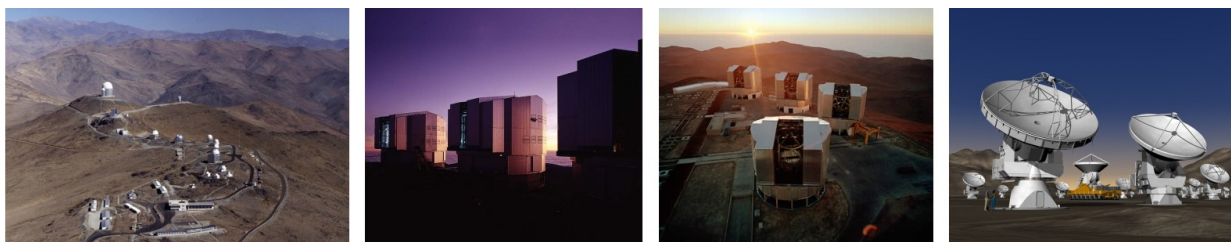


# VŠETKO o ESO



## Obsah

- Európske južné observatórium ESO
- ESO a astronómia
- ESO a priemysel
- ESO a Európska únia
- Dôvody pre vstup do ESO



Obrázok 1: Observatórium La Silla, Very Large Telescope a rádioteleskop ALMA (zľava doprava).

## Európske južné observatórium (European Southern Observatory ESO)

ESO, alebo tiež Európska organizácia pre astronomický výskum na južnej pologuli, je medzivládna organizácia venujúca sa vede a technológiám v oblasti astronómie. Zameriava sa hlavne na dizajn, výrobu a prevádzku špičkových pozorovacích zariadení za účelom dosiahnutia dôležitých astronomických objavov. Má zároveň vedúcu pozíciu pri podpore a vytváraní spolupráce v rámci celosvetovej astronomickej obce.

Plány pre vznik ESO sa začali formovať už v roku 1953 na konferencii v Groningene v Holandsku. Nasledoval výber polohy pre jeho výstavbu, pričom sa rozhodovalo medzi Južnou Afrikou a Južnou Amerikou.

ESO vzniklo v roku 1962 a zakladajúcimi členmi boli Belgicko, Nemecko, Francúzsko, Holandsko a Švédsko. V roku 1963 bolo vybrané Chile v Južnej Amerike ako najvhodnejšie miesto pre výstavbu ďalekohľadov Európskeho Južného Observatória.

V súčasnosti má už 14 členov: Belgicko, Nemecko, Francúzsko, Holandsko, Švédsko, Dánsko, Švajčiarsko, Taliansko, Portugalsko, Veľká Británia, Fínsko, Španielsko, Česká Republika a Rakúsko.

### Vybavenie

ESO disponuje najmodernejšími pozorovacími zariadeniami sveta na troch miestach v Chile - La Silla, Paranal a Chajnantor, ktoré sú najlepšimi pozorovacími lokalitami na južnej pologuli.

- **La Silla**

Na tomto mieste sa nachádzajú tri teleskopy ESO, menovite MPG/ESO 2.2m Telescope, ESO 3.6m Telescope a New Technology Telescope (NTT). MPG/ESO 2.2m Telescope je ďalekohľad s priemerom objektívu 2.2 m. ESO 3.6m Telescope je ďalekohľad s priemerom objektívu 3.6 m, a NTT je ďalekohľad s priemerom objektívu 3.58 m, vybaveným adaptívnou optikou. Všetky tieto ďalekohľady pracujú v optickej a blízko-infračervenej oblasti.

