

СУНЦЕ У ЛЕПЕНСКОМ ВИРУ (АРХЕОАСТРОНОМСКА АНАЛИЗА ЛОКАЛИТЕТА)

АЛЕКСАНДРА БАЈИЋ и ХРИСТИВОЈЕ ПАВЛОВИЋ

*Друштво за археоастрономска и етноастрономска истраживања
“Влашићи”*

E-mail: aleksandra.bajic@gmail.com

Резиме: Изведена је археоастрономска анализа локалитета Лепенски Вир, анализирани докази који говоре о његовом археоастрономском значењу и претпостављено како су његови становници могли да посматрају сунце на летњу дугодневицу у циљу баждарења календара.

Кључне речи: Археоастрономија, Лепенски Вир

1. СУНЦЕ У ЛЕПЕНСКОГ ВИРУ

Од када је Александар Маршак¹, микроскопски анализирао урезе на коштаном артефактима из доба палеолита, сматрајући их белешкама о посматрању Месечевог синодичког циклуса, оправдано се претпоставља да су већ људи палеолита са интересовањем пратили привидно кретање небеских тела, како би пронашли начин да мере време. Коментаришући његов рад, Хадинггам² је истакао да, ма колико Маршакова идеја да се урези на артефактима односе на посматрање небеских тела објективно била недоказива, његов највећи допринос је сазнање да су људи палеолита били способни за кумулативно симболичко бележење одређених појава. Ово би значило да су, када су били изложени посматрању мултиплих објеката постављених у неком реду, били способни да схвате тај ред, те да број објеката не зависи од њиховог распореда.

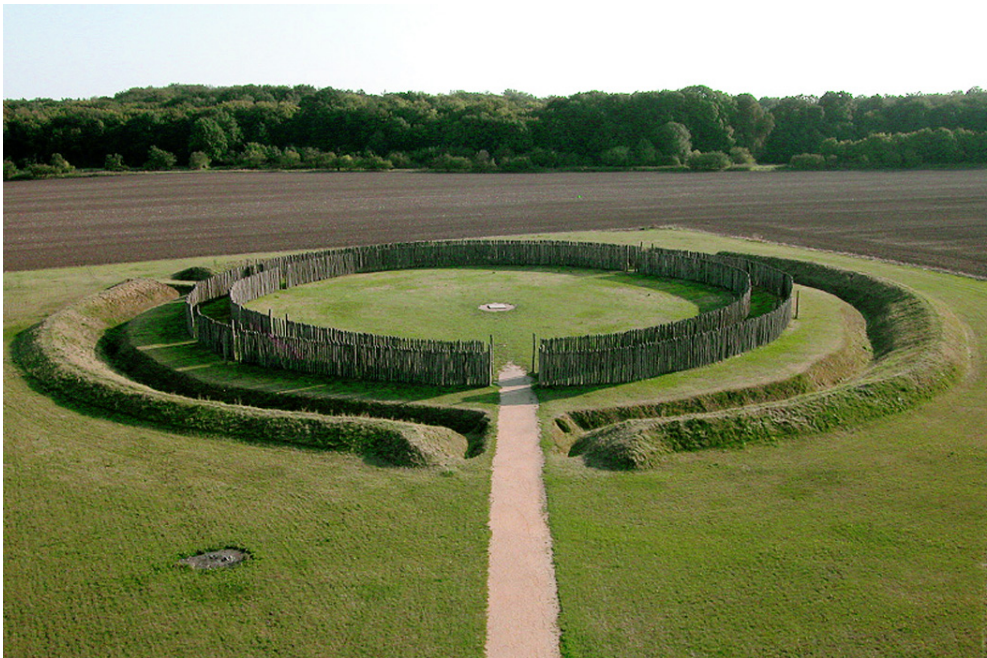
Сасвим је доказано да су људи неолита правили посебно удешена места за организовано посматрање неба и били способни да себи сачине календар, базиран на систематском посматрању Сунца, посебно његовог изласка и

¹ Alexander Marshak: 1972, *The roots of civilization – The cognitive beginnings of Man's First Art, Symbol and Notation*, Mc Graw-Hill book company, New York.

² Evan Hadingham: 1979, *Secrets of the Ice age*, Walker, New York, стр. 253.

заласка у дане солстиција. Најстарије познато такво место у Европи је кружна формација код Гесека³ на истоку данашње Немачке, стара око 7000 година.

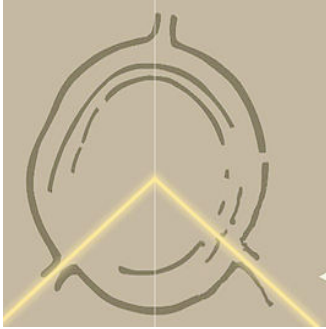
Овакво знање не може да буде стечено одједном. Морало се стицати постепено, кроз генерације. Људи нису одмах правили „посебно удешена места” за посматрање Сунца, већ су га претходно морали пажљиво посматрати у сопственом амбијенту, да би схватили како би могли да побољшају услове посматрања. Ако претпоставимо да неки амбијенти могу имати природне предиспозиције за прецизно посматрање Сунца (на пример, неке истакнуте формације на хоризонту, које представљају природне оријентире на правцима изласка или заласка Сунца), морамо се запитати да ли су и када људи могли да их уоче и посматрају Сунце у односу на те оријентире?



Слика 1: Кружна формација код Гесека (Немачка).

Постоји једно место, један локалитет из времена мезолита, око 1000 година старији од круга код Гесека, који има баш такву структуру на природном источном хоризонту, која је управо идеална за утврђивање датума дугодневице (летњег солстиција). Тај локалитет је Лепенски Вир, насеље на Дунаву, у Ђердапској клисури, старо преко 8000 година.

³ Schlosser, W.: 2006, *Astronomische Analyse der Himmelscheibe von Nebra und des Kreisgrabens von Goseck–Gemeinsamkeiten und Unterschiede*, Berliner Konferenz.



Слика 2: Изглед круга код Госека. Круг има три улаза: један приближно на северу, други на југоистоку, трећи на југозападу. Онај југоисточни је окренут прецизно према тачки изласка Сунца на краткодневицу. Онај југозападни, окренут је према тачки заласка Сунца на исти дан. Очигледно је да су неолитски људи Госека били способни да са приличном прецизношћу одреде један дан у години – дан зимског солстиција. Бројање дана од једног до следећег зимског солстиција представља соларни календар.

Тај изузетан природни оријентир је монументална, порфиритна⁴ вулканска стена Трескавац. Цело мезолитско насеље је прецизно окренуто према тој стени а велика већина грађевина у насељу има своју осу симетрије⁵ управљену према њој. У литератури је наведено да су грађевине Лепенског Вира “окренуте Дунаву”, што је сасвим схватљиво, јер је основни извор хране њихових становника било рибарење. Ређе се чује да су грађевине “окренуте Трескавцу”, што је такође тачно, бар за велику већину грађевина (изузетци су ретки), а та констатација се објашњава импресивним и монументалним изгледом самог брда, коме се придаје неодређен религијски значај, без одговора на питање у чему би се тај религијски значај састојао.

Овај рад је покушај да се докаже да је усмереност ка Дунаву и Трескавцу условљена астрономским догађајем, изласком Сунца на дугодневицу и пажљивим праћењем тог догађаја у циљу прављења календара.

