

# Teleskop på jorden, skärm i rymden

## Hybridobservatorium ska leta kontinenter på exoplaneter

En forskarduo vid Nasa skissar på en skärm som ska hjälpa nästa generation av jordteleskop att ta skarpa bilder av exoplaneter. Utmaningen är att få konstruktionen stor som en fotbollsplan upp i rymden.

AV ELINA NIEPPOLA

**S**olen håller på att gå ner bakom bergen i horisonten. Aftonrodnaden lyser upp teleskopets bas, högt som ett träningshus och omgiven av lyftkranar. Byggplatsen är tom på människor, för det är söndagskväll i Anderna i Chile.

Med hjälp av en webbkamera på Europeiska sydobservatoriets hemsida går det att i realtid följa hur det största landbaserade teleskopet någonsin, det 39 meter stora Extremely Large Telescope (ELT), byggs på toppen av berget Cerro Armazones.

När ELT står klart ska dess spegel samla 20 gånger mer ljus än något av de nuvarande största VLT-teleskopen. Vi kan förvänta oss något av en omvälvning i skärpan hos observationer gjorda från jorden.

ELT kan beskrivas med många superlativer, men inget är så bra att det inte finns något att förbättra. John Mather på Nasa har ägnat en stor del av sin arbetstid under de senaste åren åt att fundera på ett tillägg som skulle göra ELT ännu bättre – i varje fall för observation av exoplaneter.

Hans vision är en lätt skärm på hundra meter i diameter som skulle placeras i rymden.

– Jag inledde projektet för ungefär fem år sedan. Jag berättade för Eliad att jag höll på med en sådan idé och frågade om han ville delta. Sedan dess har vi jobbat tillsammans kring det här, berättar John Mather under vårt videosamtal. I samtalet deltar också Eliad Peretz, ingenjör vid Nasa och ledande forskare inom nya rymdfärdsprojekt.

– Vi har samlat ett globalt team runt oss, som hjälper oss att göra de kalkyler som behövs, fortsätter Mather. Just nu brottas vi med det problem som jag tycker är det svåraste: den mekaniska byggnadskonstruktionen.

## Tvådelat observatorium

– Rymdteleskop är komplicerade och dyra. Bäraketerna har en begränsad kapacitet, så teleskoperna kan inte bli så mycket större längre, säger Eliad Peretz.

Teleskop som befinner sig på jorden är enklare att bygga och underhålla, men atmosfären är alltid i vägen. Därför har forskarna börjat planera en hybridversion.

– Någon perfekt lösning har vi ännu inte kommit på, men bara vi får båda delarna att fungera, så är de tillsammans mycket effektivare, förklarar Peretz.

Projektet som förenar apparatur på jorden och i omloppsbana har fått namnet Hybrid Observatory for Earth-like Exoplanets (HOEE).

En stor skärm placerad i rymden styrs för att täcka stjärnan som det jordbaserade teleskopet, exempelvis ELT, är riktat mot. När skärmen är i exakt rätt läge ligger stjärnan bakom den och planeterna som snurrar runt stjärnan syns bättre.

Principen för HOEE går utmärkt att testa själv. En klar dag tål ögonen inte ens att kasta en blick direkt på solen. Men om

man täcker vår stjärna med exempelvis handen, går det bättre att ta en titt på dess närmiljö. Om man vet vart man ska titta, kan man i närheten av den skymda solen exempelvis se vår granne Venus.

Instrumentet som blockerar ljuset från vår centralstjärna i solteleskop kallas koronagraf. Det går även att bygga in en koronagraf

i apparater som undersöker främmande stjärnor, men det kräver ett komplicerat optiskt system. Med hjälp av en extern skärm när stjärnans ljus aldrig ända fram till teleskopet, vilket förbättrar kvaliteten på observationerna.

– Vi har undersökt skärmar mycket länge, berättar John Mather. En stor skärm blockerar ljuset från stjärnan effektivt, men skuggar inte planetens ljus.

