

1

00:00:05,240 --> 00:00:08,840

Dovodeći naše osjetilo vida daleko
izvan svijeta mašte naših predaka,

2

00:00:08,920 --> 00:00:13,200

ovi čudesni instrumenti – teleskopi,
otvaraju nam put prema dubljem

3

00:00:13,280 --> 00:00:17,240

i savršenijem razumijevanju prirode.
- René Descartes, 1637.

4

00:00:17,760 --> 00:00:22,560

Čovječanstvo je tisućljećima promatralo
očaravajuće noćno nebo

5

00:00:22,640 --> 00:00:28,320

ne shvaćajući da su zvijezde
Mliječnog puta druga Sunca,

6

00:00:28,400 --> 00:00:33,400

da milijarde sestrinskih galaksija
čini ostatak Svemira,

7

00:00:35,440 --> 00:00:38,800

nit i da smo jedva sićušna točka
u priči o Svemiru

8

00:00:38,880 --> 00:00:42,520

dugoj 13.7 milijardi godina.

9

00:00:42,600 --> 00:00:46,080

Promatrajući samo svojim očima,
nismo imali načina

10

00:00:46,160 --> 00:00:50,120

pronaći planetarne sustave
oko drugih zvijezda,

11

00:00:50,200 --> 00:00:55,000

nit i utvrditi postoji li
život drugdje U Svemiru.

12

00:00:58,080 --> 00:01:00,320

Danas smo na dobrom putu
da razjasnimo mnoge

13

00:01:00,400 --> 00:01:03,560

zagonetke Svemira, jer se nalazimo
u možda i najzbudljivijem

14

00:01:03,640 --> 00:01:05,960
dobu astronomskih otkrića.

15

00:01:05,960 --> 00:01:08,960
Ja sam Dr. J. i bit ću vaš
vodič u upoznavanju teleskopa,

16

00:01:09,040 --> 00:01:11,880
tog čudesnog instrumenta
koji se pokazao kao

17

00:01:11,960 --> 00:01:15,520
prozor kroz koji se čovječanstvo
upoznaje sa Svemirom.

18

00:01:17,960 --> 00:01:21,880
POGLED U NEBO
400 godina teleskopskih otkrića

19

00:01:22,200 --> 00:01:26,960
1. Novi način promatranja neba

20

00:01:28,960 --> 00:01:32,120
Prije četiri stoljeća, 1609. godine,
jedan je čovjek izašao

21

00:01:32,240 --> 00:01:34,640
u polje u blizini svog doma.

22

00:01:34,720 --> 00:01:39,000
Usmjerio je svoj ručno izrađeni teleskop
prema Mjesecu, planetima i zvijezdama.

23

00:01:39,080 --> 00:01:42,600
Zvao se Galileo Galilei.

24

00:01:44,040 --> 00:01:47,280
Astronomija time prestaje biti
ono što je nekad bila.

25

00:02:07,440 --> 00:02:12,400
Danas, 400 godina nakon što je Galileo
prvi usmjerio teleskop prema nebu,

26

00:02:12,640 --> 00:02:18,280
astronomi istražuju nebo pomoću divovskih
zrcala na udaljenim planinskim vrhuncima.

27

00:02:18,360 --> 00:02:23,520
Radio teleskopi prikupljaju slabašne
zvukove i šapate iz dalekog Svemira.

28
00:02:23,600 --> 00:02:27,680
Znanstvenici su čak lansirali
teleskope u Zemljinu orbitu,

29
00:02:27,760 --> 00:02:31,960
visoko iznad smetnji koje
uzrokuje njena atmosfera.

30
00:02:33,440 --> 00:02:38,680
A pogled jednostavno oduzima dah!

31
00:02:42,960 --> 00:02:46,640
Međutim, Galileo zapravo
nije izumio teleskop.

32
00:02:46,720 --> 00:02:49,760
Zasluge pripadaju Hansu Lipperheyu,
pomalo nepoznatom

33
00:02:49,840 --> 00:02:53,400
nizozemsko-njemačkom izrađivaču naočala.

34
00:02:53,520 --> 00:02:57,880
No Hans Lipperhey nikada nije koristio
svoj teleskop za promatranje zvijezda.

35
00:02:57,960 --> 00:03:00,840
Smatrao je da će njegov
izum uglavnom koristiti

36
00:03:00,920 --> 00:03:03,640
moreplovcima i vojnicima.

37
00:03:03,800 --> 00:03:07,240
Lipperhey je porijeklom bio iz Middelburga,
tada velikog trgovačkog grada

38
00:03:07,320 --> 00:03:10,440
u mladoj Republici Nizozemskoj.

39
00:03:13,960 --> 00:03:18,040
1608. godine Lipperhey je ustanovio
da, kada promatra udaljeni objekt

40
00:03:18,120 --> 00:03:24,000
kroz jednu konveksnu i jednu konkavnu

leću, objekt izgleda uvećano

41

00:03:24,080 --> 00:03:29,640
ako se leće nalaze na odgovarajućoj
udaljenosti jedna od druge.

42

00:03:29,720 --> 00:03:33,800
I tako je rođen teleskop!

43

00:03:33,880 --> 00:03:37,520
U rujnu 1608. godine, Lipperhey
je predstavio svoj novi izum

44

00:03:37,600 --> 00:03:39,880
nizozemskom princu Mauritsu.

45

00:03:39,960 --> 00:03:42,840
Nije mogao izabrati bolji trenutak

46

00:03:42,920 --> 00:03:45,880
jer se u to vrijeme Nizozemska nalazila

47

00:03:45,960 --> 00:03:49,320
u osamdesetogodišnjem ratu sa Španjolskom.

48

00:03:55,320 --> 00:03:59,080
Novi dalekozor mogao je uvećavati
objekte i na taj način otkriti

49

00:03:59,160 --> 00:04:02,280
neprijateljske brodove i vojnike
previše udaljene da bi se vidjeli

50

00:04:02,360 --> 00:04:04,360
golim okom.

51

00:04:04,440 --> 00:04:07,440
Uistinu koristan izum!

52

00:04:07,560 --> 00:04:12,000
Ipak, nizozemska vlada nikada nije
priznala Lipperheyu patent teleskopa.

53

00:04:12,080 --> 00:04:15,400
Razlog je bio taj što su i drugi
trgovci tražili priznavanje izuma,

54

00:04:15,520 --> 00:04:19,200
posebno Lipperheyev suparnik

Sacharias Janssen.

55

00:04:19,280 --> 00:04:21,520

Spor nikada nije bio riješen.

56

00:04:21,600 --> 00:04:27,920

Pravo porijeklo teleskopa do danas
ostaje prekriveno velom tajne.

57

00:04:28,920 --> 00:04:32,720

Talijanski astronom Galileo Galilei,
otac moderne fizike,

58

00:04:32,800 --> 00:04:37,640

čuo je za teleskop i odlučio
izraditi svoj vlastiti.

59

00:04:38,320 --> 00:04:42,360

Prije deset mjeseci do mojih ušiju
došla je vijest da je neki Fleming

60

00:04:42,440 --> 00:04:48,200

izradio dalekozor pomoću kojeg
se vidljivi objekti,

61

00:04:48,280 --> 00:04:52,960

premda vrlo udaljeni od očiju promatrača,

62

00:04:53,040 --> 00:04:56,120

vide jasno kao da su u blizini.

63

00:04:56,520 --> 00:04:59,440

Galileo je bio najveći
znanstvenik svog vremena.

64

00:04:59,560 --> 00:05:02,600

Bio je i veliki pobornik
novog pogleda na svijet,

65

00:05:02,680 --> 00:05:06,160

kakvog je zagovarao poljski astronom
Nikola Kopernik, koji je tvrdio

66

00:05:06,240 --> 00:05:10,440

da se Zemlja okreće oko
Sunca, a ne obratno.

67

00:05:11,560 --> 00:05:14,240

Na temelju onoga što je čuo o
nizozemskom teleskopu, Galileo je

68

00:05:14,320 --> 00:05:16,600
napravio vlastite instrumente.

69

00:05:16,680 --> 00:05:19,160
Oni su bili mnogo kvalitetniji.

70

00:05:20,560 --> 00:05:25,320
Konačno, ne štedeći ni rad
ni novac, uspio sam

71

00:05:25,400 --> 00:05:29,680
izraditi za sebe toliko
izvrstan instrument da

72

00:05:29,760 --> 00:05:33,920
objekti koji se promatraju pomoću njega,
izgledaju gotovo tisuću puta veći

73

00:05:33,960 --> 00:05:38,840
nego kada ih se promatra golim okom.

74

00:05:39,720 --> 00:05:43,640
Bilo je vrijeme da svoj teleskop
isproba i na objektima na nebu.

75

00:05:45,920 --> 00:05:49,680
Promatranja su me uvjerila da površina Mjeseca

76

00:05:49,800 --> 00:05:53,520
nije ravna, jednolična i pravilno zaobljena

77

00:05:53,760 --> 00:05:57,440
kao što je veliki broj filozofa vjeruje,

78

00:05:57,560 --> 00:06:01,720
već je neravna, gruba,
i puna udubljenja i uzvišenja,

79

00:06:01,800 --> 00:06:06,240
kao i površina Zemlje.

80

00:06:11,640 --> 00:06:15,320
Krajolik kratera, planina i dolina.

81

00:06:15,400 --> 00:06:18,320
Svijet baš poput našeg!

82

00:06:19,600 --> 00:06:24,040
Nekoliko tjedana kasnije, u siječnju 1610.
godine, Galileo je promatrao Jupiter.

83
00:06:24,120 --> 00:06:28,600
U blizini planeta vidio je četiri
svjetle točkice koje su mijenjale položaj

84
00:06:28,720 --> 00:06:32,960
iz noći u noć, zajedno sa Jupiterom.

85
00:06:33,040 --> 00:06:37,920
Bilo je to poput sporog, kozmičkog baleta
satelita koji kruže oko planeta.

86
00:06:37,960 --> 00:06:40,760
Ove četiri točkice svjetlosti kasnije
će postati poznate kao

87
00:06:40,840 --> 00:06:43,600
Jupiterovi Galileanski mjeseci.

88
00:06:43,720 --> 00:06:46,240
Što je još otkrio Galileo?

89
00:06:46,320 --> 00:06:48,400
Venerine faze!

90
00:06:48,560 --> 00:06:51,920
Kao i Mjesec, Veneru vidimo kao srp,
pa polumjesec koji raste

91
00:06:51,960 --> 00:06:54,200
do pune Venere i zatim unazad.

92
00:06:54,280 --> 00:06:58,600
Čudne "uši" na obje strane Saturna.

93
00:06:58,720 --> 00:07:01,160
Tamne pjege na površini Sunca.

94
00:07:01,280 --> 00:07:03,440
I naravno, zvijezde.

95
00:07:03,560 --> 00:07:06,400
Tisuće njih, možda čak i milijune.

96
00:07:06,520 --> 00:07:09,320
Svaka preslabog sjaja da

bi se vidjela golim okom.

97

00:07:09,440 --> 00:07:13,920

Bilo je to kao da je čovječanstvo iznenada skinulo povez s očiju.

98

00:07:13,960 --> 00:07:18,000

Čitav Svemir bio je otvoren za otkrića.

99

00:07:23,440 --> 00:07:27,760

Novosti o teleskopu munjevito su se proširile Europom.

100

00:07:27,880 --> 00:07:32,080

U Pragu, na dvoru cara Rudolfa II, Johannes Kepler je

101

00:07:32,200 --> 00:07:34,800

unaprijedio dizajn instrumenta.

102

00:07:34,880 --> 00:07:38,840

U Antwerpenu, nizozemski kartograf Michael van Langren napravio je

103

00:07:38,960 --> 00:07:41,920

prve pouzdane karte Mjeseca koje su prikazivale ono za što je on vjerovao

104

00:07:41,960 --> 00:07:44,400

da su kontinenti i oceani.

105

00:07:44,560 --> 00:07:49,680

A Johannes Hevelius, bogati poljski pivar, pravio je ogromne teleskope

106

00:07:49,760 --> 00:07:53,200

u svojem opservatoriju u Gdanjsku.

107

00:07:53,280 --> 00:07:57,880

Ovaj opservatorij bio je tako velik, da je prekrivao krovove triju kuća!

108

00:07:59,200 --> 00:08:02,240

Ipak, najbolje instrumente tog vremena, vjerojatno je izrađivao

109

00:08:02,320 --> 00:08:05,360

Christiaan Huygens u Nizozemskoj.

110

00:08:05,440 --> 00:08:11,080
1655. godine Huygens je otkrio Titan,
najveći Saturnov mjesec.

111
00:08:11,160 --> 00:08:15,160
Nekoliko godina kasnije, otkrio je
pravu prirodu Saturnovih prstenova,

112
00:08:15,240 --> 00:08:20,320
koju Galileo nikada nije uistinu razumio.