На самој литици брда постоји неколико веома стрмих формација, оштро оцртаних на хоризонту, које могу да буду прецизни оријентирани. Постоји и један остенак, налик на велики пласт сена, који штрчи у непосредном суседству са стрмом северном падином Трескавца, затварајући са том падином узан урез на хоризонту. Баш у том урезу се види први зрак Сунца на дугодневицу са једне тачно одређене позиције испред Музеја. Потом, Сунце се полако пење уз северну падину Трескавца, а онда се „сакрије“ иза северног дела његовог врха. Након четири минута, поново, по други пут излази на врху Трескавца. Овај феномен се види САМО на дугодневицу са тачно одређене позиције. Ако се посматрач помери пола метра према северу, видеће га и дан пре и дан после дугодневице. Изузетна прецизност даје феномену календарски значај. У свету су описана само два места са којих се може видети слична појаван – двоструки залазак Сунца. Оба су у Британији.

⁴ Порфирит (или андезит) је ефузивна, неутрална магматска стена, дакле, вулканског порекла.

⁵ Под аксијалним азимутом подразумева се угао коју оса симетрије грађевине заклапа са правцем севера.

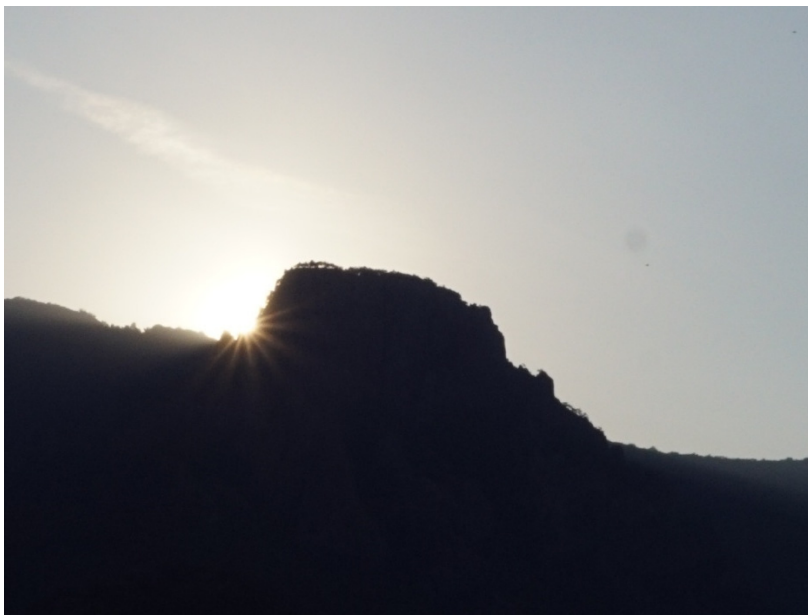
Двоструки излазак Сунца на дугодневицу је за сада јединствен, није описан више нигде, посебно не у вези са овако старим археолошким налазиштем. Појава је документована следећим фотографијама, начињеним у зору 21. јуна 2016. год, почев од 6⁰⁶, по локалном времену:



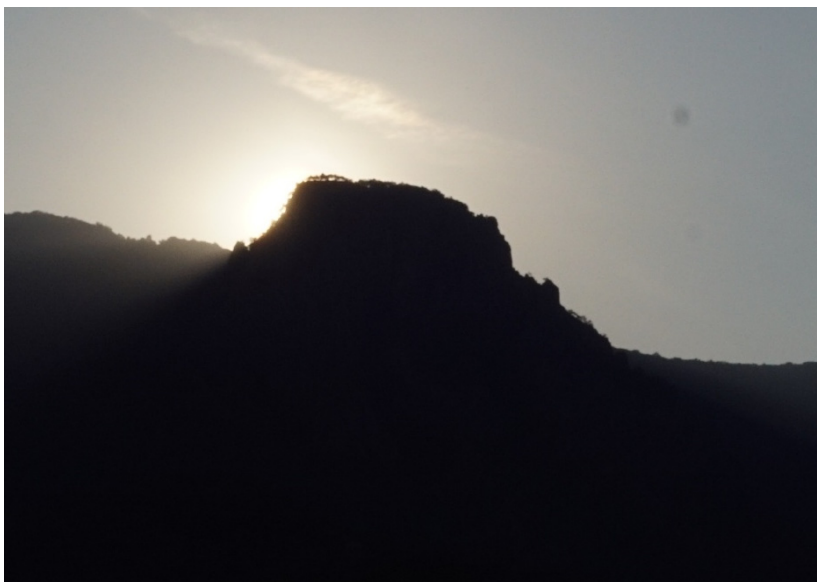
Слика 3: Први зрак Сунца на Трескавцу
(Аутор фотографија је Мирко Бабић).



Слика 4: Исти тренутак, на увеличаном снимку.



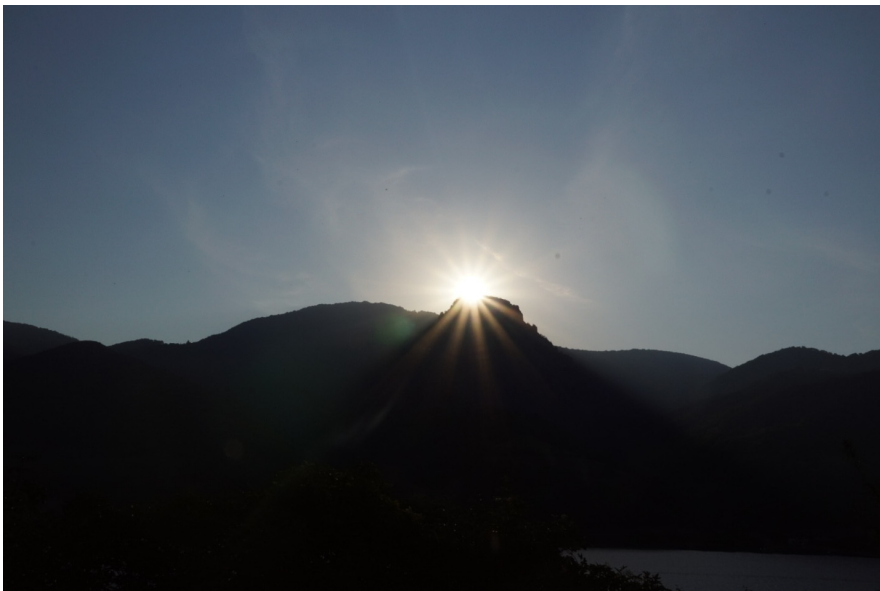
Слика 5: Сунце се лагано пење уз стрму, северну падину Трескавца.



Слика 6: Сунце се заклонило иза северног дела врха Трескавца, остаје заклоњено око 4 минута.



Слика 7: Сунце излази поново, на врху брда, на северном делу његовог заравњеног врха.



Слика 8: Сада је већ видљив велики део Сунца а сенка брда добија обресе тамне пирамиде.

Снимили смо ове фотографије са позиције, коју смо назвали **Позиција 1**.



Слика 9: Позиција 1, са које се види феномен двоструког изласка Сунца на дугодневицу.

На сателитском снимку Google Earth-а (2016), позиција бр. 1 је обележена кружићем а њене координате су дате на дну слике. Надморска висина позиције 1. је 85,5 м.

