

# UVODNA POJASNILA

Astronomija je vsakomur dostopna in tudi vizualna znanost, zato je zelo primerna za didaktiko znanosti. V zadnjih letih so NASA, ESA, vesoljski teleskop Hubble in teleskopi ESO na observatorijih La Silla in Paranal v Čilu javnosti predstavili osupljive podobe globin vesolja. Toda teleskop Hubble in Esovi teleskopi ne prinašajo le čudovitih posnetkov vesoljskih teles, temveč so to za astronome neprecenljiva orodja. Ti sodobni teleskopi imajo izjemno ločljivost in zato omogočajo pred tem nedosegljiv in oster pogled v vesolje, ki daje odgovore na še nerešena vprašanja o vesolju in telesih v njem.

Analize sodobnih opazovanj so v podrobnostih res zapletene, a na osnovni ravni pogosto dovolj enostavne, da jih lahko razumejo in izvedejo tudi srednješolci in študenti nižjih letnikov naravoslovno-matematičnih usmeritev. Pričujoča zbirka vaj je nastala v sodelovanju ESE, evropskega partnerja pri projektu vesoljskega teleskopa Hubble, ki ima tudi pravico do 15 % opazovalnega časa tega teleskopa, in Evropskega južnega observatorija ESO.

Cilj zbirke je predstavitev manj obsežnih nalog, katerih namen je prenesti raziskovalno žilico in vznemirjenje ob znanstvenih odkritjih na dijake in študente. Z osnovnim znanjem geometrije in elementarnim fizikalnim razmišljanjem lahko dijaki in študenti pridejo do rezultatov, ki so primerljivi z rezultati bolj sofisticiranih analiz, kakršne najdemo v strokovni literaturi.

V uvodnih pojasnilih podajamo osnove delovanja in raziskovanja z vesoljskim teleskopom Hubble in teleskopi na Esovih observatorijih, pa tudi kratke opise teleskopov, instrumentov in njihovega načina delovanja, vendar dovolj podrobno, da pojasnimo vrste opazovanj, ki so zajete v nalogah.

Slovenski prevod je nastal na podlagi angleškega originala. Res je, da je angleščina jezik sodobne znanosti, a smo s slovenskim prevodom astronomijo želeli približati širšemu krogu dijakov in študentov, ki so šele na poti k pismenosti v strokovni angleščini.

Sodobna pedagogika je spoznala, da moramo preseči okvire med različnimi temami in področji znanosti ter jih povezati v multidisciplinarne vaje, ki pri mladih razvijajo in krepijo različne veščine. Prav ta cilj hočemo doseči tudi s pričujočimi vajami.

Posamezno vajo sestavljajo spremno besedilo, vrsta vprašanj, meritev in matematičnih izračunov. Vaje lahko uporabimo pri klasičnem pouku ali pa jih dijakom in študentom damo kot samostojno ali skupinsko seminarsko delo.

Posamezna vaja je samostojna in ni povezana z drugimi vajami. Priporočamo pa, da mentorji osnovne pojme predelajo skupaj z dijaki in študenti, razen če ti niso že del siceršnjega pouka, šele nato pa jih napotijo na reševanje vaj.