113
00:08:20,400 --> 00:08:24,640
Posljednje, ali ne i manje važno,
Huygens je vidio tamne mrlje

114
00:08:24,720 --> 00:08:27,360
i svijetle polarne kape na Marsu.

115
00:08:27,440 --> 00:08:31,080
Može li biti života na tom
dalekom, čudnovatom svijetu?

116
00:08:31,160 --> 00:08:35,240
To pitanje zaokuplja
astronome i dan danas.

117
00:08:35,920 --> 00:08:39,520
Najraniji teleskopi bili su refraktori,
što znači da su koristili leće

118
00:08:39,600 --> 00:08:42,680
za prikupljanje i fokusiranje svjetlosti.

119
00:08:42,760 --> 00:08:45,440
Kasnije su leće zamijenjene zrcalima.

120
00:08:45,560 --> 00:08:49,080
Ovaj reflektirajući teleskop
prvi je izradio Niccolò Zucchi,

121
00:08:49,160 --> 00:08:52,000
a kasnije ga je usavršio Isaac Newton.

122
00:08:52,080 --> 00:08:55,760
U kasnom 18. stoljeću,
najveća zrcala na svijetu

123
00:08:55,840 --> 00:08:59,600
bila su djelo Williama Herschela,
orguljaša koji je postao astronom,

124

00:08:59,680 --> 00:09:02,520

i njegove sestre Caroline.

125

00:09:02,600 --> 00:09:06,200

U svojoj kući u Bathu, u Engleskoj,
Herschelovi su usipavali usijani

126

00:09:06,280 --> 00:09:09,880

rastopljeni metal u kalup te,
kada bi se ohladio,

127

00:09:09,960 --> 00:09:15,440

ispolirali površinu tako da bi
reflektirala zvjezdanu svjetlost.

128

00:09:15,560 --> 00:09:20,320

Tijekom svog života, Herschel
je izradio više od 400 teleskopa.

129

00:09:24,520 --> 00:09:28,360

Najveći od njih bili su toliko veliki
da je bilo potrebno četvero pomagača

130

00:09:28,440 --> 00:09:31,600

za upravljanje konopcima, kotačima
i koloturama koji su bili potrebni

131

00:09:31,680 --> 00:09:36,000

za praćenje kretanja zvijezda na noćnom nebu

132

00:09:36,080 --> 00:09:39,440

koje je, naravno, izazvano Zemljinom rotacijom.

133

00:09:39,560 --> 00:09:43,080

Herschel je bio poput izviđača,
pretraživao je nebo

134

00:09:43,160 --> 00:09:46,720

i bilježio na stotine novih
maglica i dvojnih zvijezda.

135

00:09:46,800 --> 00:09:50,280

Također je otkrio da bi Mliječni put
morao imati oblik plosnatog diska.

136

00:09:50,360 --> 00:09:54,120

Čak je izmjerio i kretanje Sunčevog
sustava kroz taj disk

137

00:09:54,200 --> 00:09:58,840
tako što je promatrao relativno
kretanje zvijezda i planeta.

138

00:09:58,920 --> 00:10:06,360
A onda je 13. ožujka 1781. otkrio
novi planet – Uran.

139

00:10:06,440 --> 00:10:10,680
Trebalo je više od 200 godina
da NASA-ina letjelica Voyager 2

140

00:10:10,760 --> 00:10:15,880
omogući astronomima prvi pogled
iz blizine na ovaj udaljeni svijet.

141

00:10:16,800 --> 00:10:21,240
U plodnom seoskom krajoliku
središnje Irske,

142

00:10:21,320 --> 00:10:26,560
William Parsons, treći grof Rosse,
napravio je najveći teleskop 19. stoljeća.

143

00:10:26,640 --> 00:10:30,560
S metalnim zrcalom promjera od
zadivljujućih 1.8 metara, divovski je teleskop

144

00:10:30,640 --> 00:10:35,240
postao poznat pod imenom
"Levijatan iz Parsonstowna".

145

00:10:35,320 --> 00:10:39,320
Povremeno, u vedrim noćima bez Mjeseca,
grof bi sjedao za okular

146

00:10:39,440 --> 00:10:44,400
i krstareći nebom putovao kroz Svemir.

147

00:10:45,280 --> 00:10:50,160
Do Orionove maglice – danas poznate
kao zvjezdano rodilište.

148

00:10:50,280 --> 00:10:55,920
Dalje, do misteriozne maglice Rakovice,
ostatka eksplozije supernove.

149

00:10:55,960 --> 00:10:57,920
I do maglice Vrtlog?

150

00:10:57,960 --> 00:11:02,560

Lord Rosse prvi je zamjetio njen veličanstveni spiralni oblik.

151

00:11:02,640 --> 00:11:08,400

Galaksija poput naše, sa zamršenim oblacima tamne prašine i usijanog plina;

152

00:11:08,520 --> 00:11:12,400

milijarde zasebnih zvijezda, i tko zna -

153

00:11:12,520 --> 00:11:16,560

- možda čak i planeta poput Zemlje.

154

00:11:18,920 --> 00:11:24,920

Teleskop je postao naša lađa za istraživanje Svemira.

155

00:11:29,720 --> 00:11:34,080

2. Veće znači bolje

156

00:11:36,080 --> 00:11:38,480

Noću se vaše oči privikavaju na mrak.

157

00:11:38,560 --> 00:11:42,640

Vaše zjenice se šire da bi propustile što više svjetlosti u oči.

158

00:11:42,720 --> 00:11:47,880

Kao rezultat, vidimo tamnije objekte i zvijezde slabijeg sjaja.

159

00:11:47,960 --> 00:11:51,720

Sada zamislite da su vaše zjenice široke jedan metar.

160

00:11:51,800 --> 00:11:55,960

Izgledali biste prilično čudno, ali imali biste natprirodan vid!

161

00:11:56,000 --> 00:11:59,400

A to je ono što teleskopi čine za Vas.

162

00:12:01,880 --> 00:12:04,640

Teleskop je poput lijevka.

163

00:12:04,720 --> 00:12:10,240

Njegova glavna leća ili zrcalo sakuplja svjetlost i usmjerava ju u vaše oko.

164

00:12:13,080 --> 00:12:17,800

Što je leća ili zrcalo teleskopa veće,
to tamnije objekte možete vidjeti.

165

00:12:17,880 --> 00:12:20,720

Veličini je zaista najbitnija.

166

00:12:20,800 --> 00:12:23,400

No, koliko je veliki teleskop moguće napraviti?

167

00:12:23,480 --> 00:12:26,400

Ne baš jako veliki, ako se radi o refraktoru.

168

00:12:29,480 --> 00:12:32,720

Zvjezdana svjetlost mora proći kroz glavnu leću.

169

00:12:32,800 --> 00:12:36,080

Zato ju možete pridržavati samo oko njenih rubova.

170

00:12:36,160 --> 00:12:41,880

Vrlo velika leća je toliko teška
da se deformira pod vlastitom težinom.

171

00:12:41,960 --> 00:12:45,640

To znači da će i slika biti iskrivljena.

172

00:12:47,400 --> 00:12:54,320

Najveći refraktor u povijesti napravljen je 1897.
u Zvezdarnici Yerkes blizu Chicaga.

173

00:12:54,400 --> 00:12:57,480

Njegova glavna leća imala je nešto
više od jednog metra u promjeru.

174

00:12:57,560 --> 00:13:02,080

Ali je zato njegova cijev bila
duga nevjerovatnih 18 metara!

175

00:13:02,160 --> 00:13:08,720

Izgradnjom teleskopa u Yerkesu, graditelji
refraktora dosegli su svoju gornju granicu.

176

00:13:08,800 --> 00:13:10,880

Želite veće teleskope?

177

00:13:10,960 --> 00:13:12,800

Razmislite o zrcalima.

178

00:13:17,080 --> 00:13:23,080

Kod zrcalnih teleskopa, zvjezdana svjetlost odbija se od zrcala umjesto da prolazi kroz leću.

179

00:13:23,160 --> 00:13:29,400

To znači da zrcalo može biti mnogo tanje nego leća, te se može poduprijeti straga.

180

00:13:29,480 --> 00:13:34,640

Stoga je moguće izraditi mnogo veća zrcala nego leće.

181

00:13:35,640 --> 00:13:39,720

Velika zrcala pojavila su se u južnoj Kaliforniji prije jednog stoljeća.

182

00:13:39,800 --> 00:13:44,880

Tada je Mount Wilson bio usamljeni vrh u pustoši planina San Gabriel.

183

00:13:44,960 --> 00:13:49,080

Nebo je bilo vedro, a noći tamne.

184

00:13:49,160 --> 00:13:53,640

Upravo je ondje George Ellery Hale postavio teleskop promjera 1.5 metar.

185

00:13:53,720 --> 00:13:58,400

Iako manji od starog Rosse-ovog Levijatana, bio je mnogo kvalitetniji.

186

00:13:58,480 --> 00:14:02,160

Bio je, također, i na mnogo boljoj lokaciji.

187

00:14:02,240 --> 00:14:07,640

Potom je naveo lokalnog poduzetnika Johna Hookera da financira instrument promjera 2.5 metra.

188

00:14:07,720 --> 00:14:12,560

Tone stakla i kovanog čelika dovučene su na Mount Wilson.

189

00:14:12,640 --> 00:14:16,000

Hookerov teleskop dovršen je 1917. godine.

190

00:14:16,080 --> 00:14:20,240

Ostao je najveći teleskop na svijetu sljedećih 30 godina.

191

00:14:20,320 --> 00:14:25,400
Veliki komad kozmičke artiljerije,
spreman da napadne Svemir.

192
00:14:28,480 --> 00:14:31,080
I zaista je napao.

193
00:14:31,160 --> 00:14:34,240
Uz fantastične dimenzije novog
teleskopa, došlo je i do bitnih

194
00:14:34,280 --> 00:14:37,240
promjena u načinu promatranja.

195
00:14:37,280 --> 00:14:40,800
Astronomi nisu više promatrali
gledajući kroz okular novog diva.

196
00:14:40,880 --> 00:14:45,960
Umjesto toga su satima sakupljali
svjetlost na fotografske ploče.

197
00:14:46,000 --> 00:14:50,800
Nikada ranije nije se promatralo
toliko daleko u Svemir.

198
00:14:50,880 --> 00:14:55,160
Za spiralne maglice ispostavilo se
da su građene od pojedinačnih zvijezda.

199
00:14:55,240 --> 00:14:59,560
Bi li one mogle biti veliki sustavi
zvijezda poput našeg Mliječnog puta?

200
00:14:59,640 --> 00:15:03,800
U Andromedinoj maglici, Edwin Hubble
otkrio je poseban tip zvijezda,

201
00:15:03,880 --> 00:15:07,400
koje mijenjaju svoj sjaj
preciznošću satnog mehanizma.

202
00:15:07,480 --> 00:15:11,720
Iz svojih promatranja, Hubble je
uspio odrediti udaljenost do Andromede:

203
00:15:11,800 --> 00:15:15,960
gotovo milijun svjetlosnih godina.

204
00:15:16,080 --> 00:15:22,720

Za spiralne maglice, kao što je Andromeda, postalo je očito da su zasebne galaksije.

205

00:15:24,480 --> 00:15:27,320

Ali to nije bilo jedino zapanjujuće otkriće.

206

00:15:27,400 --> 00:15:32,000

Za većinu galaksija ustanovilo se da se udaljavaju od Mliječnog puta.

207

00:15:32,080 --> 00:15:37,640

Na Mount Wilsonu, Hubble je ustanovio da se galaksije koje su nam blizu, udaljavaju malim brzinama,

208

00:15:37,640 --> 00:15:42,480

dok se udaljene galaksije odmiču znatno većom brzinom.

209

00:15:42,560 --> 00:15:43,720

Zaključak?

210

00:15:43,800 --> 00:15:46,560

Svemir se širi.

211

00:15:46,640 --> 00:15:53,400

Hookerov teleskop omogućio je znanstvenicima najveće astronomsko otkriće dvadesetog stoljeća.

212

00:15:56,080 --> 00:16:00,640

Zahvaljujući teleskopima, odredili smo i povijest Svemira.

213

00:16:00,720 --> 00:16:04,880

Prije nešto manje od 14 milijardi godina, Svemir je rođen

214

00:16:04,960 --> 00:16:09,240

u velikoj eksploziji prostora i vremena, materije i energije, koju zovemo

215

00:16:09,280 --> 00:16:11,560

Veliki prasak.

216

00:16:11,640 --> 00:16:17,480

Sićušni kvantni valovi izrasli su u guste nakupine primordijalne "juhe".

217

00:16:17,560 --> 00:16:20,160

Iz njih su se kondenzirale galaksije.

