

OPAZUJMO GLOBOKO VESOLJE

Boris Kham

Gimnazija Jožeta Plečnika, Ljubljana

Povzetek – Članek obravnava pristope k opazovanju globokega vesolja in predlaga tudi nekatere načine opazovanja. Opozori nas, da so za dobro opazovanje potrebni trije koraki: priprava, opazovanje in analiza. Poudari, da je pomembno, da se na terenu potrudimo in zapišemo podrobnosti (vreme, čas, koordinate opazovališča, višina nebesnega objekta, opazovalni pogoji (Bortle Dark-Sky Scale), kvaliteta neba (meritev s Sky Quality Meter)), saj le tako pridemo do kvalitetnega opazovanja. Članek nas tudi opozori, da je učence težko motivirati za poglobljeno opazovanje globokega vesolja.

Ključne besede – globoko vesolje, opazovalni list, didaktika astronomije, kvaliteta neba, opazovalni pogoji.

Abstract – The article deals with deep-sky observation. It reminds us that three steps are necessary for good observation: preparation, observation and analysis. It stresses the importance of putting effort in recording details (weather, time, coordinates of the observation site, height of the sky object, observation conditions (Bortle Dark-Sky Scale), sky quality (measuring with Sky Quality Meter) and commentary), which is the only way to quality in observation. The article also points out that students are difficult to motivate for in-depth observation of deep sky.

Key words – deep sky, observation form, didactics of astronomy, sky quality, observation conditions

UVOD

S pojmom globoko vesolje opisujemo objekte, ki so konglomerati zvezd, plinov in medzvezdnega prahu (npr. galaksije, gruče, meglice). Njihova svetlost je stokrat, tisočkrat šibkejša od svetlosti planetov. Zato je tehnika opazovanja nekoliko drugačna, morda celo zahtevnejša. Opazovanje globokega vesolja je del amaterske astronomije, kjer opazovalci prodirajo v globine vesolja, ga občudujejo in uživajo v lepoti narave. Večkrat jih imenujemo »vizualci«, saj samo opazujejo globoko vesolje.

Če vpeljemo opazovanje globokega vesolja v pouk, lahko sledimo naslednjim ciljem.

Učenci spoznajo:

- ozvezdja in uporabo zvezdne karte pri iskanju objektov in orientaciji po nebu;
- pripravo na opazovanje (dobra priprava – kvalitetno opazovanje);

- način opazovanja in dejstvo, da morajo pozorno opazovati;
- da sta za dobro opazovanje potrebni potrpežljivost in zbranost;
- različne teleskope in njihovo delovanje;
- da je treba opazovanje zapisovati in nato analizirati;
- kaj vse vpliva na kvalitetno opazovanje.

Tako opazovanje lahko izpeljemo v okviru naravoslovne noči, tabora, pouka fizike ali astronomskega krožka. Vseh zgoraj navedenih ciljev seveda ne moremo doseči v eni noči, temveč le z večkratnim opazovanjem (astronomski tabor) in s pripravo nanj. Saj moramo tudi pri fiziki pozorno opazovati poskus (ob tem pa izpeljati meritve) in naravne zakonitosti, da fizikalne zakone lahko zapišemo.

Opazovanje globokega vesolja ima tri faze: priprava, opazovanje in analiza opazovanja. Vendar ima vsak »vizualec« svoj stil opazovanja.

PRIPRAVA

Za opazovanje globokega vesolja si izberemo čas okoli mlaja in primerno lokacijo (gl. dodatek [2]), ki je odvisna predvsem od tega, koliko časa imamo na razpolago, in od tega, kako globoko želimo opazovati. Pogledamo različne prognostične napovedi in karte. Naslednja faza priprave je, da si ogledamo več zvezdnih kart na dan opazovanja. Tako si zvezdno sliko veliko bolje vtisnemo v spomin. Nato si naredimo načrt opazovanja, ki mora biti prilagojen zmogljivosti našega daljnogleda oziroma teleskopa in kraju opazovanja. Če bo v času opazovanja na nebu kakšen planet, lahko tudi tega dodamo na seznam objektov, ki jih želimo tisti dan opazovati.

