

# ASTRONOMI V KMICI



devetič

## KAZALO

<b>KMICINI 10 LET</b> .....	<b>3</b>
<b>PLAKETE AD KMICA</b> .....	<b>4</b>
<b>ZGODOVNSKI PREGLED AD KMICA</b> .....	<b>7</b>
<b>ALI SKAČEJO MARSOVCI VIŠJE?</b> .....	<b>9</b>
<b>NASTANEK ČRNIH LUKENJ</b> .....	<b>11</b>
KAJ SO IN KJE NAJDEMO ČRNE LUKNJE? .....	11
KAKO ČRNE LUKNJE NASTANEJO? .....	13
<b>JURIJ VEGA IN BALISTIKA</b> .....	<b>14</b>
<b>MIT O NASTANKU CIRKUMPOLARNOSTI OZVEZDIJ</b> .....	<b>16</b>
<b>OPAZOVANJE OGLE-2006LG-277 IZ SLOVENIJE</b> .....	<b>17</b>
<b>ZAMUJENA PRILOŽNOST</b> .....	<b>19</b>
<b>OBJEKTI HERBIG-HARO</b> .....	<b>20</b>
<b>ASTRONOMSKE DELAVNICE »MAGAŠOV BREJG«</b> .....	<b>22</b>
OPAZOVANJE METEORSKEGA ROJA PERZEIDOV IN DELO Z ALL-SKY KAMERO .....	22
NAČINI ODKRIVANJA PLANETOV IZVEN NAŠEGA OSONČJA.....	23
ASTROFOTOGRAFIJA S CCD KAMERO .....	24
OPAZOVANJE URANA, NEPTUNA IN LUNE TER SNEMANJE Z DIGITALNIM FOTO APARATOM.....	26
<b>10. ASTRONOMSKI TABOR KMICA 2006</b> .....	<b>27</b>
1. METEORJI .....	28
2. OSNOVE ASTRONOMIJE .....	31
3. CCD IN KLASIČNA ASTROFOTOGRAFIJA: .....	32

## KMICINI 10 LET

Prvih 10 let delovanja je Astronomsko društvo Kmica obeležilo s slavnostno akademijo, na kateri smo se ozrli na prehojeno pot, se najzaslužnejšim za soustvarjanje astronomije v Pomurju in širše zahvalili s plaketami in se seveda z optimizmom zazrli v prihodnost.

Društvo je po eni strani povežalo že obstoječe astronomske aktivnosti in pobude, hkrati pa je od samega začetka generator novih aktivnosti in po svojih močeh kar najbolje skrbi za popularizacijo astronomije ter naravoslovja nasploh. Tradicionalne prireditve kot so mladinski astronomski raziskovalni tabor, v zadnjih letih celo dva na leto, javna opazovanja zanimivih astronomskih pojavov, poljudna predavanja in še posebej vsakoletni zaključek astronomske sezone, lokalno okolje pričakuje in bi jih pogrešalo. Nadgrajujemo jih z bogato založniško dejavnostjo, kjer seveda najpomembnejše mesto pripada periodični publikaciji *Astronomi v Kmicu* in Kmicinemu astronomskemu koledarju, zelo ponosni pa smo tudi na našo Zvezdno karto. Širše članstvo o dogodkih ob lokalnih medijih, ki so nam zmeraj stali ob strani, za kar se jim iskreno zahvaljujemo, obveščamo predvsem preko spletne strani [www.kmica.si](http://www.kmica.si), ki smo jo prav ob obletnici prenovili in modernizirali, tako da zares predstavlja naše osrednje informacijsko in arhivsko središče.

Kmica je ob ustanovitvi imela ambicijo članom zadovoljiti potrebe predvsem na ravni ljubiteljske astronomije. Srečno naključje in splet okoliščin pa je nanese, da so se nekatere naše članice in člani astronomiji tudi profesionalno zapisali, kar Društvu daje pomembno odskočno desko tudi preko meja ljubiteljstva. Poslanstvo društva je s tem dobilo novo kategorijo. Povezovati vrhunsko in ljubiteljsko astronomijo. Prvim omogočiti, da s svojimi dosežki seznanijo tudi zainteresirano ljubiteljsko javnost, slednje pa iz prve roke seznanjati s "tisto pravo" astronomijo. Na vsakega, ki ga to dodatno zainteresira in motivira za naravoslovje kot poklic, smo že posebej ponosni.

Astronomsko društvo Kmica je dovolj staro, da je že prišlo do menjave generacij. Za mnoge organizacije je to usodno, v Kmicu na srečo ne. Ravno nasprotno. Mladi, ki se nam vsako leto pridružijo in predstavljajo udarno gonilno silo imajo ob sebi in za sabo izkušene, ki za astronomijo mogoče več nimajo toliko časa kot včasih, je pa zato njihovo sodelovanje toliko bolj intenzivno in zaradi izkušenj tudi zelo plodno.

Vsem članicam in članom, še posebej tistim najzaslužnejšim, se za pomoč in sodelovanje iskreno zahvaljujem. Prijetni skupni spomini nam vzbudijo ponos in optimizem za uspešno delo v prihodnje.

dr. Mitja SLAVINEC  
predsednik AD Kmica

## PLAKETE AD KMICA

Predsedstvo AD Kmica je sprejelo sklep, da se najaktivnejšim članom in sodelavcem za dolgoletno požrtvovalno delo in pomoč pri aktivnostih Astronomskega društva Kmica zahvali s Plaketo in Zahvalo AD Kmica. Glede na to, da Društvo sedaj prvič podeljuje tovrstna priznanja, je bilo toliko težje določiti primerno število prejemnikov, da se po eni strani ne razvrednoti pomen in pripadajoči ugled priznanj pa da se hkrati koga ne spregleda. Predvsem slednje je bilo še posebej zahtevna naloga, saj je AD Kmica mnoge aktivnosti in bogate rezultate ter uspehe lahko doseglo le s široko motivacijo in aktivnostjo članstva ter širše skupnosti.

Eden od osnovnih kriterijev je bilo vsaj 5 letno aktivno delo na različnih področjih delovanja Društva, in pomembni, širše prepoznani dosežki, ki so promovirali tako AD Kmica kakor astronomijo nasploh.

Vsem prejemnikom plaket in zahval se lepo zahvaljujemo za prispevek in pomoč ter jim iskreno čestitamo.

dr. Mitja SLAVINEC  
predsednik AD Kmica

### ZLATE PLAKETE AD KMICA

#### Rudi CIPOT

G. Rudi Cipot, direktor Zavarovalnice Triglav, OE Murska Sobota, je s svojo moralno in materialno podporo, kakor tudi mnogimi strokovnimi nasveti, ključno pripomogel k uspešnemu razvoju in delovanju Društva. Od samega začetka aktivno sodeluje v organih AD Kmica, še posebej pa velja izpostaviti njegovo pobudo za izdelavo Kmicine zvezdne karte, zelo pomembna pa je tudi njegova vloga pri navezovanju stikov AD Kmica z zunanjimi partnerji.

Za pomoč se AD Kmica g. Rudiju Cipotu lepo zahvaljuje in mu podeljuje ZLATO PLAKETO AD KMICA.

#### Marjan ČENAR

G. Marjan Čenar, dolgoletni tajnik AD Kmica je eden od idejnih vodij Društva in ima zelo veliko zaslug, da je sploh prišlo do ustanovitve AD

Kmica. Pomemben je njegov delež pri promociji Društva in astronomije nasploh, organizaciji in vodenju mnogih društvenih aktivnosti, nepozabna pa so njegova vsakoletna predavanja na taborih ali ob drugih priložnostih, s katerimi je nedvomno za astronomijo navdušil številne nove člane.

Za pomoč se AD Kmica g. Marjanu Čenarju lepo zahvaljuje in mu podeljuje ZLATO PLAKETO AD KMICA.

### SREBRNE PLAKETE AD KMICA

#### doc. dr. Renato LUKAČ

Doc. dr. Renato Lukač, podpredsednik in ustanovni član AD Kmica, je kot dolgoletni vodja astronomskih krožkov pomembno prispeval k popularizaciji AD Kmica med šolajočo se mladino in dobremu sodelovanju Društva z zunanjimi partnerji. Je avtor več člankov, v katerih je bralcem na poljuden način predstavil povezavo astronomije s sodobnimi elektronskimi mediji. Še posebej pomemben je bil njegov prispevek ob sami ustanovitvi društva.

Za pomoč se AD Kmica doc. dr. Renatu Lukaču lepo zahvaljuje in mu podeljuje SREBRNO PLAKETO AD KMICA.

#### mag. Primož KAJDIČ

Mag. Primož Kajdič, dolgoletni tajnik in ustanovni član AD Kmica, je eden najaktivnejših in strokovno najbolj usposobljenih članov, ki kot mentor in vodja številnih taborov svoje bogato znanje ni naprej prenašal le znotraj društva, temveč je kot vodja astronomskih krožkov ali večerov astronomijo populariziral tudi po mnogih šolah v Pomurju. Je eden naših najbolj referenčnih avtorjev znanstvenih člankov, za širšo zainteresirano javnost pa je objavil tudi več poljudnih člankov.

Za pomoč se AD Kmica mag. Primožu Kajdiču lepo zahvaljuje in mu podeljuje SREBRNO PLAKETO AD KMICA.

## **Damijan ŠKRABAN**

G. Damijan Škraban, gonilna sila AD Kmica, je aktiven pri praktično vseh aktivnostih društva, predvsem kot vodja astronomskih taborov, astronomijo pa je mlajšim uspešno približal tudi na številnih astronomskih večerih, kar se vsako leto zrcali pri aktivnem podmladku Društva. Še posebej velja izpostaviti njegovo skrb in prizadevanja za visoko organizacijsko in strokovno raven dejavnosti, s čimer je AD Kmica zagotovil velik ugled pri zunanjih partnerjih.

Za pomoč se AD Kmica Damijanu Škrabanu lepo zahvaljuje in mu podeljuje SREBRNO PLAKETO AD KMICA.

## **Samo SMRKE**

G. Samo Smrke, eden najboljših ljubiteljskih astronomov v Sloveniji, je kot prvi na svetu opazoval planet, ki se nahaja izven našega Osončja in eden izmed prvih, ki je s CCD kamero naredil meritve gravitacijskega lečenja. Njegovi dosežki so bili objavljeni v reviji Sky&Telescope in drugih prestižnih virih, o svojih opazovanjih pa redno piše tudi v astronomski reviji Spika. Pomembna je tudi njegova mentorska dejavnost saj svoje znanje in izkušnje uspešno prenaša na druge člane Društva.

Za pomoč se AD Kmica Samu Smrketu lepo zahvaljuje in mu podeljuje SREBRNO PLAKETO AD KMICA.

## **Johan LACO**

G. Johan Laco, ravnatelj Osnovne šole Gornji Petrovci, je kot dolgoletni aktivni član AD Kmica odigral ključno vlogo pri organizaciji in izvedbi prvih mednarodnih astronomskih taborov. Prav njegova naklonjenost in osebna zavzetost pri vzpodbujanju astronomskih aktivnosti na OŠ Gornji Petrovci so ključno prispevali k strokovnemu napredku in še boljši izvedbi kmicinih astronomskih taborov.

Za pomoč se AD Kmica Johanu Lacu lepo zahvaljuje in mu podeljuje SREBRNO PLAKETO AD KMICA.

## **Igor VUČKIČ**

G. Igor Vučkič, eden najbolj aktivnih članov AD Kmica, ki je svojo ljubiteljstvo do astronomije kronal z astronomskim observatorijem Magašov Brejg, kjer sedaj uspešno izvaja astronomske delavnice in na druge načine skrbi za

popularizacijo astronomije. S svojim širokim znanjem o astronomski opremi je v preteklih letih AD Kmica ključno pripomogel k optimalni opremljenosti Društva in posameznih članov.

Za pomoč se AD Kmica Igorju Vučkiču lepo zahvaljuje in mu podeljuje SREBRNO PLAKETO AD KMICA.

## **BRONASTE PLAKETE AD KMICA**

### **Mario ŠKRABAN**

G. Mario Škraban, ustanovni član AD Kmica, je ključno pripomogel za ustrezno tehnično podporo na astronomskih taborih in javnih opazovanjih, katera je pogosto tudi vodil, še posebej pa velja izpostaviti njegovo pionirsko delo na področju interneta v AD Kmica.

Za pomoč se AD Kmica Mariu Škrabanu lepo zahvaljuje in mu podeljuje BRONASTO PLAKETO AD KMICA.

### **Igor ČENAR**

G. Igor Čenar, ustanovni član AD Kmica in uspešen mentor ter vodja skupin na več astronomskih taborih, se je odlikoval predvsem kot organizator astronomskih večerov in mnogih javnih opazovanj.

Za pomoč se AD Kmica Igorju Čenarju lepo zahvaljuje in mu podeljuje BRONASTO PLAKETO AD KMICA.

### **Ernest HARI**

G. Ernest Hari, začetnik meteorske sekcije AD Kmica, se je odlikoval predvsem na področju opazovanja meteorjev.

Za pomoč se AD Kmica Ernestu Hariju lepo zahvaljuje in mu podeljuje BRONASTO PLAKETO AD KMICA.

### **Blaž KUČUK**

G. Blaž Kučuk, študent astronomije na Fakulteti za matematiko in fiziko v Ljubljani, svoje bogato znanje, predvsem s področja astrofizike, zelo uspešno in aktivno širi na mlajše generacije kot mentor in vodja na astronomskih taborih.

Za pomoč se AD Kmica Blažu Kučuku lepo zahvaljuje in mu podeljuje BRONASTO PLAKETO AD KMICA.

## **Bojan MARUŠIČ**

G. Bojan Marušič, študent fizike na Fakulteti za matematiko in fiziko v Ljubljani, se je odlikoval kot vodja astronomskega tabora in dolgoletni mentor za astrofiziko.

Za pomoč se AD Kmica Bojanu Marušiču lepo zahvaljuje in mu podeljuje BRONASTO PLAKETO AD KMICA.

## **ZAHVALE AD KMICA**

### **Nikolaj ŠTRITOF**

G. Nikolaj Štritof, član AD Javornik, je eden vodilnih astronomov v Sloveniji, ki z AD Kmica sodeluje od samega začetka. Nenadomestljiv je predvsem njegov prispevek ob ustanovitvi, ko se je Društvo komaj razvijalo, tako v kadrovskem, kot materialnem smislu. Niko je bil vodja prvega in strokovni sodelavec ter predavatelj na mnogih kasnejših taborih, pomembna pa je njegova strokovna pomoč, ki jo je ves čas nudil članom Društva, tudi pri enem največjih uspehov, detekciji planeta pri tuji zvezdi.

Za pomoč se AD Kmica g. Nikolaju ŠTRITOFU lepo zahvaljuje in mu podeljuje ZAHVALO AD KMICA.

### **Suzana ČURMAN**

Ga. Suzana Čurman, sekretarka Regionalnega centra ZOTKS v Murski Soboti, od samega začetka vzorno in odgovorno opravlja večino administrativnih del za Društvo, od vodenja evidenc, korespondence in organizacije dogodkov do računovodstva in urejanja finančnega poslovanja.

Za pomoč se AD Kmica ga. Suzani ČURMAN lepo zahvaljuje in ji podeljuje ZAHVALO AD KMICA.

### **Edita RITUPER**

Ga. Edita Rituper, dolgoletna predsednica Kluba PAC, je s svojo dejavnostjo na mnogih področjih ključno pripomogla k hitremu in uspešnemu razvoju AD Kmica. Še posebej velja izpostaviti odličen partnerski odnos pri realizaciji

pomembnih skupnih projektov, ki so AD Kmica zagotovili ustrezno opremljenost, med sodelavci pa ustvarili prijetno vzdušje in prijateljski odnos.

Za pomoč se AD Kmica ga. Editi RITUPER lepo zahvaljuje in ji podeljuje ZAHVALO AD KMICA.

### **asist. mag. Robet REPNIK**

Asist. mag. Robert Repnik, asistent za fiziko in astronomijo na Fakulteti za naravoslovje in matematiko v Mariboru, je eden vodilni strokovnjak na področju organizacije obšolskih aktivnosti iz področja astronomije pri nas. Njegove bogate izkušnje, ki jih je prenašal bodisi kot predavatelj ali organizacijski vodja kmicinih taborov, so ključno pripomogle k uspešni izvedbi mnogih taborov, pogosto pa je pomagal zagotoviti tudi potrebno manjkajočo astronomsko opremo.

Za pomoč se AD Kmica asist. mag. Robertu Repniku lepo zahvaljuje in mu podeljuje ZAHVALO AD KMICA.

### **Igor PRAPROTNIK**

G. Igor Praprotnik, direktor Tiskarne AIP, od začetka delovanja moralno, materialno in strokovno, predvsem na grafičnem področju, podpira aktivnosti AD Kmica. Njegova zasluga je, da so, tehnično pogosto zelo zahtevni materiali, kot npr. zvezdna karta, natisnjeni brezplačno in strokovno korektno, predvsem pa pravočasno.

Za pomoč se AD Kmica g. Igorju Praprotniku lepo zahvaljuje in mu podeljuje ZAHVALO AD KMICA.

### **Simona GROSMAN**

Ga. Simona Grosman, dolgoletna ravnateljica OŠ Fokovci, je pomembno pripomogla k uspešnim začetkom delovanja Društva, predvsem pri organizaciji in izvedbi astronomskih taborov na OŠ Fokovci, kjer ni igrala zgolj vloge formalnega gostitelja, temveč se je skupaj s sodelavci šole aktivno vključila tudi v organizacijo taborov.

Za pomoč se AD Kmica ga. Simoni Grosman lepo zahvaljuje in ji podeljuje ZAHVALO AD KMICA.