218

00:16:20,240 --> 00:16:23,800
Zadivljujući niz različitih veličina i oblika.

219
00:16:26,560 --> 00:16:30,400
Nuklearna fuzija u jezgrama zvijezda
proizvela je nove atome.

220
00:16:30,480 --> 00:16:34,880
Ugljik, kisik, željezo, zlato.

221
00:16:34,960 --> 00:16:39,640
Eksplozija supernove izbacila je
ove teške elemente natrag u svemir.

222
00:16:39,720 --> 00:16:43,080
To je sirovi materijal za
formiranje novih zvijezda.

223
00:16:43,160 --> 00:16:44,800
I planeta!

224
00:16:46,880 --> 00:16:54,880
Nekada, negdje i nekako, jednostavne organske
molekule razvile su se u žive organizme.

225
00:16:54,960 --> 00:17:00,560
Život je jedno od čuda u Svemiru
koji se neprestano razvija.

226
00:17:00,640 --> 00:17:02,880
Mi smo zvjezdana prašina.

227
00:17:02,960 --> 00:17:07,000
To je uzvišena vizija i očaravajuća priča

228
00:17:07,080 --> 00:17:11,160
koju smo otkrili promatranjem kroz teleskope.

229
00:17:11,240 --> 00:17:15,640
Zamislite - bez teleskopa znali
bismo samo za šest planeta,

230
00:17:15,720 --> 00:17:18,160
jedan mjesec, i tek nekoliko tisuća zvijezda.

231
00:17:18,240 --> 00:17:22,400
Astronomija bi još uvijek bila mlada.

232
00:17:23,640 --> 00:17:27,480

Poput zakopanog blaga, prostranstva
Svemira prizivala su one odvažne

233

00:17:27,560 --> 00:17:30,000
još od drevnih vremena.

234

00:17:30,080 --> 00:17:35,480
Moćnici, politički i industrijski,
zajedno su sa znanstvenicima,

235

00:17:35,560 --> 00:17:40,240
osjetili privlačnost neistraženih
svemirskih mora i svojim ulaganjima

236

00:17:40,280 --> 00:17:45,400
u instrumente ubrzano proširili
područje astronomskih istraživanja.

237

00:17:59,800 --> 00:18:02,640
George Ellery Hale imao još jedan san:

238

00:18:02,720 --> 00:18:06,960
da izradi teleskop dvostruko veći
od onog koji je tada držao rekord.

239

00:18:07,000 --> 00:18:10,880
Upoznajte se s veličanstvenom starom
damom astronomije 20. stoljeća:

240

00:18:10,960 --> 00:18:15,880
5-metarski Hale-ov teleskop na planini Palomar!

241

00:18:15,960 --> 00:18:20,560
Preko pet stotina tona pokretne mase,
tako precizno uravnoteženo

242

00:18:20,640 --> 00:18:24,640
da se kreće skladno poput balerine.

243

00:18:24,720 --> 00:18:30,240
Njegovo 40 tona teško zrcalo otkriva zvijezde
40 milijuna puta tamnije od onih vidljivih golim okom.

244

00:18:30,280 --> 00:18:35,240
Dovršen 1948. godine, Hale-ov teleskop
pružio je tada nenadmašiv pogled na planete,

245

00:18:35,280 --> 00:18:38,800
skupove zvijezda, maglice i galaksije.

246

00:18:41,080 --> 00:18:44,960

Divovski Jupiter, sa svojim mnoštvom mjeseca.

247

00:18:45,080 --> 00:18:49,080

Očaravajuća maglica Plamen.

248

00:18:49,160 --> 00:18:54,240

Blijede niti od plina u Orionovoj maglici.

249

00:18:59,880 --> 00:19:02,080

No, možemo li napraviti još i veći?

250

00:19:02,160 --> 00:19:06,240

Sovjetski astronomi pokušali su krajem sedamdesetih godina prošlog stoljeća.

251

00:19:06,280 --> 00:19:10,640

Visoko na planini Kavkaz, napravili su Bolshoi Teleskop Azimutalni,

252

00:19:10,720 --> 00:19:14,880

s glavnim zrcalom promjera 6 metara.

253

00:19:14,960 --> 00:19:17,640

Ali, on zapravo nikada nije opravdao očekivanja.

254

00:19:17,720 --> 00:19:21,720

Jednostavno, bio je prevelik, preskup i previše kompliciran.

255

00:19:21,800 --> 00:19:24,960

Jesu li tada graditelji teleskopa morali odustati?

256

00:19:25,080 --> 00:19:28,480

Jesu li morali zaboraviti svoje snove o još većim instrumentima?

257

00:19:28,560 --> 00:19:31,960

Je li povijest teleskopa došla do svog preuranjenog kraja?

258

00:19:32,080 --> 00:19:33,400

Ma naravno da ne.

259

00:19:33,480 --> 00:19:36,480

Danas koristimo 10-metarske teleskope.

260

00:19:36,560 --> 00:19:39,160

A još se i veći planiraju.

261

00:19:39,240 --> 00:19:40,720

Koje je rješenje?

262

00:19:40,800 --> 00:19:42,640

Nove tehnologije.

263

00:19:44,000 --> 00:19:48,760

3. Spas je u tehnologiji

264

00:19:48,960 --> 00:19:52,800

Baš kao što moderni automobili više ne izgledaju kao Ford model T, tako su i današnji

265

00:19:52,880 --> 00:19:56,280

teleskopi znatno drugačiji od svojih klasičnih prethodnika

266

00:19:56,360 --> 00:19:58,680

kao što je 5-metarski Hale-ov teleskop.

267

00:19:58,760 --> 00:20:01,880

Jedna od razlika je da su njihove montaže mnogo manje.

268

00:20:01,960 --> 00:20:05,840

Stara montaža bila je ekvatorijalna, gdje je jedna od osi teleskopa

269

00:20:05,920 --> 00:20:09,720

uvijek bila orijentirana paralelno Zemljinoj osi rotacije.

270

00:20:09,800 --> 00:20:13,480

Da bi pratili kretanje neba, teleskopi su morali

271

00:20:13,560 --> 00:20:18,200

rotirati oko ove osi jednakom brzinom kojom se Zemlja okreće oko svoje osi.

272

00:20:18,280 --> 00:20:21,160

Prilično jednostavno, ali zahtijeva puno prostora.

273

00:20:21,240 --> 00:20:26,040

Moderne altazimutalne montaže mnogo su kompaktnije.

274
00:20:26,080 --> 00:20:30,440
S takvom montažom, teleskop se usmjerava poput topa.

275
00:20:30,480 --> 00:20:35,240
Precizno se odrede strana svijeta i visina na kojoj se nalazi objekt i promatranje može početi.

276
00:20:35,320 --> 00:20:38,640
Problem je pratiti gibanje objekta po nebu.

277
00:20:38,720 --> 00:20:44,240
Teleskop se mora okretati oko obje svoje osi, i to različitim brzinama.

278
00:20:44,320 --> 00:20:50,720
To je u praksi postalo moguće tek kada su pomicanje teleskopa počela kontrolirati računala.

279
00:20:50,800 --> 00:20:52,840
Manju montažu jeftinije je napraviti.

280
00:20:52,920 --> 00:20:57,520
Štoviše, ona stane u manju kupolu, što još više smanjuje troškove

281
00:20:57,600 --> 00:21:00,320
i poboljšava kvalitetu slike.

282
00:21:00,400 --> 00:21:03,800
Uzmimo za primjer dvostruki Keckov teleskop na Havajima.

283
00:21:03,880 --> 00:21:06,600
Iako su njihova 10-metarska zrcala čak dva puta veća od onih

284
00:21:06,680 --> 00:21:10,440
na Hale-ovom teleskopu, ona ipak stanu u manje kupole

285
00:21:10,520 --> 00:21:13,240
od onih na Mount Palomaru.

286
00:21:15,080 --> 00:21:17,440
Teleskopska zrcala su također napredovala.

287
00:21:17,520 --> 00:21:19,120
Nekada su bila debela i teška.

288

00:21:19,200 --> 00:21:21,840

Danas su tanka i lagana.

289

00:21:21,920 --> 00:21:26,800

Tanka zrcala široka nekoliko metara,
lijevaju se u golemim rotirajućim pećima.

290

00:21:26,880 --> 00:21:30,320

Debela su nešto manje od 20 centimetara.

291

00:21:30,400 --> 00:21:32,960

Složena potporna struktura
osigurava da se tanko zrcalo

292

00:21:33,080 --> 00:21:35,200

ne slomi pod vlastitom težinom.

293

00:21:35,280 --> 00:21:39,120

Kompjuterski kontrolirani klipovi i
aktuatori pomažu u održavanju

294

00:21:39,200 --> 00:21:40,840

savršenog oblika zrcala.

295

00:21:43,400 --> 00:21:45,520

Ovaj sustav naziva se aktivna optika.

296

00:21:45,600 --> 00:21:49,840

On nadomješta i ispravlja
sve deformacije glavnog zrcala

297

00:21:49,920 --> 00:21:54,560

izazvane gravitacijom, vjetrom,
ili promjenama u temperaturi.

298

00:21:54,640 --> 00:21:58,240

Tanko zrcalo je i znatno lakše.

299

00:21:58,320 --> 00:22:01,440

To znači da cijela njegova potporna
struktura, uključujući i montažu,

300

00:22:01,560 --> 00:22:03,440

može biti mnogo jednostavnija i lakša.

301

00:22:03,520 --> 00:22:05,560

I jeftinija!

302

00:22:05,640 --> 00:22:08,360

Ovo je 3.6-metarski New Technology Telescope,

303

00:22:08,440 --> 00:22:11,760

kojeg su europski astronomi izgradili
krajem osamdesetih godina prošlog stoljeća.

304

00:22:11,840 --> 00:22:14,840

Služio je kao test za mnoge nove tehnologije

305

00:22:14,920 --> 00:22:16,120

u izgradnji teleskopa.

306

00:22:16,200 --> 00:22:20,960

Čak ni njegova kupola nema ništa zajedničko
s tradicionalnim teleskopskim kupolama.

307

00:22:21,080 --> 00:22:24,240

New Technology Telescope bio je veliki uspjeh.

308

00:22:24,320 --> 00:22:27,280

Bilo je vrijeme da se probije
granica od 6 metara.

309

00:22:27,600 --> 00:22:31,400

Opservatorij Mauna Kea nalazi se
na najvišoj točki na Pacifiku,

310

00:22:31,480 --> 00:22:34,960

4200 metara iznad razine mora.

311

00:22:36,960 --> 00:22:41,120

Na plažama Havaja, turisti uživaju
u suncu i surfanju na valovima.

312

00:22:41,200 --> 00:22:44,520

A visoko iznad njih, astronomi,
suočeni s niskim temperaturama

313

00:22:44,600 --> 00:22:51,160

i visinskom bolešću, pokušavaju
razotkriti tajne Svemira.

314

00:22:51,240 --> 00:22:54,120

Keckovi teleskopi su među
najvećima na svijetu.

315

00:22:54,200 --> 00:22:59,120

Njihova zrcala imaju promjer od 10 metara,

a tanka su poput keramičkih pločica.

316

00:22:59,200 --> 00:23:04,040

Popoločena kao pod kupaonice,
sastoje se od 36 šesterokutnih segmenata

317

00:23:04,120 --> 00:23:07,480

kojima je položaj kontroliran
s nanometarskom preciznošću.

318

00:23:07,560 --> 00:23:11,200

To su istinski divovi, potpuno
posvećeni promatranju neba.

319

00:23:11,280 --> 00:23:14,120

Katedrale znanosti.

320

00:23:14,200 --> 00:23:16,600

Noć pada na Mauna Keu.

321

00:23:16,680 --> 00:23:21,720

Keckovi teleskopi započinju s prikupljanjem
fotona iz najudaljenijih dijelova Svemira.

322

00:23:21,800 --> 00:23:24,520

Njihova dva zrcala u kombinaciji
tvore teleskop efektivno veći

323

00:23:24,600 --> 00:23:27,440

od svih ranijih teleskopa.

324

00:23:27,520 --> 00:23:30,360

Što će biti njihov večerašnji "ulov"?

325

00:23:34,680 --> 00:23:39,520

Par sudarajućih galaksija,
udaljenih milijarde svjetlosnih godina?

326

00:23:39,600 --> 00:23:45,320

Umiruća zvijezda koja izdiše
u planetarnoj maglici?

327

00:23:45,400 --> 00:23:51,040

Ili možda planet izvan Sunčevog sustava
na kojem bi moglo biti života?

328

00:23:51,120 --> 00:23:55,920

Na Cerro Paranal u čileanskoj pustinji
Atacama, najsušnijem mjestu na Zemlji,

329

00:23:55,960 --> 00:24:00,040

nalazimo daleko najveći astronomski
stroj ikada sagrađen:

330

00:24:00,120 --> 00:24:03,560

europski Very Large Telescope (VLT).