Za opazovanje globokega vesolja je priporočljivo, da uporabimo teleskop, ki ima goriščno razmerje $f/4$ ali $f/5$ (goriščno razmerje je kvocient med goriščno razdaljo objektiva in premerom objektiva, npr. pri teleskopu, ki ima premer objektiva 200 mm in goriščno razdaljo 800 mm, je goriščno razmerje 4, tj. $f/4$).

Za globoko vesolje je priporočljivo, da ima teleskop »večjo« odprtino (200 mm in več). Toda že nekateri daljnogledi (10x50, 25x100) nam postrežejo z slikami globokega vesolja. Dobro opazovanje lahko izpeljemo le, če imamo daljnogled na stojalu. Opazovanje iz roke je težavno, ker se nam roke tresejo. Pri opazovanju nas velikokrat »napade« rosa na teleskopih (objektivih, okularjih) in to nam prepreči dobro opazovanje. Zato se že vnaprej pripravimo, da bomo ta napad vsaj preprečili, če že ne odpravili: npr. z antirosnikom ali tako, da tubus teleskopa ovijemo z armafleksom, ki ima znotraj majhno grelna telo, tako da se temperatura le malo dvigne in da ne pride do prevelikih turbulenc (prim. [2], [5] in [6]).

Primer načrta opazovanja za 30./31. oktober 2011, izbrano po Viri in literatura [2] in [3]:
Kraj: Mangartsko sedlo

Teleskop: Celestron Nexstar 11 GPS, daljnogled 10x50

Predvideni opazovani objekti

Ozvezdja

Herkul: M 13 (D), M 92 (D)

Lira: M 57, M 56 (D)

Ribi: M 74 (D), NGC 7541, NGC 128, NGC 488, NGC 128, NGC 266

Pegaz: M 15 (D), NGC 7177, NGC 7331, NGC 7332 (D), NGC 7479

Kasiopeja: M 52 (D), M 103 (D), NGC 7635, NGC 7788, NGC 7789 (D), NGC 147, NGC 185

Bik: M 1, M 45 (D), NGC 1514, NGC 1647, NGC 1807 (D)

Orion: M 42 (D), M 78(D)

D – pomeni, da jih lahko ujamemo v daljnogled 10x50.

Planeta

Jupiter, Uran

Pri izbiri objektov je pomembno, da si ogledamo sliko objekta, če obstaja, in zapis o njem. Tako bomo lažje našli oziroma opazili objekt v okularju. Priporočam, da na teren poleg zvezdnih kart vzamemo tudi literaturo (fotokopije) objektov, ki jih mislimo opazovati in so za nas novi ali smo jih manjkrat opazovali. Slike naj bodo črno-bele. Če imamo vsaj približen načrt opazovanja, potem bomo mirno opazovali – v nasprotnem primeru bomo samo begali sem in tja.

Naslednji korak je, da si pripravimo dnevnik opazovanj oziroma opazovalne obrazce, kar pač nam bolj leži.

OPAZOVALNI LIST [+]

Priimek:

Ime:

Razred:

Šola:

Država:

Predmet opazovanja:

Ozvezdje, v katerem je opazovani objekt:

Kraj opazovanja:

Zemljepisna širina:

Zemljepisna dolžina:

Nadmorska višina:

Datum opazovanja:

Čas opazovanja:

Višina objekta nad obzorjem (kot α):

Vremenski pogoji:

Temperatura:

Opazovalni pogoji (ocena opazovališča glede na Bortle Dark-Sky Scale):

Kvaliteta neba (meritev z Sky Quality Meter):

Ocena seeinga:

Opis opazovanja:

Skica ozvezdja, v katerem je opazovani objekt, in lega objekta v ozvezdju!

V krog skiciramo opazovani objekt (npr. galaksijo, zvezdno gručo, planet).

