaintojen kannalta tämä on tehokas ja hyvin hoidettu laitos, sillä heidän ei tarvitse tehdä itse paljoakaan, me autamme ihan kädestä pitäen havaintojen suunnittelussa ja toteutuksessa", Petri Väisänen kertoo ja täsmentää: "Tähtitieteilijä tietysti päättää, mitä tehdään, mutta me teemme sen, jotta aikaa ei menisi yhtään hukkaan."

Tehokkuus näkyy joka puolella observatorioaluetta, jota ylläpidetään chileiläisille tyypillisellä järjestelmällisyydellä. Latinalaisen Amerikan mentaliteetti on kaukana Chi-

lestä, minkä huomaa hyvin esimerkiksi Paranalin varastohallissa. "Siinä ovat erilaiset renkaat, siinä on muita autonosia, Puntón osat tuossa ja Land Cruiserin osat tuossa, varamuonaa, juomia, toimistotarvikkeita ja niin edelleen." Paranalin turvallisuuspäällikkö Humberto Varas on selvästi ylpeä järjestelyistään. Pihalla sähköä pienelle astronomiselle kylälle jauhavat dieselgeneraattorit ovat puhtaan valkoisia, ja pieni laakaisukone kaasuttaa päivittäiselle kierrokselleen. Tuulen asfaltille puhaltamaa hiekkää siivotaan pois lähes maanisesti.

Periaatteessa Paranalin observatorioyhteisö ei ole mikään erikoisuus, sillä Atacaman autiomaassa on paljon kaukana sivistyksestä olevia kaivoskyläjä, joissa asuminen ja työnteke vaativat paljon kuljetuksia ja erikoisjärjestelyjä helikoptereista satelliittiyhteyksiin. Siten ei ole kummallista, että Varas on ollut aikaisemmin vastaavassa tehtävässä kaivoskylällä. "Näiden paikkojen huolto on varsin suuri operaatio, sillä esimerkiksi tänne tuodaan joka päivä kolme rekka-autollista vettä ja muutakin tavaraa ja elintarvikkeita."

"Tällaisessa eristetyssä paikassa olemisessa on oma viehätysensä, mutta pitää muistaa koko ajan, että täällä on myös paljon vaaroja", Varas selittää katsoen lähes apaattisen rauhallista autiomaamaaisemaa. "Onnettomuuksia voi aina tapahtua, ja suuri maanjäristys voi tulla koska tahansa." Vaikka observatorion kallista paloautoa ei ole tarvittu vielä kertaakaan tositoimissa, se on moninkertaisesti hintansa arvoinen tulipalon sattuessa. Sama koskee jatkuvasti miehitettyä poliklinikkaa ja pihalla seisovaa erityistä pelastusautoa. "Emme ole tarvinneet tätäkään vielä täällä lainkaan, mutta viranomaiset ovat pyytäneet pari kertaa meidät apuun muualle lähistöön."

Varsin eteläinen observatorio

Humberto Varasin pöydällä on Euroopan eteläisen observatorion puhelinluettelo, joka äkkiseltään ajateltuna on varsin absurdi: ESO on tähtitieteellinen organisaatio, eurooppalainen sellainen, joka operoi kahta suurta observatoriota toisella puolella planeettaamme, Chilessä. Ensimmäinen ajatus Euroopan eteläisestä observatoriosta on pikemminkin jossain Euroopan eteläosissa sijaitseva tähtitorni, vaan ei. Sen sijaan ESO:sta on muotoutunut viime vuosikymmenien aikana yleiseurooppalainen tähtitieteellisen tutkimuksen katto-organisaatio samaan tapaan kuin ESA on avaruustutkimuk-

sessä ja CERN hiukkasfysiikassa. Nykyaikainen tähtitiede vaatii raketien ja kiihdyttimien tapaan kalliita huipputeknisiä havaintolaitteita, joiden rahoittaminen on parasta tehdä yhteisvoimin.

Suomi ei ole vielä ESO:n jäsenmaa, mutta käy parhaillaan neuvotteluja jäsenyydestä. Näin maamme liittyy toivottavasti piankin tähän kymmenen muun Euroopan maan muodostamaan järjestöön, joka sai alkunsa vuonna 1953 Leidenin yliopiston seminaarihuoneessa. Yliopistossa työskennellyt kuuluisa saksalainen tähtitieteilijä Walter Baade sai ajatuksen yhteiseurooppalaisesta, eteläisen pallonpuolen taivaan alle perustettavasta tähtitornista ja keräsi kollegoitaan asiaa pohtimaan. Prosessi eteni vauhdilla, ja jo seuraavana vuonna Belgian, Ison-Britannian, Ranskan, Saksan, Hollannin ja Ruotsin edustajat sopivat ESO:n perustamisesta.