## Skärmen möjliggör fotografering

Exoplaneter upptäcks vanligen på två olika sätt. Antingen observeras en rörelse hos moderstjärnan orsakad av planetens gravitation, eller en minskning av moderstjärnans ljusstyrka när planeten passe-

rar framför den. Ingendera metoden visar själva planeten, utan bara förändringar den orsakar hos stjärnan.

Nu är exoplanetforskningen på väg in i en ny era, då främmande planeter kan avbildas direkt. Hittills har man lyckats fotografera ett tjugotal. HOEE skulle förbättra möjligheterna till direkt fotografering för jordbaserade teleskop.

– En observation som för ett sexmeters teleskop skulle ta en hel dag kan med ELT och en skärm placerad i omloppsbana göras på en minut. Bilderna skulle också vara mycket skarpare, eftersom teleskopet är så mycket större, förklarar John Mather.

Skärmen skulle kunna användas med vilket teleskop som helst som är tillräckligt stort. För att byta målstjärna skulle skärmen förses med raketmotorer. Det planerade avståndet från jorden är i genomsnitt 170 000 kilometer, alltså nästan hälften av avståndet till månen.

– Med ett större teleskop skulle vi kunna komma djupare i våra observationer. I något skede kommer vi att kunna se saker som ingen annan tidigare har sett, tillägger Eliad Peretz. HOEE tänjer på gränserna för hur djupt in i stjärnans livszon vi kan se och hur dunkla objekt vi kan iakttä.

## Spektret avslöjar atmosfärens beskaffenhet

Även på direkta fotografier ser planeten bara ut som en liten prick, berättar John

Mather. Det är omöjligt att se egentliga ytformationer, men det går att beräkna sannolikheten för att sådana existerar.

– Om man betraktar jorden på långt avstånd ändras ljusstyrkan och färgerna när den roterar. Moln, kontinenter och hav syns och sedan försvinner de från synfältet. Samma fenomen kan visa att ett mycket avlägset objekt har olika egenskaper på sin yta, fastän de inte syns direkt.

Ljuset från planeten bär på ett viktigt budskap. Ljusets spektrum, det vill säga våglängdernas fördelning, visar vilka ämnen planetens atmosfär består av. Det är den mest intressanta informationen med tanke på eventuellt liv.

Vatten och syre är det man särskilt letar efter i atmosfären. Om dessa två ämnen observeras på samma planet är fullpotten redan nära.

– Förutom vatten och syre letar vi efter molekyler som på jorden är produkter av liv: koldioxid och metan, säger John Mather. Om vi någon gång hittar dessa står vi inför en livlig diskussion om ifall deras existens betyder att planeten hyser liv.

## Vackert hopvikt i en bäraket

Tanken på en skärm som förmörkar solen är inte ny. Idén fanns redan på 1960-talet innan en enda exoplanet hade observerats.

På 2000-talet har Nasa utvecklat planen på en eventuell skärm. Den solrosformade skärmen var ursprungligen tänkt att fungera tillsammans med ett rymdteleskop. John Mathers och Eliad Peretz idé är att byta ut det mindre rymdteleskopet mot jordbaserade teleskopjättar på tiotals meter.

Samtidigt växer dock storleken på skärmen som behövs, och ett knivigt problem uppstår: Hur få den hundra meter breda skärmen till omloppsbanan i ett stycke?

– Vad som helst som är cirka hundra meter stort är svårt att få upp i rymden. Bara platsen där skärmen kan öppnas, dess funktion kontrolleras och sedan packas ner igen, borde var stor som en idrottsstadion. Det är inte enkelt eller lätt, men inte heller omöjligt, säger Mather.

Vi fick veta att om vi gjorde skärmen utifrån den existerande planen, skulle den ha en massa på 7 000 kilo. På det svarade vi: Hur skulle det vara med 1 000 kilo? Går det att uppnå? Och nu ser det ut att gå. Det vore ett stort framsteg och skulle även innebära en acceptabel kostnadsnivå.