Геодетски софтвер МС Геотранс 3.5 нуди и опцију претварања географских координата у све системе који су у употреби; онај најстарији, са степенима, минутима и секундама, новији децимални, као и најсавременији, WGS 84 систем (World Geodetic Survey, настао 1984.године), где су координате дате у метрима. Управо овај последњи је веома користан у археоастрономским истраживањима. За позицију 1, дате су следеће координате у WGS 84 систему: $x = 581532$ $y = 4934269$

Да би се одредио азимут (А) циљног правца на хоризонту, пронашли смо и географске и координате циљне тачке на хоризонту, која је представљена малим урезом између остењака и северне падине Трескавца. Тачка је дефинисана јужним подножјем остењака. Назвали смо је тачка Д. Ту смо очекивали, а онда и снимили излазак првог зрака Сунца на дугодневицу. За подножје остењака, који чини границу тачке Д дате су координате: $y: 4935082$ $x: 583597$

Сада је лако израчунати азимут⁶ (А) правца тачке Д посматране из позиције 1:

$$\begin{array}{r}
 \text{у: } 583597 \qquad \text{х: } 4935082 \\
 - \text{у: } 581532 \qquad - \text{х: } 4934269 \\
 \hline
 2065 \qquad \qquad \qquad 813 \\
 2065 : 813 = 2,539975 = \text{tg } A \quad A = 68,510212^\circ = \mathbf{68^\circ 30' 36''}
 \end{array}$$



Слика 10: Азимут правца од Позиције 1 до тачке Д.

Проста провера правца угломером на сателитској мапи даје потврду овој калкулацији.

Али, то није све: требало је одредити и угаону висину тачке Д, гледано из позиције 1. Обављено је геодетско снимање са позиције 1 и измерена угаона висина од $h' = 12^\circ 29' 50''$ ($h' = 12,497222^\circ$).

Да бисмо применили астрономску формулу за израчунавање азимута изласка Сунца на дугодневицу, ту вредност треба умањити за укупну вредност атмосферске рефракције⁷ светлости на хоризонту, која износи: $r = 0,785^\circ$

⁶ Азимут (А) је угаони отклон неког правца од правца север-југ, мерено од севера у смеру кретања казаљке на сату. Овакво мерење се користи у геодезији, док астрономи мере азимуте почев од правца југа. У овом раду је коришћен геодетски азимут.

⁷ Вредност просечне рефракције за месец јуни дата је на таблицама, које су на основу више мерења израдили Сампсон и сарадници (Sampson, R. D; Lozowski, E. P; Peterson, A. E; Hube, D.P; 2003, *Variability of the Astronomical Refraction of the*

Тако добијамо: $h' - r = 12,497222^\circ - 0,785^\circ = 11,739222^\circ$ $h = 11,739222^\circ$

Сада имамо све услове да резултате својих мерења и прорачуна упоредимо са астрономским сазнањима:

Деклинација Сунца⁸ (δ) је на дугодневицу једнака нагибу Земљине осе, па се израчунати азимут првог зрака Сунца на дугодневицу, посматран са позиције 1 може проверити следећом астрономском формулом (са којом је истраживање постало знатно прецизније и независно од астрономског софтвера):

$$\cos A = \frac{\sin \delta - \sin \varphi \sin h}{\cos \varphi \cos h}$$

A = азимут

h = угаона висина хоризонта, коригована за рефракцију (израчуната, износи $11,739222^\circ$):

δ = деклинација (на дугодневицу, једнака нагибу Земљине осе, па је позната: $23,4371^\circ$)

φ = географска ширина позиције 1, која је такође позната, износи $44,557142^\circ$

Коначна провера за позицију 1: примењујемо формулу за претварање деклинације Сунца у азимут:

$\cos A = \sin 23,4371 - (\sin 44,557142 \times \sin 11,739222) : \cos 44,557142 \times \cos 11,739222$

$\cos A = 0,397742 - (0,701620 \times 0,203457) : 0,712551 \times 0,979083$

$\cos A = (0,397742 - 0,142749) : 0,697647$

$\cos A = 0,254993 : 0,697647 = 0,365504$

A = $68,561376^\circ$ (A = $68^\circ 33' 20''$)

На том азимуту ће се видети центар Сунца при изласку.

Задати азимут тачке Д, гледано из позиције 1. је већ израчунат из координата WGS система:

Rising and Setting Sun, Publications of the Astronomical society of the Pacific 115 (стр. 1256- 1261).

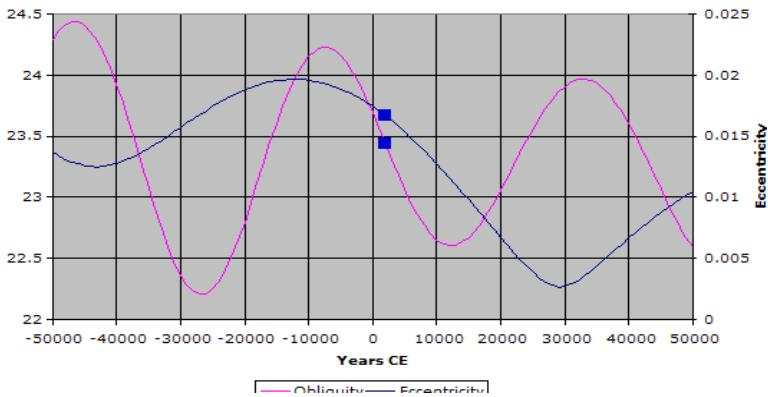
⁸ Деклинацијски круг на небу означава кружну путању посматраног небеског тела. Деклинација је угаони отклон те путање од небеског екватора и представља један елемент у обележавању позиција на небу у екваторском систему обележавања, који није зависан од места посматрања. Други елемент тог система је угаони отклон небеског тела од тачке пролећне равнодневице и зове се ректасцензија (или права асцензија). Овај други елемент није од већег значаја у овом истраживању, јер оно обухвата само положај Сунца на источном хоризонту на дан дугодневице.

$A = 68^{\circ} 30' 36''$ Разлика износи мање од 3 лучна минута, што је мање од полупречника Сунца, па ће се један део његове површине сигурно видети у тачки Д.

Сунце се појавило тачно тамо где је било очекивано, што води закључку да су употребљене просторне координате добре, као и утврђене надморске висине, како позиције 1, тако и тачке Д. (Сунце не грешти; $68^{\circ} 33' 20''$ је практично једнако $68^{\circ} 30' 36''$ јер видљиви део Сунца у тачки Д чине управо та три угаона минута његовог пречника).

Ове калкулације су приказане, како би се стекао увид у методологију, којом је истраживање вршено.

Пошто је место где се налазило оригинално мезолитско насеље Лепенски Вир потопљено, за сада нема могућности⁹ за испитивања хоризонта из самог насеља. Али, постоји могућност да се испита једна тачка на обали, блиска првобитном северном делу насеља. Ту позицију је било потешко испитати због чињенице да се за протеклих 8200 година значајно променио нагиб Земљине осе. Због већег нагиба Земљине осе, Сунце је у време процвата културе Лепенског Вира, на дугодневицу излазило за $1,3334^{\circ}$ северније, па постоји могућност да се двоструки излазак Сунца могао видети са места, које је знатно јужније у односу на позицију 1, т.ј. знатно ближе оригиналном мезолитском насељу.



Слика 11: Орбитални параметри Земље.

Промена нагиба Земљине осе за протеклих и будућих 50 000 година је приказана на овом графикону¹⁰. Запажа се да је пре 8000 година био око $24,24^{\circ}$ (љубичаста линија на графику), а пре 47000 година око $24,40^{\circ}$. Сматра

⁹ Та могућност ће постојати, када се обави планирано астро-геодетско снимање са обале Дунава у позадини оригиналног мезолитског насеља, о чему ће касније бити више речи.

¹⁰ Графикон је преузет са интернета (Earth's orbital parameters).

се да се нагиб Земљине осе може израчунати до прецизности стотог дела степена. То је сасвим довољно да омогући археоастрономско датирање одређених локалитета, што се првенствено односи на египатске пирамиде и храмове, где су таква истраживања практично показала да се археоастрономско датирање најчешће потпуно слаже са археолошким, а по некад може и да допринесе прецизности датирања.