- **Paranal**

Paranal je sídlom najväčšieho zo všetkých súčasných zariadení ESO s názvom Very Large Telescope alebo VLT. Pozostáva zo štyroch hlavných ďalekohľadov s objektívom o priemere 8.2 m schopných pracovať nielen samostatne s množstvom naištalovaných zariadení, ale tiež ako interferometer (VLTI) pomocou 4 pomocných ďalekohľadov s priemerom objektívu 1.4 metra. Všetky tieto ďalekohľady sú schopné pozorovať žiarenie vo viditeľnej a blízko-infračervenej oblasti spektra. Rozlíšenie zobrazovania, ktoré je toto zariadenie schopné dosiahnuť ako interferometer je na úrovni tisícín uhlovej sekundy.

Nedávno bol na Paranale spustený do prevádzky teleskop VISTA (Visible and Infrared Survey Telescope for Astronomy) s priemerom objektívu 4 m, ktorý bude mapovať oblohu v infračervenej oblasti spektra.

V roku 2010 by mal byť do prevádzky spustený tiež teleskop VST (VLT Survey Telescope) s priemerom objektívu 2.6 metra, ktorý bude dopĺňať VISTA-u a monitorovať oblohu vo viditeľnej časti spektra.

- **Chajnantor**

Chajnantor je miestom teleskopu APEX a budúceho obrovského rádioteleskopu ALMA, ktorý sa začal stavať už v roku 2003 a má byť dokončený v roku 2012.

APEX (Atacama Pathfinder Experiment) je upravený prototyp rádioteleskopu určeného pre rádioteleskopický komplex ALMA. Má priemer 12 metrov a je schopný pozorovať žiarenie s optickou dĺžkou od 0.2 do 1.4 mm.

ALMA (Atacama Large Millimeter Array) bude komplex rádioteleskopov s priemerom 12 metrov, pričom základňa tohto zariadenia bude meniteľná od priemeru 16 km do iba 150 m. Jeho pozorovacia schopnosť bude zahŕňať frekvencie od 30 až po 950 GHz.

Pre potreby ďalšej generácie astronómov je dlhodobým plánom ESO vybudovať teleskop E-ELT (European-Extremely Large Telescope) s priemerom objektívu 42 metrov vybaveným adaptívnou optikou, ktorý bude zhruba 100x citlivejší ako je v súčasnosti VLT.

## Organizácia a riadenie

ESO je vedené generálnym riaditeľom, voleným Radou ESO. V súčasnosti je ním Prof. Tim de Zeeuw. Riadiacim telesom ESO je jeho Rada, ktorá deleguje povinnosti výkonnej moci pod vedením generálneho riaditeľa. Ďalšími riadiacimi orgánmi sú: Finančná komisia, Vedecko technická komisia, Komisia pre pozorovací program a Komisia používateľov.



Obrázok 2: Systém interagujúcich Galaxií s názvom Bird , Galaxia Centaurus A , Planetárna hmlovina Helix a pohľad na Very Large Telescope (zľava doprava).

## ESO a astronómia

Hlavným cieľom ESO je poskytovať astronómom tie najmodernejšie výskumné zariadenia a tým im umožniť podieľať sa na poprednom výskume v najlepších podmienkach. Zatiaľ čo La Silla je prvým a zároveň najproduktívnejším observatóriom ESO vo svete, jeho hlavným zariadením je ďalekohľad Very Large Telescope (VLT) na Observatóriu Paranal. VLT bol spustený do prevádzky 1. apríla 1999. Odvtedy sa stihol podieľať na množstve unikátnych vedeckých objavov. V roku 2005 bol tiež spustený do prevádzky 12 metrový teleskop APEX pozorujúci žiarenie so submilimetrovou vlnovou dĺžkou na plošine Chajnantor, kde ESO a jeho partneri stavajú gigantický rádioteleskop ALMA (Atacama Large Millimeter Array).

Astronómovia na celom svete aktívne využívajú zariadenia ESO, ktoré za rok dostane zhruba 2000 návrhov na pozorovania. Vyhovieť všetkým sa ale nedá, pretože tieto pozorovania si dokopy vyžadujú okolo 4 – 6x viac nocí, ako je ESO schopné v súčasnosti svojimi ďalekohľadmi pozorovať. ESO je najproduktívnejším pozemským observatóriom na svete, čo sa každoročne premieta do počtu referovaných publikovaných článkov: iba v roku 2008 bolo vydaných zhruba 700 článkov založených na dátach z ESO. Navyše, tieto vedecké články sú citované 2x častejšie ako je priemer vo všeobecnosti.