BILD: NASA / ION REIS

Eliad Peretz

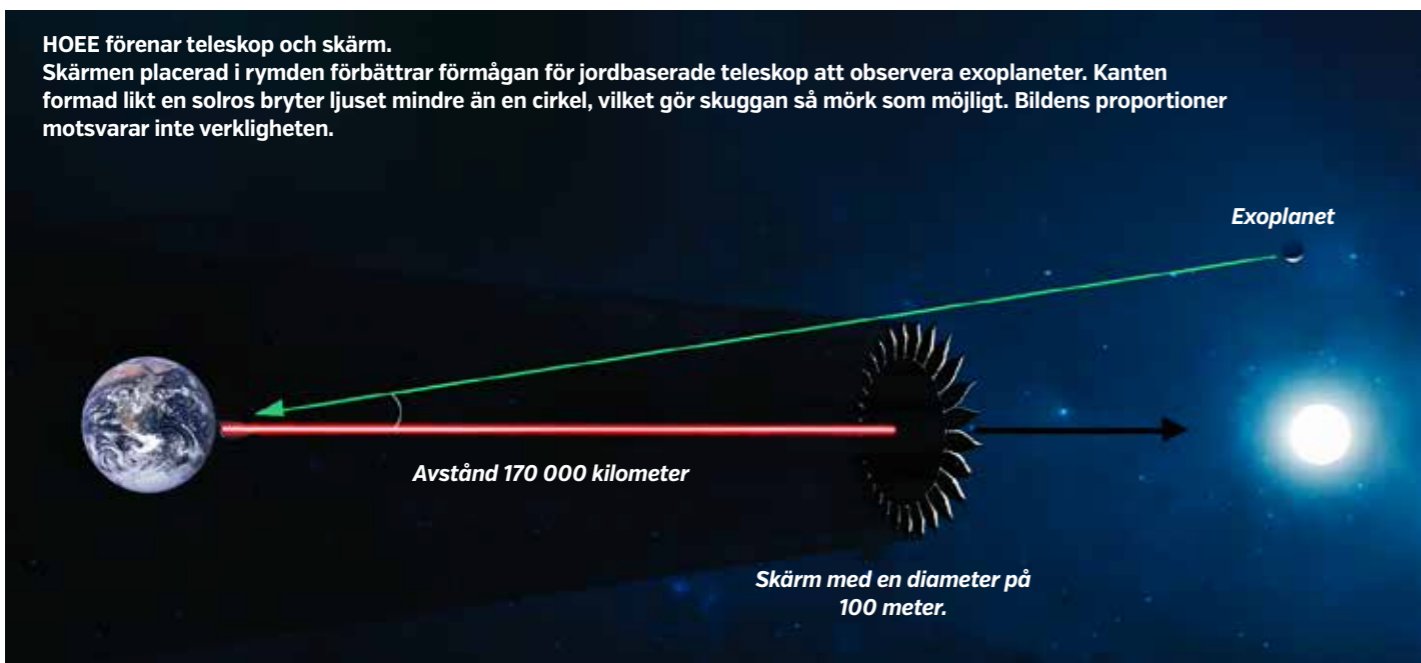


BILD: GLYFI / NASA

**Kommande jättar:**  
Nästa generation av jordbaserade teleskop tar ett rejält kliv uppåt i storlek. Diametern på huvudspeglarna växer till tiotals meter. När HOEE:s skärm ute i rymden täcker ljuset från planetsystemets centrala stjärna kan teleskoperna rikta blicken mot själva planeterna.