Perusajatuksena oli pystyttävä Etelä-Afrikkaan kolmemetrillä teleskoopilla ja 1,2-metrillä Schmidt-kameralla varustettu tähtitieteellinen tutkimuslaitos. Sen tekemisen aloittaminen viivästyi kuitenkin yli kymmenellä vuodella, sillä monien byrokraattisten kiemuroiden jälkeen viimeinen ESO:n perustajamaa ratifioi virallisesti asian vasta vuoden 1964 alussa. Silloin kuitenkin tutkijat olivat ennättäneet löytää jo paremman paikan observatoriolleen, sillä tutkimuksissa Chilessä, Santiagon pohjoispuolella olevien vuorten alueella, olosuhteet olivat osoittaneet erinomaisiksi.

Vuoden 1964 lokakuussa ESO allekirjoitti sopimuksen Chilen hallituksen kanssa 627 neliökilometrin alueen ostamisesta Cinchadovuoren pohjoisosasta, ja koska Chile oli hyvin kiinnostunut saamaan maahan huipputekniikkaa edustavan tutkimuslaitoksen, hinta oli hyvin edullinen. Paikka ristittiin La Sillaksi (satula), koska paikalliset hiilenpoltajat kutsuivat aluetta sillä nimellä. 1960-luvun lopussa La Sillan uuteen

observatorioon asennettiin muutama keskikokoinen kaukoputki, ennen kuin vuonna 1976 sinne saatiin viimein alun perin suunniteltu suuri 3,6-metrinen havaintolaite.

La Sillasta kehittyi nopeasti suuri tähtitieteellisen tutkimuksen keskus, sillä ESO:n omien havaintolaitteiden lisäksi monet maat rakensivat sinne omia teleskooppejaan. ESO lisäsi omaa putkistoaan ensin 2,2-metrillä perinteisellä kaukoputkella ja viimein vuonna 1989 3,5 metrin peiällä varustetulla mullistavalla, uuden tekniikan teleskoopilla NTT:llä (New Technology Telescope). NTT oli itse asiassa jo kokeiluvärsio piirustuslaudoilla hahmottuvasta jättiläisestä, jonka sijoituspaikaksi La Silla olisi liian pieni. Ja sille haluttiin löytää muutenkin maailman paras havaintopaikka – oli se sitten Chilessä tai ei.

Atacaman jättiläinen

Jos aikanaan La Sillan alue oli nähtänyt maailman parhaalta paikalta tähtitieteellisten havaintojen tekemiseen, Atacama on osoittautunut sittemmin vieläkin paremmaksi. Alueella tehtiin maastotutkimusta ja ilmakehän mittauksia 1980-luvulla, ennen kuin ESO:n neuvosto valitsi joulukuussa vuonna 1990 Atacaman autiomaan eteläosissa sijaitsevan Cerro Paranal -vuoren uuden jättiläisobservatorion VLT:n sijoituspaikaksi. Chilen hallitus luovutti ESO:lle noin 725 neliökilometriä ympärivää maata sillä ehdolla, että rakennustyöt paikalla aloitetaan viiden vuoden sisällä. Ja ne alkoivat: ensimmäiset räjäytykset tehtiin vuoden 1991 alussa ja seuraavien vuosien aikana sen lisäksi että koko vuoren huippu lanattiin tasaiseksi, myös vuoren alarinteeseen rakennettiin pieni kylä huoltotoimia ja asumista varten.

Paranalin huipulta rahdattiin yli 35 000 kuutiometriä maata pois, minkä seurauksena vuoren korkeus putosi 28 metriä ja havaintotasanteen lopulliseksi korkeudeksi merenpinnasta tuli 2 635 metriä. Tasan-

teeseen rakennettiin tunnelien verkosto tulevaa interferometriä varten sekä perustukset neljälle teleskoopille.