331

00:24:16,200 --> 00:24:19,520

VLT su zapravo četiri teleskopa u jednom.

332

00:24:19,600 --> 00:24:22,760

Svaki od njih ima 8.2-metarsko zrcalo.

333

00:24:22,840 --> 00:24:24,120

Antu.

334

00:24:24,200 --> 00:24:25,240

Kueyen.

335

00:24:25,320 --> 00:24:26,320

Melipal.

336

00:24:26,400 --> 00:24:27,760

Yepun.

337

00:24:27,840 --> 00:24:33,440

Izvorna imena Mapuche indijanaca za
Sunce, Mjesec, Južni križ i Veneru.

338

00:24:33,520 --> 00:24:37,800

Ogromna zrcala napravljena su u Njemačkoj,
polirana u Francuskoj, dopremljena u Čile

339

00:24:37,880 --> 00:24:41,240

i polako transportirana kroz pustinju.

340

00:24:41,320 --> 00:24:44,960

Uz zalazak Sunca, otvaraju se kupole teleskopa.

341

00:24:45,040 --> 00:24:48,560

Svjetlost zvijezda slijeva se na njihova zrcala.

342

00:24:49,280 --> 00:24:52,080

Spremaju se nova otkrića.

343

00:24:55,920 --> 00:24:58,160

Laser probija noćno nebo.

344

00:24:58,240 --> 00:25:00,680

Projicira umjetnu zvijezdu visoko u atmosferi,

345

00:25:00,760 --> 00:25:03,840

90 kilometara iznad naših glava.

346

00:25:03,920 --> 00:25:06,920

Senzori mjere iskrivljenja slike zvijezde

347

00:25:06,960 --> 00:25:09,120

izazvana turbulencijama u atmosferi.

348

00:25:09,200 --> 00:25:12,960

Brza računala zatim daju upute
savitljivom zrcalu kako da

349

00:25:13,040 --> 00:25:15,800

iskrivi svoju površinu, da bi se
nadmjestio utjecaj atmosfere.

350

00:25:15,880 --> 00:25:18,960

Krajnji rezultat je zvijezda
koja ne treperi.

351

00:25:19,040 --> 00:25:22,600

Ova tehnika zove se adaptivna optika
i ona je veliki mađioničarski trik

352

00:25:22,680 --> 00:25:24,320

današnje astronomije.

353

00:25:24,400 --> 00:25:28,840

Bez nje, naš pogled u Svemir bio
bi mutan zbog Zemljine atmosfere.

354

00:25:28,920 --> 00:25:32,880

Ali uz njenu pomoć, slika nam je kristalno čista.

355

00:25:35,480 --> 00:25:39,480

Drugi primjer optičkih trikova
poznat je kao interferometrija.

356

00:25:39,560 --> 00:25:43,360

Osnovna ideja je sakupiti svjetlost
iz dva odvojena teleskopa

357

00:25:43,440 --> 00:25:46,640

i spojiti ju u određenoj točki, čuvajući pritom

358

00:25:46,720 --> 00:25:49,320

relativne pomake između svjetlosnih valova.

359

00:25:49,400 --> 00:25:53,160

Ako se to napravi dovoljno precizno,
dva teleskopa mogu se koristiti

360

00:25:53,240 --> 00:25:56,600

kao da su dio jednog ogromnog zrcala,

361

00:25:56,680 --> 00:25:59,920

čije su dimenzije jednake udaljenosti
između ta dva teleskopa.

362

00:25:59,960 --> 00:26:04,040

Interferometrija zapravo daje teleskopima
orlovsku oštrinu vida:

363

00:26:04,120 --> 00:26:07,600

omogućuje manjim teleskopima
da pokažu razinu detalja

364

00:26:07,680 --> 00:26:12,440

koju bi inače mogli dobiti samo
uz pomoć mnogo većeg teleskopa.

365

00:26:12,520 --> 00:26:15,600

Dva Keckova teleskopa na Mauna Kei
redovito se koriste

366

00:26:15,680 --> 00:26:17,520

kao interferometar.

367

00:26:17,600 --> 00:26:21,440

U slučaju VLT-a, sva četiri
teleskopa mogu raditi zajedno.

368

00:26:21,520 --> 00:26:24,760

Uz to, moguće je povezati još i
nekoliko manjih pomoćnih teleskopa,

369

00:26:24,840 --> 00:26:28,880

ne bi li se slika još više izoštrila.

370

00:26:29,840 --> 00:26:33,400

Drugi veliki teleskopi mogu se naći širom planeta.

371

00:26:33,480 --> 00:26:37,480

Subaru i Gemini North na Manua Kei.

372

00:26:37,560 --> 00:26:42,240
Gemini South i Magellan u Čileu.

373

00:26:42,320 --> 00:26:46,280
Large Binocular Telescope u Arizoni.

374

00:26:48,200 --> 00:26:50,800
Svi su napravljeni na najboljim mogućim mjestima.

375

00:26:50,840 --> 00:26:53,720
Visoko i suho, vedro i mračno.

376

00:26:53,840 --> 00:26:56,640
Njihove oči velike su kao bazeni.

377

00:26:56,760 --> 00:27:00,400
Svi su opremljeni adaptivnom optikom,
kako bi se suprotstavili

378

00:27:00,440 --> 00:27:02,080
negativnim utjecajima atmosfere.

379

00:27:02,200 --> 00:27:05,960
Ponekad mogu imati rezoluciju virtualnog diva

380

00:27:06,040 --> 00:27:08,640
zahvaljujući interferometriji.

381

00:27:09,680 --> 00:27:11,800
Evo što su nam oni pokazali:

382

00:27:11,920 --> 00:27:13,400
planete;

383

00:27:16,600 --> 00:27:18,240
maglice;

384

00:27:19,360 --> 00:27:23,960
stvarne veličine, i spljoštene
oblike nekih zvijezda;

385

00:27:23,960 --> 00:27:27,160
hladni planet koji kruži oko smeđeg patuljka;

386

00:27:27,200 --> 00:27:31,480
i divovske zvijezde koje kruže
oko središta našeg Mliječnog puta

387

00:27:31,600 --> 00:27:36,720

pod utjecajem gravitacije ogromne crne rupe...

388

00:27:36,840 --> 00:27:40,400

Prilično smo napredovali od Galileovog vremena.

389

00:27:40,000 --> 00:27:44,760

4. Od srebra do silicija

390

00:27:45,840 --> 00:27:49,000

Prije 400 godina, kada je Galileo Galilei želio drugima pokazati

391

00:27:49,120 --> 00:27:53,000

što je vidio kroz svoj teleskop, morao je napraviti crteže.

392

00:27:53,120 --> 00:27:56,240

Kraterima izbušena površina Mjeseca.

393

00:27:56,360 --> 00:28:00,400

Ples Jupiterovih satelita.

394

00:28:00,520 --> 00:28:02,160

Sunčeve pjege.

395

00:28:02,280 --> 00:28:04,160

Ili zvijezde u Orionu.

396

00:28:04,280 --> 00:28:06,720

Svoje crteže objavio je u maloj knjizi imena

397

00:28:06,760 --> 00:28:08,400

Zvezdani glasnik.

398

00:28:08,440 --> 00:28:10,800

To je bio jedini način da podijeli svoja otkrića

399

00:28:10,920 --> 00:28:12,400

s drugima.

400

00:28:12,440 --> 00:28:16,640

Dulje od dva stoljeća, astronomi su morali biti i umjetnici.

401

00:28:16,760 --> 00:28:19,000

Promatrajući kroz svoje okulare,

pravili su detaljne crteže

402

00:28:19,120 --> 00:28:20,960

onoga što su vidjeli.

403

00:28:21,040 --> 00:28:23,080

Detaljni Mjesečev krajolik.

404

00:28:23,200 --> 00:28:25,960

Oluja u Jupiterovoj atmosferi.

405

00:28:26,040 --> 00:28:29,000

Svilenkasti veo plina u dalekoj maglici.

406

00:28:29,120 --> 00:28:32,320

Ponekad su pretjerivali u
tumačenju svojih promatranja.

407

00:28:32,440 --> 00:28:36,560

Tamne linije na površini Marsa
smatrane su kanalima,

408

00:28:36,680 --> 00:28:39,880

što je sugeriralo da civilizirani život
postoji na Crvenom planetu.

409

00:28:39,960 --> 00:28:43,480

Danas znamo da su ti kanali
bili samo optička varka.

410

00:28:43,600 --> 00:28:47,160

Ono što je astronomima zapravo trebalo
je objektivna način zapisivanja

411

00:28:47,280 --> 00:28:51,480

svjetlosti prikupljene teleskopom,
bez da informacija prvo mora proći

412

00:28:51,520 --> 00:28:54,480

kroz njihov mozak i olovku.

413

00:28:54,600 --> 00:28:57,400

Fotografija je priskočila u pomoć.

414

00:28:58,760 --> 00:29:01,160

Prva dagerotipija Mjeseca.

415

00:29:01,200 --> 00:29:03,880

Napravio ju je 1840. godine Henry Draper.

416

00:29:03,920 --> 00:29:07,240

Fotografija je postojala manje
od 15 godina, ali su astronomi

417

00:29:07,360 --> 00:29:10,880

već iskoristili njene revolucionarne mogućnosti.

418

00:29:10,920 --> 00:29:13,080

Kako je funkcionirala fotografija?

419

00:29:13,120 --> 00:29:17,160

Osjetljiva emulzija fotografske ploče

420

00:29:17,280 --> 00:29:19,400

sadržavala je sitna
zrnca srebrovih halogenida.

421

00:29:19,440 --> 00:29:22,160

Izložena svjetlosti, ona potamne.

422

00:29:22,200 --> 00:29:24,800

Rezultat je, dakle, bila negativna slika neba

423

00:29:24,920 --> 00:29:28,080

s tamnim zvijezdama na svijetloj pozadini.

424

00:29:28,200 --> 00:29:31,560

No, prava prednost bila je u tome
što se fotografska ploča mogla

425

00:29:31,680 --> 00:29:33,960

izlagati svjetlosti satima.

426

00:29:34,040 --> 00:29:36,720

Kada gledamo noćno nebo
vlastitim očima,

427

00:29:36,760 --> 00:29:39,640

i kada su one priviknute na mrak,
ne vidimo ništa više zvijezda

428

00:29:39,680 --> 00:29:42,320

ako duže gledamo.

429

00:29:42,440 --> 00:29:45,240

Ali fotografska ploča radi upravo to.

430

00:29:45,360 --> 00:29:48,480
Moguće je satima prikupljati
i zbrajati svjetlost.

431
00:29:48,600 --> 00:29:52,880
Stoga, duža izloženost otkriva
sve više i više zvijezda.

432
00:29:52,920 --> 00:29:54,160
I više...

433
00:29:54,200 --> 00:29:55,240
I više...

434
00:29:55,360 --> 00:29:57,320
I još više...

435
00:29:58,360 --> 00:30:02,000
50-ih godina prošlog stoljeća,
Schmidtov teleskop Palomarskog opservatorija

436
00:30:02,120 --> 00:30:05,160
korišten je za fotografiranje
čitavog sjevernog neba.

437
00:30:05,280 --> 00:30:10,080
Gotovo 2000 fotografskih ploča, svaka
izložena svjetlosti skoro sat vremena.

438
00:30:10,120 --> 00:30:12,960
Bogata riznica otkrića.

439
00:30:12,960 --> 00:30:17,080
Fotografija je pretvorila promatračku
astronomiju u pravu znanost.

440
00:30:17,200 --> 00:30:21,480
Objektivnu, mjerljivu
i ponovljivu.

441
00:30:21,600 --> 00:30:23,240
Ali srebro je bilo sporo.

442
00:30:23,280 --> 00:30:25,480
Morali ste biti vrlo strpljivi.

443
00:30:27,120 --> 00:30:29,880
Digitalna revolucija je sve to promijenila.

444

00:30:29,920 --> 00:30:31,640
Silicij je zamijenio srebro.

445
00:30:31,760 --> 00:30:34,480
Pikseli su zamijenili zrnca.

446
00:30:36,360 --> 00:30:40,000
Čak se ni u komercijalnim kamerama
više se ne koristi fotografski film.

447
00:30:40,120 --> 00:30:43,560
Umjesto na njega, slike se snimaju
na čipove osjetljive na svjetlost:

448
00:30:43,600 --> 00:30:47,800
"charge coupled device" ili kraće - CCD.

449
00:30:47,920 --> 00:30:51,560
Profesionalni CCD čipovi
su iznimno osjetljivi.