**EXTREMELY LARGE TELESCOPE (ELT)**

Huvudspeglens diameter 39 meter • Plats Atacamaöknen, Chile  
Byggs av Europeiska sydobservatoriet • Första observation 2027

### THIRTY METER TELESCOPE (TMT)

Huvudspeglens diameter 30 meter  
Plats Mauna Kea, Hawaii  
Byggs av USA, Japan, Kina, Indien och Kanada

Byggandet har avbrutits tillsvidare på grund av protester mot byggplatsen



BILD: M3 ENGINEERING



### GIANT MAGELLAN TELESCOPE (GMT)

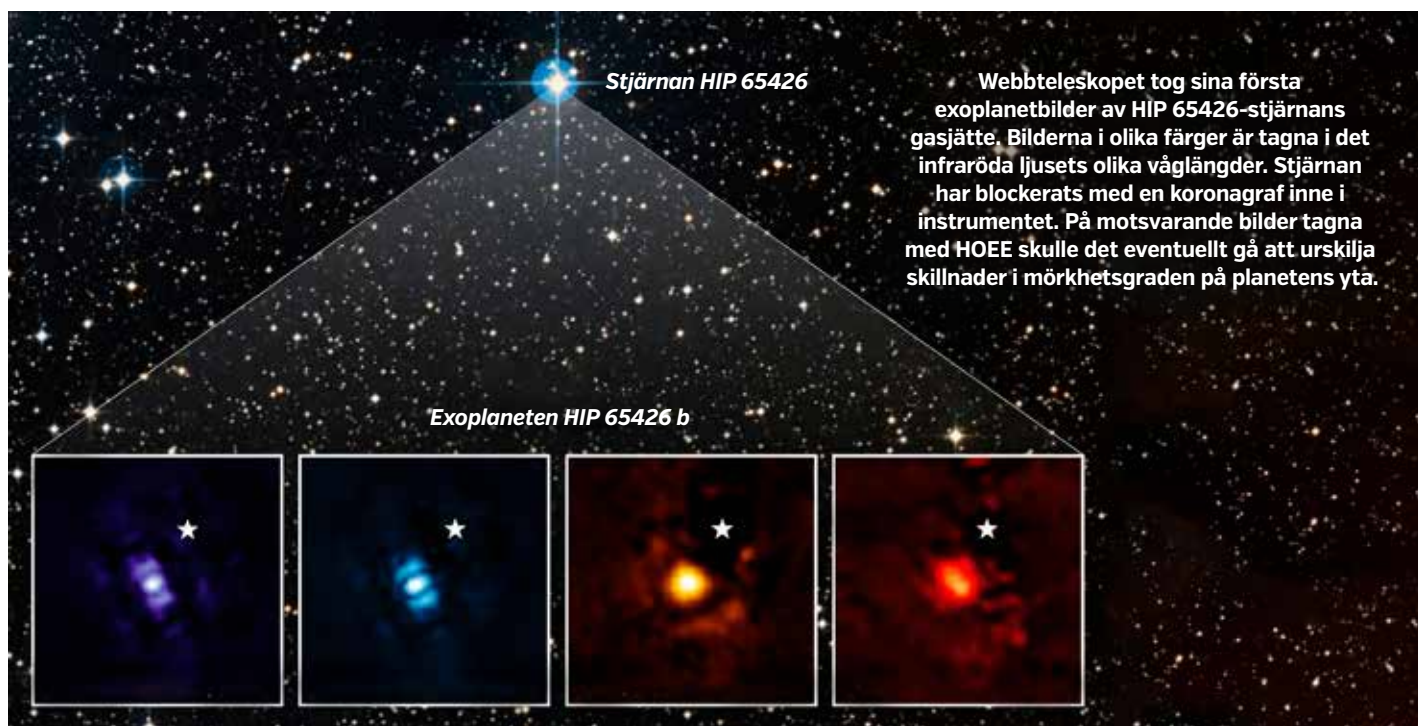
Huvudspeglens diameter 25 meter  
Plats Atacamaöknen, Chile  
Byggs av USA, Australien, Brasilien, Sydkorea, Israel och Chile  
Första observation cirka 2029

BILD: ESC / L. CALÇADA

BILD: GIANT MAGELLAN TELESCOPE / GMT CORPORATION

” Rymdteleskoperna kan inte bli så mycket större längre.