## ZGODOVNSKI PREGLED AD KMICA

Zgodovina Astronomskega društva Kmica se je začela že nekoliko pred njegovo ustanovitvijo. Predhodnica društva je bil astronomski krožek na Ljudski univerzi, ki smo ga v okviru obveznih izbirnih vsebin obiskovali nekateri dijaki Gimnazije Murska Sobota. Takrat nam je astronomijo razlagal **Franc Duh**, sicer profesor fizike na srednji medicinski šoli v Rakičanu. Izmed poznejših članov AD Kmica smo krožek obiskovali še **Urška Vidovič**, **Igor Čenar**, **Damijan Škraban**, **Mario Škraban**, **Aleksander Šeruga** in **Primož Kajdič**. Kot zunanja sodelavca sta se nam večkrat pridružila še **Marjan Čenar** profesor z Ljudske univerze in **Edvard Dečko** profesor fizike na Gimnaziji Murska Sobota. Med obiskovanjem krožka smo ugotovili, da smo si nekateri že dolgo želeli, da bi astronomija postala naš hobi. Menili smo, da nam bi druženje prineslo še več užitkov in spoznanj ob opazovanju nočnega neba. S krožkom smo nadaljevali in ga poimenovali Kmica. K sodelovanju smo povabili še nekaj ljudi, za katere smo vedeli, da jih astronomija zanima. Med njimi so bili **Stane Cestnik**, **Alojz Celec**, **Blaž Kučuk**, **Renato Lukač** in **Mitja Slavinec**. Še pred ustanovitvijo AD Kmica smo začeli s popularizacijo astronomije – oktobra 1995 smo na parkirišču pred Galerijo Murska Sobota (danes tam stoji knjižnica) organizirali prvo javno opazovanje Lune. Kljub temu, da je bila naša astronomska oprema še skromna, so bili obiskovalci prireditve nad videnim navdušeni. Junija naslednje leto smo za učence Osnovne šole III v Murski Soboti organizirali astronomski večer, kjer smo astronomijo učencem približali tudi s teleskopi,

**Astronomsko društvo Kmica** smo ustanovili **8. junija 1996** na Gimnaziji Murska Sobota kar smo pospremili z »velikim pokom«, ki smo ga ustvarili s papirnatimi vrečkami. Za sedež društva smo izbrali naslov Borovnjakova 1 v Murski Soboti, kjer nas gosti Regionalni center Zveze za tehnično kulturo Slovenije (ZOTKS). Izvolili smo vodstvo, predsednik društva je postal Mitja Slavinec, v statutu pa zapisali, da je AD Kmica »prostovoljno združenje ljubiteljev astronomije, ki združuje, povezuje in vključuje članstvo na amaterski osnovi. Društvo deluje na območju pomurske regije« in da so cilji društva sledeči:

- popularizacija astronomije,
- povezovanje in izobraževanje astronomov amaterjev,
- organizacija društvenih akcij, kot so opazovanja, tabori in strokovne ekskurzije,
- izdajanje glasila in ostalih publikacij,
- organiziranje predavanj,
- povezovanje in sodelovanje z drugimi astronomskimi društvi,
- *povezovanje in sodelovanje z osnovnimi in srednjimi šolami ter astronomskimi krožki*

Julija naslednje leto smo skupaj z ZOTKS organizirali **prvi astronomski tabor Fokovci 1997** na OŠ Fokovci. Pri izvedbi tabora so nam pomagali kolegi iz AD Javornik iz Ljubljane. Vodja prvega tabora je bil **Nikolaj Štritof**, ki je tudi vodil skupino Osnove astronomije, **Mihaela Triglav** je vodila Skupino za osončje, **Ivo Babarovič** pa Skupino za spremenljivke. Pomagali pa smo jim **Urška Vidovič**, **Igor Čenar** in **Primož Kajdič**. Na taboru je bilo trinajst udeležencev iz celega Pomurja.

Takrat smo v društvu dobili **prvi teleskop – Meade Starfinder**. To je bil reflektor tipa Newton s premerom objektiva 200 mm in goriščno razdaljo 1200 mm. Tako smo se na taboru učili prepoznavati ozvezdja, opazovati s prostimi očmi ter fotografirati in risati nebesne objekte.

AD Kmica je v svoji desetletni zgodovini doživelo mnogo vrhuncev. V središču pozornosti slovenske javnosti smo bili avgusta 1999, ko smo v Sloveniji samo iz Prekmurja lahko opazovali popolni sončev mrk. Takrat smo se pojavljali praktično v vseh slovenskih medijih, naše tiskovne konference so bile objavljene v osrednjem dnevniku na TV Slovenija in na Pop TV. Prenos samega mrka smo komentirali po TV Slovenija in ob sodelovanju podjetij **Roto** in **Inoks** omogočili helikoptersko snemanje potovanja Lunine sence po površini Zemlje. Organizirali smo ekskurzijo na Madžarsko, tabora pa se je takrat udeležilo **preko kot 40 udeležencev**. Člani AD Kmica smo pozneje opazovali še dva popolna sončeva mrka – leta 2001 Zambiji in leta 2006 v Turčiji.

Poleg že omenjenega teleskopa smo kmalu kupili še en manjši, a za javna opazovanja priročnejši računalniško vodeni teleskop Celestron. Že pozimi 1998 je naš prvotni

teleskop dobil svoj dom – **astronomski observatorij** pri OŠ Fokovci. Sodelovali smo s klubom PAC in pomagali postaviti njihov observatorij na strehi zgradbe Zavarovalnice Triglav. V ta namen je klub PAC kupil računalniško vodeni teleskop Meade LX 200. V društvu pa smo poleg konvencionalne opreme za astronomsko fotografijo dobili še **CCD kamero Starlight Express MX7c**.

Pomemben del napše dejavnosti predstavljajo poletni tabori, javna opazovanja, astronomski večeri na osnovnih in srednjih šolah ter astronomska krožka na Gimnaziji Murska Sobota in OŠ II Murska Sobota. Da smo bili uspešni pričča tudi število naših članov, saj nas je danes približno sto.

### **Pomembnejše dejavnosti članov AD Kmica v preteklih desetih letih:**

- September 1995: člani astronomskega krožka (AK) Kmica opozorijo na svoj obstoj s prvim javnim opazovanjem Lune pred Galerijo Miška Kranjca v Murski Soboti.
- Marec 1996: AK Kmica povabi javnost na javno opazovanje zimskih ozvezdij s predavanji na Domu borcev na Vaneči.
- Junij 1996: AK Kmica organizira prvi astronomski večer za Osnovno šolo III Murska Sobota.
- 8. junij 1996: z velikim pokom papirnatih vrečk uradno razglasijo ustanovitev Astronomskega društva Kmica.
- 12. oktober 1996: skupaj z AK Phobos z Gimnazije MS soboški javnosti približajo delni sončev mrk.
- Marec, april 1997: javno opazujejo **kometa Hale-Bopp** na Vaneči in v Murski Soboti.
- Julij 1997: na OŠ Fokovci se zbere 13 udeležencev in 6 mentorjev. Celotedenski dogodek poimenujejo **prvi Astronomski tabor Fokovci 1997**, od takrat vsako leto pa ga organizirajo vsako leto.
- Julij: 1997: AD Kmica pridobi prvi teleskop Meade Starfinder, ki postane osrednji inštrument pri vseh dejavnostih društva.
- Zima 1998: AD Kmica odpre **Astronomski observatorij** Kmica v Fokovcih.
- December 1998 Prvič izide **Kmicin astronomski koledar** in publikacija, »**Astronomi v Kmicu**«, ki od takrat izide vsako leto. Članke v njej med drugim objavijo najpomembnejši slovenski astronomi.
- **11. Avgust 1999:** v Prekmurju se zgodi **popolni sončev mrk**, kar AD Kmica uspešno izkoristi za popularizacijo astronomije. V društvu organizirajo astronomski tabor, ekskurzijo na Madžarsko ter javno opazovanje v Budincih. Prekmurje obišče preko 40.000 ljudi.
- 2001: ob rojstnem dnevu AD Kmica na torti gori 5 sveč.
- Junij 2001: tokrat Sonce prvič v novem tisočletju mrkne blizu glavnega mesta Zambije Lusaka, kamor se pogumno odpravijo trije člani AD Kmica.
- 2002: Kmica dobi CCD kamero Starlight Express MX7c.
- 2003: AD Kmica uspešno sodeluje s klubom PAC pri pripravi in izvedbi s strani Evropske skupnosti financiranega projekta, katerega cilj je popularizacija in uvajanje astronomije v šole.
- 2003: Izide Kmicina zvezdna karta.
- 2003: AD Kmica svoj tabor prvič preseli na **OŠ Gornji Petrovci**, deloma pa ga izvedemo celo na **OŠ Monošter v Madžarskem Porabju**. Ker so udeleženci prvič tudi madžarske krvi, **tabor postane mednarodni**.
- 2004: Člani AD Kmica poleg tabora organizirajo še raziskovalni tabor za mentorje. Član AD Kmica Samo Smrke postane prvi ljubiteljski astronom na svetu, ki opazuje planet izven našega osončja.
- 2004: AD Kmica skupaj z AD Javornik ustanovi Slovensko astronomsko zvezo.
- September 2004: AD Kmica sodobno strokovno astronomsko literaturo s katero razpolaga podari murskosoboški knjižnici.
- 2005: AD Kmica prenovi svojo spletno stran, ki tako postane gledljiva, Astronomski observatorij Magašov Brejg dobiva svojo končno obliko.
- Marec 2006: člani AD Kmica romajo na ogled popolnega sončevega mrka na Turško obalo blizu Antalije.
- 2006: na **Magašovem Brejgu** v Ivanovcih se pod vodstvom **Igorja Vučkica** zaključujejo dela na astronomskem observatoriju.
- Avgust 2006: Taisti Igor Vučkic vodi astronomske delavnice na observatoriju Magašov Brejg v Ivanovcih.
- Januar 2007: člani AD Kmica na Slavnostni akademiji proslavljajo 10. obletnico društva.



## AD Kmica je preteklih desetih letih organiziralo:

- 9 Raziskovalnih taborov,
- 4 Astronomske delavnice,
- 2 Raziskovalna tabora za mentorje,
- 17 poljudnih predavanj,
- cca. 50 astronomskih večerov na različnih osnovnih in srednjih šolah,
- cca. 20 javnih opazovanj,
- 5 ekskurzij v tujino – opazovanje mrkov, meteorskih rojev in obiski observatorijev ter planetarijev,
- izdalo 9 publikacij »Astronomi v Kmici«,
- izdalo 9 kmicinih astronomskih koledarjev,
- izdalo kmicino astronomsko zvezdno karto.

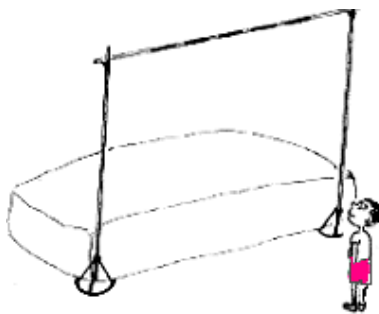
## PROJEKCIJA ZA NAPREJ

Do leta 2015 Astronomskemu društvu Kmica uspe za astronomijo navdušiti najprej pomursko nato pa vseslovensko javnost. Ljudje mrzlično kupujejo teleskope, gradijo observatorije, članstvo AD Kmica naraste na dva milijona. Kmica podvoji članarino in zgradi enaintrideset meterski teleskop, ki je največji na svetu. Navdušenje preraste nacionalne meje, astronomija postane svetovna religija, AD Kmica pa njen prerok. Poslanstvo AD Kmice se konča v letu 2040, ko njeni člani razložijo vse skrivnosti Vesolja in se s tem dokopljejo do dokončnega odgovora o smislu življenja.

Primož KAJDIČ  
AD Kmica

## ALI SKAČEJO MARSOVCI VIŠJE?

Mars je planet, ki je ljudi že v preteklosti privlačil. Tudi v bodočnosti računajo nanj, kot možno pribežališče za ljudi, ko bo na Zemlji naseljenost prevelika in zaloge hrane in pitne vode izčrpane. Življenje na njem pa bo vse prej, kot podobno zemeljskemu. V tem prispevku si bomo pogledali kako je s športno aktivnostjo na njem, na primeru skoka v višino.



Slika 1. Ali bi na Marsu lahko preskočil to višino?

Gravitacijska privlačnost na Marsu je približno  $2/5$  zemeljske privlačnosti. Zato pričakujemo, da skakalec na Marsu skoči višje, kakor na Zemlji, saj ga gravitacija tam »manj pritiska k tlam.« Poglejmo to nekoliko natančneje. Težišče našega telesa naj bo ob skoku (tik preden odskočimo) na višini  $h_s$  nad tlemi. Naše telo naj ima ob skoku začetno hitrost enako  $v_s$ . Na začetku poti je polna energija našega telesa

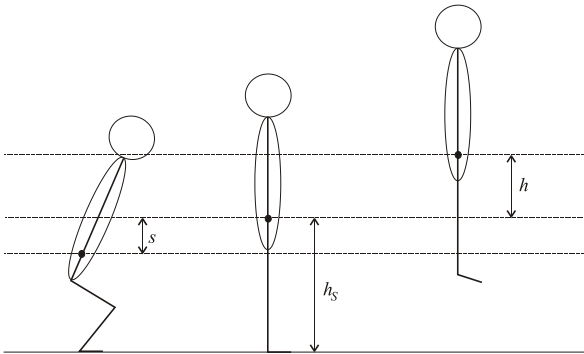
enaka vsoti kinetične in potencialne energije. Ta energija se vzdolž celotnega skoka ohranja, saj na telo ne deluje nobena druga zunanja sila, razen sile teže, ki smo jo že upoštevali v potencialni energiji. Naše telo se ustavi v najvišji točki skoka, in nato začne padati. V najvišji točki je težišče našega telesa za  $h$  višje, kot tik pred skokom, zato tedaj velja

$$\frac{m v_s^2}{2} + m g h_s = m g (h_s + h). \quad (1)$$

Iz zgornje enačbe lahko izračunamo višino  $h$ , za katero se je naše telo dvignilo med skokom. Sledi

$$h = \frac{v_s^2}{2g} \quad (2)$$

Res lahko vidimo, da je pri manjšem gravitacijskem pospešku, skok višji. Višina skoka pa je sorazmerna tudi s hitrostjo s katero skočimo, in to celo s kvadratom te hitrosti. Zato si v nadaljevanju pogledajmo, od česa je odvisna ta hitrost.



Slika 2. Shematični prikaz izvedbe skoka. Razdalja za katero se zniža težišče telesa med počepom je označena z  $s$ , višina težišča pri vzravnem položaju je označena s  $h_s$ , višina za katero se zviša težišče telesa pri skoku pa je označena s  $h$ .

Med izvedbo skoka v višino, navadno nekoliko počepnemo, se odrinemo in nato skočimo. Recimo, da se med počepom naše težišče zniža za višino  $s$ . Naše noge naj delujejo na podlago z neko stalno silo  $F$  (gibanje poteka samo v eni dimenziji, zato opustimo vektorske znake). Zunanji sili, ki delujeta na naše telo v fazi odskoka sta sila podlage in sila teže, ki sta usmerjeni v nasprotnih smereh. Po drugem Newtonovem zakonu velja

$$ma = F - mg \quad (3)$$

Gre torej za enakomerno pospešeno gibanje, za katerega znamo zapisati enačbi za hitrost in pot. Ko rešimo enačbe, sledi za »skočno hitrost«

$$v_s = \sqrt{\frac{2s(F - mg)}{m}} \quad (4)$$

Vidimo, da je velika masa »moteč faktor,« če želimo skočiti visoko. To sicer vemo iz vsakdanjih izkušenj, a nam enačba (2) o tem nič ne pove. Iz enačbe (4) je razvidno tudi, da je pri šibkejši gravitaciji, hitrost s katero skočimo višja. Torej bi na Marsu skočili z višjo začetno hitrostjo, kakor na Zemlji, če predpostavimo, da je sila s katero se odrinemo v obeh primerih ista.

Predvidevali smo, da je sila  $F$  s katero se odrivamo ves čas enaka. V resnici seveda ni tako. Sila ni ves čas enaka, saj se spreminja s

časom. Ta odvisnost je za vsakega človeka različna, ker je odvisna od človekovih fizioloških dejavnikov. Mišica se ne more skrčiti v trenutku. Za doseg njene maksimalne moči je potreben določen čas. Ta čas je za različne posameznike, različen. Odvisen je od prirojenih značilnosti in od treninga. Britanski Nobelov nagrajenec A. V. Hill je v tridesetih letih prejšnjega stoletja raziskoval povezavo med silo v mišici in hitrostjo njenega krčenja. Odkril je zanimivo zvezo med silo mišice

$F_M$  in hitrostjo krčenja mišice  $v_k$

$$F_M = \frac{c}{v_k + b} - a \quad (5)$$

V enačbi (5) poleg sile v mišici in hitrosti krčenja, nastopajo še količine  $a$ ,  $b$  in  $c$ , ki so odvisne od fizioloških lastnosti mišice. Iz enačbe lahko razberemo, da se razvije v mišici tem večja sila, čim počasneje se mišica krči. Iz enačbe (5) lahko izračunamo tri parametre, ki so pri preučevanju športnikovih mišičnih lastnosti v veliko korist, vendar se tukaj s tem ne bomo ukvarjali. Povedali pa bomo še eno zanimivost, ki bo potrjevala pravilnost enačbe, ki jo je zapisal Hill.

Pri skoku v višino si običajno pomagamo tudi z rokami. Pred odskokom nekoliko počepnemo, nato z rokami silovito zamahnemo navzgor in šele nato skočimo. Zakaj neki z rokami zamahnemo navzgor? Pri tem namreč sune sila, ki je posledica zamaha, deluje v smeri navzdol in nas tako »ovira« pri skoku. Razlaga je zelo zanimiva. S tem ko deluje sunek sile v smeri navzdol, nas v fazi pred skokom nekoliko upočasni. To je zelo ugodno za razvoj maksimalne sile v mišicah, saj se le ta razvije ob počasnem krčenju. Zamah z rokami nas torej pri skoku ne ovira, ampak nam pomaga skočiti višje.

asist. Milan SVETEC<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Regionalna razvojna agencija Mura M. Sobota

<sup>2</sup>Fak. za naravoslovje in matematiko Maribor

## NASTANEK ČRNIH LUKENJ

### Kaj so in kje najdemo črne luknje?

Črne luknje so eden od astronomskih pojmov, ki se je udomačil tudi v vsakdanji govorici: običajno opisuje nek ponor stvari, kraj kamor stvari izginejo in jih več ni mogoče najti ali dobiti nazaj. To ustreza glavni značilnosti črnih lukenj: tako pravimo območju vesolja, v katerem je privlačna gravitacijska sila tako močna, da iz njega ne more pobegniti nič, tudi svetloba ne, ki se giblje z največjo možno hitrostjo 300.000 km/s. Ker svetloba iz črne luknje ne more do nas, ne moremo videti stvari, ki so padle vanjo, in tudi na splošno ne izvedeti, kaj se v njej dogaja.

O zvezdah, ki bi imele tolikšno maso oz. bolje rečeno tako močno gravitacijo, da jim niti svetloba ne bi mogla uiti, sta prva razmišljala (in zapisala) Pierre Simone de Laplace in John Michell že konec 18. stoletja. Kljub temu so črne luknje na trdne teoretične temelje morale počakati na 20. stoletje in Einsteinovo splošno teorijo relativnosti. Kmalu po njeni objavi je Karl Schwarzschild l. 1916 odkril rešitev Einsteinovih enačb polja, za katero se je izkazalo, da opisuje singularnost v prostoru oziroma črno luknjo, kot pravimo danes<sup>1</sup>. Vendar se takrat ni zdelo verjetno, da bi ta matematična rešitev imela tudi fizikalno vsebino in bi takšni objekti lahko zares obstajali v vesolju.