450
00:30:51,680 --> 00:30:54,640
Da bi bili još osjetljiviji,
hladi ih se do

451
00:30:54,680 --> 00:30:57,960
ekstremno niskih temperatura
korištenjem tekućeg dušika.

452
00:30:58,040 --> 00:31:00,720
Gotovo svaki foton se registrira.

453
00:31:00,760 --> 00:31:05,640
Rezultat toga je kraće vrijeme snimanja.

454
00:31:05,760 --> 00:31:09,480
Ono što je Palomarski pregled
neba postizao za jedan sat,

455
00:31:09,600 --> 00:31:13,160
CCD može napraviti
za svega nekoliko minuta.

456
00:31:13,200 --> 00:31:15,560
I to uz korištenje manjeg teleskopa.

457
00:31:15,600 --> 00:31:18,080
Silicijska revolucija
daleko je od svog kraja.

458

00:31:18,200 --> 00:31:21,080

Astronomi su izradili ogromne CCD kamere

459

00:31:21,200 --> 00:31:23,560

sa stotinama milijuna piksela.

460

00:31:23,600 --> 00:31:26,320

Ali to nije sve...

461

00:31:28,120 --> 00:31:32,560

Velika prednost digitalnih slika
je upravo ta da su - digitalne.

462

00:31:32,600 --> 00:31:35,800

Kao takve su odmah spremne
za obradu na računalu.

463

00:31:35,840 --> 00:31:38,800

Astronomi koriste specijalizirane programe

464

00:31:38,840 --> 00:31:40,880

za obradu svojih promatranja.

465

00:31:40,880 --> 00:31:45,080

Rastezanje, ili pojačavanje kontrasta
otkriva i najtamnije detalje

466

00:31:45,200 --> 00:31:47,640

maglica ili galaksija.

467

00:31:47,760 --> 00:31:51,240

Kodiranje boja pojačava i ističe strukture

468

00:31:51,280 --> 00:31:53,640

koje bi inače bilo vrlo teško vidjeti.

469

00:31:53,680 --> 00:31:57,880

Štoviše, kombiniranjem više
slika istoga objekta,

470

00:31:57,920 --> 00:32:00,400

snimljenih kroz filtere različitih boja,

471

00:32:00,520 --> 00:32:04,320

mogu se dobiti spektakularne slike u boji,
koje ponekad zamagljuju granicu

472

00:32:04,440 --> 00:32:06,720

između znanosti i umjetnosti.

473

00:32:06,840 --> 00:32:09,880

I vi možete imati koristi
od digitalne astronomije.

474

00:32:09,960 --> 00:32:13,960

Nikada nije bilo tako lako
pronaći i uživati u

475

00:32:13,960 --> 00:32:15,800

nevjerojatnim slikama Svemira.

476

00:32:15,920 --> 00:32:20,080

Slike Svemira su samo
klik miša udaljene od vas!

477

00:32:20,680 --> 00:32:24,160

Robotizirani teleskopi, opremljeni
osjetljivim elektroničkim detektorima

478

00:32:24,280 --> 00:32:27,800

prate nebo i u ovom trenutku.

479

00:32:27,920 --> 00:32:30,880

Sloanov teleskop u New Mexico
fotografirao je i arhivirao

480

00:32:30,960 --> 00:32:34,000

više od stotinu milijuna nebeskih objekata,

481

00:32:34,120 --> 00:32:38,160

izmjerio udaljenost milijuna galaksija,

482

00:32:38,280 --> 00:32:41,480

i otkrio stotinu tisuća novih kvazara.

483

00:32:41,520 --> 00:32:44,000

Ali jedan pregled nije dovoljan.

484

00:32:44,120 --> 00:32:47,400

Svemir se konstantno mijenja.

485

00:32:47,520 --> 00:32:51,240

Ledeni kometi dolaze i odlaze,
ostavljajući rasute ostatke

486

00:32:51,280 --> 00:32:53,640

na svojim putanjama.

487

00:32:53,760 --> 00:32:56,720

Asteroidi proljeću.

488

00:32:56,840 --> 00:33:00,560

Udaljeni planeti kruže se oko svojih zvijezda,

489

00:33:00,680 --> 00:33:02,880

privremeno blokirajući dio zvjezdane svjetlosti.

490

00:33:02,960 --> 00:33:08,800

Događaju se eksplozije supernova,
dok se drugdje rađaju nove zvijezde.

491

00:33:08,840 --> 00:33:17,960

Pulsari svjetlucaju, sijevaju bljeskovi
gama-zraka, crne rupe usisavaju materiju.

492

00:33:18,040 --> 00:33:21,720

Da bi pratili ove velike igre Prirode,

493

00:33:21,840 --> 00:33:25,240

astronomi snimaju cijelo nebo svake godine.

494

00:33:25,360 --> 00:33:26,840

Ili svakog mjeseca.

495

00:33:26,920 --> 00:33:28,640

Ili dva puta tjedno.

496

00:33:28,680 --> 00:33:33,800

Takav je barem ambiciozni plan za
Large Synoptic Survey Telescope.

497

00:33:33,920 --> 00:33:39,400

Ukoliko se dovrši do 2015. godine,
njegova kamera od 3 gigapiksela

498

00:33:39,440 --> 00:33:42,080

snimati će Svemir poput web-kamere.

499

00:33:42,200 --> 00:33:45,960

Premašujući snove astronoma,
ovaj teleskop snimat će

500

00:33:46,040 --> 00:33:51,080

gotovo cijelo nebo svake tri noći.

501

00:33:56,000 --> 00:34:00,760

5. Promatranje nevidljivog

502

00:34:02,360 --> 00:34:05,080

Dok slušate svoju omiljenu
glazbu, vaše uši primaju

503

00:34:05,160 --> 00:34:08,800

vrlo širok raspon frekvencija,
od najdublje tutnjave basova

504

00:34:08,920 --> 00:34:12,120

do vibracija najviših tonova.

505

00:34:12,200 --> 00:34:14,960

Zamislite da su vaše uši osjetljive samo na

506

00:34:15,360 --> 00:34:16,920

ograničen raspon frekvencija.

507

00:34:16,960 --> 00:34:19,520

Propustili biste većinu dobrih stvari!

508

00:34:19,600 --> 00:34:23,000

Ali to je, u biti, situacija
u kojoj se nalaze astronomi.

509

00:34:23,080 --> 00:34:26,160

Naše oči osjetljive su samo
na veoma ograničen raspon

510

00:34:26,240 --> 00:34:29,000

svjetlosnih frekvencija - vidljivu svjetlost.

511

00:34:29,080 --> 00:34:31,560

Potpuno smo slijepi na sve ostale oblike

512

00:34:31,640 --> 00:34:33,600

elektromagnetskog zračenja.

513

00:34:33,680 --> 00:34:36,640

Međutim, u Svemiru postoji
mnogo objekata koji emitiraju

514

00:34:36,720 --> 00:34:39,960

zračenje u drugim dijelovima
elektromagnetskog spektra.

515

00:34:40,040 --> 00:34:43,760

Na primjer, 30-ih godina prošlog stoljeća, igrom slučaja otkriveno je

516

00:34:43,840 --> 00:34:47,240
da postoje radio valovi koji dolaze iz dalekog Svemira.

517

00:34:47,320 --> 00:34:49,960
Neki od tih valova imaju istu frekvenciju kao i vaša omiljena

518

00:34:50,040 --> 00:34:53,160
radio stanica, ali su slabiji i naravno, ne postoji ništa

519

00:34:53,240 --> 00:34:55,280
što bi se moglo slušati.

520

00:34:56,520 --> 00:34:59,960
Da biste se "uštimali" za promatranje Svemira u radio valovima, potrebna Vam je neka vrsta

521

00:35:00,040 --> 00:35:02,560
prijemnika, a to je radio teleskop.

522

00:35:02,680 --> 00:35:06,960
Za sve osim najduljih valnih duljina, radio teleskop ima oblik tanjura,

523

00:35:07,040 --> 00:35:10,080
slično kao i glavno zrcalo optičkog teleskopa.

524

00:35:10,200 --> 00:35:14,400
Ali zbog toga što su radio valovi mnogo dulji od valova vidljive svjetlosti,

525

00:35:14,440 --> 00:35:17,240
površina tanjura ne mora biti niti približno toliko glatka

526

00:35:17,360 --> 00:35:19,000
kao površina optičkog zrcala.

527

00:35:19,120 --> 00:35:21,640
Upravo je to razlog zašto je mnogo lakše napraviti

528

00:35:21,680 --> 00:35:26,800
veliki radio teleskop, nego napraviti veliki optički teleskop.

529

00:35:26,840 --> 00:35:30,960

Također, a radio valovima je mnogo lakše primijeniti interferometriju.

530

00:35:30,960 --> 00:35:34,080

To jest, povećati razinu detalja koje je moguće vidjeti

531

00:35:34,120 --> 00:35:37,960

kombiniranjem svjetlosti iz dva odvojena teleskopa, kao da su oni

532

00:35:38,040 --> 00:35:41,560

dio jednog, divovskog tanjura.

533

00:35:41,600 --> 00:35:44,640

Na primjer, Very Large Array (VLA) u New Mexicu sastoji se

534

00:35:44,680 --> 00:35:49,720

od 27 odvojenih antena promjera po 25 metara.

535

00:35:49,760 --> 00:35:52,960

Svaka od antena može se zasebno kretati, tako da

536

00:35:53,040 --> 00:35:56,400

u svojoj najširoj konfiguraciji virtualna antena koju imitiraju

537

00:35:56,520 --> 00:36:00,800

ima promjer od 36 kilometara.

538

00:36:00,920 --> 00:36:03,560

Kako izgleda svemir u radio području?

539

00:36:03,680 --> 00:36:08,000

Za početak, naše je Sunce veoma sjajno u radio valovima.

540

00:36:08,120 --> 00:36:10,720

Isto vrijedi i za središte naše galaksije, Mliječnog puta.

541

00:36:10,760 --> 00:36:12,400

Ali ima toga još...

542

00:36:12,520 --> 00:36:16,480

Pulsari su veoma gusta zvjezdana tijela
koja emitiraju jake radio valove

543

00:36:16,520 --> 00:36:18,640
samo u veoma uskim snopovima.

544

00:36:18,680 --> 00:36:21,800
Pored toga, oni rotiraju brzinom
od čak nekoliko stotina

545

00:36:21,840 --> 00:36:23,720
okretaja u sekundi.

546

00:36:23,760 --> 00:36:27,800
Pulsar stoga izgleda kao
rotirajući radio svjetionik.

547

00:36:27,920 --> 00:36:31,320
Ono što mi vidimo je iznimno precizan i brz

548

00:36:31,360 --> 00:36:34,320
niz veoma kratkih radio pulseva.

549

00:36:34,440 --> 00:36:36,640
Otuda dolazi i ime.

550

00:36:36,680 --> 00:36:39,320
Radio izvor poznat kao Cassiopeia A zapravo je

551

00:36:39,440 --> 00:36:43,640
ostatak supernove koja je
eksplodirala u sedamnaestom stoljeću.

552

00:36:43,680 --> 00:36:48,240
Centaurus A, Cygnus A i Virgo A
su divovske galaksije

553

00:36:48,280 --> 00:36:50,640
koje oslobađaju ogromnu količinu radio valova.

554

00:36:50,680 --> 00:36:55,960
Za veliku snagu zračenja odgovorne su velike
crne rupe, koje se nalaze u njihovim središtima.

555

00:36:56,040 --> 00:37:00,000
Neke od ovih radio galaksija i kvazara toliko su snažne

556

00:37:00,120 --> 00:37:05,320
da ih je moguće detektirati s udaljenosti

od 10 milijardi svjetlosnih godina.

557

00:37:05,360 --> 00:37:08,880

A tu je i slabi, kratkovalni radio šum

558

00:37:08,960 --> 00:37:11,320

koji ispunjava cijeli svemir.

559

00:37:11,360 --> 00:37:14,160

On je poznat kao kozmičko
mikrovalno pozadinsko zračenje

560

00:37:14,200 --> 00:37:16,400

i predstavlja odjek Velikog praska.

561

00:37:16,440 --> 00:37:20,560

Odsjaj sjajnog i vrućeg početka Svemira

562

00:37:22,120 --> 00:37:26,400

Svaki dio spektra ima svoju vlastitu priču.

563

00:37:26,440 --> 00:37:29,960

Na valnim duljinama kraćim od
jednog milimetra, astronomi proučavaju

564

00:37:29,960 --> 00:37:33,080

formiranje galaksija u ranom
Svemiru, kao i nastanak

565

00:37:33,200 --> 00:37:37,240

zvijezda i planeta u Mliječnom putu.

566

00:37:37,280 --> 00:37:41,400

Ali većina ovog zračenja je blokirana
vodenom parom u našoj atmosferi.