Veľmi vysoká efektivita zariadení ESO produkuje obrovské množstvo dát veľkou rýchlosťou. Tieto sú ukladané do jeho vedeckého archívu (Science Archive Facility). Tento archív obsahuje momentálne viac ako 1.5 milióna obrázkov alebo spektier v celkovom objeme asi 65 TB. Takýto objem dát je porovnateľný s obsahom približne 30 miliónov kníh s počtom strán 1000; tie by zabrali viac ako 1000 km poličiek.

Ďalekohľadmi ESO skúmajú astronómovia kľúčové otázky, ktoré sú výzvou pre náš rozum a predstavivosť. Astronómia je štúdium veľkých záhad, zrodov a apokalyptických udalostí v našom Vesmíre. No je najmä najodvážnejším ľudským pokusom o pochopenie sveta v ktorom žijeme.

Práve kvôli týmto cieľom si astronómia vyžaduje tie najdomyselnejšie prístroje a metódy aké boli kedy vymyslené. Najmodernejšia technológia zohráva v astronómii veľmi dôležitú úlohu.

ESO tiež hostuje organizáciu, ktorá poskytuje služby pre európskych vedcov pracujúcich s Hubblovým vesmírnym ďalekohľadom (European Coordinating Facility for the Hubble Space Telescope HST). HST je spoločným vesmírnym observatóriom ESO a NASA, schopným pozorovaní v optickom, infračervenom a ultrafialovom svetle, ktorý znamenal pre astronómiu revolúciu v mnohých smeroch nielen tým, že je efektívnym nástrojom pre nové objavy, ale tiež podporovaním astronomického výskumu vo všeobecnosti.

## **10 najdôležitejších objavov ESO**

### **1. Zrýchľujúce sa rozpínanie Vesmíru**

Na základe pozorovaní explodujúcich hviezd (supernov) teleskopmi observatória La Silla, dva nezávislé výskumné tímy ukázali, že rozpínanie Vesmíru sa zrýchľuje.

### **2. Prvý snímok exoplanéty**

VLT nasnímal ako prvý na svete planétu mimo Slnčnej sústavy. Planéta s 5násobnou hmotnosťou Jupitera obieha nevydarenú hviezdu, takzvaného hnedého trpaslíka, vo vzdialenosti asi 55krát väčšej ako je tá medzi našou Zemou a Slnkom.

### **3. Hviezdy obiehajúce čiernu dieru v centre Mliečnej cesty**

Viacero z najlepších ďalekohľadov ESO bolo použitých počas 16 rokov za účelom získania najdetailnejšieho pohľadu na okolie obra schovávajúceho sa v srdci našej galaxie – supermasívnu čiernu dieru.

### **4. Prepojenie medzi zábleskami gamma a supernovami**

Ďalekohľady ESO poskytli definitívne dôkazy o prepojení dlhých zábleskov gamma so supernovami -konečnými explóziami masívnych hviezd.

### **5. Pohyb hviezd v Mliečnej ceste**

Po viac ako 1000 pozorovacích nociach na La Silla v priebehu 15 rokov určili astronómovia vlastné pohyby viac ako 14000 hviezd podobných Slnku v našej blízkosti a ukázali, že naša domovská galaxia viedla oveľa turbulentnejší a chaotickejší život ako sa doposiaľ myslelo.

### **6. Najstaršia hviezda známa v Mliečnej ceste**

Pomocou VLT sa zistil vek najstaršej známej hviezdy v našej galaxii - Mliečnej cesty. Pred 13.2 miliardami rokov sa táto hviezda zrodila v počiatkoch formovania sa hviezd vo Vesmíre.