Rišemo s svinčnikom! Teleskop:

Okular 1 (mm):

Okular 2 (mm):

Okular 3 (mm):

OPAZOVANJE

Na terenu natančno opazujemo izbrani objekt in to ne le malo časa, temveč vsaj nekaj minut. Uporabimo različne okularje in si vse skrbno zabeležimo. Za boljše opazovanje si lahko nadenemo črno krpo čez glavo. Uporabljamo le rdečo svetilko. Skice narišemo s svinčnikom.

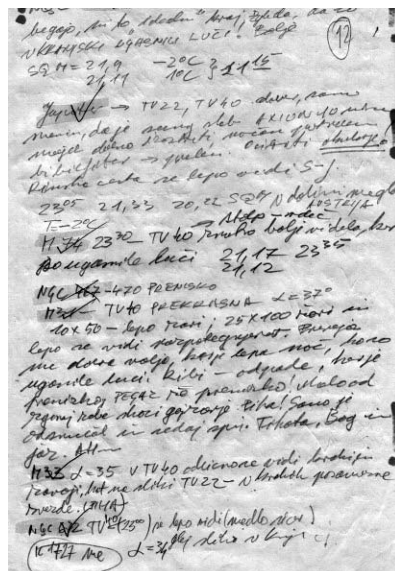
Rišemo in pišemo na priložen delovni list (prim. dodatek [2], [3]).

Ocena opazovalnega prostora (Bortlova skala opazovališča) je v dodatku [1]. Za lestvico kvalitete slike v okularju (seeing) glej članek: *Boris Kham, Dogodki v naravi in članki v dnevnem tisku pri pouku fizike, Fizika v šoli 17(2011)2, str. 91.*

Kaj napišemo v komentar?

V komentar si vpišemo:

- kakšen je bil objekt (npr. *jasen, opazil sem posamezne krake galaksije ali jedro je bilo močno*);
- kako se je slika razlikovala glede na različne okularje;
- zapišemo si npr. tudi *objekt je bil na vzhodu, motilo je svetlobno onesnaženje*;
- če se nam ob opazovanju porodi kakšna misel, razmišljanje itd., je modro, da si to zapišemo;
- lahko si, če smo spretni risarji, skiciramo lego objekta na nebu;
- zabeležimo si tudi, če slučajno zapazimo kakšen utrinek (meteor);
- zabeležimo si npr. *na jugovzhodu je ozvezdje Ori-ona vzšlo ob 3¹⁵*;
- zabeležimo si tudi, če kdo iz skupine poda kakšen komentar.



ANALIZA OPAZOVANJA

Če želimo imeti kaj od opazovanja, potem je dobro po opazovanju pregledati komentarje, jih primerjati s podatki iz literature in si zabeležiti pomembnejše ugotovitve. Pri analizi opazovanja si pomagamo z različno literaturo! Lahko s pomočjo komentarjev napišemo daljši zapis itd. Tako postajamo preciznejši pri opazovanju. Zapis, kdaj je kakšno ozvezdje vzšlo ali zašlo ali pa je v zenitu na določenem kraju, nam pove veliko o opazovališču.

Menim, da na tak način izredno napredujemo v opazovanju in se navajamo na zaznavanje podrobnosti. Postajamo natančnejši! Res pa je, da tako opazovanje zahteva veliko dobre volje in potrpežljivosti, da izpolnimo vse rubrike.

Iz koncepta, ki je nastal na terenu (gl. primer zapisa zgoraj), lahko po obdelavi in pregledu komentarjev opazovanja nastane daljši in poglobljen zapis (gl. primere [*], [**], [***]).