Pomemben korak sta leta 1939 naredila Oppenheimer in Snyder, ko sta pokazala, da je končno stanje zvezde odvisno od mase snovi, ki ostane v zvezdi na koncu njenega življenja. Če je te za manj kot okrog  $1,2 M_{\odot}$  (kjer je  $M_{\odot}$  masa Sonca), zvezda konča kot bela pritlikavka. Če je ostane med  $1,2 M_{\odot}$  in okrog  $3 M_{\odot}$ , nastane nevtronska zvezda. Če pa ostane v zvezdi več

<sup>1</sup> Schwarzschildova črna luknja se ne vrti in nima električnega naboja. Kasneje, leta 1963, je Kerr odkril rešitev, ki opisuje vrtečo črno luknjo in prav tako nima električnega naboja. Reissner-Nordströmova rešitev opisuje nevrtečo a električno nabito črno luknjo, Kerr-Newmanove črne luknje pa imajo električni naboj in se tudi vrtijo.

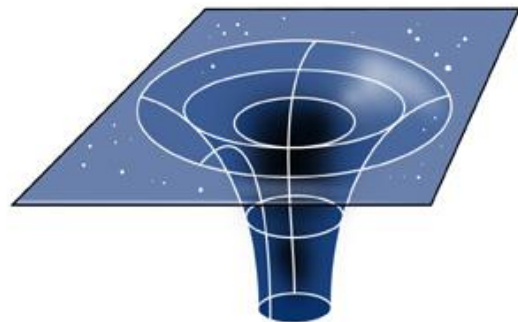
kot okrog  $3 M_{\odot}$ , notranji tlak v zvezdi izgubi boj z gravitacijo in zvezda se neizbežno sesede v črno luknjo. Pravimo, da ta nastane v trenutku, ko se polmer zvezde zmanjša pod Schwarzschildov radij:

$$r_{Sch} = \frac{2GM}{c^2},$$

kjer je M masa črne luknje, G gravitacijska konstanta in c svetlobna hitrost.

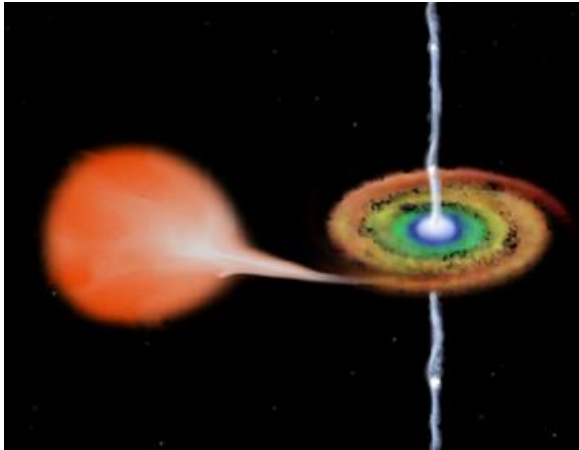


V 1960-tih se je začela zlata doba teoretičnega proučevanja črnih lukenj. Eno njenih največjih uspehov je bilo odkritje, da črna luknja zunanjemu opazovalcu ne razkriva nobenih svojih podrobnosti, kot npr. iz kakšne snovi (ali celo antisnovi) je nastala, ampak lahko od zunaj ugotovimo le tri njene lastnosti: maso, vrtilno količino in električni naboj.



Eksperimentalni dokazi o obstoju črnih lukenj so se začeli pojavljati v 1970-tih. Ker svetloba ne more pobegniti iz črne luknje, jo lahko opazimo le na podlagi vpliva, ki ga ima njeno gravitacijsko polje na okolico. Izkazalo se je, da je najboljši tak

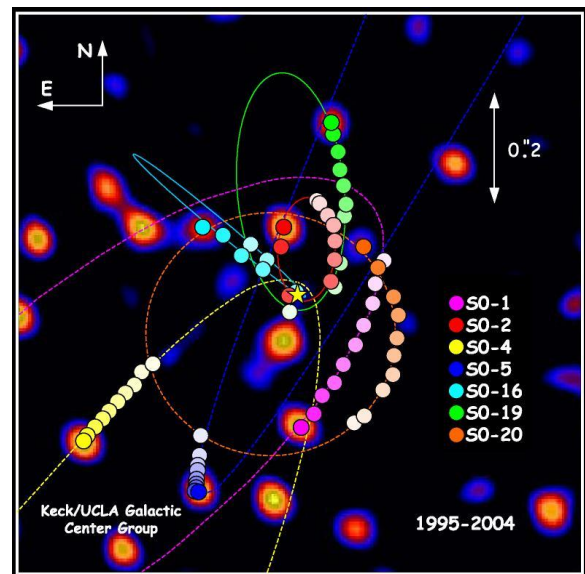
način opazovanje elektromagnetne energije (svetlobe v vseh možnih valovnih dolžinah), ki nastane ob tem, ko okoliška snov pada v črno luknjo.



Ena vrsta objektov, v katerih menimo, da opazimo ravno ta proces, so rentgenske dvojne zvezde. Kompaktna nevidna spremljevalka vleče nase plin z vidne zvezde. Ob tem se okrog kompaktne zvezde tvori disk plina, ki se lahko segreje do temperature nekaj milijonov stopinj in sveti v rentgenski svetlobi. Iz parametrov tira dvojnega sistema (periode, nagnjenosti tira, hitrosti in mase vidne zvezde) lahko postavijo spodnjo mejo za maso nevidne spremljevalke. Če je ta krepko nad  $3 M_{\odot}$ , kolikor znaša meja za obstoj nevtronske zvezde, sklepajo, da gre za črno luknjo. Najbolj znani takšni dvojni sistemi, za katere so astronomi zatrdno prepričani, da gostijo črno luknjo, so Cyg X1, LMC X3 in A0620-00.

Druga vrsta objektov, v katerih dokazi kažejo na prisotnost črnih lukenj, so galaktična jedra. Opazovanja gibanja zvezd in plina v središčih večine galaksij (v grobem gre za Keplerske krožilne hitrosti  $v = \sqrt{GM/r}$ , ki povedo maso  $M$  znotraj radija  $r$ ) namreč kažejo, da je v samem središču v izredno majhnem volumnu zbrane mase za od okrog milijona do nekaj milijard Sonc. Supermasivna črna luknja je edina smiselna razlaga takšne koncentracije mase in lahko verjetno razloži tudi druge lastnosti teh jeder (npr. milijone svetlobnih let dolge curke snovi, ki izhajajo iz nekaterih galaktičnih jeder). Žal je ločljivost današnjih instrumentov še zmeraj preslaba, da bi lahko neposredno razločili oziroma videli črno luknjo v središču neke galaksije.

V nekaterih galaksijah njihova jedra svetijo 100-krat močneje kot vse zvezde v galaksiji in dokazi kažejo, da ta ogromna energija prihaja od snovi (plina, prahu), ki pada v črno luknjo v središču galaksije. Ob tem se sprošča gravitacijska potencialna energija, snov pa se navija v zelo gosto spiralo. Nastane t.i. akrecijski disk, zaradi trenja, ki je lahko tudi magnetnega izvora, pa se močno segreva in oddaja ogromno energije v obliki svetlobe. V večini galaksij pa črna luknja v središču strada in sameva v temi - ker nima snovi v svoji bližini, ki bi izdajala njeno prisotnost, je praktično nevidna.



Tako je tudi z našo Galaksijo: v njenem središču domuje precej lačna črna luknja z maso okrog 3 do 4 milijone  $M_{\odot}$ . Opazovanja središča naše galaksije s posebno metodo slikanja in spektroskopije v bližnji infrardeči svetlobi, ki omogoča zelo dobro kotno ločljivost, so razkrili posamezne zvezde in astronomi že več kot 10 let beležijo njihove položaje in gibanje. Tako so opazili zvezdi SO-2 in SO-16 (na sliki), katerih orbiti se zelo približata domnevni črni luknji (njen položaj je na sliki označen z zvezdico). Ko je najbližje črni luknji, je zvezda SO-16 od nje oddaljena le okrog 600 Schwarzschildovih radijev. Ta razdalja ustreza 6,2 svetlobnim uram ali kolikor je približno razdalja od Sonca do Plutona. To je še zmeraj predaleč od domnevne črne luknje, da bi črna luknja zvezdo raztrgala ali posrkala vase: to bi se zgodilo, če bi se zvezda približala črni luknji na okrog 10 Schwarzschildovih radijev oz. približno toliko, kolikor je Zemlja oddaljena od Sonca. Vendar pa je dovolj blizu, da resno omejuje in izključuje vse druge modele in predstavlja enega najtrdnjših

dokazov za obstoj črne luknje v središču naše Galaksije.

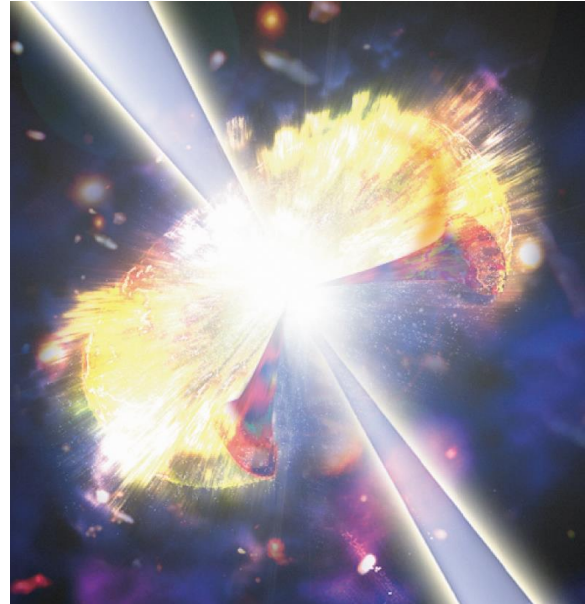
### Kako črne luknje nastanejo?

Dokazi zbrani v zadnjih nekaj letih kažejo, da so črne luknje v galaktičnih jedrih povezane z nastankom in razvojem galaksij. Vendar zaenkrat še ni znano, kako so te črne luknje nastale. Ena možnost je, da so nastale kot že precej masivne črne luknje ob samem nastanku galaksije in so se potem počasi večale, ko so požirale okoliško snov. Druga razlaga pa pravi, da so nastale v razvoju galaksije iz majhnih črnih lukenj, ki so se sesedle v središču galaksije in potem začele hitro rasti ob intenzivnem črpanju plina in zvezd iz okolice. Nekatere razlage pa pravijo, da je njihov nastanek povezan z burnimi trki ali vsaj bližnjimi srečanji galaksij.

Majhne črne luknje, takšne z masami od okrog 3  $M_{\odot}$  do okrog 100  $M_{\odot}$ , naj bi nastale iz zvezd: ko zvezda porabi razpoložljivo jedrsko gorivo, gre skozi različne procese. V nekaterih primerih lahko pride do eksplozije supernove, kjer ovojnico zvezde odpihne v vesolje, njeno jedro pa se sesede v belo prtilikavko, nevtronsko zvezdo ali črno luknjo.

Supernovam podobni naj bi bili (vsaj nekateri) izbruhi sevanja gama. (Sevanje gama ali žarki gama pravimo elektromagnetnemu valovanju (svetlobi) z valovno dolžino manj kot  $10^{-11}$  m oziroma frekvenco višjo od  $10^{19}$  Hz, kar ustreza energiji fotonov 50 keV ( $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$ ). Izbruh sevanja gama se zgodi v povprečju nekajkrat na teden ob naključnem času, v naključni smeri neba in pogosto zasenči vse ostale izvore sevanja gama na nebu skupaj. Izbruhi so za astronomska merila izjemno kratki: nekateri ugasnejo že po 30 milisekundah, drugi pa trajajo tudi 1000 sekund. Ker jih Zemljina atmosfera ne prepušča, jih zaznamo s sateliti; trenutno vodilni na tem področju je NASA-in satelit SWIFT. Čeprav vemo za te dogodke že skoraj štirideset let, pa se je bistven napredek v njihovem razumevanju zgodil v zadnjih desetih letih. Na njihovem mestu so odkrili kratkotrajne izvore tudi v drugih valovnih dolžinah: v rentgenskih žarkih, ultravijolični, vidni in infrardeči svetlobi, pa vse do radijskih valov. Iz njihovih lastnosti in ugašanja so ugotovili marsikaj o sami naravi teh izbruhov in tem, kaj jih povzroča. Danes tako vemo, da sta (vsaj) dve

vrsti izbruhov: kratki (krajši od 2 sekund) in dolgi (trajajo od 2 do 1000 sekund). Oboji se dogajajo v oddaljenih galaksijah.



Kot vse kaže nastanejo dolgi izbruhi sevanja gama ob kolapsu masivne in hitro vrteče zvezde, pri čemer v središču nastane črna luknja. Pri tem pride do silovite eksplozije: v samo nekaj sekundah se sprosti toliko energije kot če bi po znani Einsteinovi enačbi  $E = mc^2$  pretvorili v energijo nekaj deset takšnih planetov kot je Zemlja! Nekateri tem eksplozijam pravijo tudi hipernove. Izbruhe sevanja gama te vrste so opazili tudi v najbolj oddaljenih delih vesolja kar pomeni, da so se zgodili v zelo mladem vesolju, kmalu po tem, ko so nastale zvezde in galaksije.

Kratki izbruhi sevanja gama so še vedno nekoliko večja uganka. Šele pred enim letom so opazovanja potrdila, da se tudi ti dogajajo v oddaljenih galaksijah in da verjetno nastanejo ob zlitju dveh nevtronskih zvezd v črno luknjo ali nevtronske zvezde in črne luknje.

V obeh primerih nam tako vsak izbruh sevanja gama sporoča, da se je nekje v vesolju rodila nova črna luknja - pred toliko in toliko milijoni in milijardami let, kolikor je svetloba potovala od nje do nas.

dr. Andreja GOMBOC  
Fakulteta za matematiko in fiziko  
Univerza v Ljubljani

## JURIJ VEGA IN BALISTIKA

Baron Jurij Vega je ljudem poznan predvsem po svojih dosežkih na področju matematike. Na predavanju na astronomskem taboru Astronomskega društva Kmica v začetku julija 2006 pa sem predstavil nekaj njegovih področij dela, ki so bližja fiziki in astronomiji. Nekaj glavnih poudarkov s tega predavanja je navedenih v tem prispevku.

Mimogrede, le še do 1. 1. 2007 bo v obtoku bankovec za 50 slovenskih tolarjev, na katerem je upodobljen Jurij Vega.



Navidezno naslov z besedo »balistika« bralca usmerja v vojaške vode. Kasneje bomo spoznali, da je pravzaprav let izstrelka povezan z določevanjem kozmičnih hitrosti. Ob streljanju s svojo pištolo sem pričel razmišljati o tej povezavi. Brez upoštevanja upora bi naslednje enačbe gibanja, razdeljene na vodoravni (X) in navpični (Y) del, opisovale gibanje izstrelka:

Vodoravna koordinata:

$$x(t) = \pm x_0 \pm v_{x0} \cdot t \pm \frac{a_x \cdot t^2}{2} \text{ in}$$

$$v_x(t) = \pm v_{x0} \pm a_x \cdot t.$$

Navpična koordinata:

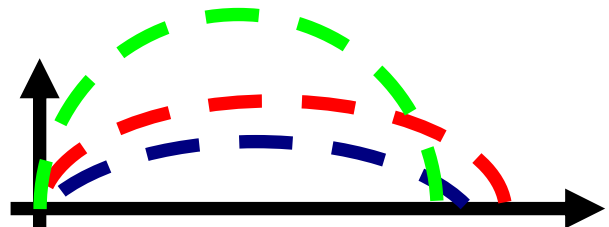
$$y(t) = \pm y_0 \pm v_{y0} \cdot t \pm \frac{a_y \cdot t^2}{2} \text{ in}$$

$$v_y(t) = \pm v_{y0} \pm a_y \cdot t.$$

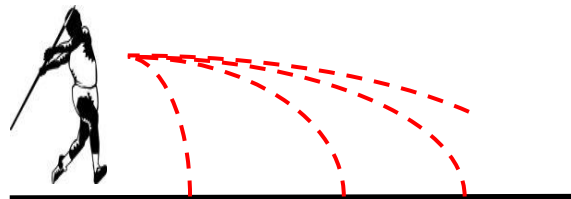
Čeprav izstrelimo izstrelka z isto začetno hitrostjo in se (če v računih ne upoštevamo sile zračnega upora) v vseh primerih giblje po paraboli, je njegov domet zelo odvisen od kota izstrelitve glede na horizontalno ravnino.

Če upoštevamo še zračni upor, pa postane tir gibanja izstrelka bolj kompliciran. Sila upora je

med drugim odvisna od hitrosti izstrelka (od smeri in velikosti) ter od oblike izstrelka.

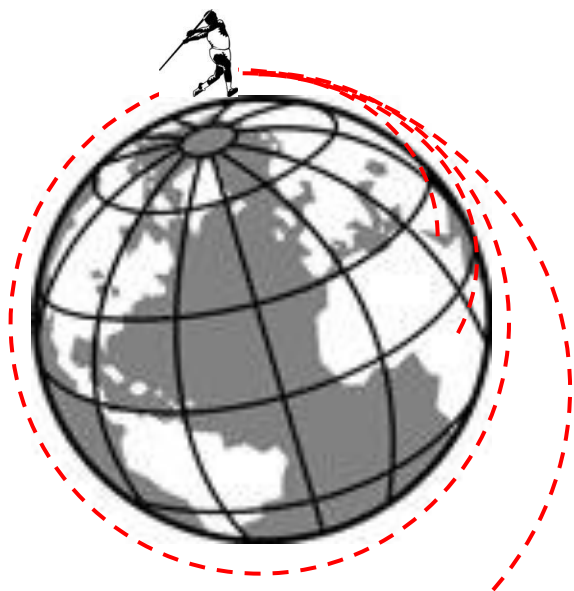


V kolikor bi bil »izstrelak« denimo kopje, ki ga zaluča atlet, lahko obravnavamo poseben primer, in sicer, vedno bi zalučali kopje v vodoravni smeri, a z različnimi začetnimi hitrostmi. Domet bi bil pri največji hitrosti izmeta najdaljši. Ker smo v tem primeru predpostavili, da je dolžina leta glede na planet Zemljo relativno majhna, smo upoštevali »ravna tla«, sila gravitacije je tekom celotnega leta delovala »navzdol«, zato je tir gibanja parabola.