Сличне графиконе промене нагиба Земљине осе са циклусом од 41000 година је користио Милутин Миланковић при изради своје теорије о степену осунчаности Земљине површине. Тај циклус се и данас назива једним од Миланковићевих циклуса, заједно са ексцентрицитетом Земљине орбите, апсидалном и аксијалном прецесијом.

Постоји неколико модела израчунавања нагиба Земљине осе, најприхваћенији су они које је начинио Ласкар¹¹ 1986. године (на следећем графикону означен као La 86, жутом линијом), као и модел, који препоручује Интернационална унија астронома (IAU, International Astronomy Union, означен белом линијом). Ови прецизнији прорачуни имају заједничку ману: прецизност почиње да опада баш у периоду пре 8000 година, а даље од 10000 година у прошлост прорачуни постају сасвим неприменљиви. Срећом, период процвата Лепенског Вира је истовремено период у коме су прорачуни велике већине аутора сагласни (10 од 13).

Према формули по Ласкару, пре 8200 година нагиб Земљине осе је био 24,23405°.

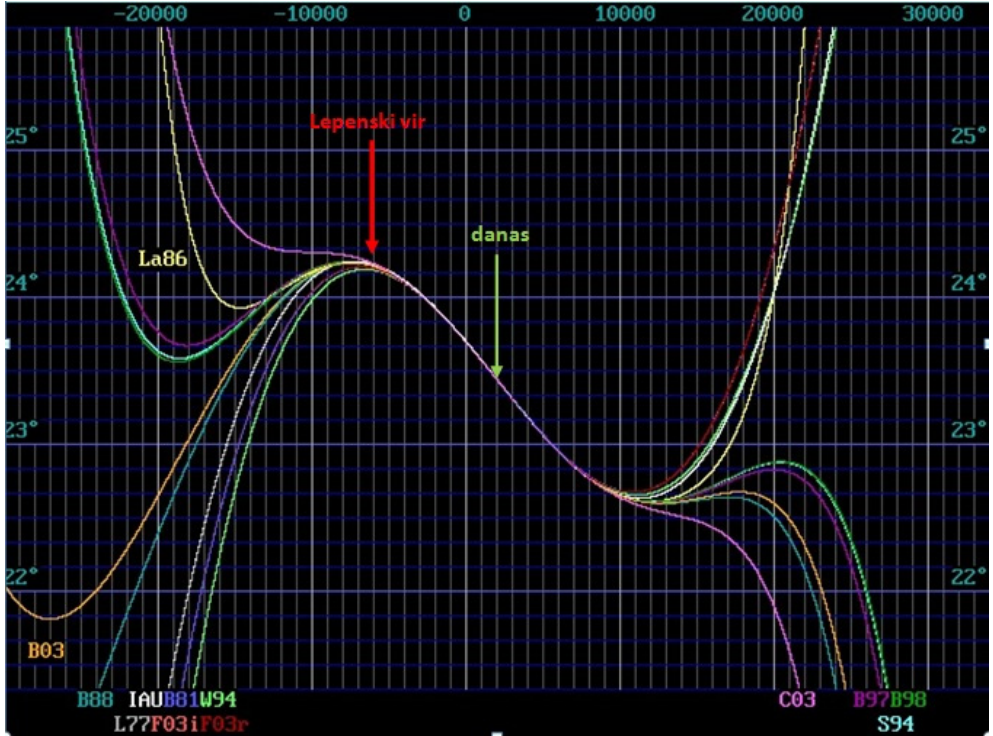
Већи нагиб Земљине осе пре 8200 година је био разлог што је Сунце на дугодневицу излазило 1° 20' северније него данас, па постоји могућност да се двоструки излазак Сунца тада могао посматрати са позиције која је знатно јужније у односу на нашу позицију 1.

21.3.2015. године, обављено је геодетско снимање хоризонта са друге тачке, на данашњој обали Дунава, коју смо назвали Позиција 2, која је знатно ближа оригиналној локацији мезолитског насеља Лепенски Вир и налази се на правцу најсеверније куће, бр. 28, према северном делу врха Трескавца.

За ову тачку, примењена је иста методологија испитивања као и за претходну, уз додатно геодетско мерење азимута и угаоних висина неколико тачака на хоризонту. Најважнији резултат обављеног геодетског мерења је тај што је постало могуће рачунати надморске висине појединих тачака на Трескавцу, што је било веома значајно за наставак истраживања. Схватили смо да је феномен двоструког изласка Сунца у овом тренутку мање битан, јер се сигурно није видео из велике већине кућа у насељу. Битније је Сунчево појављивање на врху Трескавца. Са позиције 2, Излазак Сунца, на дугодневицу пре 8200 година, видео се само мало јужније од северног врха

¹¹ Laskar, J.; Joutel, F.; Robutel, P. (1993). "Stabilization of the Earth's Obliquity by the Moon". *Nature* 361 (6413): 615–617; Laskar, J. (1986). *Secular terms of the classical planetary theories using the results of general theory*, *Astronomy and Astrophysics*, 157, 59–70.

Трескавца, на азимуту од $A = 68^{\circ} 55'$, што је на месту веома малог удубљења на заравњеном врху.



Слика 12: Нагиб Земљине осе у односу на еклиптику, према 13 модела.

По истој методологији, испитали смо и тачку, која се налази на дунавској обали, на надморској висини од 70м, на правцу најјужније куће у насељу, куће бр. 65,¹² према јужном врху Трескавца. Та тачка је 92,34 м удаљена од Позиције 2, мерено на данашњој дунавској обали и има исту надморску висину као позиција 2, па се резултати лако пореде. Ту тачку смо назвали позиција 3. Њен однос са Трескавцем се види на следећој мапи Google Maps-а.

¹² Кућа бр. 65 је једна од малог броја кућа које нису пренете на нову локацију. Она је још увек на свом оригиналном месту, на дну Дунава.



Слика 13: Азимут правца од Позиције 3 до јужног врха Трескавца.

Азимут правца из ове тачке према јужном врху Трескавца је већи од $68^{\circ} 30'$ а мањи од 69° .

Да би позиција била дефинисана, ово су њене географске координате:



Слика 14: географске координате Позиције 3.

Дакле, географска ширина је $44,555777^{\circ}$

Пошто је Позиција 3 на надморској висини (70 м) може се израчунати да угаона висина јужног врха Трескавца износи $13,586870^{\circ}$ ($13^{\circ} 35' 22''$). Опет имамо све податке да проверимо азимут изласка Сунца на дугодневицу пре 8200 година, јер су нам сви елементи астрономске формуле за ту калкулацију познати.

Астрономски прорачун показује да је Сунце, гледано са позиције 3, на дугодневицу пре 8200 година, излазило на азимуту $A = 68^{\circ} 29' 45''$.

Ипак, треба имати у виду да становници Лепенског вира нису посматрали Сунце са позиције 3, већ из куће бр. 65, која је на истом правцу као и позиција 3 према јужном делу врха Трескавца, али му је ближа за 32 м, а налази се на коту, нижој од позиције 3 за 8 м. Зато, гледано из те куће, хоризонт је имао нешто већу угаону висину (која се може израчунати), па је Сунце излазило на азимуту $A = 68^{\circ} 50' 46''$, што одлично одговара азимуту задатог правца, за који је већ утврђено да је већи од $68^{\circ} 30'$ а мањи од 69° .



Слика 15: претпостављени први зрак Сунца на дугодневицу, посматран пре 8200 година из куће бр 65 у Лепенском Виру.