[*] Opazovanje na Mali Planini 18./19. avgusta 2012

Ko smo se naužili planetarke M 57 ($\alpha = 80^\circ$) ob dobrem seeingu (8), sem se odpravil v Strelca, a slutil sem, da bom imel težave, saj je tam precej nagajalo svetlobno onesnaženje. In bojazen se je uresničila ... M 17 ($13^\circ = 30^\circ$) je bila še kar solidna za opazovanje, saj sem lepo opazil svetlo podolgovato pego v obliki kita. Pri M 8 in M 20 pa je moj kanon pokazal vse skupaj bolj medlo. Zato sem zapustil Strelca z mislijo »Pa kdaj drugič,« in ob 22²⁵ prispel v ozvezdje Velikega medveda, kjer sem v okular Celestron Axiom 2" 40 mm ulovil galaksiji M 82 in M 81 ($13^\circ = 32^\circ$), ki sta lepo žareli. Ustavil sem se in razmišljal, kako globoko zrem v vesolje. V priročniku piše, da sem gledal 12 milijonov let v preteklost – kje je to? In še: po vesoljnem prostranstvu M 82 potuje s hitrostjo $322 \text{ km/s} = 19 \text{ 320 km/min} = 1 \text{ 159 200 km/h}$. Razmišljal sem naprej: če bi sedaj potoval s to hitrostjo (mislim na avto), bi bil v eni sekundi z Male planine v Piranu in nazaj. Nato smo se vsak s svojim teleskopom odpeljali v M 11 ($13^\circ = 38^\circ$) v Ščitu. In izza teleskopov se je slišalo: »Super!« in »Odlično!« Prav res je bila na nebu ena najlepših razsutih kopic. Ob 22⁵⁰ je teleskope napadla vlaga, a preizkušeni opazovalni mački smo nadlego z znanimi ukrepi odpravili v pičle pol ure.



[**]Primer skice M17 v Strelcu ($13^\circ = 33^\circ$), Mangart, 8.julija 2010

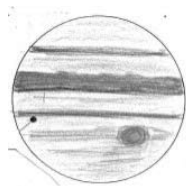
V okularju (Teleskop Celestron Nexstar 11, Celestron Axiom-2" 40 mm) je podolgovat svetel oblak, ki me spominja na kita v smeri jugovzhod-severozahod. Glavo ima na severozahodu, nad njo je manjši izrastek (oblaček) v smeri jug-sever.

[***] Primer opazovanja Jupitra, Mangart, 8. julija 2010

Na vzhodu nad mogočnim masivom Mangarta ob 3³⁰ (opomba: poletni čas) zažari svetli Jupiter (-2,5^m), ki je 40° nad obzorjem in ki je ta dan od Sonca oddaljen 4,63 a.e. ali približno 695 milijonov km, od Zemlje pa 545 milijonov km. Torej gledam približno 30 min v preteklost. Najprej ga opazujem z okularjem Celestron Ultima LX 22 mm, 70°.



Skica vzhajajočega Jupitra izza Mangarta ob 3³⁰.



Slika je ostra in jasno se vidijo pasovi, seeing je 8/9, opazovanje nadaljujem z okularjem Axiom LX 10 mm. Slika je jasna in ostra, pasovi se pokažejo v vsem svojem sijaju. Lepo opazim senco satelita Io, kako potuje po Jupitrovi ploskvi. Prizor si narišem. Ob 4³⁰ opazim Jupitrovo pego. Presenečen sem, ker se je že zdanilo in jo lahko opazujem, zato sklenem, da bom opazoval Jupiter toliko časa, da bo izginil v okularju teleskopa. Pega je rumenkasto oranžne barve, opazim tudi, da je vrtnčasta. Ob 4⁵⁵ senca Io zapusti planet, Jupiter je 47° nad obzorjem.

ANALIZA

Bistveno je vprašanje: Ali vse to uspe v razredu?

Hiter odgovor je: ne. Opazovanje globokega vesolja v taki obliki, kot je opisana zgoraj, lahko izpeljemo z učenci (dijaki), ki so »zagreti« za astronomijo. Težko jih je pripraviti, da bi sistematično opazovali in si vzeli čas za opazovanje. Dodaten problem nastane, kadar je učencev več in imamo le dva ali tri teleskope, kar pomeni, da morajo nekateri čakati. Velikokrat se dijaki pritožujejo: »V tem času, ko je fotografija tako razvita, naj bi risali in si zapisovali.« Meni uspe, da si dijaki zapišejo opazovanje in ga nato skupaj analiziramo le tedaj, ko grem na teren s prgiščem dijakov (7 do 10 dijakov). Moram biti zelo vztrajen in potrpežljiv – pa še tedaj uspeh ni 100 %, kvečjemu dosežemo 45 %–55 %. Zavedam se tudi, da so nekateri pač dobri »vizualci«, drugi pa so bolj za meritve in teoretično astronomijo. Opažam, da je dijake težko motivirati, da bi se stremirali in da bi šli na M ali M+M maraton – gre za Messierjev maraton, ki je tekmovanje, kjer morajo tekmovalci brez go-to montaže na teleskopu najti čim več objektov na nebu v eni noči, pri čemer so objekti vnaprej določeni.