### **7. Zrážky neutrónových hviezd – prepojenie so zábleskami gamma**

Teleskop na La Silla pozoroval doznievajúci krátkodobý záblesk gamma vo viditeľnom svetle po prvý krát

a tým odhalil, že tieto objekty majú pravdepodobne pôvod v kolízii dvoch neutrónových hviezd.

## 8. Nezávislé meranie teploty Vesmíru

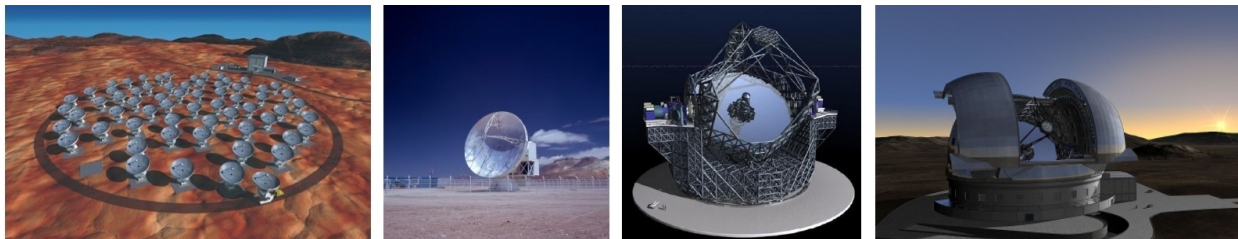
VLT zaregistroval po prvý krát svetlo produkované molekulami uhlíka z galaxie vzdalenej od nás skoro 11 miliárd svetelných rokov, čo umožnilo astronómom získať veľmi presné merania kozmickej teploty v danej epoche.

## 9. Najvzdialenejší pozorovaný objekt

VLT získalo spektrum jedného z najvzdialenejších a zároveň najmladších objektov vo Vesmíre, viditeľného iba 600 miliónov rokov po Veľkom Tresku.

## 10. Objav najľahšej exoplanéty

Spektrograf HARPS, ktorý je nainštalovaný na 3.6m ďalekohľade ESO na La Silla pomohol astronómom objaviť systém s doteraz najľahšou exoplanétou o hmotnosti iba dvojnásobku hmotnosti Zeme.



**Obrazok 3: Rádioteleskop ALMA, Teleskop APEX a dizajnové návrhy teleskopu E-ELT (zľava doprava)**

## ESO a priemysel

Kvôli vývoju kľúčových technológií zajtraška pracujú vedci a inžinieri ESO aktívne s kolegami z európskeho priemyslu a iných európskych výskumných ústavov. V skutočnosti zohráva európsky priemysel pre ESO životne dôležitú úlohu. Jeho projekty by nebolo možné uskutočniť bez aktívnej účasti partnerov z európskej komercie a Chile. Navyše, prenos technológií vyvinutých pre ESO smerom k ľuďom zvyšuje hodnotu výskumných a rozvojových aktivít ESO pre spoločnosť ako celku, špecificky v jeho členských štátoch.

Niektoré z výskumno-rozvojových aktivít zahŕňajú nové opto-mechanické a opto-elektronické systémy a vysoko presné kontrolné a riadiace mechanizmy. Iné sa týkajú hardwaru a softwaru pre ďalekohľady a prístroje, matematicky pokročilé analýzy snímok a optimálnu údržbu, archiváciu či získavanie veľkého množstva dát. ESO vyvinulo revolučnú technológiu - Aktívnu optiku a zohrávalo dôležitú úlohu pri rozvoji Adaptívnej optiky pre civilné aplikácie. Tieto systémy nie sú veľmi dôležité iba pre nasledujúcu generáciu ďalekohľadov, ale aj pre optické inžinierstvo. V súčasnosti sa technika sledovania vlnových frontov (súčasť adaptívnej optiky) využíva napríklad v modernej medicíne v spojení s laserovou chirurgiou pri korekciách očnej aberácie<sup>1</sup>.