Tietä pitkin kahden kilometrin päähän vuoren välittömän huipun juurelle 2 360 metrin korkeuteen rakennettiin niin sanottu perusleiri, jonne sijoitettiin teleskooppien peilien uudelleenaluminointilaitos, toimistot, työpajat, asuintilat, varastot ja muut tarpeelliset laitokset vesisäiliöistä sähköntuotantoon.

Samaan aikaan kun puskuotraktorit aloittivat työt Paranal-vuoren huipulla, sulatettiin Saksassa 45 tonnia lasia ensimmäisen peilin koehiontaa varten. 1 400-asteinen lasimassa kaadettiin erikoiseen muottiin, joka nostettiin pyörivälle alustalle. Kun sula lasikiekkö pyöri akselinsa ympäri, keskipakovoima muovasi siitä raastasti peilin muotoisen, minkä jälkeen kovettuneen peiliahion hiominen oli helpompaa.

Monen erilaisen hiontakerran jälkeen VLT:n ensimmäinen peili painoi 23,5 tonnia ja oli maailman suurin lajissaan. Lisäksi lopullisen hionnan ja kiillotuksen jälkeen se oli myös maailman tarkimmin hiottu peili: sen kooltaan 50 neliometriä olevan pinnan virhe oli maksimissaan vain 0,00005 millimetriä.

VLT:n ensimmäinen teleskooppiyksikkö valmistui vuonna 1998, ja viimeinen näki ensivalonsa syksyllä vuonna 2000. Nyt Paranalilla rakennetaan teleskoopit yhdistävää interferometriä valmiiksi ja systeemille erillistä 2,6-metrillä peiällä varustettua ohjauskaukoputkea. Interferometrillä otetaan jo koekuvia, ja tutkimuskäyttöön se tulee ensi vuonna, mutta lopulliseen muotoonsa se saataneen vasta vuonna 2010.

Mitä Paranalin jälkeen?

Vaikka Chile onkin erinomainen paikka observatorioille ja sinne ollaan tekemässä muun muassa ESO:n seuraavaa suurprojektia, ALMA-radioteleskooppi, on mahdollista, että suuremmat optiset ha-

vaintolaitteet menevät kuitenkin muualle.

ESO suunnittelee parhaillaan satametrillä peiällä varustettua teleskooppi, joka olisi kooltaan Eiffeltornin luokkaa. Gigateleskooppi kuulostaa tieteistarinalta, mutta on itse asiassa täysin mahdollinen jo nykytekniikalla. On kuitenkin mahdollista, ja jopa todennäköistä, ettei se kestä Chilen maanjäristyksiä ja sille olisi rakenteellisesti muutenkin otollinen paikka vuorenhuipun sijaan laaja maljamainen laakso. Alustava paikanhaku on hilaamassa megateleskooppi poliittisesti epästabiileihin Aasian entisiin neuvostotasavaltoihin, mutta asiaa kauhisteltaessa kannattaa muistaa, missä tilassa Chile oli vielä jokin aika sitten: maa oli diktatuuri, ja sitä edeltänyt aika 1970-luvun alussa oli poliittisesti kuohuvaa aikaa.

Nyt Chile on kuitenkin siisti ja toimiva maa, joka sopii myös muuten kuin havainto-olosuhteiltaan erinomaisesti ESO:n ja muiden suurten observatorioiden isäntämaaksi. Ensikäynnin perusteella sinne jäi jopa pieni kaiho – luonnonkaunis maa, sen viinit ja unohtumaton tähti-taivas kutsuvat takaisin kauriin kääntöpiirille muitakin kuin ammattitähittähtitieteilijöitä.

"Tämä on upea paikka, on kyse sitten VLT:stä tai Chilestä yleisesti", Helsingissä opiskellut ja välillä Yhdysvalloissakin asunut Väisänen sanoo haikeasti. "En ollut koskaan aikaisemmin käynyt Latinalaisessa Amerikassa, ja on suuri kokemus asua koko perheen kanssa täällä parin vuoden ajan. Ja ammatillisesti on tietysti valtavan kiinnostavaa saada tehdä työtä ESO:ssa ja täällä Paranalilla."

Pilvet makaavat Tyynen valtameren päällä taivaanrannassa, aurinko hohtaa täysin sinisellä taivaalla ja ympärillä avautuu Marsin maisema. "On hauskaa olla tähtitieteilijä. Ei tällaiseen paikkaan muuten pääsisi työtä tekemään. Ja tässä ammatissa jos missä, saa olla aika suurien asioiden kanssa tekemisissä." ZZA