Moja izkušnja je, da niso bili navdušeni, da bi šli samo kot opazovalci na maraton. Izrazili so željo, da gredo sami nekam na teren. Prišel sem do spoznanja, da nekateri šele kasneje spoznajo vrednost zapisovanja opazovanja – to se lepo dokazuje v besedah dijaka Frana Krivica, bivšega dijaka (maturant 2011/12) gimnazije Vič:

»Ko sem začel opazovati s svojim teleskopom, sem imel že precej izkušenj s predhodnimi skupnimi opazovanji (in veliko koristnih nasvetov od prof. Borisa Khama). Tako, da si tudi sam pred opazovanjem naredim načrt, kaj bom opazoval. Objekte iščem sam, brez pomoči GOTO montaže. Pri iskanju uporabljam okular z manjšo povečavo in večjim zornim poljem, ko pa objekt lociram, povečavo zamenjam. Včasih si zapisujem med opazovanjem ali pa takoj po njem. Napišem si, kako sem našel kak težavnejši objekt, da bom naslednjič našel hitreje. Razni zapiski so mi tako izredno pomagali na Messierjevem plus maratonu, kjer je potrebno poiskati čim več objektov in samo opazovanje niti ni pomembno. Posebno doživetje je opazovati sam ali pa v manjši skupini. Nekaj povsem drugega pa je opazovanje z veliko gosti. Bil sem že na več takih dogodkih in jih podpiram, saj je to najboljši način, da ljudje spoznajo astronomijo in teleskope, ki jih morda želijo kupiti. Je pa tudi veliko majhnih opazovanj, ko se astronomski navdušenci na forumu astronom.si dogovorimo in gremo na kakšno temno lokacijo in tam skupaj opazujemo do jutra.«

Naj spregovori o svojih občutkih še sedanji dijak:

»Za astronomijo sem se zanimal že v osnovni šoli, a ker nismo imeli primerne opreme, na šoli krožek astronomije ni potekal. Na astronomijo sem malce pozabil, ko pa sem prišel na Gimnazijo Jožeta Plečnika, sem opazil, da tukaj poteka krožek astronomije. Z veseljem sem se prijavil in začel hoditi na krožek. Najljubša stvar pri krožku so mi zgovorno opazovanja, ki jih imamo večkrat letno. Seveda pa je število opazovanj odvisno od vremena, ki nam jo kdaj tudi prav neprijetno zagode. Najboljši del opazovanja je gotovo opazovanje raznih galaksij, meglic in zvezdnih kopic, saj se šele takrat zaveš, kako veliko je v resnici vesolje ter da pravzaprav vse gledamo v preteklost. Tudi sam imam teleskop in z njim tudi kar pogosto opazujem, a opazovanje s šolskim teleskopom, ki je veliko večji, je še prav posebno doživetje.« (Gal Gračanin, 3.a)

Kaj pa, ko imamo na neko opazovanje prijavljenih več učencev (cel razred)? V tem primeru moramo opazovalni list prirediti glede na okoliščine, saj je zgornji zelo podroben in ni primeren za veliko skupino, ki ji pokažemo globoko vesolje informativno. Pri taki skupini tudi izberemo nezahtevne objekte, npr. M 13, M 17, M 20, M 92, M 82, M 57 ali M 27. Moja izkušnja je, da je priprava na opazovanje pomembna tudi za večjo skupino, in na koncu tudi analiza. Vem pa, da je tudi večjo skupino težko motivirati, ko čaka na opazovanje. Zato morajo imeti med čakanjem zaposlitev.