567

00:37:41,520 --> 00:37:44,400

Da bi ga promatrali, potrebno je otići
na vrlo visoka i suha mjesta.

568

00:37:44,440 --> 00:37:47,320

Na Llano de Chajnantor, na primjer.

569

00:37:47,440 --> 00:37:50,960

Na 5000 metara nadmorske visine, ova
na prvi pogled nadrealistična visoravan

570

00:37:50,960 --> 00:37:53,960

sjevernog Čilea je mjesto gdje se gradi ALMA:

571

00:37:54,040 --> 00:37:56,880
Atacama Large Millimeter Array.

572

00:37:56,920 --> 00:38:01,880
Kada bude dovršena, 2014. godine,
ALMA će biti najveći astronomski

573

00:38:01,920 --> 00:38:04,320
opservatorij ikada sagrađen.

574

00:38:04,840 --> 00:38:09,960
64 antene, svaka teška 100 tona,
radit će kao jedna.

575

00:38:09,960 --> 00:38:13,880
Divovska vozila rasporedit će ih
preko površine velike kao London

576

00:38:13,960 --> 00:38:16,800
da bi povećali oštrinu slike,
ili ih približiti jednu drugoj

577

00:38:16,880 --> 00:38:19,000
da bi omogućili širi pogled.

578

00:38:19,120 --> 00:38:23,240
Svaki pomak bit će milimetarski precizan.

579

00:38:24,680 --> 00:38:28,160
Mnogi objekti u svemiru zrače
u infracrvenom dijelu spektra.

580

00:38:28,280 --> 00:38:31,960
Otkrio ga je William Herschell,
a često se naziva i

581

00:38:32,040 --> 00:38:36,720
"toplinskim zračenjem", zbog toga što ga
emitiraju svi relativno topli objekti,

582

00:38:36,760 --> 00:38:39,080
uključujući i ljude.

583

00:38:41,840 --> 00:38:45,240
Možda ste upoznati s infracrvenim zračenjem
i više nego što mislite.

584

00:38:45,360 --> 00:38:48,240

Zato jer na Zemlji,
ovu vrstu zračenja koriste

585

00:38:48,360 --> 00:38:51,160
naočale za noćni vid i kamere.

586

00:38:51,280 --> 00:38:55,160
Ali da bi otkrili slabi infracrveni
sjaj udaljenih objekata, astronomi

587

00:38:55,280 --> 00:38:58,960
trebaju vrlo osjetljive detektore, rashlađene
do temperature od svega nekoliko stupnjeva

588

00:38:59,040 --> 00:39:04,000
iznad apsolutne nule, umanjujući tako
doprinos od njihove vlastite topline.

589

00:39:06,920 --> 00:39:11,720
Danas je većina velikih optičkih teleskopa
opremljena i infracrvenim kamerama.

590

00:39:11,760 --> 00:39:15,320
One omogućavaju pogled kroz svemirske
oblake prašine, i tako otkrivaju

591

00:39:15,440 --> 00:39:20,240
zvijezde koje se unutra rađaju,
što nije moguće vidjeti optički.

592

00:39:20,280 --> 00:39:25,080
Uzmimo za primjer optičku sliku
poznatog zvjezdanog rodilišta u Orionu.

593

00:39:25,200 --> 00:39:27,400
A pogledajte koliko je slika
drugačija kada se promatra

594

00:39:27,520 --> 00:39:30,080
okom infracrvene kamere!

595

00:39:30,200 --> 00:39:33,320
Mogućnost infracrvenog posmatranja od velike
je koristi i prilikom proučavanja

596

00:39:33,360 --> 00:39:35,960
najudaljenijih galaksija.

597

00:39:35,960 --> 00:39:41,000
Novorođene zvijezde u mladim galaksijama vrlo su

sjajne u ultraljubičastom dijelu spektra.

598

00:39:41,120 --> 00:39:45,000

Ali to ultraljubičasto svjetlo mora putovati milijardama godina

599

00:39:45,120 --> 00:39:46,640

kroz Svemir koji se širi.

600

00:39:46,760 --> 00:39:50,560

Širenje rasteže elektromagnetske valove, tako da, kada konačno stignu do nas,

601

00:39:50,600 --> 00:39:55,240

budu pomaknuti čak u infracrveni dio spektra!

602

00:39:56,600 --> 00:40:00,240

Ovaj sjajni instrument je MAGIC teleskop na La Palmi.

603

00:40:00,360 --> 00:40:02,960

On pretražuje nebo tražeći gama-zrake,

604

00:40:02,960 --> 00:40:06,800

najenergetičniji oblik zračenja u prirodi.

605

00:40:08,360 --> 00:40:10,960

Sretna je okolnost za ljude da smrtonosne gama-zrake blokira

606

00:40:10,960 --> 00:40:12,320

Zemljina atmosfera.

607

00:40:12,360 --> 00:40:16,000

No, za sobom ipak ostavljaju tragove koje astronomi proučavaju.

608

00:40:16,120 --> 00:40:19,000

Nakon što dospiju u atmosferu, gama-zrake proizvode snopove

609

00:40:19,120 --> 00:40:20,640

čestica visokih energija.

610

00:40:20,760 --> 00:40:25,320

One pak uzrokuju slabi sjaj koji MAGIC može vidjeti.

611

00:40:26,920 --> 00:40:30,640

A ovo je Pierre Auger Observatory u Argentini.

612

00:40:30,680 --> 00:40:33,080

Čak niti ne izgleda kao teleskop.

613

00:40:33,120 --> 00:40:38,960

Pierre Auger se sastoji od 1600
detektora raspoređenih na više od

614

00:40:38,960 --> 00:40:40,240

3000 kvadratnih kilometara.

615

00:40:40,360 --> 00:40:44,560

Oni hvataju ostatke čestica koje dolaze
kozmičkim zrakama s udaljenih supernova

616

00:40:44,600 --> 00:40:46,480

i crnih rupa.

617

00:40:47,680 --> 00:40:52,400

A što s detektorima neutrina,
izgrađenim duboko u rudnicima

618

00:40:52,520 --> 00:40:55,720

ili ispod površine oceana,
ili u antarktičkom ledu.

619

00:40:55,840 --> 00:40:57,880

Mogu li se oni nazvati teleskopima?

620

00:40:57,960 --> 00:40:59,400

Pa zašto ne?

621

00:40:59,520 --> 00:41:03,800

Ipak, oni promatraju Svemir,
iako ne sakupljaju podatke o

622

00:41:03,840 --> 00:41:06,080

elektromagnetskom spektru.

623

00:41:06,120 --> 00:41:09,880

Neutrini su teško uhvatljive čestice
koje nastaju unutar Sunca

624

00:41:09,960 --> 00:41:12,240

i u eksplozijama supernova.

625

00:41:12,360 --> 00:41:15,800

Dio ih je proizveden i u samom Velikom prasku.

626

00:41:15,920 --> 00:41:20,640

Za razliku od drugih elementarnih čestica, neutrini mogu prolaziti kroz običnu

627

00:41:20,680 --> 00:41:25,640

materiju, putovati gotovo brzinom svjetlosti i nemaju električni naboj.

628

00:41:25,760 --> 00:41:30,240

Iako je zbog toga ove čestice teško proučavati, ima ih jako mnogo.

629

00:41:30,280 --> 00:41:34,160

Svake sekunde više od 50 bilijuna elektronskih neutrina sa Sunca

630

00:41:34,200 --> 00:41:36,560

prolazi kroz Vaše tijelo.

631

00:41:36,680 --> 00:41:40,800

Konačno, astronomi i fizičari ujedinili su snage u namjeri da naprave

632

00:41:40,920 --> 00:41:42,640

detektore gravitacijskih valova.

633

00:41:42,680 --> 00:41:46,640

Ovi "teleskopi" ne promatraju zračenje, niti hvataju čestice.

634

00:41:46,680 --> 00:41:51,240

Umjesto toga, oni mjere sićušne valove u samoj strukturi prostor-vremena,

635

00:41:51,280 --> 00:41:56,960

predviđene Općom teorijom relativnosti Alberta Einsteina.

636

00:41:57,040 --> 00:42:01,160

Koristeći instrumente zapanjujuće različitosti, astronomi za istraživanje otvorili

637

00:42:01,200 --> 00:42:06,960

cijeli spektar elektromagnetskog zračenja, pa otišli i dalje od toga.

638

00:42:07,040 --> 00:42:11,240

Ali neka promatranja jednostavno je nemoguće izvesti sa Zemlje.

639

00:42:11,280 --> 00:42:12,800

Što je rješenje?

640

00:42:12,920 --> 00:42:15,240

Svemirski teleskopi.

641

00:42:22,000 --> 00:42:26,560

6. Izvan Zemlje

642

00:42:28,560 --> 00:42:30,400

Hubble-ov svemirski teleskop.

643

00:42:30,480 --> 00:42:33,360

Daleko najpoznatiji
teleskop u povijesti.

644

00:42:33,440 --> 00:42:34,800

Ali s dobrim razlogom.

645

00:42:34,880 --> 00:42:38,560

Hubble je unaprijedio
toliko polja u astronomiji.

646

00:42:38,640 --> 00:42:42,040

U odnosu na moderna mjerila, Hubbleovo
zrcalo je zapravo prilično maleno.

647

00:42:42,120 --> 00:42:45,040

Promjer mu je svega 2.4 metra.

648

00:42:45,120 --> 00:42:48,640

Ali njegova lokacija je doslovno - vanzemaljska.

649

00:42:48,720 --> 00:42:52,360

Visoko iznad atmosfere koja pomućuje
sliku, pruža se izuzetno oštar

650

00:42:52,440 --> 00:42:54,600

pogled u Svemir.

651

00:42:54,680 --> 00:42:59,360

Štoviše, Hubble može vidjeti ultraljubičastu
i blisku infracrvenu svjetlost.

652

00:42:59,440 --> 00:43:02,480

Ova vrsta svjetlosti se jednostavno ne
može vidjeti pomoću zemaljskih teleskopa

653

00:43:02,560 --> 00:43:05,880

jer je blokirana atmosferom.

654

00:43:05,960 --> 00:43:09,880

Kamere i spektrografi, neki od njih veliki
poput cijele telefonske govornice,

655

00:43:09,960 --> 00:43:14,600

razdvajaju i mjere svjetlost
iz udaljenih krajeva Svemira.

656

00:43:14,680 --> 00:43:19,320

Baš kao i zemaljski teleskop, i Hubble
je s vremena na vrijeme potrebno nadograditi.

657

00:43:19,400 --> 00:43:22,760

Astronauti tokom "svemirskih šetnji"
popravljaju i dograđuju letjelicu.

658

00:43:22,840 --> 00:43:24,440

Pokvareni dijelovi se obnavljaju.

659

00:43:24,520 --> 00:43:27,000

Stari instrumenti se zamjenjuju novim,

660

00:43:27,080 --> 00:43:29,800

vrhunskim dostignućima tehnologije.

661

00:43:29,880 --> 00:43:33,280

Hubble je dao novi zamah
promatračkoj astronomiji,

662

00:43:33,360 --> 00:43:37,240

i promijenio naše razumijevanje Svemira.

663

00:43:39,840 --> 00:43:44,800

Svojim oštrim vidom, Hubble je promatrao
promjene godišnjih doba na Marsu,

664

00:43:45,920 --> 00:43:48,800

sudar kometa s Jupiterom,

665

00:43:50,520 --> 00:43:53,880

pogled sa strane na Saturnove prstene,

666

00:43:56,920 --> 00:44:00,400

pa čak i površinu malenog Plutona.

667

00:44:00,480 --> 00:44:06,320
Otkrio je ciklus života zvijezda,
od njihovog rođenja i mladih dana

668
00:44:06,600 --> 00:44:12,560
u jaslicama od oblaka plina i prašine,
pa sve do njihovog konačnog nestanka:

669
00:44:12,640 --> 00:44:17,800
kada se u obliku elegantnih maglica polako
šire u prostor oko umirućih zvijezda,

670
00:44:17,920 --> 00:44:24,960
ili eksplodiraju kao supernove, koje mogu
biti sjajne gotovo kao cijela jedna galaksija.

671
00:44:25,040 --> 00:44:28,960
Duboko u Orionovoj maglici, Hubble
je snimio mjesto stvaranja novih

672
00:44:29,040 --> 00:44:34,080
planetarnih sustava - prašnjave diskove oko
novorođenih zvijezda, koji bi se uskoro mogli

673
00:44:34,120 --> 00:44:36,080
kondenzirati u planete.

674
00:44:36,200 --> 00:44:40,320
Taj svemirski teleskop razlučio je tisuće pojedinačnih
zvijezda u velikim kuglastim skupovima,

675
00:44:40,440 --> 00:44:45,960
najstarijim zvijezdanim zajednicama u Svemiru.