ESO je v blízkom styku s mnohými skupinami a univerzitnými ústavmi pracujúcimi v oblasti rozvoja technológií v jeho členských štátoch. Tým sú európski astronómovia aktívne zapojení nielen do plánov a realizácie vedeckých prístrojov pre VLT-VLTI, ale aj do realizácie iných už existujúcich či plánovaných teleskopov. Vývoj zariadení ponúka dôležité príležitosti pre národné vedecké centrá excelentnosti, ktoré priťahujú mnohých mladých vedcov a inžinierov.

<sup>1</sup> Aberácia je odchýlka zobrazovania optického systému pri ktorej dochádza k nasmerovaniu svetelných lúčov mimo jeho ohniska.

## Zmluvy a obstarávanie

Hlavná zodpovednosť pri vypisovaní tendrov a ich ohodnocovaní, tvorbe cien, obstarávaní produktov v súlade s predpismi ESO a koordinácia Komisie pre udeľovanie kontraktov spočíva na pleciach Oddelenia pre zmluvy a dodávanie (Contracts & Procurement Department).

### Zopár vypísaných tendrov ESO (stav k 4.1.2009) :

- Služby v oblasti transportu medzi letiskom Arturo Merino Benitez a Santiagom
- Súkromná bezpečnostná služba vo Vitacure
- Dodávky paliva pre observatórium na La Silla a Paranal
- Civilná práca pre operačné podporné zariadenie observatória ALMA
- Výstavba základov pre 4 antény projektu ALMA v San Pedro de Atacama a Toconao
- Prepravné služby pre observatórium ALMA
- Dizajnový koncept pre návštevnícke centrum ESO na Mount Paranal
- Prístupová cesta k observatóriu ALMA
- Nábytok pre operačné a podporné strediská observatória ALMA
- Dizajn, výroba a testovanie detektora hviezd pre adaptívnu optiku určenú pre E-ELT za fixnú cenu 1.5 milióna eur

## Transfer technológií

Transfer technológií v ESO má za cieľ zvýšiť hodnotu jeho výskumu a rozvojových aktivít pre spoločnosť ako celku, osobitne v jeho členských krajinách tým, že podporuje proces aplikácie svojich technológií a nápadov v oblastiach alebo projektoch pre ktoré neboli pôvodne vyvíjané. Okrem ekonomického prínosu môže tento prístup priniesť aj sociálne a kultúrne výhody.

Členské štáty ESO investujú do svojich projektov množstvo peňazí. Avšak ani to, že ich návratnosť je vo vedeckých hodnotách obrovská, v súčasnosti vždy nestačí pri obhajovaní nových, drahších a ambicióznějších projektov. Stále viac vlád zohľadňuje aj technologickú návratnosť svojich investícií pre spoločnosť. ESO vyhľadáva a podporuje možné transfery technológií pre spoločnosť, pričom zdôrazňuje ich širší prínos.

Popri priamom vplyve na spoločnosť vedie prenos technológií aj ku druhotným benefitom pre európanov a priemysel, medzi ktoré patria takzvané Knock-on industrial benefits, čiže:

- vývoj nových produktov ako priamy výsledok pôvodných kontraktov
- vznik nových obchodných jednotiek
- tvorba nových trhov
- zlepšenie medzinárodných vzťahov
- výučba technológií
- zvýšený predaj
- zvyšovanie zamestnanosti
- lepší technologický výkon.