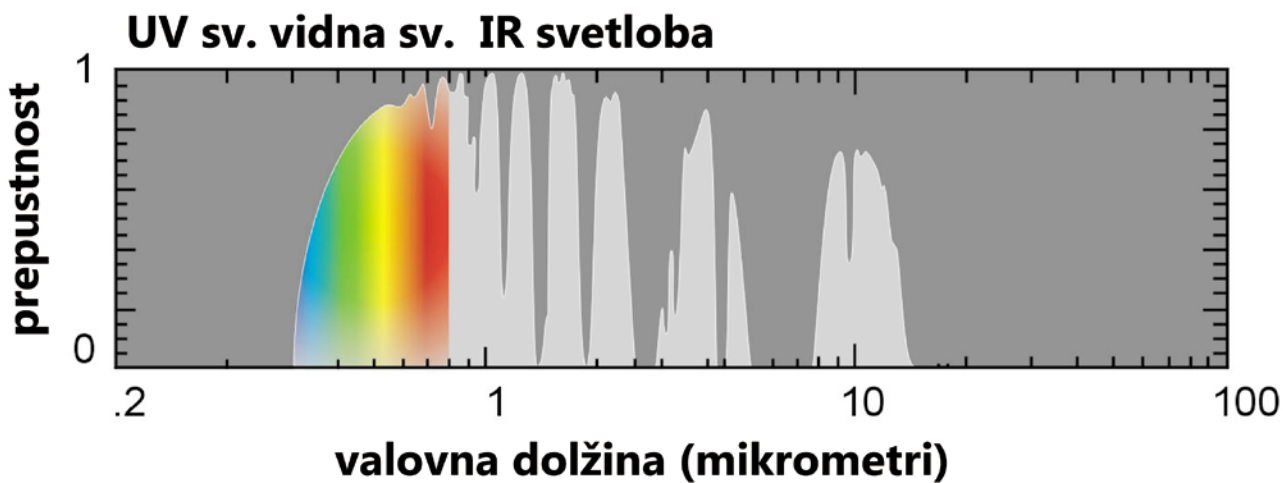
## Vesoljski teleskop Hubble

26. aprila 1990 so astronomi raketoplana Discovery v orbito »splovili« vesoljski teleskop Hubble. To je se je zgodilo 67 let po tem, ko je nemški pionir raketarstva H. Oberth predstavil zamisel o smiselnosti astronomskih opazovanj iz vesolja, s čemer bi se izognili motečim vplivom ozračja. Prve resne predloge o velikem vesoljskem teleskopu so pri Nasi obravnavali v zgodnjih 60. letih 20. stoletja. Po vrsti analiz izvedljivosti takega projekta je leta 1977 stekel skupni program NASE in ESE. Končni rezultat je vesoljski teleskop Hubble, ki kljub relativno majhnemu primarnemu zrcalu premera 2,4 metra, po kakovosti opazovanj presega vse sodobne zemeljske teleskope.

Slika v zemeljskih teleskopih je popačena zaradi prehoda svetlobe vesoljskih teles

skozi ozračje. Ne glede na velikost teleskopa je zaradi tega učinka njegova ločljivost omejena na približno polovico kotne sekunde (1 kotna sekunda je 1/3600 kotne stopinje). V vesolju pa ni motečega vpliva ozračja, zato tam zvezde ne migetajo in je ločljivost vesoljskega teleskopa odvisna samo od njegovih optičnih karakteristik in natančnosti sledenja. Vesoljski teleskop Hubble ima zato kar petkrat boljšo ločljivost od velikih zemeljskih teleskopov. Ločljivost zemeljskih teleskopov lahko primerjamo z branjem časopisnih naslovov na razdalji enega kilometra, s Hubblem pa bi na tej razdalji lahko brali tudi drobni tisk!

Prav ta zmožnost boljšega zaznavanja podrobnosti je glavna Hubblova prednosti pred drugimi teleskopi. Ne le, da Hubble omogoča bolj podrobno preučevanje znanih vesoljskih teles, »vidi« in preučuje lahko tudi prej neznan teles, ki jih zaradi šibkega sija s površja Zemlje ni mogoče zaznati. Zaradi tega je Hubble tudi razširil obzorje opazovanega vesolja. Vesoljski teleskopi lahko zaznavajo svetlobo v širšem območju elektromagnetnega spektra kot zemeljski teleskopi, saj ozračje svetlobo v nekaterih območjih spektra močno absorbira (slika 1).



*Slika 1*

*Vesoljska telesa oddajo svetlobo v zelo širokem območju valovnih dolžin, toda ozračje prepušča le nekatere valovne dolžine svetlobe. Na grafu je prikazana prosojnost ozračja v odvisnosti od valovne dolžine svetlobe. Vidimo, da ozračje ultravijolično svetlobo skoraj popolnoma vpije oz. sipa, kar velja tudi za večji del infrardeče svetlobe.*

# VESOLJSKI TELESKOP HUBBLE



## Instrumenti

- 2 kameri
- 2 spektrografa
- 3 senzorji za vodenje

Glavni opazovalni instrument teleskopa Hubble je kamera WFPC2, ki je opremljena s številnimi filtri in omogoča opazovanja v območju med 1000 nm v infrardeči svetlobi in 115 nm v ultravijolični svetlobi.