Првог маја 2017. године обављено је прецизно геоспацијално позиционирање на локалитету, професионалним ГПС уређајем, са прецизношћу од 15 цм. На основу тога, уцртана је на мапу измештања локалитета (коју је урадио тим стручњака Завода за заштиту споменика културе Србије 1967. године) мрежа координата у WGS 84 систему (зона 34 север). Тако су постале познате координате сваке појединачне грађевине у оригиналном мезолитском насељу.

Планира се и астро-геодетско снимање хоризонта са са три тачке на обали, у позадини оригиналног мезолитског насеља, које би требало да провери и прецизира израчунате азимуте и алтитуде. За такво снимање, наопходно је да дан буде ведар, јер се мери према позицији Сунца, као и да водостај Дунава буде 70 м или мањи. На жалост, од 1. маја 2017. године, када је обављено геоспацијално позиционирање, таква комбинација услова се није догодила. Зато, истраживање је још увек у току. Када буде комплетирано и постигнута прецизност у оквирима 1-2 лучна минута, овај рад ће бити допуњен.

Али, већ и досадашње истраживање јасно показује да се из северног дела насеља на дугодневицу видео излазак Сунца на северном делу врха Трескавца а из јужних кућа на јужном. Постаје сасвим очигледно да је цело насеље конципирано у вези са посматрањем изласка Сунца на Трескавцу, на дугодневицу.

2. АРХЕОЛОШКИ ДОКАЗИ, КОЈИ ГОВОРЕ У ПРИЛОГ АРХЕОАСТРОНОМСКОМ ЗНАЧАЈУ ЛЕПЕНСКОГ ВИРА

Постоје и бројни археолошки докази да су становници мезолитског насеља Лепенски Вир организовано посматрали бар једно небеско тело – Сунце, те да је дугодневица за њих имала посебан значај:

1. Цело насеље је окренуто ка Трескавцу. Попречна оса (Y) насеља је усмерена према средини тог брда, а управо је на Трескавцу Сунце излазило на дугодневицу; северне куће су га виделе на северном делу врха Трескавца, јужне на јужном делу.

2. Аксијални азимути већине кућа у северном делу насеља су усмерени БАШ према тачки Д на хоризонту; аксијални правци већине кућа у јужном делу насеља су усмерени према јужном делу врха Трескавца.

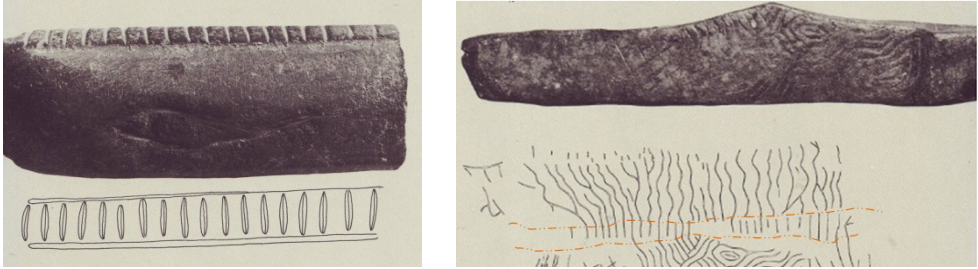
3. Димензије насеља су прецизно прилагођене астрономском догађају.

4. Најсевернија кућа бр. 28, као и најјужнија бр. 65 имају чврсто дефинисане и додатно наглашене позиције: кућа бр. 28 је чврсто „углављена“ између две стене, па се и назива „кућа испод стена“, док кућа бр. 65 има ограду од вертикалних камених плоча, са своје јужне, западне и северне стране. Тиме као да је наглашена њихова непомерљивост.

4. Током свог трајања, мезолитско насеље се померало према северу и према вишим котима, управо онако како би најсевернији излазак Сунца на дугодневицу и даље био видљив на Трескавцу. Ширење насеља према југу би значило да се из нових грађевина више не види излазак Сунца дугодневице на његовом заравњеном врху. Поплаве могу да објасне померање на више коте али не и на север.

5. Пронађени су бројни артефакти са урезима, међу њима су најпознатији камени скиптри, који доказују да су људи у овом насељу били способни за кумулативно симболичко бележење, онакво како га је схватио Александар Маршак. Ти артефакти су по правилу камени, што значи да имају значај „трајног документа“, да је оно, на шта се белешка на њима односила важно, те треба да буде остављено потомству. Да није тако, урези би били на грани дрвета, јер их је много лакше начинити на мекшем материјалу. Оног момента када је једна кућа излазила из функције, изашао је из употребе и њен скиптар. Већина пронађених је поломљена¹³, можда намерно.

¹³ Један од ретких скиптара који није поломљен је онај обележен као инв. бр. 7, нађен ван грађевина, у слоју 1 или 2. Скиптар је у облику мачете, на његовом горњем бриду је 29 уреза (15+14), (слика десно) па је сасвим могуће да се урези односе на посматрање синодичког Месечевог циклуса, који траје управо 29 дана. Пошто је изглед Месечевих фаза независан од места посматрања (за разлику од места изласка Сунца на хоризонту), скиптар је могао да остане у употреби и после смрти свог аутора и после рушења куће у којој је аутор становао. Сlike су преузете из књиге Д. Срејовића и Љ. Бабовић, *Уметност Лепенског Вира*.



Слике 16 и 17: Скиптри.

Постоје и докази, који би се могли сматрати индиректним, али им важност доноси управо чињеница да су људи Лепенског Вира живели од рибарења. Моруна, као изузетан улов сваког рибара, имала је овде до скоро своје годишње кретање: узводно се кретала у пролеће, низводно у јесен, након мрешћења. Кретање моруна узводно коинцидира са годишњим померањем места изласка Сунца које се са локације Лепенског Вира такође доживљава као узводно. Кретање ове рибе низводно коинцидира са истим таквим годишњим померањем места на ком Сунце излази.

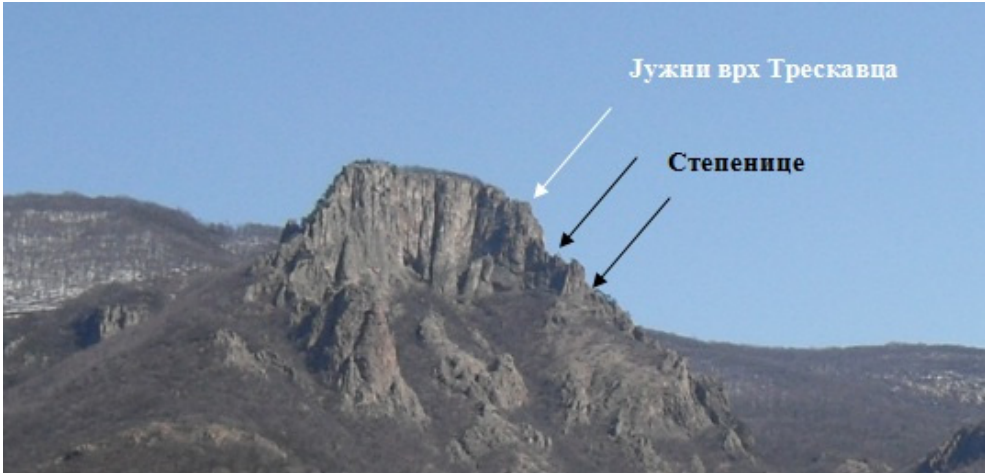
Рогови јелена налажени су веома често у овом мезолитском насељу. Сматра се да су имали сакрални значај: били су обавезан елемент у светилишту, са јеленским роговима су сахрањивани важни покојници. Јеленски рогови сами за себе имају и календарски значај¹⁴. Јелени их губе крајем фебруара, након парења. Готово одмах почињу да им избијају нови. Треба рећи да су јеленски рогови коштани, за разлику од говеда, оваца и коза, који имају рожнате рогове. Зато, јелени све до јуна имају на њима танак слој коже, која служи за исхрану коштане масе, све док се она потпуно не развије. Управо то се дешава око дугодневице. Тада ће јелени скидати са својих рогова остатке оне кожне овојнице тарући их о стабла дрвећа, на којима ће остати јасни трагови овакве активности. И данас, трофејни јеленски рогови се траже у време дугодневице, јер су тада најразвијенији и најлепши. Европски митови су сачували пар прича о ритуалном лову на јелене око дугодневице.