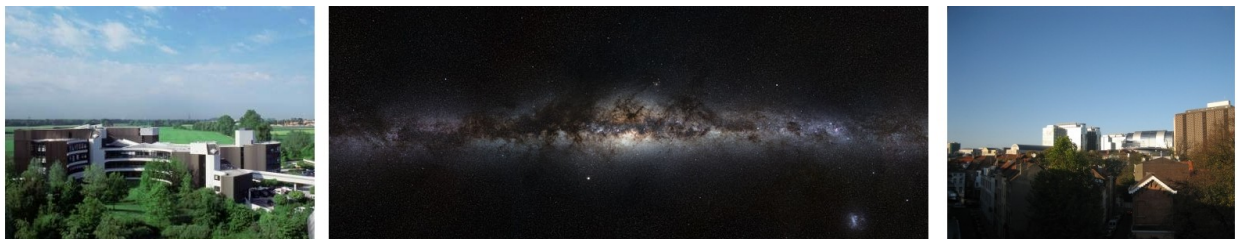
Medzi ďalšie z benefitov transferu technológií patria vzdelávacie a tréningové programy (Education and Training programmes), ktoré majú v ESO množstvo foriem:

- tréningom mnohých mladých vedcov a inžinierov v oblasti spičkových technológií pre najdômyselnejšie ďalekohľady na svete počas mnohých rokov prispelo ESO výrazne ku akumulácii ich profesionálnych skúseností; to pomohlo a pomáha nielen ich budúcej kariére; stimuluje výskum v ich domovských ústavoch, a tak napomáha konkurencieschopnosti európskeho priemyslu;
- v roku 2003 zamestnalo ESO 32 študentov, 33 stážistov a 56 výskumných asistentov;
- ESO organizuje samostatne alebo v spolupráci s inými ústavmi množstvo seminárov, workshopov a letných škôl o mnohých rozličných vedeckých a technologických témach ako je napríklad adaptívna optika alebo optika vo všeobecnosti; napomáha vyvinúť vedeckú a technickú schopnosť konkurovať v priemysle a vedeckých ústavoch v členských štátoch;
- pomocou programu pre vzdelávanie a styk s verejnosťou poskytuje ESO množstvo informácií nielen o svojich aktivitách a projektoch, ale aj o astronómii vo všeobecnosti; hlavnými príjemcami týchto materiálov sú školy, médiá a nespočítateľné množstvo návštevníkov webstránok ESO; rozsah impaktu internetových stránok ESO bol evidentný v roku 2004 počas prechodu Venuše popred slnečný disk - zaznameli viac ako 54 miliónov pripojení počas 8 hodín a poskytli verejnosti a médiám zhruba 1.75 TB údajov.

Prenos technológií v ESO zahŕňa aj zmluvy s tretími stranami (Outsourcing contracts), čím priamo podporuje služby a priemysel v členských štátoch. Tieto sa týkajú výstavby a údržby budov, podpory informačných služieb a spracovania dát. Pomocou týchto zmlúv sa zabezpečuje priamo chod a rozvoj zariadení ESO. V tomto procese sa dané firmy pričiňujú o rozvoj skúseností a odbornosti, ktoré sú následne prístupné všetkým.

## Budúce projekty

Expertíza a skúsenosti pri výstavbe a prevádzke veľkých astronomických ďalekohľadov na odľahlých miestach sú chrbticou snáh ESO pri konštrukcii extrémne veľkého teleskopu, známeho pod názvom E-ELT s priemerom hlavného segmentového zrkadla 42 m. Tento finálny dizajn bolo dokončený v roku 2006 a jeho reálna kompletizácia by mala byť hotová okolo roku 2018. Kľúčové technológie pre toto observatórium sa v súčasnosti vyvíjajú veľkým konzorciom európskych ústavov a priemyselných firiem. Jeho hlavnými financovateľmi sú ESO a Európska komisia.



**Obrázok 4: Ústredie ESO v Garchingu (Nemecko), Panoráma Mliečnej cesty, Európsky parlament v Bruseli (zľava doprava)**

## ESO a Európska únia (EU)

ESO napomáhalo spolupráci astronómov v rámci Európy už od svojho vzniku v roku 1962 a jeho interakcia s EU zahŕňa:

- priame aktivity v rámcových programoch EU

Základným princípom účasti ESO na rámcových programoch EU je, že jej zmluvy pokrývajú vedľajšie aktivity ESO v rámci spolupráce s národnými ústavmi, kde účasť ESO vedie k posilňovaniu potenciálneho výsledku projektu.