676
00:44:46,040 --> 00:44:48,320
I galaksije, naravno.

677
00:44:48,440 --> 00:44:51,960
Nikada ranije astronomi nisu
vidjeli toliko detalja.

678
00:44:51,960 --> 00:44:58,800
Veličanstvene spirale; tamne
pruge od prašine; siloviti sudari.

679
00:45:01,040 --> 00:45:05,480
Iznimno duga promatranja naizgled
praznih dijelova neba, otkrila su

680
00:45:05,520 --> 00:45:10,080

tisuće galaksija slabog sjaja,
milijardama svjetlosnih godina daleko od nas.

681

00:45:10,120 --> 00:45:13,960
Njihovi su fotoni emitirani kada
je Svemir još uvijek bio mlad.

682

00:45:14,040 --> 00:45:18,400
To je prozor kroz koji gledamo u daleku prošlost

683

00:45:18,440 --> 00:45:21,560
Svemira koji se vječno mijenja.

684

00:45:22,200 --> 00:45:24,880
Hubble nije jedini teleskop u svemiru.

685

00:45:24,920 --> 00:45:29,800
Ovo je NASA-in svemirski teleskop Spitzer,
lansiran u kolovozu 2003. godine.

686

00:45:29,920 --> 00:45:33,720
Na neki način, on je ekvivalent
Hubble-u za infracrveni dio spektra.

687

00:45:33,760 --> 00:45:37,960
Spitzer-ovo zrcalo ima promjer
od samo 85 centimetara.

688

00:45:37,960 --> 00:45:41,080
Teleskop je skriven iza toplinskog štita,

689

00:45:41,200 --> 00:45:42,480
koji ga štiti od Sunčevog zračenja.

690

00:45:42,520 --> 00:45:47,160
Njegovi su detektori uronjeni u
termos-posudu napunjenu tekućim helijem.

691

00:45:47,200 --> 00:45:50,080
Ondje su detektori ohlađeni
na samo nekoliko stupnjeva

692

00:45:50,200 --> 00:45:51,800
iznad apsolutne nule.

693

00:45:51,920 --> 00:45:55,560
To ih čini vrlo, vrlo osjetljivim.

694

00:45:55,680 --> 00:45:58,720

Spitzer nam je otkrio Svemir pun prašine.

695

00:45:58,760 --> 00:46:02,560
Tamni, neprozirni oblaci prašine
svjetle u infracrvenom kada se

696

00:46:02,680 --> 00:46:04,560
zagrijavaju iznutra.

697

00:46:04,600 --> 00:46:08,720
Udarni valovi od sudara galaksija
guraju prašinu u prstenaste strukture

698

00:46:08,760 --> 00:46:13,480
i plimne oblike - nova mjesta za
sveprisutno formiranje zvijezda.

699

00:46:15,520 --> 00:46:19,080
Prašina nastaje i kao
posljedica smrti zvijezde.

700

00:46:19,200 --> 00:46:23,080
Spitzer je otkrio da su planetarne
maglice i ostaci supernova ispunjeni

701

00:46:23,200 --> 00:46:28,320
česticama prašine, nužnim za
nastanak budućih planeta.

702

00:46:28,440 --> 00:46:32,080
Na drugim infracrvenim valnim duljinama, Spitzer
može gledati i ravno kroz oblake prašine,

703

00:46:32,200 --> 00:46:37,720
otkrivajući tako zvijezde koje se nalaze unutra,
skriveno u njihovim tamnim središtima.

704

00:46:37,840 --> 00:46:40,960
Konačno, spektrografi ovog svemirskog
teleskopa, proučavali su i

705

00:46:40,960 --> 00:46:44,880
atmosfera ekstrasolarnih planeta,
plinovitih divova sličnih Jupiteru,

706

00:46:44,920 --> 00:46:48,880
koji običu svoje matične zvijezde
za samo nekoliko dana.

707

00:46:50,680 --> 00:46:52,880

A što je sa x-zrakama i gama-zrakama?

708

00:46:52,920 --> 00:46:55,560

Njih u potpunosti blokira Zemljina atmosfera.

709

00:46:55,680 --> 00:46:59,160

Tako bi, bez svemirskih teleskopa,
astronomi bili potpuno slijepi

710

00:46:59,200 --> 00:47:02,080

na ove visoko-energetske oblike zračenja.

711

00:47:03,680 --> 00:47:07,080

Svemirski teleskopi za x-zrake
i gama-zrake otkrivaju vrući

712

00:47:07,120 --> 00:47:11,800

i energični nasilni svemir
skupova galaksija, crnih rupa,

713

00:47:11,840 --> 00:47:16,080

eksplozija supernova i sudara galaksija.

714

00:47:18,760 --> 00:47:20,840

Međutim, vrlo ih je teško napraviti.

715

00:47:20,920 --> 00:47:24,440

Zračenje visokih energija bez problema
prolazi ravno kroz obično zrcalo.

716

00:47:24,520 --> 00:47:29,680

X-zrake mogu se fokusirati samo uz pomoć posebnih
koncentričnih ljusaka napravljenih od čistoga zlata.

717

00:47:29,760 --> 00:47:33,120

A gama-zrake se promatraju pomoću
sofisticiranih tamnih komora

718

00:47:33,200 --> 00:47:36,560

ili scintilatora koji oslobađaju
kratke bljeskove vidljive svjetlosti

719

00:47:36,640 --> 00:47:39,680

kada kada ih pogodi foton gama-zrake.

720

00:47:40,960 --> 00:47:45,120

U devedesetima, NASA je upravljala
opservatorijem za gama-zrake nazvanim Compton.

721

00:47:45,200 --> 00:47:48,280

Tada je to je bio najveći
i najmasivniji znanstveni

722

00:47:48,360 --> 00:47:49,880

satelit ikada lansiran.

723

00:47:49,960 --> 00:47:53,120

Potpuno opremljen fizikalni
laboratorij u svemiru.

724

00:47:53,200 --> 00:47:56,480

2008. godine Compton-a je naslijedio GLAST:

725

00:47:56,560 --> 00:48:00,520

Gamma Ray Large Area Space Telescope.

726

00:48:00,600 --> 00:48:04,120

On će proučavati sve u Svemiru visokih energija,

727

00:48:04,200 --> 00:48:06,520

od tamne materije do pulsara.

728

00:48:08,440 --> 00:48:12,360

Astronomi u svemiru imaju i
dva rendgenska teleskopa:

729

00:48:12,440 --> 00:48:17,400

NASA-in Chandra X-ray Observatory
i ESA-in XMM-Newton Observatory.

730

00:48:17,480 --> 00:48:21,480

Oba proučavaju najtoplija mjesta u svemiru.

731

00:48:23,960 --> 00:48:27,680

Ovako izgleda nebo gledano u području x-zraka.

732

00:48:27,760 --> 00:48:32,160

Velike formacije su oblaci plina,
zagrijani do milijuna stupnjeva

733

00:48:32,240 --> 00:48:35,680

udarnim valovima nastalim eksplozijom supernove.

734

00:48:35,760 --> 00:48:39,960

Sjajni točkasti izvori su rendgenske
dvojne zvijezde - neutronske zvijezde

735

00:48:39,960 --> 00:48:43,640

ili crne rupe koje povlače materiju
s druge zvijezde dvojnog sustava.

736

00:48:43,720 --> 00:48:47,280

Vrući plin kojeg izmjenjuju emitira x-zrake.

737

00:48:47,360 --> 00:48:51,560

Na isti način, rendgenski teleskopi otkrivaju
supermasivne crne rupe u središtima

738

00:48:51,640 --> 00:48:53,760

dalekih galaksija.

739

00:48:53,840 --> 00:48:57,800

Materija koja spiralno pada prema crnoj rupi
zagrijava se toliko da emitira x-zrake

740

00:48:57,880 --> 00:49:02,160

prije nego što potone u crnu
rupu i nestane iz vida.

741

00:49:02,240 --> 00:49:06,840

Vrući, ali rijetki plin popunjava
prostor između pojedinih galaksija

742

00:49:06,920 --> 00:49:08,320

u skupu.

743

00:49:08,400 --> 00:49:12,240

Ponekad je ovaj plin unutar skupa
dodatno zagrijan udarnim valovima

744

00:49:12,320 --> 00:49:16,480

od međusobnih sudara i spajanja
pojedinih skupova galaksija.

745

00:49:16,560 --> 00:49:20,760

Još su uzbuđljiviji bljeskovi gama-zraka,

746

00:49:20,840 --> 00:49:22,600

najenergetičniji događaji u Svemiru.

747

00:49:22,680 --> 00:49:26,920

To su katastrofalne,
konačne eksplozije ogromnih,

748

00:49:26,960 --> 00:49:28,760

brzo rotirajućih zvijezda.

749

00:49:28,840 --> 00:49:32,760
Za manje od sekunde, one oslobadaju
više energije nego Sunce

750
00:49:32,840 --> 00:49:35,760
za 10 milijardi godina.

751
00:49:38,200 --> 00:49:42,160
Hubble, Spitzer, Chandra, XMM-Newton i GLAST

752
00:49:42,240 --> 00:49:44,600
su veoma svestrani, divovski sateliti.

753
00:49:44,680 --> 00:49:47,640
No, neki svemirski teleskopi
su mnogo manji i imaju

754
00:49:47,720 --> 00:49:49,240
znatno određeniju misiju.

755
00:49:49,320 --> 00:49:51,280
Uzmimo, na primjer, COROT.

756
00:49:51,360 --> 00:49:54,880
Ovaj francuski satelit posvećen je
zvjezdanoj seizmologiji i proučavanju

757
00:49:54,960 --> 00:49:56,880
ekstrasolarnih planeta.

758
00:49:56,960 --> 00:50:01,240
Ili NASA-in satelit Swift, koji je kombinirani opservatorij za rendgenske i gama-zrake,

759
00:50:01,320 --> 00:50:05,720
dizajniran da razjasni zagonetku bljeskova gama-zraka.

760
00:50:05,800 --> 00:50:10,160
Tu je i WMAP, Wilkinson Microwave Anisotropy Probe.

761
00:50:10,240 --> 00:50:13,840
Za samo nešto više od dvije
godine u svemiru, napravio je mapu

762
00:50:13,920 --> 00:50:17,280
kozmičkog pozadinskog zračenja do
nikad prije viđenih detalja.

763
00:50:17,360 --> 00:50:21,200
WMAP je kozmolozima pružio do

sada najbolji pogled na jednu od

764

00:50:21,280 --> 00:50:26,680
najranijih faza Svemira,
prije više od 13 milijardi godina.

765

00:50:26,760 --> 00:50:29,640
Otvaranje svemirskog prostora jedan
je od najzbuđljivijih događaja

766

00:50:29,720 --> 00:50:32,240
u povijesti teleskopa.

767

00:50:32,320 --> 00:50:34,760
A što tek slijedi?

768

00:50:37,800 --> 00:50:40,680
7. Što slijedi?

769

00:50:42,680 --> 00:50:45,480
U Arizoni je napravljeno prvo zrcalo za

770

00:50:45,560 --> 00:50:47,400
Giant Magellan Telescope.

771

00:50:47,480 --> 00:50:50,680
Ovaj ogromni instrument bit će
izgrađen u sklopu opservatorija

772

00:50:50,760 --> 00:50:52,360
Las Campanas u Čileu.

773

00:50:52,440 --> 00:50:56,040
Njegovih sedam zrcala, svako promjera više od 8 metara,

774

00:50:56,120 --> 00:50:59,200
bit će raspoređeno poput latica cvijeta.

775

00:50:59,280 --> 00:51:02,200
Zajedno će hvatati 4 puta veću količinu svjetlosti

776

00:51:02,280 --> 00:51:05,799
nego bilo koji današnji teleskop.

777

00:51:05,880 --> 00:51:10,240
Kalifornijski Thirty Meter Telescope,
planiran za 2015. godinu,

778

00:51:10,320 --> 00:51:13,080
bit će divovska verzija Keck-a.

779
00:51:13,160 --> 00:51:16,360
Stotine zasebnih dijelova čine jedno ogromno zrcalo

780
00:51:16,440 --> 00:51:20,520
promjera jednakog visini šesterokatnice.

781
00:51:20,600 --> 00:51:25,320
U Europi postoje planovi za European Extremely Large Telescope.

782
00:51:25,799 --> 00:51:29,160
S 42 metra u promjeru,

783
00:51:29,240 --> 00:51:32,640
njegovo zrcalo bit će veliko kao
olimpijski bazen - dva puta veće površine

784
00:51:32,720 --> 00:51:34,840
od tridesetmetarskog teleskopa.

785
00:51:34,920 --> 00:51:39,400
Ovi divovi budućnosti, optimizirani za
promatranja u infracrvenom području,

786
00:51:39,480 --> 00:51:44,160
bit će opremljeni osjetljivim
instrumentima i adaptivnom optikom.