О значају календара за једну овакву заједницу, која је много зависила од природе, посебно од смене годишњих доба, није потребно опширније причати. Недовољне и неблагоприятне припреме за зиму, могле су значити смрт. Ни данас није добро када зима “изненади”, живот се значајно компликује.

Крећући се по обали Дунава, изнад места где је некада било мезолитско насеље, могу се донети и неки додатни закључци.

¹⁴ Garsia, A.C.G. and associates, 2008: *Calendrical deer, time reckoning and landscape in iron age west Spain*, Archaeologia Baltica 10, Universitu Press, Klaipeda (str. 66-70)

Потпуно је јасно да се двоструки излазак Сунца није могао видети из велике већине кућа у Лепенском Виру. Али, сасвим је сигурно да се брдо Трескавац видело из велике већине. Из неких (оних северних) могло се видети Сунце како излази на заравњеном врху брда више дана. Из оних јужних гледано, Сунце је тамо излазило знатно краће: пет-седам дана пре и исто толико после дугодневице. Из баш најјужније, бр. 65, само 1-3 дана. Тако, куће су могле да представљају један јединствен синхронизован систем за посматрање изласка Сунца.



Слика 18: „Степенице“ на јужној падини Трескавца.

Сада је сасвим сигурно да се из СВИХ кућа у насељу које су биле окренуте ка Трескавцу, излазак Сунца на дугодневицу пре 8200 година видео на заравњеном врху брда. Нема изузетака.

3. ДАЉА РАЗМИШЉАЊА

Јужна падина брда која чини хоризонт је подељена на два “степеника”, одвојена шиљатим остенацима, који су сами за себе прецизни оријентир: у пролеће се Сунце при изласку свакога новог дана полако “пење” уз њих а одређени број дана после дугодневице почиње да “силази”. Његово појављивање на било ком од “степеника” било је удаљено од места крајње северне појаве места изласка Сунца (дугодневице) на Трескавцу исти број дана као и иста таква позиција при “силаску”. Из најјужније куће у насељу, сасвим је вероватно да се Сунце на само 1-3 дана могло видети на врху Трескавца. Ако даље истраживање то још егзактније докаже, онда тај излазак Сунца на јужном врху брда има исти значај за јужни део насеља, који је феномен двоструког изласка Сунца могао имати за северни део, јер постаје јединствен и добро дефинисан – Сунце је ту само 1-3 дана, чиме се

дугодневица јасно одређује. Све то су додатни елементи за повећање прецизности календара, који се на овом локалитету свакако могу користити и данас. Овоме би и експериментална археологија могла да посвети једно истраживање, у сарадњи са археоастрономима.

Постоје и две куће у насељу, које су веома добро постављене за посматрање изласка Сунца на краткодневицу. Управо та чињеница указује да се једна појава могла посматрати са два места истовремено, рекло би се у “стерео” систему, чиме се прецизност посматрања повећава.

Све ово би могло да води претпоставци да је постојало место, на коме су се могли окупити СВИ посматрачи Сунца у заједници, да посматрају двоструки излазак Сунца на дугодневицу. То упућује на даље размишљање где би такво место могло бити. То место је “*terminus post quem*”: северно од њега Сунце више није излазило на Трескавцу. Могло би да се деси да је оно и данас доступно за даља истраживања, да се налази негде изнад данашњег Дунава. На овакво размишљање упућује чињеница да је феномен изузетно прецизан и драматичан, како би рекао Драгослав Срејовић, “игре светлости и сенке достижу сразмере хијерофаније”. Сенка Трескавца постаје слична огромној пирамиди са “Хоровим оком” на врху. Један коментар на фотографије са почетка овог рада је гласио: “Намучише се стари Египћани! Они су пирамиде морали мукотрпно да граде. Становници Лепенског Вира су своју добили на поклон од мајке природе.”

Имамо у виду да је једна претпоставка или теорија добра, ако објашњава велики број појава. Све ово, до сада речено, даје смернице будућем археоастрономском истраживању:

Методологија рада на овом локалитету је разрађена и даје резултате. Омогућује да се археоастрономско истраживање настави. Круцијални документ је мапа измештања локалитета и пратећа техничка документација¹⁵. Њу су начинили инжењери, по свим правилима струке, са детаљним подацима о географским координатама центра насеља, геодетским подацима, међусобном односу грађевина у насељу, удаљености, надморским висинама. Сви ти подаци су били неопходни да се насеље успешно пренесе на нову локацију, а могу да буду основ за даљи наставак овог истраживања. Планирано је да се испита свака грађевина појединачно, за почетак ће то бити грађевине друге фазе у развоју насеља по Бонсалу¹⁶ и сар. (ЛВ 2). Друга фаза је интересантна из неколико разлога: то је врхунац ове културе, знања су већ била акумулирана; њој припадају најсевернија (кућа бр. 28), централна (бр. 54) и најјужнија кућа (бр. 65), што значи да се простире целом дужином насеља; све грађевине друге фазе су на приближно једнаким надморским

¹⁵ Ова документација постоји у Заводу за заштиту споменика културе Србије и доступна је на захтев заинтересованих.

¹⁶ Bonsall C, Radovanović I, Roksandić M, Cook G, Higham T, Pickard G; 2008, *Dating burial practices and architecture at Lepenski Vir*; Archaeopress, Oxford (tabela na str. 191).

висинама (распон надморских висина не прелази 2 м), па се зато могу лакше међусобно упоредити; на крају, друга фаза је јасно мезолитска, на супрот трећој, у којој већ има и налаза који припадају неолиту.