Če pa odmislimo silo zračnega upora in podelimo atletu, ki meče kopje na površju Zemlje, zelo veliko moč, potem bi tudi kopje poletelo izredno daleč. V tem primeru pa moramo upoštevati planet Zemljo kot kroglo, kjer sila gravitacije kaže proti središču planeta. Tir gibanja pri horizontalnem metu pa je v tem primeru elipsa, le v enem posebnem primeru krožnica. Če izmetna hitrost ne bi bila zadostna, bi se izstrelak pač zapičil na neki določeni dometni razdalji v tla. Če bi hitrost imela neko prav posebno vrednost (prva kozmična hitrost), bi v tem posebnem primeru kopje zaobkrožilo Zemljo. V kolikor pa bi bila hitrost še večja (a ne prevelika), bi kopje morda odletelo malce dlje stran od planeta, nato pa se vrnilo nazaj in bi ves čas letelo po elipsi okoli Zemlje. V kolikor pa bi presegli neko drugo posebno vrednost hitrosti (druga kozmična hitrost), bi kopje za vedno zapustilo planet. Res je, da bi se od samega začetka gibanja pričelo vse bolj upočasnjevati, vendar se nikoli ne bi ustavilo, kaj šele, da bi pričelo padati nazaj proti Zemlji. Mimogrede, druga kozmična hitrost

zadošča, da izstrelek za vedno zapusti gravitacijski privlak planeta, če smo ga izstrelili s površja (brez upoštevanja zračnega upora). In še nekaj, povsem nepomembno je, v kateri smeri smo izstrelili izstrelek, če le nismo takoj po izstrelitvi zadeli ob površje planeta.



Omenjali smo dve posebni vrednosti hitrosti, prvo kozmično in drugo kozmično hitrost.

Prvo kozmično hitrost za planet Zemljo izračunamo tako:

$$v_1 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{\frac{6,67300 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2} \cdot 5,9736 \cdot 10^{24} kg}{6378 \cdot 10^3 m}} = 7,905 \cdot 10^3 \frac{m}{s} \approx 7,9 \frac{km}{s}$$

pri čemer je G gravitacijska konstanta, M masa Zemlje in R ekvatorski polmer Zemlje. Pri tej hitrosti bi vodoravno izstreljen izstrelek na površju planeta brez upoštevanja zračnega upora teoretično za vselej krožil okoli planeta po krožnici s polmerom, enakim ekvatorskemu polmeru planeta. Če nas zanima prva kozmična hitrost za kakšno drugo nebesno telo, vstavimo v zgornjo enačbo ustrezne podatke za M in R tega telesa.

Drugo kozmično hitrost smo že pojasnili. Spomnimo le, da izstrelek s to hitrostjo za vedno zapusti gravitacijski privlak nebesnega telesa, s katerega površja smo ga izstrelili. Izračunamo jo tako:

$$v_2 = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2} \cdot \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{2} \cdot v_1 = \sqrt{2} \cdot 7,9 \cdot 10^3 \frac{m}{s} \approx 11,2 \cdot 10^3 \frac{m}{s} = 11,2 \frac{km}{s}$$

Opazimo, da je 2. kozmična hitrost za  $\sqrt{2}$  večja od 1. kozmične hitrosti. Prav tako lahko 2.

kozmično ali »ubežno hitrost« izračunavamo še za ostale planete ali druga nebesna telesa tako, da v zgornjo enačbo vstavimo ustrezne podatke.

Za primerjavo kozmičnih hitrosti znotraj našega Osončja navajam naslednjo tabelo:

planet	ekvatorski polmer (km)	Masa (kg)	g (m/s <sup>2</sup> ) na površini	prva kozmična hitrost (km/s)	druga kozmična hitrost (km/s)
Merkur	2 440	3.30 · 10 <sup>23</sup>	3.70	3,0	4,3
Venera	6 052	4.87 · 10 <sup>24</sup>	8.87	7,4	10,4
Zemlja	6 378	5.98 · 10 <sup>24</sup>	9.80	7,9	11,2
Mars	3 394	6.42 · 10 <sup>23</sup>	3.71	3,5	5,0
Jupiter	71 400	1.90 · 10 <sup>27</sup>	23.12	42,1	59,5
Saturn	60 000	5.69 · 10 <sup>26</sup>	8.96	25,2	35,6
Uran	25 900	8.68 · 10 <sup>25</sup>	8.69	15,1	21,3
Neptun	24 750	1.02 · 10 <sup>26</sup>	11.0	16,5	23,3
Pluton	1 500	1.29 · 10 <sup>22</sup>	0.81	0,8	1,1

Ne pozabimo, to so teoretično izračunane vrednosti brez upoštevanja zračnega upora in še mnogih dejavnikov, ki bi jih pri dejanskem poskusu ne mogli zanemariti.

Bolj kot zanimivost naj na koncu dodam, da včasih navajamo tudi 3. in 4. kozmično hitrost. 3. kozmična hitrost je ubežna hitrost iz Osončja, pri čemer je izredno pomembno, od kod izstrelujemo izstrelek, saj je v njej upoštevana 2. kozmična hitrost planeta, od koder izstrelujemo ter gravitacijski privlak celotnega Osončja (glavno vlogo ima pri tem Sonce). Naj navedem 3. kozmično hitrost, če bi izstrelek izstreljevali s površja Zemlje:  $v_3 = 16,6 \text{ km/s}$ . K razmisleku naj bralca spodbudim z naslednjim vprašanjem: S katerega planeta našega Osončja bi najlažje oziroma najtežje izstrelili izstrelek brez lastnega pogona tako, da se nikoli več ne bi vrnil?

Podobno je tudi določena 4. kozmična hitrost, ki predstavlja ubežno hitrost iz naše Galaksije. Ponovno je pomembno, od kod izstrelujemo, naj navedem podatek za primer 4. kozmične hitrosti pri izstreljevanju z Zemlje:  $v_4 = 129 \text{ km/s}$ . Podobno pa bi lahko zgodbo nizanja kozmičnih hitrosti nadaljevali še za večje skupine objektov vesolja, ki izstrelke privlačijo s svojo gravitacijo (lokalna jata galaksij, nadjata...).

asist. mag. Robert REPNIK  
Fakulteta za naravoslovje in matematiko  
Univerza v Mariboru

## MIT O NASTANKU CIRKUMPOLARNOSTI OZVEZDIJ

Zgodaj so ljudje spoznali, da se vse skupine zvezd ne gibajo enako. Obstaja skupina, ki se giblje cirkumpolarno (v krogu okoli pola), kar pomeni, da so njene zvezde vsako noč in vso noč na nebu. Vrtijo se okrog svojega navideznega centra.



Stare civilizacije so poznale le severno nebo, ozvezdja, ki so jih opazovali, so se gibala okrog Severnice - Polaris Borealis. Zato je najlepša mitološka razlaga namenjena njim. Južna cirkumpolarna ozvezdja, tista, ki se vrtijo okrog Polaris Australis, nimajo tako znanih, z mitologijo in izvori evropske kulture povezanih imen.

Nam najbolj znano in prepoznavno ozvezdje med njimi je Veliki voz. Manj ljudi pa ve, da je Veliki voz le del ozvezdja **Velikega medveda (Ursa Major)**, še manj pa, kako se je Veliki medved znašel na nebu in kakšno vlogo igra pri kroženju ozvezdij okrog Severnice.

Bog bogov in ljudi pri starih Grkih je bil Zeus (Djeus – svetloba). Bil je mogočen, pa tudi zelo radoživ. Poleg žene je imel številne ljubice. Eno od njih je imel posebno rad. To je bila **nimfa Kalisto Καλλιστο** (Najlepša). Ne le lep obraz in brezhibna postava, bila je tudi vihrava in bojevita spremljevalka boginje Artemis, prav tako Zevsove (izvenzakonske) hčerke. In imela je prečudovite lase, na katere je bila posebej ponosna. Rodila mu je sina Arkturja, silnega lovca.

Toda Kalisto se je preveč hvalila s tem, da jo ima Zevs raje od svoje božanske žene Here, da je lepša od nje, da ima najlepše lase, ... Nekega dne je bilo Heri dovolj. Zlasala je prelepo Kalisto in jo za kazen spremenila v medvedko.

Uboga medvedka se je potikala po gozdovih in se skrivala pred lovci. Arktur, ki ni vedel, kaj se je zgodilo, pa je pogrešal mater. Zevs je vse skupaj le opazoval. Vrhovni bog gor ali dol, tudi on se je pomalem bal jeze svoje žene.



Ampak Heri to maščevanje ni bilo dovolj, saj je Kalisto še zdaj poizkušala vsem dopovedati, kako lepa je bila in kaj je imela z Zevsom. Zato je Hera Arkturju napeljala Kalisto na pot. Veliki lovec je že napel lok, da bi uplenil čudovito



medvedko, ko je Zevs vseeno posredoval. Ni mogel dopustiti, da bi njegov sin ubil svojo mater. Zgrabil je medvedko za rep, jo zavihtel in zalučal med zvezde /sic! - dolžina repa/. Ker pa je priletela na mesto, kjer je bilo polno nevarnih bitij, je za njo poslal tudi sina **Arkturja (Bootes)**, ki svojo mater odtlej zvesto spremlja in straži v podobi čudovite zvezde.

Še ena žalitev za Hero – zdaj je morala prešuštnico in njenega sina gledati še na nebu! Hitro se je domislila nove kazni. Strica Okeana in njegovo ženo – svojo teto in dojljo Tetis - je preprosila, da medvedka nikoli ni mogla zaiti, tako kot večina drugih ozvezdij. Nikoli se ni mogla ohladiti v vodah oceana, ki obkroža svet in se vsaj za pol leta odpočiti. Skupaj z njo pa po severnem delu neba kroži še vrsta drugih ozvezdij. Koleteralna škoda pač.

In kdo sestavlja »kazenski vod« ozvezdij, ki se vrtijo skupaj z Veliko medvedko?

Tu najdemo še Malega medveda (Ursa Minor), pa Žirafa (Camelopardis) in po nekaterih uvrstitvah tudi Risa (Lynx). Cirkumpolarni so še Kefej (Cepheus), Kasiopeja (Cassiopeia) in Zmaj (Draco) - zadnje tri poznamo iz zgodbe o Perzeju. Blizu pa so Perzej (Perseus), Andromeda (Andromeda) in Pegaz (Pegasus) iz iste zgodbe.

Če že ne srečen, pa je vsaj, za Grke značilen, uravnoteženo pravičen, ali poučen zaključek zgodbe:

Tudi muhasta in maščevalna Hera je bila kaznovana. In kaznovala je samo sebe! Svojo teknico Kalisto je morala gledati noč za nočjo, vso leto na nebu. Stric Okean se je naveličal njene muhavosti in sklepa ni hotel preklicati, Zevs pa se je potihem smejal v brk...

Marjan Čenar  
Ljudska univerza Murska Sobota

## OPAZOVANJE OGLE-2006-BLG-277 IZ SLOVENIJE

Gravitacijsko mikrolečenje je eden od pojavov splošne relativnostne teorije, ki omogoča preučevanje mnogih objektov v vesolju, kot so iskanje temne snovi, planetov izven Osončja, posameznih črnih lukenj zvezdne mase, štetje rjavih in rdečih pritlikavk. Ker je pojav zelo redek, je nujno spremljati več 10 milijonov zvezd. Skupine, ki proučujejo ta pojav, spremljajo sij zvezd v Galaktični zadebelitvi, ki pa je v ozvezdju Strelca, torej v naših krajih vedno nizko nad obzorjem.

V zadnjem desetletju se je opazovanje gravitacijskega mikrolečenja razvilo v pravo industrijo, z njim so prvotno iskali temno snov, sedaj pa je postalo orodje za proučevanje in iskanje mnogih objektov, kot so črne luknje, nevtronske zvezde, rdeče pritlikavke, rjave pritlikavke, za širšo javnost pa je najbolj zanimivo iskanje tujih planetov. Kar je še posebej zanimivo, planetov reda velikosti Zemlje.

Nam je uspelo posneti več slik enega od dogodkov, OGLE-2006-BLG-277 in jih fotometrično obdelati. S temi opazovanji smo dokazali, da se da s skromni sredstvi opazovati

pojave splošne relativnostne teorije, opazovati iz naših krajev zadebelitev Rimske ceste, sodelovati pri iskanju eksoplanetov, sodelovati pri iskanju eksotičnih pojavov in objektov- temna snov, rjave pritlikavke, nevtronske zvezde in črne luknje. Po nam znanih podatkih so to prva opazovanja pojava splošne relativnostne teorije pri nas in najsevernejša opazovanja gravitacijskega mikrolečenja v zadebelitvi Rimske ceste.

### Gravitacijsko mikrolečenje OGLE-2006-BLG-277

Do gravitacijskega lečenja pride, če so izvir svetlobe, telo z veliko maso (leča) in opazovalec zelo natančno poravnani. Lečenje ene same leče ima tipično zvončasto krivuljo, saj se sij izvira svetlobe, ko se začne leča navidezno približevati k izviru močno poveča in nato po isti krivulji sij pade. Dvojna leča je mnogo bolj zapletena, ko je na nebu zelo oddaljena od izvira enaka točkasti leči, pri oddaljenostih reda velikosti Einsteinovega polmera deluje pa popolnoma drugače. Dvojna leča se ne obnaša kot vsota

dveh leč! Ojačitve svetlobe so dvodimenzionalno razporejene, v ravnini izvira se pojavi t.i. kavstika, ko izvir prečka mejo kavstike se pojavita ali izgineta dve sliki, ojačanje je največje na robu kavstike. Zabeležili so ojačanje sija za 5 magnitud (100 krat) in več. Dvojne leče so pomembne, ker je možno iz opazovanj lažje izpeljati nekatere parametre (navidezni polmer zvezde izvira, oddaljenost leče, razmerje mas leč, ...)

Za nas so najbolj zanimive dvojne leče, ki so večino časa videti kot enojne imajo pa kratkotrajna odstopanja. Sestavljajo jih masivno telo- najverjetneje zvezda in majhno telo v bližini- najverjetneje planet. Gre za to, da je ojačanje zaradi planeta odvisno od polmera zvezde izvira in ne od razmerja mas, od tega je odvisno trajanje anomalije. Pojav, ki smo ga mi opazovali je najverjetneje lečenje dvojne zvezde.

OGLE-2006-BLG-277: to pomeni, da je lečenje odkrila poljska skupina (Optical Gravitational Lensing Experiment- eksperiment optičnega gravitacijskega lečenja), da je 277 lečenje, ki ga je odkrila ta skupina v letu 2006, BLG (Bulge- v izbokljini Rimske ceste). Do sredine julija 2006 se je obnašalo kot točkasta leča 16.07.06 ob 15h 15m UT pa je skupina PLANET ANOMALY ALERT v obvestilu 2006 #9 sporočila, da gre verjetno za vstop izvira v kavstiko.

## Opazovanje

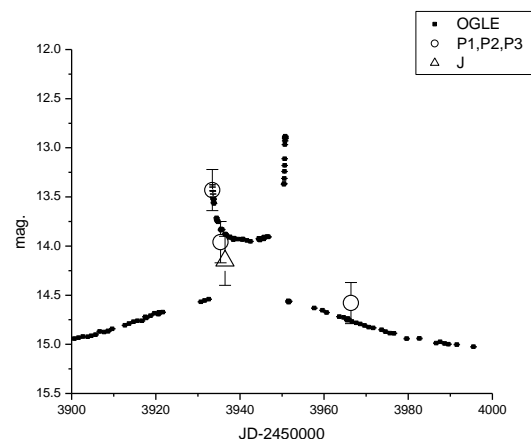
Pojav smo opazovali iz treh opazovališč v Sloveniji. V Prekmurju z zemljišča observatorija Magašov Brejg (prva meritev P1), kjer so snemali S. Smrke, Igor Vučklič (lastnik observatorija) in Rok Vogrinčič. Drugo in četrto opazovanje (P2 in P3) je opravi S. Smrke od doma iz Sodišincev. Na observatoriju ADJ sta opazovala (tretja meritev J) N. Štritof in Marko Iglščar. Zavedati se moramo, da je deklinacija zvezde izvira  $-27:48:36.2$ , in da je najvišje 15.5 stopinj nad obzorjem.

Prekmurska opazovanja je opravil S. Smrke s pomočnikoma z MEADE 10 LX 200 in barvno CCD kamero StarlightXpress MX 7c. Javorniška opazovanje je opravil N. Štritof s pomočnikom z MEADE 12 LX 200 CCD kamero MEADE DSI Pro. Pogoji so bili na obeh opazovališčih dobra za poletne pogoje, za obdelavo CCD smo uporabili program MaximDL.

## Zaključek

Naše opazovanja OGLE-2006-BLG-277 kažejo pomanjklivosti- fotometrija je nezanesljiva in število ter pogostost opazovanj je majhna. Toda oboje se da v naslednji sezoni (od marca do septembra 2007) nedvomno izboljšati, predvsem pridobitev novih opazovalcev bi bila zelo pomembna.

Opazovanje gravitacijskih mikrolečenj se bo v bodočnosti še bolj razmahnilo, ker z njim lahko beležimo mnoge pojave, ki so šibki in nedosegljivi s teleskopi. Posebej razburja možnost zaznati planete z maso reda velikosti Zemlje. Upamo, da bo naše opazovanje vzpodbudilo tudi druge opazovalce tako severno, posebej še opazovalce z ustrezno opremo pri nas, da opazujejo te zanimive pojave.



Primerjava med našimi opazovanji in opazovanji skupine OGLE. Maksimuma nastopita, ko gre rob kavstike prek izvira, ojačanje točkastega izvira je neskončno, toda ker imajo zvezde izviri nek sicer majhen polmer, je to ojačanje sicer veliko a ne neskončno. Sicer pa so svetlobne krivulje dvojnih leč lahko zelo zanimivih oblik.

## Zahvala

Posebej se morava zahvaliti Igorju Vučkliču lastniku observatorija Magašov Brejg, za ljubeznivo pomoč, razumevanje in gostoljubnost. Prav tako gre zahvala Roku Vogrinčiču, ki še nabira izkušnje, in seveda vedno dobrovoljnemu Marku Iglščarju.

## Literatura

/1/ Wambsganss, J., 2006, arXiv:astro-ph/0604278 v1 4 Apr 2006  
 /2/ Štritof, N., 2006, Spika, 2/2006  
 /3/ Albrow, M. D., 1999, arXiv:astro-ph/9903008 v1 28 Feb 1999  
 /4/ Rattenbery, N.J., 2006 arXiv:astro-ph/0604062 v1 4 Apr 2006  
 /5/ Chung, S. J., 2005, arXiv:astro-ph/0505363 v2 20 May 2005

/6/ <http://sirius.astrouw.edu.pl/~ogle/>  
 /7/ <http://www.astrouw.edu.pl/~ogle/ogle3/ews/ews.html>  
 /8/ <http://planet.iap.fr/planetalerts.html>  
 /9/ <http://www.massey.ac.nz/~iabond/alert/alert.html>  
 /10/ <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~microfun/>

Samo SMRKE & Nikolaj ŠTRITOF

## ZAMUJENA PRILOŽNOST

V tem sestavku bom opisal GML /1/, ki bi jih lahko vizualno opazovali iz naših krajev in/ali z južne poloble.