## Teleskop

primarno zrcalo	Ritchey-Chrétien	2,4 m
celotna dolžina		15,9 m
premer (zložene sončne celice)		4,2 m
razpon sončnih celic		12,1 m
masa		11.110 kg
natančnost sledenja		0,007 ločnih sekund/dan

## Orbita

višina (prvotna)		598 km
naklon glede na ekvator		28,5 stopinje
življenjska doba		25 let (do leta 2015)

Dodatne informacije o vesoljskem teleskopu Hubble so dostopne na spletnih naslovih: [hubble.esa.int](http://hubble.esa.int) in [www.stsci.edu](http://www.stsci.edu).

## Esovi teleskopi VLT

VLT je kratica za *Very Large Telescope* (zelo velik teleskop). To je največji sistem teleskopov na svetu za opazovanje v vidni in infrardeči svetlobi. Osnutki VLT segajo že v konec 70. let 20. stoletja. Osnovni načrt zanje so evropski astronomi temeljito preučili v začetku 80. let. Na osnovi natančnega tehničnega načrta in z njim povezanega finančnega plana za izgradnjo in delovanje VLT je Svet ESO decembra 1987 dal zeleno luč za ta izjemen projekt.

ESO, meddržavno raziskovalno organizacijo, so leta 1962 ustanovile Belgija, Francija, Nemčija, Nizozemska in Švedska, da bi »s skupnimi močmi ustanovili astronomski observatorij z velikimi inštrumenti na južni polobli in da bi sporazumno promovirali in organizirali mednarodno sodelovanje pri astronomskih raziskavah«. Kasneje so se organizaciji ESO pridružile še Danska, Italija, Portugalska in Švica, leta 2002 Velika Britanija in za njo še vrsta drugih držav. ESO upravlja dva vrhunska observatorija, Paranal in La Silla. Cerro Paranal, 2635 m visoka gora (24 stopinj 37 minut južno, 70 stopinj 24 minut zahodno), leži na severu Čila, 12 kilometrov od pacifiške obale, 130 km južno od Antofagasta, 1200 km severno od Santiaga de Čile in 600 km severno od La Sille. To je eno najbolj suhih območji na svetu – puščava Atakama. Ker je slabo vreme največji sovražnik astronomije, so pri ESO naredili obsežne podnebne študije, preden so za lokacijo observatorija VLT izbrali Cerro Paranal, kjer je do 350 jasnih noči na leto.

VLT sestavljajo štirje teleskopi (UT) s premerom primarnih zrcal 8,2 metra. Ozračje moti prehod svetlobe, zato zvezde migetajo. Da bi odpravili moteče vplive ozračja, so teleskopi opremljeni z adaptivno optiko. Slike, ki jih posnamejo z VLT, so zaradi tega tako ostre, kot bi se teleskopi nahajali v vesolju.

VLT je opremljen tudi s številnimi visokotehnološkimi astronomskimi instrumenti. Vsi štirje UT teleskopi delujejo od konca leta 2000 in so pripomogli k številnim vznemirljivim znanstvenim odkritjem. Od leta 2007 v okviru VLT delujejo še štirje 1,8-metrski pomožni teleskopi (AT). Ti lahko delujejo samostojno ali pa se povežejo z UT in delujejo kot interferometer, katerega ločljivost je primerljiva s teleskopom premera zrcala 200 metrov.