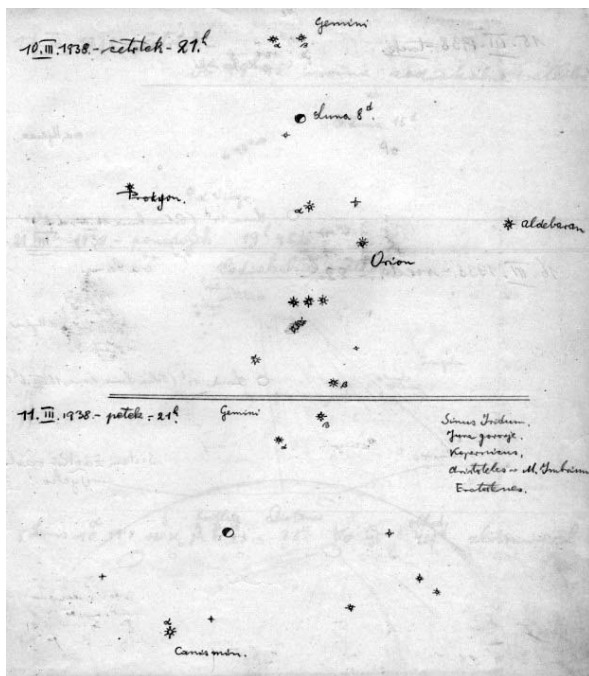
Komentar opazovalnega lista [+]

Če v opazovalnem listu izpolnimo vse rubrike, dosežemo:

- da se bo opazovanje bolj vtisnilo v spomin;
- da, ko si zapišemo vremenske pogoje, spoznamo, da na kvaliteto opazovanja vplivajo že majhne spremembe;
- ob zapisu ocene opazovalnega mesta (Bortle Dark-Sky Scale) spoznamo, kako na opazovanje vpliva izbira kraja opazovanja in kaj pomeni svetlobno onesnaženje;
- pri merjenju s Sky Quality Meter spoznamo kvaliteto neba na lokaciji in tako lahko sklepamo na svetlobno onesnaženje, merjenje kvalitete neba opravimo večkrat med opazovanjem;
- z oceno seeinga ugotovimo, kako kvalitetna je slika v okularju;
- z merjenjem višine objekta nad obzorjem (kot α) ugotavljamo, kje je objekt in kako to vpliva na kvaliteto opazovanja.

Tak podroben zapis opazovanja nas oblikuje v vedno boljšega opazovalca, ki bo zaznal podrobnosti na opazovanem objektu. Ob prebiranju opazovalnih zapisov bomo spoznali, na kaj moramo biti pozorni na naslednjem opazovanju, in ugotovili, katere lokacije so dobre za opazovanje. Opazovalni list, ki ga zgoraj predlagam [+], je zahteven in podroben, predvideva discipliniranega opazovalca. Vsak si ga bo po svoje prilagodil.

In na koncu ...



Primer skice neba prof. Pavla Kunaverja

Prepričan sem, da se je vredno potruditi in poskušati učence popeljati pod zvezdnato nebo, saj tako spoznavajo svojo daljno okolico. To mi dokazuje tudi Pavel Kunaver (*19. decembra 1889, Ljubljana, †19. aprila 1988), ki je vzornik vizualnih amaterskih astronomov in začetnik slovenske amaterske astronomije. To je primer, kako si lahko zabeležimo trenutno sliko na opazovališču. Skica je nastala 10. III. 1938, četrtek, ob 21^h. Dan pozneje je spet opazoval ob isti uri. Luna se je nekoliko odebelila in ni več na istem mestu. (Morda bralci s programom Stellarium preverijo, če je bila tega dne Luna res tam, kot jo je narisal profesor Kunaver.) S to skico pa želim hkrati opozoriti na to, da si moramo za dobro opazovanje vzeti čas in da mi je njegov pristop k opazovanju vzor, h kateremu težim.