Projekty financované (alebo spolufinancované) EU sú pre ESO dôležité nielen v rámci iniciatívy ERA (Európsky výskumný priestor; European Research Area ERA), ktorá je projektom Európskej únie pre podporu európskych snáh o dosiahnutie takzvaných Lisabonských cieľov, ale v určitom rozsahu aj pre podporu integrácie európskej astronomickej komunity.

Poskytovanie expertízy ESO je často hlavnou charakteristikou projektov financovaných alebo spolufinancovaných Európskou komisiou (European Commission EC). Typickými oblasťami, kde projekty Európskej komisie môžu prispieť k aktivitám ESO je vysoko kvalitné vzdelanie, rozvoj niektorých technológií alebo podpora vedeckých sietí, ktoré si vyžadujú celoeurópsku účasť. Od spustenia 7. rámcového programu spolupracuje ESO tiež s EC v oblasti budúcich veľkých európskych infraštruktúrnych projektov.

- účasť vo vedeckých sieťach OPTICON a ASTRONET financovaných EU

OPTICON (Optical Infrared Co-ordination Network for astronomy) združuje všetky národné a medzinárodné agentúry, ktoré financujú, podporujú, vyvíjajú a prevádzkujú európske zariadenia pre optickú a infračervenú astronómiu a pozorovanie Slnka. OPTICON zastrešuje spoločný postup pre zlepšenie kvality európskej vedeckej infraštruktúry, tréning astronómov hlavne zo strednej Európy v oblastiach nových vedeckých metód, vývoj inovatívnych technológií a plánovanie budúcich projektov.

ASTRONET bol založený skupinou európskych finančných agentúr za účelom vytvorenia dlhodobného plánu pre rozvoj európskej astronómie. Cieľom tejto iniciatívy je konsolidácia a posilnenie vedúcej pozície európskej astronómie vo svete, ktorú získala na začiatku 21. storočia.

- aktivity v rámci partnerstva EIROforum

Pri utváraní partnerstva EIROforum zohrávalo ESO dôležitú úlohu už od jeho vzniku. EIROforum bolo založené v roku 2002 s cieľom využiť spoločné prvky prelínajúce sa medzi jej členmi: CERN (European Organization for Nuclear Research), EFDA (European Fusion Development Agreement), EMBL (European Molecular Biology Laboratory), ESA (European Space Agency), ESO, ESRF (European Synchrotron Radiation Facility) a ILL. Jeho víziou je vytvoriť v Európe dobrú klímu pre vhodný, efektívny, úspešný a konkurencieschopný vedecký výskum.

EIROforum je spoluprácou na úrovni generálnych riaditeľstiev podporovaných koordinačnou skupinou a rôznymi pracovnými skupinami (v súčasnosti sú nimi Education and Outreach TWG, Human Resources TWG, European Affairs, Instrumentation, Grid Technologies). V októbri 2003 podpísalo EIROforum s generálnymi riaditeľstvami a komisárom pre výskum zmluvu s úmyslom viesť konkrétne spoločné aktivity v oblastiach, ktorými sú:

1. Veda a spoločnosť
2. Ľudské zdroje
3. Inštrumentácia
4. Medzinárodná spolupráca

Zdroj: [www.eso.org](http://www.eso.org)

## 9 dôvodov, prečo by Slovensko malo vstúpiť do ESO

Členstvo Slovenska v ESO znamená prínos v oblastiach:

1. astronómie
2. prístupu k najmodernejším astronomickým zariadeniam
3. základného vedeckého výskumu
4. transferu technológií
5. rozvoja priemyslu
6. integrácie do európskych štruktúr
7. vzdelávania
8. styku s verejnosťou
9. inšpirácie mladých ľudí



Obrázok 5: ESO a oblasti na ktoré má vplyv.