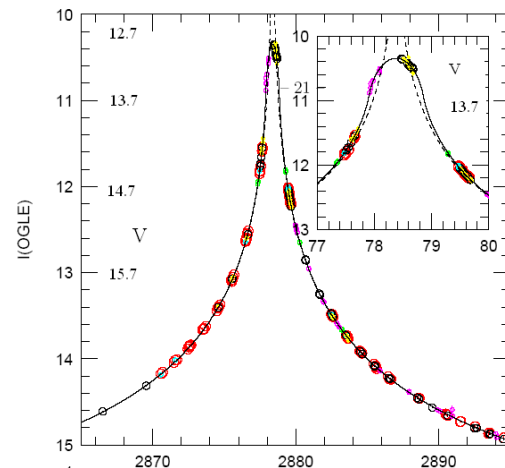
### OGLE-2003-BLG-238

je bilo lečenje z naslednjimi podatki: RA (J2000.0) 17:45:50.34 in Dec (J2000.0) -22:40:58.1,  $T_{\max} = 2452878.451 \pm 0.000$  (2003-08-26.95UT),  $\tau = 40.755 \pm 0.015$ ,  $u_{\min} = 0.005 \pm 0.000$ ,  $A_{\max} = 188.2 \pm 0.104$ ,  $l_0 = 15.955 \pm 0.000$  /2/.

V /3/ so nekoliko drugačni podatki:  $t_0 = 2878.38123 \pm 0.00078$ ,  $u_0 = 0.00200 \pm 0.00021$ ,  $\tau = 38.18743 \pm 0.22142$  d. Upoštevali bomo podatke iz /3/. Moramo upoštevati, da zvezda izvir ni bil točkast, glej graf (1). Na žalost v /2/ in /3/ ni podatkov o barvnem indeksu V-I za zvezdo izvir. Tako jo moramo rekonstruirati iz člankov /3/, /4/ in /5/. Za gručo rdečih orjakinj (RC- Red Clump) vzamemo nepordel barvni indeks  $(V-I)_0 = 1.00$  in  $l_0 = 14.32$  za sij na oddaljenosti 8 Kpc (zadbelitev Rimske ceste). Ekstinkcijo  $A_I$  dobimo iz podatka  $l_s - l_{RC} = -0.02$  in  $\Delta(V-I) = (V-I)_s - (V-I)_{RC} = 0.22$  /3/, torej  $A_I = 1.65$ . Barvni indeks dobimo iz  $A_I = E(V-I) \cdot (R_{VI} - 1)$ , pri čemer so v /3/, /4/ in /5/ izbrali  $R_{VI} = 2.1$ . Torej je opazovani  $(V-I)_{RC} = 2.50$  in s tem zvezde izvira  $(V-I)_s = 2.72$ !

Na grafu (1) je prištet zgornji indeks in tako smo dobili V sij. Ob maksimumu je BLG-238 dosegel  $I = 10.3$ , torej  $V = 13.0$ , kljub nekoliko ugodnejši deklinaciji v primerjavi z ostalimi podobnimi pojavi, moramo temu dodati še atmosfersko ekstinkcijo, ki znaša glede na zenitno razdaljo med 0.5 in 1.0 magnitudo.

**Ocenjujem, da bi bilo moč videti OGLE-2003-BLG-238 pri nas s 30 cm teleskopom več kot 24 ur!** Temu mora še dodati, da je bil takrat mlaj!



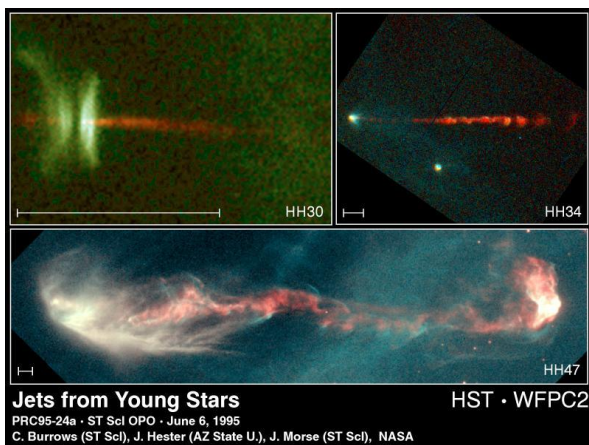
Graf je iz /3/, na njem sem označil V magnitudo (glej zgoraj). Opazovalci na južni polobli bi lahko opazovali pojav že z 20 cm teleskopom in to več kot 24 ur!

/1/ Štritof, N., 2006, Spika 2/2006  
 /2/ <http://www.astrouw.edu.pl/~ogle/ogle3/ews/ews.html>  
 /3/ Jiang, G., et al., 2004, arXiv:astro-ph/0404394 v1 20 Apr 2004  
 /4/ Ghosh, H., et al., 2004, arXiv:astro-ph/0405500 v1 25 May 2004  
 /5/ Yoo, J., et al., 2003, arXiv:astro-ph/0309302 v2 7 Nov 2003

Nikolaj ŠTRITOF

## OBJEKTI HERBIG-HARO

Objekte Herbig-Haro (HH) sta v začetku 50-ih let prejšnjega stoletja odkrila astronom George Herbig iz ZDA in Guillermo Haro iz Mehike. Neodvisno eden od drugega sta v bližini območij, kjer se rojevajo zvezde, našla več kompaktnih meglic. Da je šlo za nov tip objektov so potrdila spektroskopska opazovanja, saj se spektri teh meglic od drugih objektov ločijo po karakterističnih emisijskih črtah. Danes vemo, da so objekti HH manifestacije masnih tokov, ki jih v obliki curkov oddajajo mlade zvezde. Do 80-ih let je bilo jasno, da so objekti HH v bistvu curki delno ioniziranega plina z visoko stopnjo kolimacije, ki se oddaljujejo od mladih zvezd s hitrostmi, ki dosegajo nekaj sto kilometrov na sekundo.



Slika 1: Slike objektov HH 30, HH 34 in HH 47, ki jih je posnel Vesoljski teleskop Hubble.

Danes poznamo skoraj 700 objektov HH (Bo Reipurth, "A General Catalogue of Herbig-Haro Objects"). Masni tokovi ki jih oddajajo mlade zvezde lahko sestojijo iz posameznih objektov HH, t.i. "vozlov", drugi iz kolimiranih curkov z veliko nanizanih "vozlov". Zvezde curke oddajajo v bližini njihovih polov, tako da snov potuje vstran od zvezd v dveh nasprotnih si smereh.

Faza, ko mlade zvezde oddajajo curke snovi, je del procesa v katerem nastajajo mlade zvezde. Veliko zvezd gre skozi to fazo, ki lahko traja več kot 100.000 let. Zvezde lahko izgubljajo svojo maso enakomerno, če se hitrost in gostota izvržene snovi ne spreminjata s časom, ali pa v obliki številnih izbruhov. Ti tako imenovani curki so zelo kolimirani. To pomeni, da je hitrost potovanja materiala v smeri curka dosti večja kot

v pravokotni smeri. Razmerje med debelino curka in njegovo dolžino je tipično 1:10. Po domače bi rekli, da so curki vedno "tanki". Stopnja kolimiranosti se s časom lahko zmanjša. Večinoma ti curki snovi potujejo s hitrostmi nekaj sto kilometrov na sekundo, znanih pa je tudi nekaj curkov, kjer te hitrosti dosegajo več kot 1000 km/s. Ti curki prihajajo z masivnih protozvezd, ki pozneje postanejo zvezde spektralnih razredov O, B in A. Gostota snovi v curkih je med 100 in 100.000 cm<sup>-3</sup>. Veliko curkov se dosega velikosti nekaj parsekov. Ker zvezde nastajajo v velikih skupinah se zgodi zelo pogosto da tudi objekte HH najdemo v skupinah.



Slika 2: Primerek objekta HH, ko je curek sestavljen iz dosti nanizanih vozlov. Sliko je posnel Vesoljski teleskop Hubble.

Objekti HH so meglice dokaj majhnih dimenzij (tipično so dolžine the curkov na nebu reda 20 - 30 kotnih sekund, kar ustreza velikosti 10<sup>17</sup> - 10<sup>18</sup> cm). Nekatere se pojavljajo v obliki osamljenih "vozlov" druge imajo strukturo curkov (v več ali manj ravni črti nanizani "vozli"). Čeprav se na najbolj znanih fotografijah narejenih z Vesoljskim teleskopom Hubble ti objekti pojavljajo v obliki dobro kolimiranih in simetričnih curkov, so take morfologije zelo redke. Ti curki na svoji poti "srečujejo" medzvezdno snov, ki povzroča, da se njihova oblika spreminja, prav tako pa povzroča diferencialno ekstinkcijo svetlobe, ki prihaja s teh curkov (ekstinkcija svetlobe je različna za različne valovne dolžine). Vse to pobzročča, da se curki pojavljajo v zelo različnih in zapletenih morfologijah.

Najbolj intenzivna interakcija med curkom in medzvezdno snovjo poteka na t.i. končnem delovnem površju (terminal working surface), kjer curek, ki potuje s hitrostjo ki je dosti večja od lokalne hitrosti zvoka v medzvezdni snovi, trči ob to snov. Drugi taki trki se dogajajo tudi znotraj curka, če se hitrost s katero zvezda oddaja ta curek, spreminja s časom. Notranja delovna

površja (internal working surface) nastajajo tam, kjer hitrejši material v curku doseže počasnejšega, ki je bil izvržen že prej. To povzroči, da se ta material stisne in segreje ter začne oddajati svetlobo v določenih emisijskih črtah. Tako nastanejo t.i. vozli oz. Objekti HH.



Slika 3: Objekta, ki se v katalogu objektov Herbig Haro nahajata na prvih dveh mestih prihajata z iste zvezde. Snov v njiju potuje v nasprotnih si smereh. Slika je posnel Vesoljski teleskop Hubble

Do 70-ih let so z radijskimi opazovanji odkrili več kot 50 curkov snovi v obliki molekul. Ta snov ima veliko nižjo temperaturo, kot snov v deloma ioniziranih curkih. Prva ta odkritja so bila narejena v delu spektra, ki ga oddajajo molekule CO. Tudi ti curki se pojavljajo v parih, v katerih snov potuje v nasprotnih si smereh. Stopnja njihove kolimacije je tipično zelo nizka (vzdolžna in prečna dimenzija curkov sta si veliko bolj podobni, curki so bolj "debeli"), njihove hitrosti pa so tipično manjše (do 10 km/s). Danes vemo, da tudi ti curki druga manifestacija faze, ko nastajajoča zvezda izgublja maso. Veliko curkov zaznanih v spektru molekule CO prav tako sestoji iz "vozlov", torej objektov HH. Opazovanja nakazujejo, da ti curki molekularnega plina nastanejo, ko curki ionizirane snovi, ki prihajajo z mladih zvezd in potujejo z veliko hitrostjo, porivajo in pospešujejo molekularni plin, ki se nahaja na njihovi poti.

Curki, ki merijo nekaj parsekov, imajo dinamično starost med 5000 in 50.000 leti, kar je za faktor 2 do 20-krat manj, kot pa traja faza, v kateri je zvezda še protozvezda. Objekti HH, ki se nahajajo na večjih razdaljah od zvezd s katerih prihajajo, so bili izvrženi prej. Iz analize izvržene mase snovi, hitrosti snovi v toku in smeri potovanja te snovi, lahko pojasnimo, kako je zvezda v bližnji preteklosti oddajala snov, to pa nam pove, kako je masa iz akrecijskega diska okoli mlade protozvezde padala proti površju te protozvezde.



Slika 4: HH 34 (tanek curek snovi levo spodaj) se nahaja v območju, kjer se še vedno rojevajo nove zvezde.



Slika 5: Molekularni oblak z med astronomi popularnim imenom Slonji rilec se razteza v območje vročega ioniziranega območja, ki se nahaja v bližini vročih zvezd. Prav v vrhu rilca se nahaja mlada zvezda, ki oddaja dva simetrična curka snovi s skupnim imenom HH 555.

En izmed najbolj pomembnih ciljev pri raziskovanju teh curkov snovi je proučevanje narave fizikalnih procesov ki potekajo na razdalji do nekaj astronomskih enot od mladih zvezd, da bi razumeli fizikalne pogoje, ki lahko vplivajo ali celo povzročajo nastanek planetov ter planetarnih sistemov okoli zvezd.

mag. Primož KAJDIČ  
Universidad Nacional Autónoma de México

## ASTRONOMSKE DELAVNICE »MAGAŠOV BREJG«

V mesecu avgustu in v začetku meseca septembra so na astronomskem observatoriju »Magašov brejg« v Fokovcih v Prekmurju potekale štiri astronomske delavnice, katerih glavna organizatorja sta bila predsednik Astronomskega društva Kmica doc. dr. Mitja Slavinec in vodja observatorija »Magašov brejg« g. Igor Vučkič. Delavnice je sofinanciralo ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo.



### OPAZOVANJE METEORSKEGA ROJA PERZEIDOV IN DELO Z ALL-SKY KAMERO

**PREDAVATELJ: ERNEST HARI**  
**MENTOR: doc. dr. RENATO LUKAČ**

Meteorji, majhni delčki iz vesolja, ki padajo v Zemljino atmosfero in pri tem zagorijo in zasvetijo, so že od nekdaj bili zelo priljubljeni med astronomi amaterji in tudi tistimi, ki se z astronomijo ukvarjajo bolj profesionalno.

Kje začnejo svetiti meteorji je pa seveda odvisno predvsem od njihove hitrosti in tudi sestave. Povprečni vizualni meteorji tako začnejo svetiti na približno 110 km nad Zemljinim površjem in se izgubijo na 80 km oddaljenosti od površja. Zanimivo je predvsem dejstvo, da so zibelka skoraj vseh meteorjev kometi, samo nekateri meteorji (10%) pa imajo asteroidni izvor. Tisti meteorji, ki so jih k nam prinesli kometi, so razporejeni po t.i. meteoroidnem vlaknu. Meteoroidno vlakno pa je orbitalni pas majhnih delcev, ki se po več obhodih matičnega kometa nalagajo na to orbito. Tako Zemlja včasih trči v to meteoroidno vlakno in posledica je meteorski roj, ki pa je seveda aktiven toliko časa, koliko je širok pas meteoroidnega vlakna in kako se Zemlja zaleti v to meteoroidno vlakno (ali vlakno lovi, ali se v njega zaleti). Pri opazovanju meteorskih rojev pa lahko ugotovimo še eno posebnost, radiant. Radiant je navidezna točka na nebu, iz katere navidezno izhajajo vsi pripadniki tistega meteorskega roja. Z radiantom si tako lahko

pomagamo določevati pripadnost meteorjev določenemu roju.

Pri nekaterih meteorskih rojih se pojavijo svetlejši meteorji, ki jih zvrstimo v posebno kategorijo bolidov. Bolidi (gr. kopje) so meteorji, ki so svetlejši od sija Venere. Njihova masa je seveda večja kot pri običajnih meteorjih in dosega vrednosti med 0,1 in 1000 kg. Bolidi pa niso zanimivi le zaradi svoje svetlosti, ampak je mogoče videti njihovo sled tudi več minut ali celo ur. Nekateri bolidi pa so nas že presenetili celo s spuščanjem zvoka.

#### Meteorski roj Perzeidov

Meteorski roj Perzeidov je eden važnejših meteorskih rojev. Njegova popularnost pa je seveda povezana tudi s poletjem, saj so drugi večji meteorski roji bolj v zimskem času, ki pa seveda ni toliko primeren za vizualno opazovanje meteorjev. Matični komet meteorskega roja Perzeidov je komet Swift-Tuttle, njihova aktivnost pa traja od 17. julija do 24. avgusta. Maksimum dosežejo v noči z 12. na 13. avgust, zadnja leta pa se pojavlja še sekundarni maksimum, ki je noč prej. Med 9. in 14. avgustom lahko zasledimo v eni uri do 50 meteorjev, v času maksimumov pa še kak meteor več. Za Perzeide

je značilno, da v nočeh okrog maksimuma vidimo več svetlih meteorjev kot šibkih, kar pa je še en razlog zakaj je ta meteorski roj med popularnejšimi.

### Opazovalne tehnike

Za opazovanje meteorjev in meteorskih rojev se poslužujemo naslednjih tehnik:

- Vizualno opazovanje meteorjev
- Vrisovanje meteorjev v Brno karte
- Fotografiranje meteorjev z fotoaparatom pritrjenim na stojalo
- Fotografiranje meteorjev z All-sky kamero
- Teleskopska opazovanja meteorjev
- Video snemanje meteorjev
- Radijsko spremljanje meteorjev

Za vizualno opazovanje meteorjev, ki je najmanj zahtevno potrebujemo ležalnik ali spalno vrečo,

točno uro (nastavljeno na UT), baterijo z rdečim filtrom ter list papirja s trdo podlago za vpisovanje značilnosti vidnih meteorjev. Podatke, ki jih pri tem zbiramo vpisujemo v razpredelnico. Zbiramo podatke o mejnem sijju neba, oblačnosti, času pojavitve meteorja, njegove svetlosti, pripadnosti roju, trajanju sledi ter druge podatke (barva, zvok, ...). Mejni sij neba določamo s IMO trikotniki.

Za fotografiranje meteorjev z fotoaparatom na stojalu ali s uporabo all-sky kamere rabimo osnovno znanje za uporabo fotoaparata. Rabimo seveda klasičen fotoaparatus (digitalni fotoaparati niso priporočljivi) z bolj občutljivim filmom (npr. 800 ISO) in sprožilno vrstico. Posnetke, ki jih opravljamo si skrbno zapisujemo (čas), med tem pa opazujemo zorno polje neba, ki ga snemamo, da bi lahko pozneje natančneje določili lastnosti posnetih meteorjev.