787
00:51:44,240 --> 00:51:46,840
Oni bi trebali otkriti
najstariju generaciju zvijezda i galaksija

788
00:51:46,920 --> 00:51:50,120
u povijesti Svemira.

789
00:51:50,200 --> 00:51:53,120
Uz to, možda nam omogućće
i prvu stvarnu sliku planeta

790
00:51:53,200 --> 00:51:56,160
nekog ekstrasolarnog sustava.

791
00:51:56,240 --> 00:52:00,000
Za radio astronome je promjer
od 42 metra tek sitnica.

792
00:52:00,080 --> 00:52:02,720

Oni spajaju više manjih
instrumenata da bi imitirali

793

00:52:02,799 --> 00:52:05,080
znatno veću antenu.

794

00:52:05,160 --> 00:52:08,799
U Nizozemskoj, Low Frequency Array, ili LOFAR,

795

00:52:08,880 --> 00:52:10,520
trenutno je u izgradnji.

796

00:52:10,600 --> 00:52:15,840
Optička vlakna spojiti će 30 000
antena sa središnjim super-računalom.

797

00:52:15,920 --> 00:52:19,440
Taj novi dizajn ne sadrži nikakve pokretne
dijelove, ali je u stanju promatrati

798

00:52:19,520 --> 00:52:22,840
osam različitih smjerova istovremeno.

799

00:52:22,920 --> 00:52:26,120
LOFAR tehnologija vjerojatno
će biti osnova za

800

00:52:26,200 --> 00:52:28,600
Square Kilometre Array, koji
je trenutno na vrhu liste želja

801

00:52:28,680 --> 00:52:30,560
radio astronoma.

802

00:52:30,640 --> 00:52:34,640
Internacionalna mreža antena bit će sagrađena u Australiji ili u Južnoj Africi.

803

00:52:34,720 --> 00:52:38,560
Velike i male antene u obliku
tanjura, ujedinjene će pružiti

804

00:52:38,640 --> 00:52:42,920
nevjerojatno oštru sliku radio neba.

805

00:52:43,000 --> 00:52:46,720
A s ukupnom površinom od
jednog kvadratnog kilometra

806

00:52:46,799 --> 00:52:50,440

novi radio teleskop bit će daleko
najosjetljiviji radio instrument

807

00:52:50,520 --> 00:52:52,920
ikada napravljen.

808

00:52:53,000 --> 00:52:58,040
Galaksije u razvoju, moćni
kvazari, trepereći pulsari...

809

00:52:58,160 --> 00:53:01,799
Nema izvora radio valova koji
će ostati skriven od pogleda

810

00:53:01,880 --> 00:53:04,760
Square Kilometre Array-a.

811

00:53:04,799 --> 00:53:08,280
Instrument će također tražiti
i moguće radio signale

812

00:53:08,360 --> 00:53:11,840
izvanzemaljskih civilizacija.

813

00:53:11,920 --> 00:53:15,160
A šta je sa svemirom?

814

00:53:15,240 --> 00:53:19,040
Nakon svog petog i finalnog popravka,
Hubble-ov svemirski teleskop bit će

815

00:53:19,120 --> 00:53:24,480
u aktivnoj upotrebi otprilike do 2013. godine.

816

00:53:24,560 --> 00:53:28,720
U to vrijeme lansirat će se njegov nasljednik.

817

00:53:30,760 --> 00:53:34,720
Upoznajte James Webb Space Telescope,
svemirski infracrveni teleskop

818

00:53:34,799 --> 00:53:40,480
nazvanom po nekadašnjem NASA-inom direktoru.

819

00:53:40,560 --> 00:53:44,840
Kada dospije u svemir, njegovo
6.5-metarsko zrcalo rastvorit će se

820

00:53:44,920 --> 00:53:48,480

poput cvjetnih latica, a osjetljivost
će biti sedam puta veća

821

00:53:48,560 --> 00:53:51,360
od Hubble-ove.

822

00:53:51,440 --> 00:53:54,520
Veliki suncobran održavat
će optiku i instrumente

823

00:53:54,600 --> 00:53:57,960
u konstantnoj sjeni, omogućujući im da rade

824

00:53:58,040 --> 00:54:03,000
na impresivnih -233 stupnjeva Celzijevih.

825

00:54:04,200 --> 00:54:07,880
Webb-ov svemirski teleskop
neće biti u orbiti oko Zemlje.

826

00:54:07,960 --> 00:54:11,640
Umjesto toga, bit će postavljen 1.5 milijun kilometara

827

00:54:11,720 --> 00:54:15,880
od našeg planeta, u širokoj orbiti oko Sunca.

828

00:54:15,960 --> 00:54:19,080
Prije pola stoljeća, Hale-ov
teleskop na planini Palomar

829

00:54:19,160 --> 00:54:20,960
bio je najveći u povijesti.

830

00:54:21,000 --> 00:54:25,120
A sada će još i veći letjeti u dubine svemira.

831

00:54:25,160 --> 00:54:29,440
Možemo samo nagađati o uzbudljivim
otkrićima koja će nam omogućiti.

832

00:54:29,520 --> 00:54:31,680
Ostanite u toku!

833

00:54:32,160 --> 00:54:34,880
U međuvremenu, kreativni inženjeri razrađuju nove,

834

00:54:34,960 --> 00:54:37,720
revolucionarne dizajne teleskopa.

835

00:54:37,799 --> 00:54:42,040
Kanadski znanstvenici napravili
su teleskop s tekućim zrcalom.

836

00:54:42,120 --> 00:54:45,200
Kod ove vrste teleskopa, zvjezdano svjetlo ne pada na

837

00:54:45,280 --> 00:54:49,360
čvrsto zrcalo, nego na zaobljenu površinu rotirajućeg

838

00:54:49,440 --> 00:54:52,600
rezervoara tekuće žive.

839

00:54:52,680 --> 00:54:56,360
Zbog svog dizajna, živini teleskopi mogu
promatrati samo nebo ravno iznad sebe,

840

00:54:56,440 --> 00:54:59,120
no njihova je prednost u tome što su relativno jeftini

841

00:54:59,200 --> 00:55:01,360
i jednostavni za napraviti.

842

00:55:01,440 --> 00:55:04,440
Radio astronomi bi željeli postaviti
LOFAR-u sličnu mrežu malih antena

843

00:55:04,520 --> 00:55:07,360
na površinu Mjeseca - što je dalje moguće od

844

00:55:07,440 --> 00:55:10,880
zemaljskih izvora smetnji.

845

00:55:10,960 --> 00:55:13,520
Tko zna, možda će se jednog dana i
veliki optički teleskop nalaziti

846

00:55:13,600 --> 00:55:16,360
na "tamnoj strani" Mjeseca.

847

00:55:16,440 --> 00:55:19,360
Koristenjem svemirskih teleskopa i okultirajućih diskova,

848

00:55:19,440 --> 00:55:21,960
rendgenski astronomi nadaju se
znatnom unaprijeđenju svojih promatranja

849

00:55:22,040 --> 00:55:23,040

u budućnosti.

850

00:55:23,120 --> 00:55:25,720

Možda čak uspiju snimiti

851

00:55:25,799 --> 00:55:27,760

i sam rub crne rupe.

852

00:55:29,560 --> 00:55:32,560

Jednoga dana, teleskopi možda odgovore na jedno od glavnih pitanja koje zanima čovječanstvo:

853

00:55:32,640 --> 00:55:38,840

Jesmo li sami u svemiru?

854

00:55:42,480 --> 00:55:45,800

Znamo da tamo negdje postoje drugi planetarni sustavi slični Sunčevom.

855

00:55:45,920 --> 00:55:48,280

Sumnjamo čak i na postojanje planeta poput Zemlje,

856

00:55:48,400 --> 00:55:50,200

s tekućom vodom.

857

00:55:50,320 --> 00:55:51,200

No,

858

00:55:51,320 --> 00:55:53,440

postoji li i život?

859

00:55:54,320 --> 00:55:58,120

Otkrivanje takvih ekstrasolarnih planeta pokazalo se vrlo zahtjevnim.

860

00:55:58,240 --> 00:56:00,680

Oni su često skriveni od astronoma u snažnom sjaju

861

00:56:00,720 --> 00:56:03,960

svojih matičnih zvijezda.

862

00:56:04,920 --> 00:56:08,040

Interferometri lansirani u tamni svemir

863

00:56:08,160 --> 00:56:10,760

mogli bi ponuditi novi odgovor.

864

00:56:10,799 --> 00:56:13,520
NASA trenutno razmatra projekt nazvan

865
00:56:13,560 --> 00:56:16,120
Terrestrial Planet Finder.

866
00:56:16,240 --> 00:56:20,680
A u Europi, znanstvenici rade
na nacrtima za Darwin Array.

867
00:56:20,799 --> 00:56:24,360
Šest svemirskih teleskopa orbitira
oko Sunca u određenoj formaciji.

868
00:56:24,480 --> 00:56:28,520
Laseri kontroliraju njihovu međusobnu
udaljenost s preciznošću od jednog nanometra.

869
00:56:28,560 --> 00:56:32,200
Zajedno, oni imaju nevjerojatnu moć
razlučivanja, te poništavaju sjaj

870
00:56:32,240 --> 00:56:36,040
zvijezda, da bi znanstvenici oko njih mogli vidjeti

871
00:56:36,160 --> 00:56:39,800
planete slične Zemlji.

872
00:56:40,640 --> 00:56:44,880
Zatim će astronomi proučavati
svjetlost koju planet reflektira.

873
00:56:45,000 --> 00:56:49,960
Ona nosi spektroskopski otisak atmosfere planeta.

874
00:56:50,000 --> 00:56:53,280
Tko zna, za petnestak godina
možda otkrijemo znakove prisustva

875
00:56:53,320 --> 00:56:55,600
kisika, metana i ozona.

876
00:56:55,720 --> 00:56:58,800
Znakove života.

877
00:57:01,000 --> 00:57:03,520
Svemir je pun iznenađenja.

878
00:57:03,640 --> 00:57:05,960

Nebo nikada ne prestaje impresionirati.

879

00:57:06,080 --> 00:57:08,960
Nije ni čudo što stotine tisuća
astronoma amatera širom planeta

880

00:57:09,000 --> 00:57:11,520
svake vedre večeri izlaze

881

00:57:11,640 --> 00:57:13,200
da se dive svemiru.

882

00:57:13,240 --> 00:57:15,520
Njihovi teleskopi su mnogo bolji od instrumenata

883

00:57:15,640 --> 00:57:16,960
koje je koristio Galileo.

884

00:57:17,000 --> 00:57:20,600
Njihove digitalne slike nadmašuju
čak i fotografije koje su

885

00:57:20,640 --> 00:57:23,760
napravili profesionalci prije
samo nekoliko desetljeća.

886

00:57:23,880 --> 00:57:27,200
Želja astronoma za razumijevanjem Svemira,
kao i njihova teleskopska istraživanja,

887

00:57:27,240 --> 00:57:30,760
stari su svega 400 godina.

888

00:57:30,799 --> 00:57:35,040
Još uvijek postoji mnogo neistraženih područja.

889

00:57:35,560 --> 00:57:38,880
Prilično smo napredovali od vremena
kada je Galileo počeo istraživati nebo

890

00:57:39,000 --> 00:57:42,200
svojim teleskopom, prije četiri stoljeća.

891

00:57:42,240 --> 00:57:45,440
I danas promatramo Svemir teleskopima,

892

00:57:45,480 --> 00:57:50,800
ne samo sa Zemlje, već i
iz prostora izvan nje.

893

00:57:50,920 --> 00:57:54,520
Sjeme čovječnosti leži u našim,
naizgled beskrajnim, izvorima

894

00:57:54,640 --> 00:57:57,680
dosjetljivosti i znatiželje.

895

00:57:57,799 --> 00:58:00,360
Tek smo počeli odgovarati na neka od najvećih

896

00:58:00,400 --> 00:58:02,440
ikada postavljenih pitanja.

897

00:58:02,480 --> 00:58:05,120
Otkrili smo preko tri stotine
planeta oko drugih zvijezda

898

00:58:05,160 --> 00:58:09,200
u našem Mliječnom putu i pronašli
organske molekule na planetima

899

00:58:09,240 --> 00:58:12,760
koji kruže oko udaljenih zvijezda.

900

00:58:12,799 --> 00:58:17,440
Ova nevjerojatna otkrića možda se čine
kao vrhunac ljudskog istraživanja,

901

00:58:17,520 --> 00:58:21,520
ali najbolje će, nesumnjivo, tek doći.

902

00:58:21,640 --> 00:58:24,440
I vi se možete pridružiti istraživačima!

903

00:58:24,480 --> 00:58:29,200
Podignite pogled i budite radoznali!