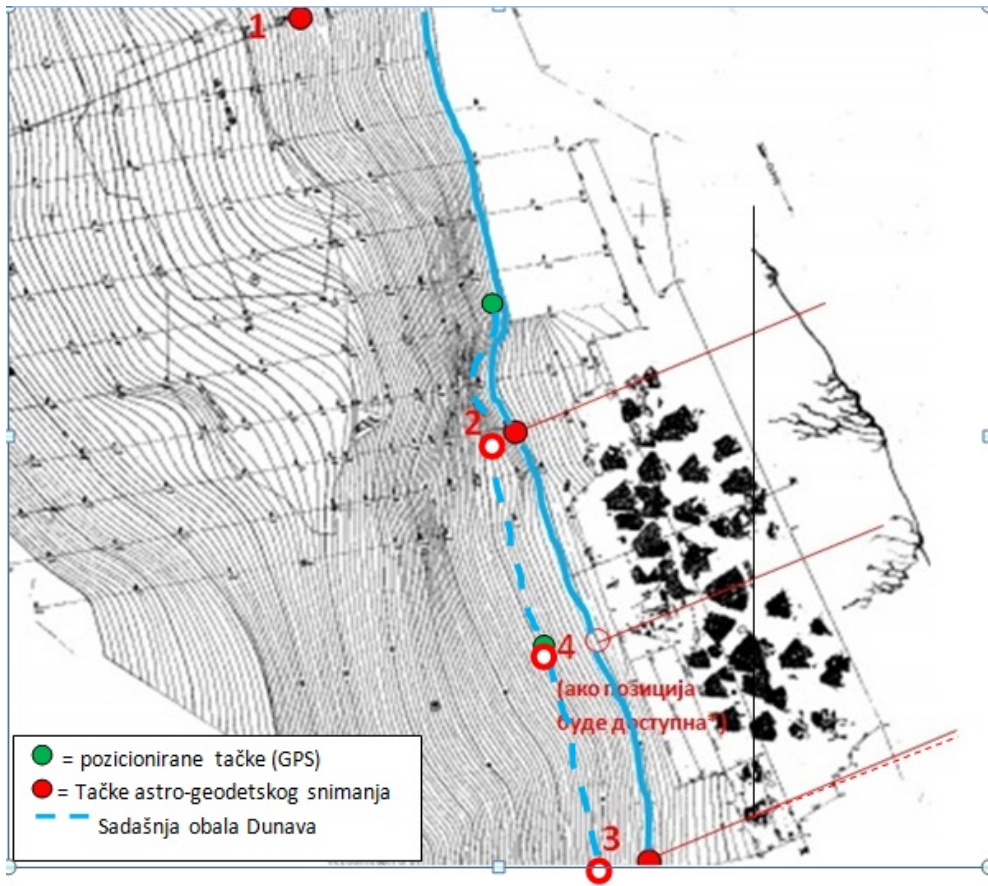
Претпоставка да су становници мезолитског Лепенског Вира систематски посматрали Сунце и правили свој сопствени соларни календар сада постаје прилично вероватна. Статистичка вероватноћа да је све што смо до сада утврдили случајност, је веома мала. Много је већа вероватноћа да је место намерно одабрано, управо због природних карактеристика хоризонта, а куће намерно постављене тако како стоје. Када обавимо анализу свих кућа фазе 2 (23 куће), стећићемо и могућност прецизне статистичке обраде резултата.

Календар Лепенског Вира се баждарио сваке године изнова и био веома прецизан. Евентуалне грешке су могле настати само услед промене атмосферске рефракције светлости и нису могле бити велике. Такав календар је могао дати овом насељу специјалан значај у окружењу, који се креће између локалног религијског центра и центра првобитне академске заједнице. Та заједница је поседовала ексклузивна знања, важна за преживљавање. Јер, астрономија је једна од најстаријих наука, чији су се зачеци могли појавити овде овако рано, заслугом природног амбијента, људске радозналости и слободне мисли.

Планира се и обрада свих кућа у фази Л 2, које су окренуте ка Трескавцу, тако што ће се утврдити где се тачно на хоризонту видео излазак Сунца на дугодневицу, ако се гледало из њих, пре 8200 година. У истраживању ће бити испитан и садржај сваке куће понаособ, артефакти који су тамо нађени. За оне малобројне, које нису окренуте према Трескавцу, потражиће се астрономски разлог за њихову изузетну оријентацију.

На следећој слици је мапа измештања локалитета, дата у смањеном облику, како би могла да стане на страницу. Оригинал је у размери 1:200. Припада Заводу за заштиту споменика културе Србије, а иста установа поседује и техничку документацију о локалитету, која је доступна на увид. Предстоји ново астро-геодетско снимање хоризонта, концентрисано на што више детаља на врху брда Трескавац. Обавиће се са Позиција 2 и 3 а веома вероватно и са још једне позиције у позадини центра друге фазе оригиналног насеља (Позиција 4).

На мапи су обележене позиције, о којима смо говорили у овом раду. За све позиције, утврдили смо прецизне географске координате у класичном (степени, минути, секунде), децималном, и WGS систему. На терену, позиције се прецизно идентификују уз помоћ ГПС апарата и метра.



Слика 19:Мапа измештања локалитета, са резултатима геоспацијалног позиционирања.

Геоспацијално позиционирање је показало да је од 1972. године, када је локалитет потопљен, дошло до значајне ерозије десне обале Дунава, која се код Позиције 2 померила према истоку за 4-7 м, а код Позиције 3 за 10-14 м. Извиђање на терену показало је скорашњи одрон земљишта код позиције 2. Тачке обележене зеленом бојом су сателитски позициониране професионалним ГПС уређајем, док су Позиције обележене црвеном бојом идентификоване мерењем геодетским метром. Тако је настала следећа мапа, са уцртаном мрежом координата у WGS систему, где су оне изражене у метрима. Та мапа представља основу за предстојеће астро-геодетско снимање хоризонта.

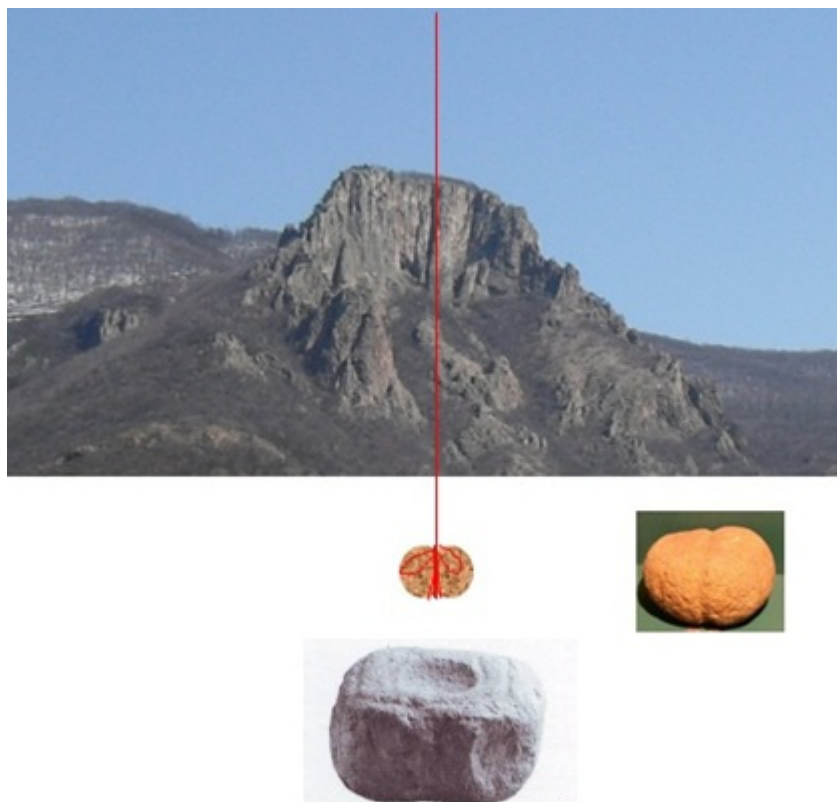
СУНЦЕ У ЛЕПЕНСКОМ ВИРУ (АРХЕОАСТРОНОМСКА АНАЛИЗА ЛОКАЛИТЕТА)



Слика 20: Детаљна теренска мапа, са уцртаним координатама у WGS систему (Зона 34 север), резултатима геоспацијалног позиционирања и позицијама будућег астро-геодетског снимања.

4. КАКО СУ СТАНОВНИЦИ ЛЕПЕНСКОГ ВИРА ПОСМАТРАЛИ СУНЦЕ?

Посматрач је седео у зачелју своје куће, иза запретишта. Одатле је пажљиво посматрао Трескавац. Брдо је природно подељено на неколико сегмената са неколико готово усправних пукотина. Те пукотине су му биле циљани оријентир, али, он је морао имати и прецизан ближи оријентир (како би “саставио нишан и мушицу”). Тај ближи оријентир је био танак канап¹⁷, са привезаним тегом на крају, који је висио са таванице куће, тако да тег буде тачно изнад реципијента (тај реципијент је онај пажљиво обрађен камен, са округлим или овалним удубљењем, уграђен у масу пода куће, која је чврста, налик бетону), стога непомерљив. Вертикала изнад њега је представљала ближи оријентир. Тег је могао да буде један од тегова за мреже, каквих је много нађено на локалитету.