## NAČINI ODKRIVANJA PLANETOV IZVEN NAŠEGA OSONČJA

**PREDAVATELJ: SAMO SMRKE**  
**MENTOR: doc. dr. MITJA SLAVINEC**

Prve ideje o drugih planetnih sistemih so prišle na dan že v času Kopernika in Keplerja in sicer takoj po odkritju heliocentričnega sistema. Dejansko je o tem prvi razmišljal Giordano Bruno. Prvi, ki je praktično poskusil videti planete okoli drugih zvezd pa je bil Huygens. Seveda je bila ideja, da bi videl planete z svojim majhnim teleskopom utopična, saj močna svetloba zvezd v vsakem primeru prekrije šibak planet zelo blizu nje. Prvi napredek na tem področju je bilo odkritje Sirija B v sredini 19. stoletja in sicer na podlagi navideznega premikanja Sirija. Kasneje, v začetku 20. stoletja, je Barnard začel iskati zvezde z velikim navideznim gibanjem kar je znak, da je taka zvezda blizu nas. Van de Kamp je podrobno opazoval Barnardovo zvezdo. Le ta ima od vseh zvezd najhitrejše lastno gibanje po nebu. Iskal je opletanje okoli njene poti, kar bi bil znak za obstoj planeta v njeni bližini. Odkritje je objavil kar nekaj krat, vendar se je vsakič pokazalo, da so bile napake pri meritvah prevelike in odstopanja le naključna. Prvo pravo odkritje pa se je zgodilo konec 20. stoletja, ko sta Wolszczan & Frail objavila odkritje planeta pri pulzarju PSR 1257+12. To odkritje se nekako ni štelo kot prvi pravi odkriti planet. Na to je bilo potrebno počakati do Septembra 1995, ko sta Mayor & Queloz objavila odkritje 51 Peg b.

Do danes je bilo potrjeno odkritje že 210 planetov in skoraj ne mine teden, da ne bi odkrili še kakega. Če pogledamo velikosti in orbite teh planetov vidimo, da jih je največ takih, ki imajo maso približno enako masi Jupitra in zelo kratke orbite. Ta posebna skupina planetov se imenuje vroči Jupitri in predstavlja skupino več kot 50 odkritih planetov. Večina od vseh odkritih sistemov ima le en poznani planet 20 pa je takih, ki imajo več poznanih planetov. Najbolj pogosta metoda odkrivanja planetov je merjenje radialne hitrosti (prva metoda), potem pa sledijo še tranzitna metoda z okoli 15. odkritimi planeti (nekateri so še nepotrjeni), direktno slikanje, astrometrija in gravitacijsko mikrolečenje. Najbolj zanimivi metodi predvsem za astronome amaterje sta tranzitna metoda in gravitacijsko mikrolečenje. Pri teh dveh metodah lahko amaterji pomagajo poklicnim astronomom z meritvami. Najbolj obetajoča metoda je gravitacijsko mikrolečenje, ki je trenutno edini način za detekcijo planetov velikosti mase Zemlje. Trenutno ima najmanjši odkriti planet 5.5 Zemljinih mas.

Na naši delavnici smo v praktičnem delu poizkusili izmeriti prehod planeta WASP-1 okoli matične zvezde. Planet je bil še na seznamu 12. nepotrjenih planetov skupine WASP. Snemali

smo z astronomsko CCD kamero Starligh-Xpress MX7c skozi 10" teleskop Meade LX200. Delali smo 30s ekspozicije, na koncu pa nam je uspelo vsega skupaj nabrati skoraj 300 posnetkov. Snemanje smo začeli pol ure pred izračunanim začetkom prehoda in končali eno uro po izračunanem koncu prehoda. Fotometrija ni pokazala nobenih sprememb v siju,

natančnost meritev pa je bila sicer zadostna za detekcijo napovedanega padca sija. Kot je pokazala naknadna analiza sta za napako možna dva razloga in sicer, prvi razlog so premalo natančno podani podatki period v članku, drugi pa je čudno oziroma nerazumljivo podana epoha za izračun prehoda.

## ASTROFOTOGRAFIJA S CCD KAMERO

**PREDAVATELJ: BLAŽ KUČUK**  
**MENTOR: mag. PRIMOŽ KAJDIČ**

### CCD detektorji v astronomiji

Leta 1975 so na observatoriju univerze v Arizoni, Mt. Lemmon, posneli prvo astronomsko sliko s tedanjim prototipom CCD kamere, ki ga je razvil podjetje Texas Instruments. Danes, dobrih trideset let po tem dogodku, si profesionalna astronomija opazovanj brez tega detektorja tako rekoč ne more več predstavljati. Tehnološki razvoj v zadnjem desetletju je močno prispeval k izboljšanju lastnosti CCD detektorjev ter njihovi cenovni dostopnosti. Najnovejši detektorji so tako skoraj brez šuma, njihov kvantni izkoristek pa je blizu 90%. V nadaljevanju si bomo na preprosti način ogledali kako delujejo CCD detektorji, njihovo zgradbo ter njihove osnovne značilnosti.

### ZGRADBA IN DELOVANJE CCD KAMERE

Naloga CCD kamere je detektirati čim več vpadnih fotonov in te z minimalno količino šuma pretvoriti v ustrezen signal, ki ga je pozneje mogoče obdelati. Za detekcijo fotonov izkoriščajo CCD kamere fotoelektrični pojav ali na kratko fotoefekt. Preprosto povedano, gre za pojav, pri katerem fotoni z dovolj veliko energijo iz kovine izbijejo prevodniške elektrone. Tisti del kamere, kjer poteka detekcija fotonov, je sestavljen iz mreže silicijevih polprevodniških elementov, čemur pravimo tudi silicijeva rezina. Tipične velikosti teh elementov ali pixlov, kot ji še imenujemo, se gibljejo med 10 in 20 mikrometri. Velikosti mreže so lahko različne, od 512x512 pixlov, do 8192x8192. Seveda ni nujno, da je mreža kvadratna. Za primer, na 8 metrski VLT Evropskega južnega observatorija je pritrjen detektor z 2048x4096 pixli. Kot polprevodnik se najbolj pogosto uporablja silicij, ki je sposoben absorbirati fotone z valovno dolžino med 300 in

1100 nanometri.

Da bomo bolje razumeli, kako poteka detekcija fotonov, si najprej pogledajmo kakšne so lastnosti polprevodnikov. Elektroni v polprevodniku (na splošno v kristalih) zasedajo elektronska stanja v različnih pasovih, med pasovi pa so prepovedana stanja, kjer se elektroni ne smejo znajti, in jih imenujemo energijske špranje. V zunanji lupini polprevodnika imajo elektroni na razpolago valenčni in prevodni pas, med njima pa je energijska špranja, ki za silicij znaša 1.14 eV. V osnovnem stanju so vsi elektroni v valenčnem pasu (pravimo, da je valenčni pas do vrha napolnjen), prevodni pas pa je popolnoma nezaseden. Če elektroni, ki so v valenčnem pasu na nek način pridobijo energijo (na primer z absorpcijo svetlobe), preidejo le-ti iz valenčnega v prevodni pas, v valenčnem pasu pa nastane primanjkljaj elektrona, kar imenujemo vrzel.

Sedaj pa pogledajmo, kako deluje CCD kamera. V času ekspozicije fotoni zadevajo silicijeva rezino. Ko foton zadene posamezni pixel, v njem nastane par elektron-vrzel. Prepuščen samemu sebi, se tak par po približno 100 milisekundah rekombinira ali z drugimi besedami, fotoelektron preide iz prevodnega nazaj v valenčni pas. Da bo detekcija fotonov uspešna, je treba elektrone zadržati v prevodnem pasu oziroma jih z ustreznim električnim poljem do konca ekspozicije nekako shraniti. Vsak pixel ima za ta namen pritrjene tri elektrode, na katere so priključene statične napetosti. Te napetosti poskrbijo najprej, da se elektron ujame v potencialno jamo, kjer je shranjen do konca ekspozicije. Od kapacitete potencialne jame je odvisno, koliko elektronov se lahko shrani v posameznem pixlu med ekspozicijo. Značilne številke se gibljejo med 50000 in 350000.

Po končani ekspoziciji se je v mreži



polprevodniških elementov nabral naboj (elektroni, shranjeni v potencialnih jamah), ki ga je potrebno prebrati. Pixli so med sabo povezani, tako da z ustreznim cikličnim preklapljanjem napetosti na zgoraj omenjenih elektrodah na posameznem pixlu doseženo, da premaknemo naboj cele vrste pixlov naenkrat v bralni register, kjer se dokončno prebere naboj vsakega pixla posebej. Rezultat je napetostni signal, ki ga še dodatno ojači zelo občutljivi ojačevalnik, od koder gre signal naprej v analogno-digitalni pretvornik. Tam se pretvori v analogno-digitalne enote - ADU, naravna števila, ki ustrezajo količini detektiranih fotonov. Vrednosti ADU za vsak pixel posebej se shranijo na datoteko, ki predstavlja končni rezultat zajemanja podatkov s CCD kamero.

## LASTNOSTI CCD KAMER

Takoj na začetku smo omenili, da imajo CCD kamere velik kvantni izkoristek. Pojem kvantnega izkoristka označuje sposobnost detektorja, kolikšen delež vpadnih fotonov pretvori v uporaben signal. Podan je kot razmerje med detektiranimi in vpadnimi fotoni.

Kvantni izkoristek je odvisen od absorpcije fotonov v siliciju, in je funkcija valovne dolžine. Za primerjavo povejmo, da so imele fotografske plošče kvantni izkoristek 2-3%, z ustrežno obdelavo (hipersenzibilizacijo) pa so dosegle kvantni izkoristek 10%.

Za kratek čas se še pomudimo pri analogno-digitalni pretvorbi signala. Kakšna napetost oziroma koliko elektronov je potrebnih da po A/D pretvorbi dobimo signal, ki ustreza 1 ADU, je odvisna od ojačitve (v angleščini gain) CCD kamere. Ojačitev je ponavadi podana kot število elektronov / ADU. Tipične vrednosti se gibljejo od 1 do 150 elektronov / ADU. Za primer si poglejmo, kako zgleda pretvorba signala pri kameri z ojačitvijo 10 elektronov / ADU. Če se je na pixlu zbralo 1500 elektronov, bo končna vrednost po A/D pretvorbi 150 ADU, pri 17342 elektronih pa bo vrednost 1734 ADU (ne 1734.2). Večja ojačitev torej poslabša občutljivost detektorja. Pomemben podatek je še, kakšno je največje možno število enot ADU, v katerega se lahko pretvori signal. To število je odvisno od A/D pretvornika. Če je le-ta na primer 14 bitni, je največja vrednost 16383 ( $=2^{14}-1$ ), ADU pa lahko zavzame vrednosti od 0 do 16383. Največ so v uporabi 16 bitni A/D pretvorniki.

Zelo pomembna lastnost CCD detektorjev je

njihov linearni odziv na velikem območju. Linearni odziv pomeni, da je število detektiranih fotonov sorazmerno s številom ADU na izhodu. 15 bitni CCD detektor na primer ima linearni odziv na območju med 500 in 26000 ADU.

Omenili smo, da preide elektron iz valenčnega v prevodni pas, če od nekod pridobi zadosti energije. Pri sobni temperaturi imajo elektroni silicija dovolj energije, da sami od sebe preidejo iz valenčnega v prevodni pas. Tudi te posrka napetost na elektrodah pixlov, tako da postanejo del signala, ki ga ni mogoče ločiti od signala, nastalega z absorpcijo fotonov. Vsak tak prispevek k signalu, ki ni astronomskega izvora, imenujemo šum. Seveda bi radi, da je tega prispevka čim manj.

Šum, ki je posledica termične agitacije, imenujemo temni šum ali temni tok, in je izrazita funkcija temperature, pri kateri je detektor. Zato je potrebno detektor ohladiti na dovolj nizko temperaturo. Cenejše je uporaba termoelektričnih metod hlajenja, s katerimi so dosežene temperature od -20 do -50 stopinj Celzija. Dražje je hlajenje s tekočim dušikom, kjer znašajo delovne temperature do -100 stopinj Celzija. Pri sobni temperaturi znaša temni tok v povprečju  $2.5 \times 10^4$  elektronov / pixel / sekundo. Ustrezno hlajena kamera ima temni tok pod 2 elektrona/pixel/sekundo, kar pri 15 minutni ekspoziciji da do 1800 elektronov na pixel.

K celotnemu šumu pomembno prispeva tudi bralni šum, ki je posledica fluktuacij v elektroniki kamere. Največji prispevek k tej vrsti šuma da analogno digitalna pretvorba signala. Bralni šum dobrih detektorjev znaša 10 elektronov / branje ali manj.

Poleg zgoraj navedenega naj omenim še dva pojma, ki sta v zvezi s šumom. Prvi je difuzija naboja, kar pomeni, da obstaja končna, vendar majhna verjetnost, da prehaja naboj med sosednjimi pixli. Drugo je tako imenovana učinkovitost prenosa naboja (CTE), ki je mera za delež uspešno prenesenega naboja za posamezni pixel. Vrednosti CTE dobrih detektorjev znaša 0.999995 in več.

## ZAJEMANJE IN OBDELAVA POSNETKOV

Zgoraj smo spoznali osnovne značilnosti CCD kamer in njihovo delovanje. Sedaj pa si bomo na kratko pogledali njihovo uporabo.

Da bi dobili kar se da verodostojne podatke, je treba poleg objekta samega, ki ga želimo

proučevati, narediti še vrsto kalibracijskih posnetkov. Trije glavni kalibracijski posnetki so: flat-field posnetek, dark posnetek in bias posnetek.

Vsi pixli detektorja niso enako občutljivi, njihove lastnosti rahlo variirajo. To neenakomernost odpravimo s flat-field posnetkom: slikamo področje, ki je čim bolj enakomerno osvetljeno. Ponavadi slikamo kar platno, na katero posvetimo z lučjo.

Z dark posnetkom odpravimo temni tok kamere. Pri zaprti zaslonki slikamo enak čas, kot smo slikali objekt. Pri tem se v potencialnih jamah naberejo le termični elektroni.

Bias posnetek je posnetek s časom osvetlitve 0 sekund. Z njim samo preberemo začetne vrednosti na posameznem pixlu.

Kaj naredimo s kalibracijskimi posnetki? Posnamemo več kalibracijskih posnetkov in jih povprečimo. Nato pa dark in bias posnetek enostavno odštejemo od posnetka objekta in flat-field posnetka, na koncu pa posnetek objekta delimo še z že kalibriranim flat-field posnetkom.

Zajemanje, kalibriranje in nadaljnja obdelava posnetkov se izvaja v za to namenjenih programih. V profesionalni astronomiji se najbolj pogosto uporablja programski paket IRAF, ki teče samo v operacijskem sistemu Linux. V okolju Windows pa so znani AstroArt, Mira, MiximDL, ki je tudi najbolj priljubljen med amaterskimi astronomi.

## **OPAZOVANJE URANA, NEPTUNA IN LUNE TER SNEMANJE Z DIGITALNIM FOTO APARATOM**

**PREDAVATELJA: ROK VOGRINČIČ IN SANDI DORA  
MENTOR: DAMIJAN ŠKRABAN**

Na delavnici smo imeli predavanje na temo Osončje, planeti, Messier objekti, meteorji in astrofotografija. Predavala sva člana AD Kmica; Sandi Dora in Rok Vogrinčič. Na temo Osončje sva predstavila nastanek Osončja, planete, njihovo klasifikacijo, njihove lune, zgradbo osončja, itd. V predavanju sva upoštevala tudi najnovejši sklep zadnje mednarodne konference astronomov, kjer so sklenili, da se Pluton več ne šteje med planete. Predstavila sva tudi novo klasifikacijo teles v našem osončju.

Pri naslednji temi sva naštel nekaj Messierjevih objektov, tipe objektov zvezdnih kopic, meglic, galaksij, kvazarjev. Pri temi meteorji sva se dotaknila vrst meteorjev, meteoritov in kakšno nevarnost predstavljajo ti za naš planet. Glede teme astrofotografija sva predavala o načinih fotografiranja nebesnih objektov, o opremi, ki je za to potrebna in predstavila nekaj naših dosežkov oz. slik. Po predavanju smo spet postavili teleskope in jih usmerili proti jasnemu nočnemu nebu. S teleskopom C14 Celestron smo si pri 350× povečavi ogledali planeta Uran in Neptun. Videti sta bila, kot dve modri ploskvi. Poleg planetov smo si ogledali tudi zvezdne kopice, meglice, itd. Skozi teleskop LX 200 smo s CCD kamero posneli različne deep-sky objekte, med njimi: planetarni meglici M27 in

M57, galaksijo M33, kroglasto kopico M71, planet Uran in njegove lune.

Fotografirali smo tudi Luno skozi teleskop C14 Celestron, z digitalnim fotoaparatom Samsung Digimax A6, ki je bil pritrjen na Baader Microstage adapter, na katerem smo lahko fotoaparatus poljubno pomikali proti okularju. Preizkusili smo različne okularje: Televue Nagler 7mm, Radian 18mm ter TS WA 10mm. Pri fotografiranju Lune skozi okular smo uporabili 1/4 sekundne osvetlitve. Kasneje smo posnetke obdelali v programu Celestron RegiStax, kjer smo z načinom »Gamma« zmanjšali preosvetljenost že zloženih (stack) slik. Na končanih slikah so lepo vidni Lunini kraterji in gorovja.

Naslednji dan smo posneli material dokončno obdelali in tako uspešno dokončali projekt astronomskih delavnic na observatoriju »Magašov brejg«. Vse zahvale gredo organizatorju in lastniku observatorija »Magašov brejg«, g. Igorju Vučkicu, ki je nam udeležencem omogočil bivanje na observatoriju, ministrstvu za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, ki je sofinanciralo projekt in AD Kmici, ki je zagotovilo kvalitetne predavatelje. Dokaj lepo vreme je poskrbelo, da smo projekt v celoti izvedli in da so bile delavnice res poučne in ustvarjalne.

## 10. ASTRONOMSKI TABOR KMICA 2006

Kraj in čas tabora: OŠ Gornji Petrovci, od 3 do 8. julija 2006  
 Število udeležencev: 14  
 Vodja tabora: Blaž Kučuk  
 Organizacijski vodja: Johan Laco  
 Mentorji: Črt Brenčič, Ernest Hari, Blaž Kučuk  
 Asistenti mentorjev: Denis Čahuk, Sandi Dora, Rok Vogrinčič

Letošnji astronomski tabor Kmica je potekal od 3. do 8. julija na osnovni šoli Gornji Petrovci. Lokacija, ki je že tradicionalna za prirejanje Kmicinih astronomskih taborov, ne slovi samo po zelo dobrih opazovalnih pogojih, ampak je zelo primerna tudi s stališča dela podnevi (izvajanje poskusov, delo na računalniku,...). K uspešno izvedenemu taboru je dosti pripomoglo tudi uspešno sodelovanje z osebjem šole.

Na taboru je potekal že uveljavljen urnik. Vstajanje ob pol dvanajstih, kosilo, na kar je sledilo delo po skupinah, kjer so udeleženci poslušali predavanja mentorjev, izvajali poskuse ter pisali poročila. Seveda ni manjkalo športnih aktivnosti, od nogometa, košarke do plezanja. Po večerji so udeleženci poslušali predavanja, ki so jih pripravili zunanji predavatelji, npr. o črnih luknjah. Tem so sledila priprava na opazovanja in seveda, glavni del tabora, opazovanja sama, ki so trajala do zgodnjih jutranjih ur.