Slika 2

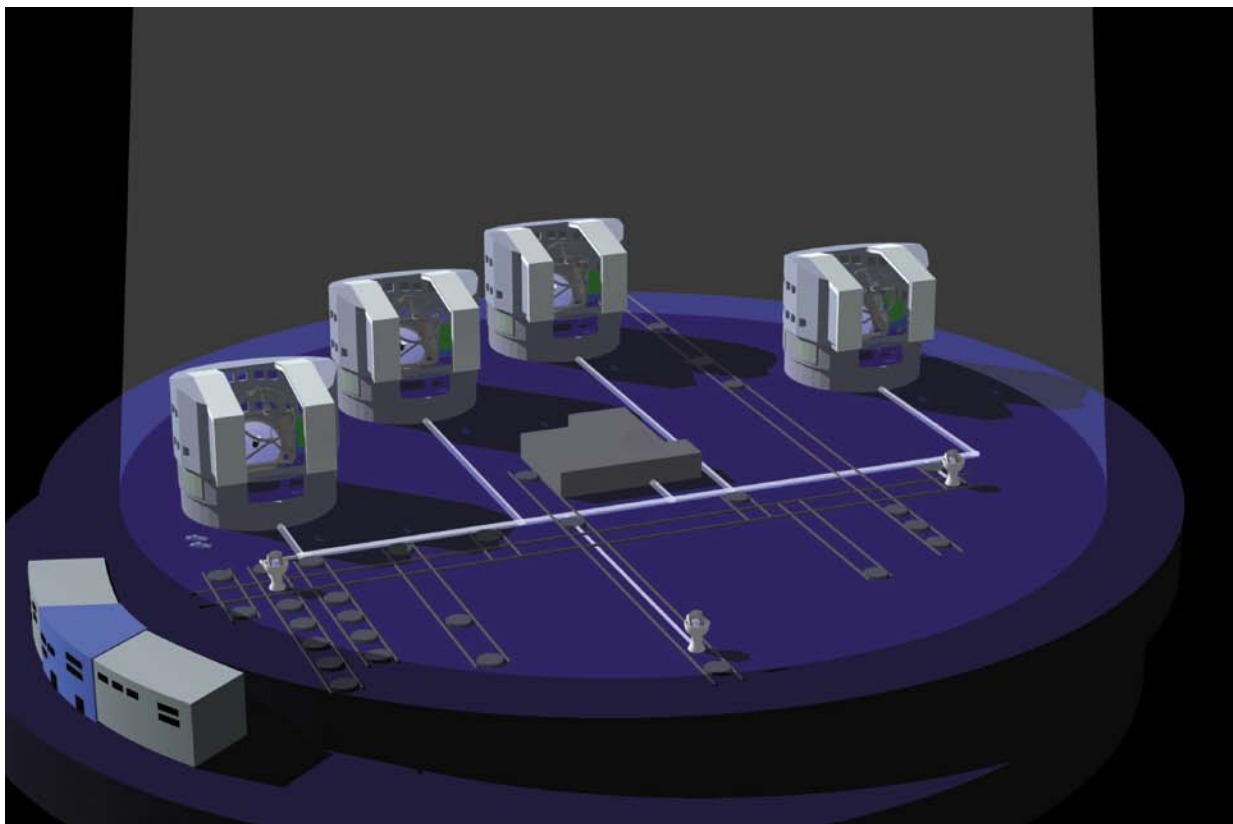
Na karti sta označeni legi observatorijev La Silla in Paranal v Čilu.

## Izgradnja VLT

Gradbena dela na Cerru Paranal so se začela leta 1991, šest let pozneje pa je na observatorij prispelo prvo od štirih velikih zrcal. V noči med 25. in 26. majem 1998 je prvo luč ugledal prvi teleskop UT1 ANTU. ANTU v jeziku mapuche pomeni Sonce. Ostali trije velikani UT so prvo luč ugledali marca 1999, januarja 2000 in septembra 2000.

Štirje veliki teleskopi VLT UT so postavljeni na altazimutni montaži, na kateri se cev teleskopa vrti okoli vodoravne osi (po višini). Nosilca cevi sta pritrjena na vilice, ki se vrtijo okoli

FORS1 in njegov dvojček FORS2 sta proizvoda ene najbolj natančnih in naprednih tehnoloških raziskav za zemeljske astronomske instrumente. Instrumenta FORS sta napravi, ki omogočata različne vrste opazovanj. Z njima je na primer mogoče posneti sliko pri dveh različnih povečavah, spektre pri različnih ločljivostih za eno ali več vesoljskih teles hkrati. Tako lahko FORS najprej zazna sliko daljne galaksije, takoj zatem pa posname njen spekter, iz česar je denimo mogoče določiti oddaljenost galaksije in vrste zvez v njej.



navpične osi (po azimutu), kar omogoča usmeritev teleskopa v poljubno točko na nebu.

15. septembra 1998 je začel delovati spektrograf FORS1 (FOcal Reducer and Spectrograph) na teleskopu ANTU, ki je takoj začel dajati izjemne astronomske slike. FORS1 in drugi instrumenti na VLT so tako na široko odprli okno za nove izzive evropske astronomije.

*Slika 3  
Prikaz interferometra VLT*

**Več informacij o ESO VLT  
najdete na spletnem naslovu  
[www.eso.org](http://www.eso.org).**