Слика 21: „Нишанске справе“.

¹⁷ Људи мезолита су познавали предење. Доказ су бројни тегови за рибарске мреже, нађени на локалитету. Предиво је вероватно било од псеће длаке, јер је пас био једина припитомљена животиња, или од врбове лике.

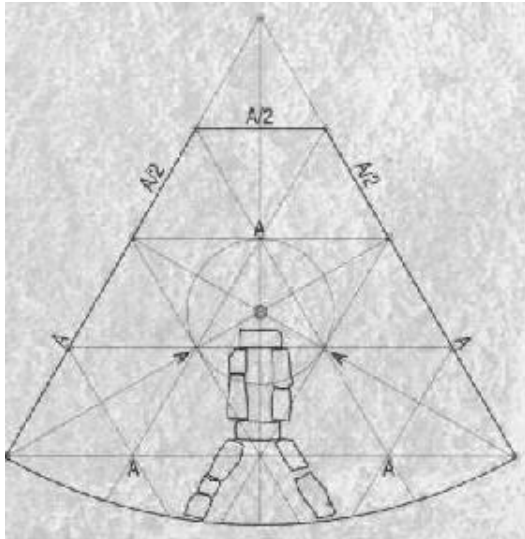
Посматрач би сео тако да се вертикално затегнут канап прецизно преклопи са оном тачком на Трескавцу, у којој је претходних година видео излазак Сунца на дугодневицу. (Ми смо виртуелно “нанишанили” централну вертикалну пукотину на Трескавцу, како би цео поступак био јаснији)

Ово, наравно, не искључује и неке друге намене ових артефаката.

У зору дугодневице, видео би први зрак Сунца на Трескавцу, како додирује канап са његове леве стране. Када се Сунце само мало више покаже за десетак секунди (времена), канап ће га делити на два једнака дела. Тај редослед догађаја посматрач чека. Када га види – тај дан је дугодневица.

Тачно је да се пукотине на масиву Трескавца не виде при изласку Сунца јер су у дубокој сенци. Ипак, виде се у јутарњем сумраку, око 10 минута пре изласка Сунца, када контрасти још нису тако јаки. Оне служе за “фино подешавање инструмента”, т.ј. позиције посматрача у односу на вертикални канап са тегом, који се поставља раније, по дану, када се дан дугодневице приближава.

Ово би значило да аксијални азимути кућа не морају да буду баш прецизно погођени при градњи, довољно је да буду приближни задатом правцу и да улаз буде довољно широк, што по правилу јесте. Посматрач својом позицијом коригује евентуалне мале грешке при градњи куће. Нова кућа се “баждари” на први ведар дан дугодневице. Тада ће посматрач, обавештен и опоменут од других посматрача, извршити “фино подешавање” своје позиције при посматрању, та позиција ће бити обележена и остаће увек иста (до следеће реформе календара).



Слика 22: идеализована геометрија куће Лепенког Вира, по Д. Срејовићу. Геометријски центар куће је управо округло или овално удубљење на каменом реципијенту. Према овој слици, лако се може замислити позиција посматрача Сунца на дугодневицу, који седи директно иза тог реципијента.

Истраживање, презентирано у овом раду, базирано је на геодетском снимању са обале, из марта 2015. године, географским подацима са сателитских мапа Google-Earth-а и њиховим усаглашавањем са мапом измештања локалитета, као и на геоспацијалном позиционирању од 1. маја 2017. године. Постигнута је прецизност од плус-минус 5 угаоних минута. Предстојеће астро-геодетско снимање ће повећати прецизност на плус-минус 1-2 угаона минута.

Сада већ може са сигурношћу да се каже да је локација мезолитског насеља Лепенски вир намерно одабрана због карактеристика природног хоризонта а место потом “посебно удешено” за прецизно посматрање Сунца, одређивање дугодневице и прављење календара.

Литература

- Babović, Lj.: 2006, *Svetilišta Lepenskog vira – mesto, položaj i funkcija*, Narodni muzej, Beograd.
- Bonsall et al.: 2000, 'Stable Isotopes, Radiocarbon and the Mesolithic-Neolithic Transition in the Iron Gates', *Documenta Praehistorica XXVII*.
- Bonsall, C., Radovanovic, I., Roksandić, M., Cook, G.T., Higham, T., Pickard, C.: 2008, *Dating burial practices and architecture at Lepenski vir*, in C. Bonsall, I. Radovanović and V. Boronean (Eds), *The Iron Gates in Prehistory* (p.p. 175-204) (Bar International Series), Oxford, Archaeopress.
- Dimitrijević, V.: 2008, *Lepenski vir animal bones: what was left in the houses?* in: Bonsall C., Boronean V. & Radovanović, I. (eds), *The Iron Gates in Prehistory, New perspectives*, BAR International series, 1893:117-130.
- Čanak-Medić, M., Hrabovski, O., Vunjak, M., Medić, M.: 1970, *Projekat za spasavanje Lepenskog vira*, Saopštenje VIII (glasilo Republičkog zavoda za zaštitu spomenika kulture).
- Garsia, A. C. G. and associates: 2008, *Calendrical deer, time reckoning and landscape in iron age west Spain*, *Archaeologia Baltica* 10, Universitu Press, Klaipeda (str. 66-70).
- Hedges, R. F. M., Pettitt, P. P., Bronk Ramsey, C., Van Klinken, G. J.: 1998, *Radiocarbon dates from the Oxford AMS system; Archaeometry date list 26*, *Archaeometry* 40, Oxford.
- Kelley, D. H., Milone, E. F.: 2005, *Exploring ancient Skies – A Survey of Ancient and Cultural Astronomy*, Springer, New York.
- Laskar, J.: 1986, “Secular terms of the classical planetary theories using the results of general theory”, *Astronomy and Astrophysics*, **157**, 59–70.
- Laskar, J., Joutel, F., Robutel, P.: 1993, “Stabilization of the Earth’s Obliquity by the Moon”, *Nature*, **361** (6413), 615–617.
- Magli, G.: 2009, *Misteries and discoveries of archaeoastronomy*, Copernicus books, New York.
- Sampson, R. D., Lozowski, E. P., Peterson, A. E., Hube, D. P.: 2003, “Variability of the Astronomical Refraction of the Rising and Setting Sun”, *Publications of the Astronomical society of the Pacific*, **115**, 1256 – 1261.
- Schlosser, W.: 2006, *Astronomische Analyse der Himmelsscheibe von Nebra und des Kreisgrabens von Goseck–Gemeinsamkeiten und Unterschiede*, Berliner Konferenz.

- Schlosser, W., Čierny, R.: 1981, *Archaeoastronomical orientation of neolithic sites in Central Europe*, Archaeoastronomy in the Old World, Cambridge University Press.
- Srejović, D.: 1969, *Lepenski Vir*, Srpska književna zadruga, Beograd.
- Srejović, D., Babović, Lj.: 1983, *Umetnost Lepenskog Vira*, Jugoslavija, Beograd.

SUN IN LEPENSKI VIR (ARCHAEOASTRONOMICAL ANALYSIS OF LOCALITY)

Archaeoastronomical analysis of locality Lepenski Vir has been performed, evidences of its archaeoastronomical significance have been analyzed and it was assumed and explained how its inhabitants could observe the Sun on a summer solstice in order to calibrate the calendar.

Key words: Archaeoastronomy, Lepenski Vir