LITERATURA

- [1] Pasachoff, J. M. in Percy, J. R. (ur.). (1992). *The Teaching of Astronomy*. Cambridge: University Press.
- [2] Bojan Kambič (2007), *Raziskujmo ozvezdja z daljnogledom 10x50*, Cambio
- [3] George Robert Kepple, Glen W. Sanner (2002) *The Night Sky Observers Guide*, Vol. 1&2, Willmann – Bell
- [4] Patrick Moore (Ed.) (1995), *The Observational Amateur Astronomer, Practical Astronomy*, Springer
- [5] Michael R. Porcellino (1989), *Through The Telescope, A Guide for the Amateur Astronomer*, Tab Books
- [6] Seeds, M. A. in Backman, D. E. (2011). *Foundations of Astronomy*. Boston: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- [7] Avsec, F. in Prosén, M. (1989). *Astronomija*. Ljubljana: Društvo matematikov, fizikov in astronomov SRS.

DODATEK [1]

Bortle Dark-Sky Scal, povzeto [2]

Razred 1: Izjemno temna lokacija: [MS 7,6 - 8,0]

Zodiakalna svetloba, gegenschein in zodiakalni pas so vsi vidni, zodiakalna svetloba je izjemno svetla, zodiakalni pas pa se razteza čez celotno nebo. S prostim očesom je M33 očitna tudi z neposrednim gledanjem. Predel Rimske ceste v Škorpionu in Strelcu meče jasne sence. Mejni sij zvezd s prostim očesom je med 7,6 in 8,0; Venera ali Jupiter pa motita prilagoditev na temo. Svetlikanje nočnega neba je jasno vidno do 15 stopinj nad obzorjem. V 32-cm teleskopu vidimo zvezde do 17,5 magnitude, v 50-cm teleskopu pa do 19. magnitude. Če opazujete na travniku, obrobjenem z drevesi, sta vaš teleskop in avto skoraj povsem nevidna.

Razred 2: Običajna temna lokacija: [MS 7,1 - 7,5]

Svetlikanje neba utegne biti vidno tik nad obzorjem. M33 je lepo vidna tudi z neposrednim gledanjem. Poletna Rimska cesta s prostim očesom kaže zapleteno strukturo, najsve-

tlejši deli pa skozi binokular spominjajo na bel marmor. Zodiakalna svetloba je dovolj svetla, da tik pred zoro in po mraku meče šibke sence, njena barva pa je rumenkasta v primerjavi z modrobelo barvo Rimske ceste. Oblaki so vidni le kot temne luknje na zvezdnem ozadju. Vašo okolico in teleskop lahko vidite le nejasno, razen kjer se vidijo na ozadju zvezdnega neba. Mnogi Messnerjevi objekti so jasno vidni s prostim očesom. Mejni sij zvezd s prostim očesom je 7,1 do 7,5, v 32-cm teleskopu pa vidimo zvezde do 16. ali 17. magnitude.

Razred 3: Podeželsko nebo: [MS 6,6 - 7,0]

Nizko nad obzorjem so vidne sledi svetlobnega onesnaženja. Oblaki so šibko osvetljeni blizu obzorja, a temni v zenitu. Rimska cesta je še vedno strukturirana, kroglaste kopice, kot so M3, M5, M15 in M22, so jasno vidne s prostim očesom. M33 je lahko opazen objekt s posrednim gledanjem. Zodiakalna svetloba je izrazita pomladi in jeseni, ko se pred zoro in po mraku razteza 60 stopinj visoko. Mejni sij zvezd s prostim očesom je med 6,6 in 7,0, v 32-cm teleskopu pa bo dosegel 16. magnitudo.

Razred 4: Prehod med podeželskim in primestnim nebom [MS 6,1 - 6,5]:

Svetlobne kupole so očitne nad vasmi in mesti v več smereh. Zodiakalna svetloba je vidna, a se ne razteza niti do pol poti do zenita. Rimska cesta je visoko nad obzorjem še vedno vpadljiva, a je izgubila večino svoje strukture. M33 s posrednim gledanjem težko opazimo, pa še to le na višinah nad 50 stopinj. Oblaki v smereh umetnih svetlobnih virov so rahlo osvetljeni, a temni v zenitu. Mejni sij zvezd s prostim očesom je med 6,1 in 6,5, v 32-cm teleskopu pa vidimo zvezde do 15,5 magnitude.