Udeležence smo glede na znanje, želje in dosedanje izkušnje na astronomskih taborih razdelili v tri skupine: osnove astronomije, meteorji ter CCD in klasična astrofotografija.

Skupino osnove astronomije je vodil Črt Brenčič ob pomoči Denisa Čahuka. Skupina je bila namenjena pradvsem tistim, ki so se z astronomijo prvič srečali na taboru. Podnevi so spoznavali Sončni sistem, objekte v naši Galaksiji ter druge galaksije. Poleg tega so delali tudi poskuse, kot so merjenje razdalje s paralakso, merjenje težnega pospeška, ter izdelovali camero obscuro. Ponoči so najprej s prostimi očmi spoznavali ozvezdja, nato pa z daljnogledi in teleskom opazovali še različne objekte. Eno noč so se pridružili skupini za

meteorje, kjer so skupaj opazovali te nebesne pojave.

Mentor v skupini za meteorje je bil Ernest Hari, njegov asistent pa Sandi Dora. V skupin so se ukvarjali izključno z meteorji. Ponoči so opazovali meteorji in beležili njihove podatke. Podnevi pa so se seznanjali z različnimi zanimivostmi v zvezi z meteorji in obdelovali podatke, pridobljene prejšnjo noč.

Skupino CCD in klasična astrofotografija je vodil Blaž Kučuk, pomagal pa mu je Rok Vogrinčič. V tej skupini je bil poudarek na delu s teleskopom. Čez dan so udeleženci spoznali kako različne vrste teleskopov delujejo, kakšen je postopek pozicioniranja teleskopa za slikanje s CCD kamero, ter kakšne so napake v optiki. Seznanili so se z osnovami delovanja in uporabe CCD kamere. Vso teoretično znanje so ponoči uporabljali še v praksi. Slikali so različne objekte s CCD kamero ter klasično, s piggyback metodo. Podnevi so obdelovali slike, posnete s CCD kamero. Uspeli so odlični posnetki meglice Orel in Sova.

Zadnjo noč na taboru smo izkoristili za opazovanje standardnih Mesierjevih objektov. Vreme nam je bilo še kar naklonjeno, saj je bilo tri jasnih (ne ravno v celoti) noči od petih.

Seznam udeležencev po skupinah:

- **osnove astronomije:** Rok Štrok, Tilen Naraks, Jaka Mur, Alen Serec, Nenad Kojić
- **meteorji:** Nejc Kebe, Hana Volfand, Thierry Šavora-Dinga, Gábor Bakos, Tamara Češka
- **CCD in klasična astrofotografija:** Don Ciglencečki, Ida kraševc, Grega Nerat, Jernej Virag

## 1. METEORJI

### Fotografiranje meteorjev

Med spremljanjem meteorske aktivnosti sodi tudi fotografiranje meteorjev. Seveda pa smo pri fotografiranju odvisni predvsem od sreče ali bo priletel kakšen meteor skozi zorno polje našega fotoaparata.



Različne postavitve fotoaparatorov za spremljanje meteorjev(meteorskih rojev)

Fotografiramo lahko sporadike ali meteorske roje, ki pa so nedvomno bolj privlačni, predvsem tisti, ki so značilni po svetlih meteorjih. Za fotografiranje meteorjev nam zadošča fotoaparat na stativu in običajni 50 mm objektiv (s širokokotnim objektivom 20 mm dobimo na posnetku seveda večje območje neba), zaželjena je še sprožilna vrvica.

Izberemo si občutljiv film in pustimo zaslonko odprto maksimalno 10 minut. S podaljševanjem časa osvetlitve ne dosežemo nobene pozitivne stvari, kajti čim dalj časa je film osvetljen, tem bolj izgublja na občutljivosti. Za meteorje

uporabljamo črno-bele filme, ker so nekateri barvni filmi različno občutljivi na različne valovne dolžine (barve) in zaradi tega lahko nekatere meteorje na barvnih filmih izgubimo.



Fotoaparat usmerimo kakih 40° do 50° proč od radianta meteorskega roja in vsaj 30° visoko nad obzorje. Če razpolagamo z več fotoaparati, jih razporedimo tako, da pokrivajo celotno nebo (Slika 1). Širokokotne objektivne ponavadi lahko usmerimo v zenit in tako prekrijemo večino neba.

### All-sky kamera

Za svetlejše meteorje – bolide uporabljamo all-sky kamere. Ločimo dve izvedbi take kamere. Prva je objektiv ribje oko (fish eye), ki pokrije 180° zornega polja. Druga izvedba je fotoaparat z normalnim 50 mm objektivom, ki je nameščen v gorišče izbočenega (konveksnega) zrcala.

Po svetu poznamo sklope več postaj za snemanje svetlejših meteorjev, imenovane **fireball postaje**. Sestavljene so iz all-sky kamere z normalnim 100 ISO filmom, ki ga pa lahko osvetlujejo vso noč. Tako naredijo v eni noči samo en posnetek. Postaje so med seboj povezane, kar astronomom omogoča, da lahko izračunajo njegovo pot in določijo mogoče mesto padca meteorita. V Evropi obstaja mreža, ki pokriva več kot 1000 km<sup>2</sup> in pokriva Nemčijo, Slovaško, Češko, Belgijo in del Avstrije. Nekatere

fotografske fireball postaje so predelali v video postaje.

Za določanje kotne hitrosti in časa trajanja meteorjev iz fotografij meteorja, mora imeti fotoaparati nad objektivom nameščeno tudi **prekinjevalno zaslonko (vetrnico)** s stalno frekvenco. Tako dobimo nasekan meteor, ki se loči od sledi zvezd in letal, ki so neprekinjene črte. Kotno hitrost dobimo iz dolžine delčkov meteorja in poznavanja frekvence vrtenja vetrnice. Za izdelavo vetrnice rabimo sinhronski motor, ki ga najlažje dobimo iz gramofona. Gramofonski motorček ima preverjeno stalno frekvenco, ki ne niha. Frekvenco izračunamo tako, da množimo število lopatic vetrnice s številom vrtljajev motorja na minuto.

### Luna TITAN – podatki sonde HUYGENS

Planet Saturn, ima poleg svojih veličastnih obročev tudi veliko število lun, najrazličnejših velikosti in oblik. A v njegovem sistemu obstaja tudi luna, ki ji ni podobna nobena druga v našem osončju, to je luna Titan. S svojimi 5150 km premera je druga največja luna v našem osončju in edina z veliko gosto atmosfero.

Američani in Evropejci so leta 1997 skupno začeli misijo Cassini-Huygens. Sonda, ki je sestavljena iz orbiterja (teža okoli 5000 kg) in pristajalnega odseka Huygens (teža 320 kg), je po sedmih letih potovanja 1. julija 2004 dosegla planet Saturn in se vtirila okoli njega. 25. decembra istega leta se je atmosferska sonda Huygens ločila od matične sonde Cassini in se 14. januarja 2005 potopila v gosto atmosfero lune Titan. Po vstopu v atmosfero je na višini okoli 150 km. razprla padala in počasi padala proti površju. Med spuščanjem, je s svojim mikrofonom posnela zvoke vetra in s kamero snemala površje s ptičje perspektive. Opravila je tudi druge poskuse. Sonda Huygens je potem podatke v obliki signalov poslala sondi Cassini, ta pa naprej radijskim teleskopom na Zemlji. Huygens je potem pristala na površju lune Titan, posnela panoramske slike in delovala še dobro uro. Podatki sonde Huygens in njena odkritja:

1. Luno Titan obdaja atmosfera, ki je v zgornjih slojih sestavljena iz več plasti. Kemična sestava : dušik (okoli 90%), metan (okoli 3%), argon, etan, vodikov cianid, acetilen itd.
2. Atmosfera je debela kar 600 km, zadnje plasti meglic se nahajajo 30 km nad površjem.

Še tako lep posnetek meteorja nima nobene znanstvene vrednosti, če ne vsebuje osnovnih podatkov o ekspoziciji: začetek in konec ekspozicije, objektiv, območje neba, točen čas meteorja,... Prav tako moramo zapisovati vse prelete letal in satelitov mimo polja fotoaparata, da jih kasneje nebi zamenjali za meteorje.

Ernest HARI

Viri: - internet: - [www.astrosurf.com](http://www.astrosurf.com)  
 - [www.imo.net](http://www.imo.net)  
 - Mihaela Triglav: Meteorji

3. Na višini med 40 in 140 km se nahaja ionosfera (plast atmosfere nabita z ioni in elektroni.) v njej je sonda zaznala neke vrste strel ali neviht.
  4. V najvišjih slojih atmosfere so temperature - 113 stopinj Celzija, na višini 100 km. pa variirajo od -153 pa do -200 stopinj Celzija.
  5. Na višini 120 km pihajo vetrovi z hitrostjo 430 km/h.
  6. V atmosferi se nahaja element Argon 40, kar je dokaz za tako imenovani kriovulkanizem (vulkani na Titanu bi naj bruhalo amoniak in tekoči led.)
  7. Kamere na krovu sonde so razkrile raznoliko geološko sestavo (jarki, izsušeni kanali, obale, prostrana temna področja.)
  8. Pritisk na površju je 1,5 krat večji od pritiska na Zemlji.
  9. Gravitacija na površju je ena šestina Zemljine.
  10. Tla so sestavljena iz delcev ogljikovodikov, kamni in skale pa so iz vodnega ledu in so pri temperaturi -179 stopinj Celzija trdno zamrznjeni.
  11. Na površju piha veter s hitrostjo 1,5 km/h.
- Sonda Huygens je na Zemljo poslala poleg kopice podatkov, tudi 320 posnetkov površja, lune Titan. Tako je misija Cassini-Huygens s svojim uspehom omogočila prvi resen vpogled v ta enigmatičen svet, oddaljen 1420 milijonov km, in tlakovala pot za prihodnje odprave.

Viri: <http://saturn.nasa.gov>

Sandi DORA

## Zgodovina meteorjev

METEOR - »STVARI V ZRAKU«  
IZ BESEDE METEOROLOGIJA

DO 18. STOL.- STRELE, DEŽ, OBLAKE, MAVRICE, POLARNI SIJ,...“  
SPLOŠNO PREPRIČANJE, DA SO METEORITI ZEMELJSKEGA IZVORA  
NEKATERI SO BILI MNENJA, DA SO METEORJI POVEZANI Z VULKANSKO AKTIVNOSTJO.  
SCHICKARD - ZNANSTVENIK; HOTEL JE IZRAČUNATI POT SVETLEGA METEORJA

### Stari zapisi meteorjev

Pri zbiranju astronomskih podatkov so bili najuspešnejši stari Kitajci in Korejci že 2000 let pr.n.š. Kitajci so zbirali podatke o novah, supernovah, severnih sijih in številčno velikih meteorskih rojih, ki naj bi nakazovali dolgo in plodno vladavino vladarja.

Leta 687 pr.n.š., v času Chou Wanga so prvič zapisali, da so zvezde padale kot dež, kar je prvi opis Liridov. Sledili so zapisi Eta Akvaridov in Orionidov in še meteorski dež Leonidov iz l. 1002.

V srednjem veku opazimo zelo visoko aktivnost Tauridov, ki so zdaj le številčno majhen metrski roj, takrat pa so bili aktivni kot današnji Perzeidi.

V Evropi so zapisovali astronomske dogodke predvsem menihi. Največ podatkov so zbrali Arabci.

### Na astronomskem taboru

V OŠ Gornji Petrovci smo prispeli v ponedeljek zvečer razvrstili smo se v skupine po 5 udeležencev prijavil sem se v skupino meteorji in kometi.

Po večerji smo imeli predavanje o splošni astronomiji, ki je bil uvod v astronomski tabor. Naslednji dan smo pred šolo merili oddaljenost zvonika po isti tehniki kot astronomi izračunavajo oddaljenost zvezd. Rezultat je bil bolj približen, saj nismo mogli natančno ugotoviti kotov. Nato nam je vodja naše skupine povedal nekaj o kometih in meteorjih. Zvečer pa smo imeli

### Astronomski tabor

V ponedeljek 3. julija, se je začel tradicionalni 10. astronomski tabor Kmica. Prvi dan smo imeli uvodno predavanje na temo osnove astronomije. Naslednji dan smo merili razdaljo med šolo in

### Prvi meteoriti

Kamni padli izpod neba - meteoriti – so že od nekdaj znak nečesa nebeškega in božanskega. Tako jih najdemo povsod po svetu, tudi v egiptčanskih piramidah, v katerih je najden tudi hieroglif za železne meteorite, ki v prevodu pomeni »nebeško železo«.

Kovinske meteorite so uporabljali kot prvo kovino. Beseda kovina pomeni v mnogih jezikih nekaj nebeškega ali zvezdnega. Tako v jeziku starega Egipta pomeni beseda železo – železo iz nebes; grška beseda železo – *sideros* in latinska za zvezdo – *sidera* imata očitno skupni koren.

Prvi meteorit, ki je padel na zemljo (642 pr.n.š.) je padel na obalo reke Egos Potamos.

Meteorite so obravnavali kot zvezde, ki so padle na zemljo in so znani bogov, zato imajo izdelki izdelani iz meteoritov, neprecenljivo vrednost.

Tamara ČEŠKA

predavanje o povezavi balistike z astronomijo in ubežnimi hitrostmi, ponoči pa smo šli na travnik gledati meteorje in si zapisovali vse kar smo videli. V sredo smo imeli predavanje o fotografiji in fotoaparatih, kjer smo spoznali osnove fotografiranja in razlike med kompaktnimi in SLR digitalnimi fotoaparati, ponoči pa smo spet imeli opazovanje na travniku. V četrtek sem napisal poročilo o kraterjih, eksplozijah in izumrtju. Večerji pa je sledilo predavanje o mitologiji v astronomiji. Ponoči pa smo si ogledali satelit Iridium, ki je bil zelo svetel in je potoval čez nočno nebo.

Nejc KEBE

cerkvijo v Gornjih Petrovcih, zvečer pa smo imeli predavanje na temo balistike v povezavi z astronomijo. Po predavanjih smo se razdelili po skupinah (osnove astronomije, meteorji ter CCD

in klasična astrofotografija.) Razdeljeni v skupine smo odšli na nočno opazovanje. V sredo smo imeli predavanje o fotografiji, izdelovali smo seminarske naloge, ki jih bodo objavili v biltenu

## Astronomski tabor KMICA

V ponedeljek, 3. julija, smo se ljubitelji astronomije zbrali na letošnjem astronomskem taboru Kmica. Tako kot vsako leto, se je tabor odvijal na Osnovni šoli Gornji Petrovci. Tabora sem se letos udeležila že tretjič. Lani in predlani smo prve dni bivali še v Monoštru na Madžarskem, letos pa samo v Gornjih Petrovcih.

Sam tabor mi je zelo všeč, saj imamo predavanja, opazovanja, pa tudi kar nekaj prostega časa, v katerem se največ ukvarjamo s športnimi aktivnostmi, npr. igranjem nogometa, košarke, odbojke, metanjem frizbija... Ko smo prišli, smo se razdelili v tri skupine; osnove astronomije, skupino za meteorje in CCD in klasična astrofotografija. Jaz sem bila v skupini za meteorje. V skupini za osnove spoznavajo splošne stvari o astronomiji, opazujejo nočno nebo s teleskopom in spoznavajo ozvezdja. V skupini za meteorje je največji poudarek na

ter imeli nočno opazovanje. Imeli smo tudi predavanje o mitologiji, ki je bilo v četrtek. Zadnji dan bomo za zaključek imeli predavanje o črnih luknjah ter astronomiji v Mehiki.

Thierry ŠAVORA

opazovanju. Vsako noč smo opazovali in zapisovali podatke o meteoritih. Čez dan pa smo te podatke obdelali; izračunali smo ZHR...

Včeraj, 6. julija, pa smo odšli gledat satelit Iridium, ki je bil nekaj posebnega, saj je zasvetil z magnitudo kar -7. Prav tako smo imeli vsak dan predavanja; prvi dan smo imeli predavanje o osnovah astronomije, ki je bilo kot nekakšen uvod v tabor, drugi dan predavanje o povezavi balistike z astronomijo, naslednji dan predavanje o fotografiji, potem pa še o mitologiji. Na zaključku pa nas čaka predavanje o črnih luknjah ter o astronomiji v Mehiki. Prav tako smo napisali seminarske naloge; vsak za svojo skupino, ki bodo objavljene v biltenu. Na taboru mi je vsako leto zelo všeč, tako da se ga bom udeležila tudi naslednje leto.

Hana VOLFAND

## 2. OSNOVE ASTRONOMIJE

### Na taboru

V ponedeljek, 3. junija smo se zbrali v osnovni šoli Gornji Petrovci na astronomskem taboru Kmica 2006. Najprej smo se razdelili v skupine: osnove astronomije, meteorji in CCD astrofotografija. Prijavil sem se v skupino: Osnove astronomije, kjer smo spoznavali osnove astronomije. Prvi dan smo delali referate o različnih satelitih, ki smo jih naslednji dan predstavljali. Poslušali smo tudi predavanje o različnih nebesnih telesih. Drugi dan smo poslušali predavanje o balistiki in kozmičnih hitrostih, kasneje smo tudi ugotavljali kako telesa nihajo, ponoči smo pa šli gledat različna ozvezdja in meteorje, katerih lastnosti smo si zapisovali na

liste, ki smo jih naslednji dan pregledovali. V sredo smo poslušali predavanje o fotografiranju, nato pa smo se spet odpravili gledat ozvezdja in meteorje. V četrtek smo napravili »camero obscuro«, s pomočjo katere smo izmerili premer Sonca, zvečer pa smo šli gledat satelit Iridium, ki se je videl s-7 magnitudo. Med prostim časom smo igrali odbojko, košarko, nogomet v telovadnici in zunaj.

Vsak dan smo imeli tudi kosilo in večerjo, ki nam jih je pripravljala kuharica. Zaradi nočnih opazovanj smo hodili spat zelo pozno in se zbuvali okoli 12. ure.

Rok ŠTROK

### Astronomski tabor kmica

V ponedeljek 3. junija smo se zbrali v osnovni šoli Gornji Petrovci na astronomskem taboru Kmica. Tam smo se razdelili v 3 skupine. Sam sem se prijavil v skupino osnove astronomije kjer smo se učili o osnovah astronomije.