Webbteleskopet tog sina första exoplanetbilder av HIP 65426-stjärnans gasjätte. Bilderna i olika färger är tagna i det infraröda ljusets olika våglängder. Stjärnan har blockerats med en koronagraf inne i instrumentet. På motsvarande bilder tagna med HOEE skulle det eventuellt gå att urskilja skillnader i mörkhetsgraden på planetens yta.

BILD: NASA / ESA, A CARTER (UCSC), ERS 1386 TEAM, A. PÄGAN (STSO)

I planen vrids skärmens flikar till en tät rulle som skulle öppna sig i rymden. Men det är svårt att få en skärm som är tillräckligt stor för HOEE att rymmas ens på jätten bland nuvarande bärraketer, SpaceX-bolagets Falcon Heavy. Därför letar teamet efter en ännu lättare konstruktion.

– Det närmaste som skärmen kan jämföras med är satelliternas antenner. Även de kan vara väldigt stora, tiotals meter, säger Eliad Peretz.

Sannolikt har någon redan byggt en enorm antenn, men kan inte tala om det för oss, skrattar John Mather och syftar på hemlig militärteknik.

Man försöker hitta en lösning på problemet såväl inom Nasa som med en planeringstävling riktad till studerande på området. John Mather är optimistisk när det gäller resultaten.

– En plan som vi fick av en studerande var rentav häpnadsväckande. De tänker på ett annat sätt än ingenjörer. När man står inför ett svårt problem är det fruktbart att be om hjälp också av helt nya människor, konstaterar han.

– Vi hoppas få in bra förslag, som vi använder för att anhålla om tilläggsfinansiering från Nasa igen i december. De har gillat våra idéer hittills, men skärmens storlek är en verklig utmaning.

Jätteteleskop, som ELT, som utgör skärmens del på jorden inleder sin verksamhet

i slutet av detta decennium. I bästa fall kan skärmen skickas ut i rymden kort därefter.

## Teleskopen får solglasögon

Projektet låter emellanåt som science fiction – och det är komplicerat, men John Mather är rätt person att ta sig an utmaningen.

En av de största prestationerna under hans karriär är satelliten COBE som sköts upp 1989. Instrumentet som fokuserade på kosmologisk forskning gjorde för första gången exakta mätningar av kosmisk bakgrundsstrålning. Det revolutionerande projektet gav Mather och kollegan George Smoot Nobelpriset 2006.

John Mather har även arbetat med James Webb-rymdteleskopet ända sedan 1990-talet och är numera en av projektets ledande forskare. Trots det har han fortsatt tid och energi för att utveckla nya, banbrytande idéer.

– Det är så fint att föra en idé man själv kommit på vidare. Också COBE-satelliten grundade sig på min idé. Det har funnits liknande planer som HOEE tidigare, men de har inte utvecklats så här långt, säger han.

När vi letar efter liv på exoplaneter är det viktigt att undersöka vilka ämnen som finns i atmosfären. Och innan dess är det väsentligt att veta vilka stjärnsystem som alls är värda att utforska. HOEE bidrar med att så att säga placera solglasögon på de stora teleskopens näsa.

– Vi vet ännu inte om det där ute någonstans finns jordlika planeter med tecken på liv. Där för vet vi ännu inte heller hur intensivt vi ska försöka leta, påpekar John Mather.

Hittills är vårt eget solsystem det enda kända där det finns små planeter i den inre delen, följt av ett asteroidbälte och jätteplaneter ytterst.

– Men är just en ordning som denna en förutsättning för uppkomsten av liv? frågar Mather. Om det är det, måste vi kunna göra exakta observationer för att hitta en annan liknande planetfamilj. Om det däremot inte är en förutsättning har vi otaliga system att utforska. ★



BILD: NASA / TAYLOR MICKAL

John Mather

**ELINA NIEPPOLA** är reporter och vetenskapsjournalist.  
**HEIDI GRANQVIST** har översatt artikeln.

” Skärmens storlek är en verklig utmaning.