Razred 5: Primestno nebo [MS 5,6 - 6,0]:

Ob najboljših pomladnih in jesenskih nočeh so vidne le sledi zodiakalne svetlobe. Rimska cesta je zelo šibka ali nevidna na obzorju in neizrazita v zenitu. Svetlobni viri so vidni v večini smeri. Na večjem delu neba so oblaki vidno svetlejši od ozadja. Mejni sij zvezd s prostim očesom je med 5,6 in 6,0, v 32-cm teleskopu pa še vidimo zvezde 14,5 ali 15. magnitude.

Razred 6: Svetlo primestno nebo [MS ~5,5]:

Tudi ob najboljših nočeh je zodiakalna svetloba povsem nevidna. Sledi Rimske ceste so vidne le v zenitu. Nebo do 35 stopinj nad obzorjem je sivkasto. Oblaki so svetli po cellem nebu. M33 je vidna le z daljnogledom, M31 pa je s prostim očesom vidna le s težavo. Mejni sij zvezd s prostim očesom je približno 5,5, v 32-cm teleskopu pri srednji povečavi pa vidimo zvezde do 14. ali 14,5 magnitude.

Razred 7: Prehod med primestnim/mestnim nebom [MS ~5,0]:

Celotno nebo ima sivkast odtenek. Močni viri umetne svetlobe so vidni v vseh smereh. Rimska cesta je skoraj povsem ali povsem nevidna. M44 in M31 sta na meji vidljivosti

s prostim očesom, s srednje velikim teleskopom pa so svetli Messnerjevi objekti le bled odsev svoje resnične podobe. Mejni sij zvezd je 5,0 (s težavo), v 32-cm teleskopu pa komaj še vidimo zvezde 14. magnitude.

Razred 8: Mestno nebo [MS ~4,5]:

Nebo se sveti sivkasto ali oranžno in je dovolj svetlo, da lahko beremo naslove v časopisih. M31 in M44 celo izkušeni opazovalci ob najboljših nočeh komaj zaznajo. S srednje velikim teleskopom so vidni svetli Messnerjevi objekti. Nekaterih ozvezdij ni mogoče prepoznati. V najboljšem primeru je mejni sij zvezd okoli 4,5, v 32-cm teleskopu pa vidimo zvezde do 13. magnitude.

Razred 9: Nebo v središču mesta [MS <4,0]:

Celo nebo je razsvetljeno, tudi v zenitu. Mnoga ozvezdja so neprepoznavna, nekatera, kot sta Rak in Ribi, pa so nevidna. Razen morda Plejad so nevidni vsi Messnerjevi objekti. Edini objekti, ki se jih splača opazovati s teleskopom, so Luna, planeti in najsvečlejše zvezdne kopice (če jih najdete). Mejni sij zvezd s prostim očesom je 4,0 ali manj.

DODATEK [2]

Nekaj zanimivih lokacij za opazovanje globokega vesolja, kjer sem že opazoval z dijaki ali sam. Oznake: ZD – zelo dobra, D – dobra, S – solidna, P – primerna. Te ocene so seveda subjektivne in odvisne od vremena.

Mangartsko sedlo (ZD), Planina Kisovec (ZD), Mala Planina (ZD), Peč – Tromeja (ZD), Vršič (ZD), Pokljuka (ZD), Krim (D), Kurešček (D), Vremščica (D), Vogel (D), Travnica gora (D), Katarina nad Ljubljano (S), Prežganje (S), Planica (P).

DODATEK [3]

Primera za merjenje višine nebesnega objekta (kot α , pod katerim vidimo nebesno nebo iz našega opazovališča)

a) Kotni merilec (<http://sl.tm-kovine.si/izdelki/reklamni-izdelki/hkm-kotni-merilec>)



b) Kotomer (za to lahko priredimo geotrikotnik)