Učili smo se o planetih in nekaterih njihovih lunah, o tem smo tudi delali referate in jih predstavili. Imeli smo se tudi za modelarje ko smo izdelovali »kamero obscuro« in z njeno pomočjo izračunali premer Sonca. Poslušali smo

tudi različna predavanja o balistiki, kozmičnih hitrostih, o mitologiji in fotografiranju. Gledali smo tudi razne meteorje, in si podatke ki smo si jih zapisali naslednji dan pregledali. V četrtek zvečer smo si tudi sli ogledati satelit Iridium ki je svetil z izredno magnitudo -7. Na računalnikih smo po internetu brskali podatke za naše referate. Veliko časa smo tudi porabili pri igranju odbojke, nogometa in košarke na igrišču. Spali smo bolj malo, in pili veliko kave...

Tilen NARAKS

### **Deseti astronomski tabor Kmica**

Sodeloval sem v delavnici osnove astronomije. Obdelovali smo različna področja povezana z astronomijo. Prvi dan smo imeli predavanje o osnovnih pojmi v vesolju, nočno opazovanje pa zaradi slabega vremena žal ni bilo mogoče. Naslednji dan je vsak posamezno pripravil kratek referat o satelitih planetov našega osončja. Zvečer smo le-te predstavili preostalim udeležencem tabora. Predavanje drugega dne je bilo nadaljevanje prvega, s poudarkom na fiziki in kozmičnih hitrostih. Kasneje smo s skupino o meteorjih, opazovali nočno nebo in šteli meteorje, spoznavali osnovno orientacijo na

nočnem nebu in ozvezdja vidna na severni polobli v poletnem času. Te podatke smo naslednji dan analizirali in opravili nekaj računov za statistiko pogostosti pojavljanja meteorjev, prav tako pa smo tudi izračunali gravitacijski pospešek. Večerno predavanje je bilo o meteorjih. Zvečer smo s pomočjo teleskopa opazovali meglice in galaksije. Naslednji dan smo preko dneva izdelovali »kamero obscuro«, večerno opazovanje pa je bilo okrnjeno zaradi oblačnosti, tako da smo si pogledali zgolj prelet enega izjemno svetlega satelita. Danes, v petek, smo mučeni s pisanjem teh poročil.

Jaka MUR

### **Poročilo**

V ponedeljek 3. julija smo se ob 16:00 zbrali v osnovni šoli Gornji Petrovci. Najprej smo se razdelili v 3 skupine (osnove, meteorji in CCD). Takoj za tem je vsaka skupina imela sestanek, na katerem je bilo na kratko povedano, kar bomo počeli v teku tabora. Sam sem se odločil za skupino osnove, ki je bila pod vodstvo mentorja Črta Brenčiča. Proti večeru smo bili na predavanju iz osnov astronomije, večer pa žal nismo šli opazovat zvezd zaradi slabega vremena. Drugi dan smo v naši skupini priredili referate o planetih in o njihovih satelitih (naravnih in umetnih), katere smo večer predstavili celotnemu taboru. Kasneje smo se odpravili ven na Pindžo, kjer smo se sprehodili po nebu in spoznali najpomembnejša ozvezdja, za tem pa smo se pridružili skupini za meteorje in skupaj

opazovali meteorje. Naslednji dan je sledilo predavanje o meteorjih, zvečer pa smo s skupino CCD skozi teleskop gledali objekte na nebu. 4 dan tabora smo popoldne izdelali »Kamera obscuro« s pomočjo katere smo določili obseg Sonca. Zvečer je sledilo predavanje o mitologiji, povezani z ozvezdji, za tem pa smo pa si kot zanimivost šli ogledat satelit, za katerega smo zvedeli, da bo preletel naše opazovalno območje in zasvetil z magnitudo -6 (beri: kar precej ☺). Zadnji dan tabora pa smo prisostvovali na zaključnih predavanjih o črnih luknjah in o astronomiji v Mehiki. S tem smo zaključili tabor, noč prebedeli pred računalniki in se v soboto dopoldne poslovili in si seveda obljubili da drugo leto pridemo spet.

Alen SEREC

## **3. CCD IN KLASIČNA ASTROFOTOGRAFIJA:**

### **Aberacije**



### Aberacija daljnogleda

Napaka daljnogleda zaradi aberacij leč ali zrcal objektiva in okularja, kar se kaže v popačenju opazovanih objektov na nebu, kot so: slaba ločljivost, zmogljivost, povečava in druge karakteristike, ki označujejo kakovost optičnega daljnogleda.

### Aberacija leče ali zrcala

Napaka leče ali zrcala je napaka v sliki, ki jo povzročijo leče ali vbokla zrcala zaradi različnega loma, odboja svetlobnih žarkov, idr. Aberacij je več, glavne so : sferična aberacija, kromatična aberacija, barvna aberacija, astigmatizem, koma, ukrivljenost goriščne ravnine, distorzija ipd.

### Aberacija zvezde

Je navidezni odklon ali sprememba lege zvezde na nebesni krogli zaradi gibanja Zemlje oz. opazovalca na njej in končne hitrosti razširjanja svetlobe. Zaradi kroženja Zemlje okrog Sonca je letna aberacija z največjo vrednostjo 20,5" (odkril

## CCD Senzorji

CCD senzor sta izumila Willard Boyle in George Smith v AT&T Bell Laboratories. Laboratorij je delal na razvoju telefona, ki bi omogočal tudi video komunikacijo. Pri tem je uporabljal posebno vrsto polprevodniškega pomnilnika. Med razvojem je ekipa odkrila, da pomnilniški čip reagira tudi na osvetlitev s svetlobo. Do leta 1970 so že lahko posneli preproste linearne slike z nekoliko prirejenim čipom. Iznajdbo je podprlo več podjetij in leta 1974 je podjetje Fairchild že poslalo na trg prve komercialne čipe.

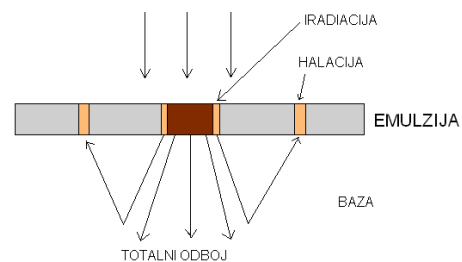
Poznamo več vrst CCD senzorjev. T.i. »full-frame«, »frame transfer« in interline. V astronomiji so skoraj najbolj pogosti frame-transfer CCD senzorji, zato se bom omejil samo na te.

Delovanje CCDja lahko razdelimo na dva dela: osvetlitev oz. ekspozicijo in ter branje podatkov. V prvi fazi svetloba pada na senzor. Ta svetloba na senzorju izbija elektrone iz polprevodnika, le-ti pa se začasno shranijo na za to določenem

J. Bradely, 1725), zaradi vrtenja Zemlje pa dosti manjša dnevna aberacija.

### Iradiacija in halacija (napake v astrofotografiji)

Halacija Iradiacija nastane zaradi sipanja svetlobe v fotografski emulziji. Sipanje povzroči, da točkast objekt vidimo kot disk. Nastane zaradi odboja svetlobe od spodnjih plasti fotomateriala. Zaradi tega pojava okoli točkastih objektov nastanejo obroči.

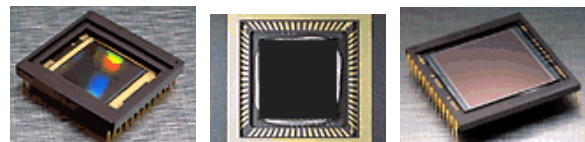


Rok VOGRINČIČ

mestu. Značilnost frame-transfer CCDjev je, da imajo še en del senzorja pokritega, tako da tisti del svetloba ne osvetli. Podatki o sliki se tako v fazi branja najprej premaknejo iz osvetljenega dela v zakrit del in se tam preberejo. To prepreči popačenje slike zaradi vpadanja svetlobe med samim branjem vrednosti na senzorju. Prav tako tak sistem omogoča, da med branjem podatkov že spet pustimo svetlobo da osvetljuje senzor.

Prebrani podatki se nato prenesejo v računalnik, kjer le-ta sestavi sliko in jo tudi pobarva, če je senzor barven.

Primeri CCD čipov:



Jernej VIRAG

## Pozicioniranje teleskopa za astrofotografijo

### *Nastavitev*

Konstrukcija, ki nosi in usmerja teleskop. Zemlja se vrti, zato se tudi nebesna kroglja navidezno vrti okoli osi, ki poteka od severnega nebesnega pola do južnega. Pri teleskopski nastavitvi ni dovolj, da omogoča usmeritev teleskopa proti želenemu nebesnemu objektu, temveč mora tudi držati objekt v zornem polju. Zato se mora teleskop stalno premikati. Njegovo usmeritev prilagajamo po dveh oseh. Ponavadi to dosežemo na dva načina. Teleskop z ekvatorialno nastavitvijo ima eno os (polarno os) vzporedno z osjo vrtenja Zemlje. Polarna os je nagnjena proti obzorju pod kotom, ki je enak opazovalčevi geografski širini. Druga os se imenuje deklinacijska os in je pravokotna na polarno. Ko nastavimo deklinacijo teleskopa z deklinacijsko osjo glede na opazovani objekt, nam te osi ni več potrebno premikati. Potrebno je še samo sledenje navideznega vrtenja neba z motorjem, ki vrti polarno os s kotno hitrostjo, enako kotni hitrosti vrtenja Zemlje. Hitrost tega motorja je ponavadi nastavljiva. Tako lahko natančno spremljamo objekt na nebu. Obstaja več različic ekvatorialne nastavitve, najbolj pogosta so nemška, vilična in angleška nastavitve. Drugačna je azimuntalna nastavitve. Teleskop se prosto premika okoli vodoravne osi. S tem spreminjamo njegovo višino. Za spreminjanje smeri (azimuta) teleskopa pa se uporablja navpična ali azimutna os. Pri azimutalni nastavitvi je sledenje objektu računalniško vodeno tako, da se stalno popravlja usmeritev teleskopa po obeh oseh.

### *Azimutalna nastavitve*

Nastavitev teleskopa lahko prilagodimo posameznemu koordinatnemu sistemu. Nastavitev, ki temelji na horizontskem

koordinatnem sistemu, se imenuje azimutalna nastavitve. Tako nastavitve uporabljajo predvsem astronomski inštrumenti, namerjeni merjenju azimuta in višine nebesnih teles (npr. teodolit in pasažni inštrument), enostavnejši amaterski teleskopi, v zadnjem času pa tudi večji profesionalni teleskopi in amaterski teleskopi, vodeni z računalnikom. Tak način montaže je konstrukcijsko precej lažji od ekvatorialnega načina montaže.



### *Ekvatorialna nastavitve*

Ekvatorialna nastavitve teleskopa temelji na ekvatorialnem koordinatne sistemu. Uporabljajo jo pri večini astronomskih inštrumentov.. Ena os gleda proti severnemu nebesnemu polu, druga pa pravokotno nanjo.

Grega NERAT

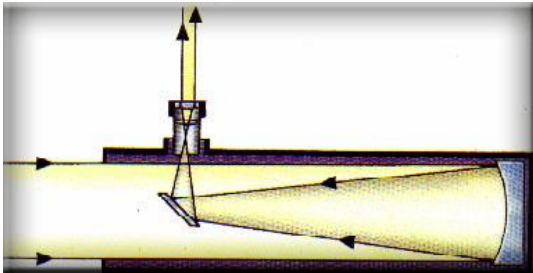
## **Teleskopi**

Teleskopi so potrebni za opazovanje vesolja saj zberejo več svetlobe in nam povečajo sliko. Poznamo reflektorske in refraktorske teleskope. Reflektorski za zbiranje svetlobe uporabljajo konkavna zrcala, refraktorski pa zbiralne leče.

### *Reflektorski teleskopi*

Prvi zrcalni teleskop je leta 1668 izdelal Newton. Imel je vbočeno primarno zrcalo na koncu cevi in ravno zrcalo, postavljeno pod kotom 45°, ki je

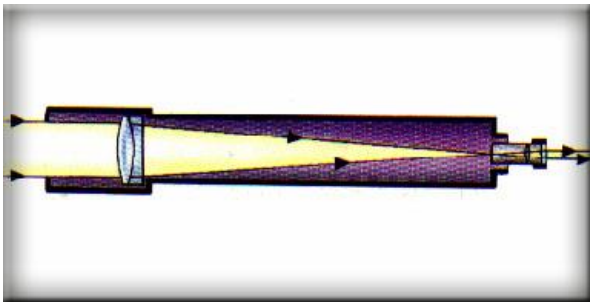
sliko usmerilo v okular. Kasneje so se razvili tudi teleskopi, ki imajo sekundarno zrcalo. To zrcalo odbije svetlobo proti poševnemu zrcalu, ki pošlje svetlobo v okular.



Newtonov reflektor

### Refraktorski teleskop

Refraktorski teleskop je že leta 1610 za svoja odkritja uporabljal Galilei. Tak teleskop ima na začetku cevi lečo imenovano objektiv. Svetloba se zbira v gorišču, kjer druga leča svetlobo razprši v okular. Nekoč so imeli takšni teleskopi barvno napako, saj leča različno lomi svetlobo različnih dolžin. Poskušali so jo odpraviti z zelo veliko goriščno razdaljo, vendar so bili takšni teleskopi zelo nerodni. Sodobni refraktorji imajo objektiv sestavljen iz več spojenih leč, ki med seboj izničujejo takšne napake.



Refraktor

## Vrste astrofotografije

### All-sky fotografija

Z all-sky tehniko zajamemo vso nebo v eno sliko. Zajamemo lahko raznolike objekte; npr. Rimsko cesto, zodiakalno svetlobo, meteorske roje, severni sij, svetlejša satelite (npr. Iridium), lahko tudi slikamo med popolnim sončnim mrkom.

### Največji teleskopi

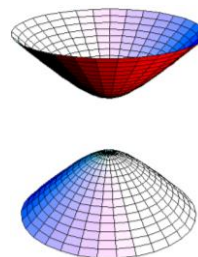
Največji refraktorski teleskop je v observatoriju Yerkes v ZDA. Zgrajen je bil leta 1897 in ga še danes uporabljajo. Njegova objektivna leča ima premer 1 m, vendar ni verjetno, da bi kdaj zgradili večjega, saj bi se večja in torej težja leča ukrivila in bila neuporabna.

Največji reflektorski teleskop je Keckov teleskop na Havajih. Njegovo glavno zrcalo je sestavljeno iz 36 računalniško vodenih delov.

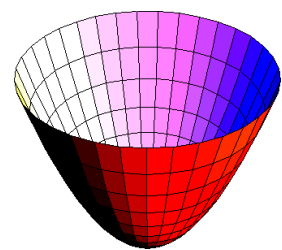
### Azimutalna in ekvatorialna nastavitev

Poleg načina zbiranja svetlobe se teleskopi delijo tudi glede na nastavitev. Poznamo azimutalno in ekvatorialno nastavitev. Pri azimutalni nastavitvi gleda osnovna os navpično. Za sledenje premikanju zvezd moramo teleskop premikati vstran in navpično. Pri ekvatorialni nastavitvi pa je osnovna os že usmerjena proti Severnici. Pri sledenju moramo teleskop premikati samo vstran.

Ida KRAŠEVEC



dvodelni



elipsasti paraboloid

Uporabimo lahko ribje oko z dosegom 180°, če pa želimo poleg neba zajeti še horizont z nekaterimi objekti na tleh, pa potrebujemo še precej več. Nekateri kondenzacijske leče in ribja očesa to sicer omogočajo, toda najboljše slike

nastanejo šele pri kotih nad  $270^\circ$ . Zato potrebujemo precej ukrivljeno lečo ali zrcalo; idealna je oblika paraboloida ali dvodelnega hiperboloida.

Ponavadi kamero namestimo neposredno nad zrcalom, v uporabi pa je tudi t.i. cassegrain metoda, pri kateri kamero namestimo v luknjo na sredi zrcala ter namestimo dodatno zrcalo nad glavnim, s čimer povečamo goriščno razdaljo.

Zaradi strukture takšne kamere je na posnetkih vidna sama kamera in pa oporniki, ki jo držijo. Nekateri uporabijo kar običajen tripod, kar se izkaže kot precej moteče; bolje je uporabiti tri žice, na katere obesimo kamero, lahko pa tudi en sam nosilec, ki ga lahko celo uspešno skrijemo, če ga namestimo nad oz. pod kamero, uporabimo pa lahko celo prozorno kupolo nad zrcalom, ki mora biti premazana s antirefleksijsko prevleko. Napravo lahko tudi obdajamo s kosi blaga proti prahu in proti motečim okoliškim objektom.

#### *Sledenje*

Pri manjših slikanih kotih ali pri daljših nastavljenih časih postaja sledenje čedalje bolj pomembno, če ne želimo, da bi bile zvezde videti kot črtice. Najlažje sledimo z ekvatorialnim stojalom, t.j. stojalom, ki ga vrtimo po isti osi kot se vrti nebo. Uporabiti ga moramo predvsem pri slikanju deep-sky objektov. Večina teleskopov je dovolj dobra, da sledijo sami, moramo pa pogosto pomagati s popravki, ki jih ni težko dodajati s pomočjo elektronskih kontrol za vrtenje teleskopa, lahko pa tudi prilagajamo noge

stojala. Uporabimo lahko sicer tudi ločene naprave za sledenje – npr. »beam splitter« – so pa pogosto precej drage, priprave pri njihovem delovanju pa dolgotrajne in smiselne samo pri zelo dolgih osvetlitvah.

#### *Piggyback*

Na teleskopih ponavadi najdemo nastavek, na katerega lahko namestimo ločen fotoaparatus, ki ne uporablja optike teleskopa. To nam omogoča idealno sledenje. Na piggyback lahko namestimo različne kamere, tudi npr. all-sky.

#### *Pomožna optika*

Kadar želimo povečati povečavo teleskopa, torej povečati efektivno goriščno razdaljo, lahko uporabimo barlow leče ali fotografski telekonverter, če pa jo želimo zmanjšati pa telekompresor. Termin efektivna goriščna razdalja se nanaša na posledice svoje spremembe, dejanska goriščna razdalja namreč ostane enaka.

Večje povečave lahko dosežemo, če kot povečevalno lečo uporabimo okular. Tehniko imenujemo okularna projekcija. Najbolje deluje s okularji srednje kompleksnosti, z ne preveč preprosto, pa tudi ne preveč kompleksno zgradbo. Uporabimo lahko tudi afokalno metodo, kjer fotoaparatus na okular ne namestimo, pač p zgolj usmerimo objektiv v okular.

Don CIGLENEČKI

Urednik:  
doc. dr. Mitja SLAVINEC

Tehnična urednika:  
Damijan ŠKRABAN  
Blaž KUČUK

Pregled:  
asist. Milan SVETEC

Oblikovanje:  
Denis ČAHUK  
mag. Nuša PAVLINJEK

Tisk:  
AIP Praprotnik

Naklada:  
350 izvodov

Založnik:  
AD Kmica in ZOTKS