Ненад Б. Милорадовић, дипл.маш.инж.
Београд, Србија
neolepenism@gmail.com

БИОФИЛИЈСКИ УЗОР И ИЗГЛЕД СТАНИШТА ЛЕПЕНСКОГ ВИРА[1]

Резиме:
У биофилијском пројектовању, природни облици и обрасци неке су од најбољих стратегија. Бршљан (лат. *Hedera helix*) је зимзелена пузавица чији је лист изабран као узор за биофилијско пројектовање основе станишта Лепенског Вира.
Лепенски Вир је праисторијско археолошко налазиште на Дунаву, у Ђердапу, у Републици Србији, чија се старост процењује на око 8.000 година. Његово откриће укључује и остатке подова станишта.
Овакав изглед тих станишта је заснован на одговору на питање: „Зашто су они градили станишта на такав начин?“ Сунце и сунчево зрачење су веома важни за разумевање сврхе архитектуре Лепенског Вира. Остаци архитектуре Лепенског Вира су остаци енергетски ефикасне архитектуре, о чему је аутор писао раније.
У биофилијском пројектовању, златни угао ф = 137.507764…° (златна пропорција у кругу) односи се на еволуциону тежњу оптималног прилива светлости за максималну активност фотосинтезе. Овај изглед почиње приближном конструкцијом златног угла. На крају, добија се облик станишта Лепенског Вира који обухвата златни угао, једнакостраничан троугао величине 360 и укопани квадрат – као један од могућих узора станишта Лепенског Вира.

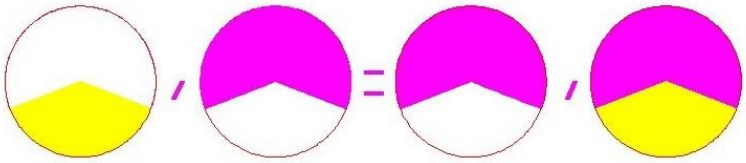
Кључне речи: биофилијско пројектовање, станишта Лепенског Вира, златни угао, бршљан (лат. *Hedera helix*)

1. Увод – позадина

Биофилијски образац могао би да буде модел-узор за један од могућих модела станишта Лепенског Вира. Овај рад објашњава конструкцију таквог модела станишта. Треба одмах указати да то није реконструкција неког специфичног појединачног станишта Лепенског Вира, већ модел-узор према којем су, претпостављамо, тамошње куће грађене. Коначни изглед станишта Лепенског Вира, уграђеног у земљиште, има пирамидални облик.

[1] Превод ауторовог рада са енглеског језика из Зборника радова са 10. Међународне конференције и изложбе „О АРХИТЕКТУРИ – ФИЛОЗОФИЈА АРХИТЕКТУРЕ“ (конференције одржане 2. и 3. децембра 2022. у Ректорату Универзитета у Београду и изложбе од 2. до 17. децембра 2022. у Галерији науке и технике САНУ, у суорганизацији СТРАНД-а).

Биофилија је тек недавно постала атрактивна за примену у архитектури. Постоје многе дефиниције биофилије, али је сигурно да она није само интеграција биљака у зграде и куће. Неколико стратегија је најважније у биофилијском пројектовању у архитектури. Према бразилском архитекти Семи Меири, неке од њих су и природни облици и природни обрасци: „Хијерархијски организовани односи у природи заснивају се на Фибоначијевом низу и златној пропорцији као математичким обрасцима. (…) Уколико их применимо на круг, та пропорција је златни угао (око 137.5°). То је приближна вредност угла у листовима, где се сунчева светлост користи на најефикаснији начин.“ [7]



Слика 1. Златна пропорција у кругу – златни угао: ф≈137.5°

Овај рад приказује, корак по корак, како је било могуће саградити станишта Лепенског Вира. Изглед њихових станишта је заснован на одговору на питање: „Зашто су они градили станишта баш на такав начин?“ Сунце и сунчево зрачење су веома важни за разумевање сврхе архитектуре Лепенског Вира. Остаци архитектуре Лепенског Вира су остаци енергетски ефикасне архитектуре, о чему је аутор писао раније. [10]

2. Понешто о биофилији

Амерички биолог Едвард О. Вилсон дао је *теорију биофилије* у својој књизи „Биофилија“ 1984. године [16]. Идеја о биофилијском пројектовању у архитектури настала је нешто раније: према идеји српског физичара и инжењера Бранка Лаловића, објављеној у његовој књизи „Насушно Сунце“ 1982. године, он је записао: „Основни принцип пасивног коришћења сунчане енергије састоји се у томе да се кућа гради тако да се понаша као цвет, као лала или бела рада, тј. да се отвара и окреће према сунцу, када га има, а да се затварањем штити када су спољни услови неповољни.“ [4]

Листови у биофилијском пројектовању такође имају важну улогу. Они су грађени за оптимално искоришћавање светлости ради максималне активности фотосинтезе, а због прилагођавања и опстанка. „Наше симулације потврђују претходне резултате који указују на то да је златни угао од 137.5° заиста оптималан за прилив светлости и да морфолошке особине утичу на криву прилива светлости.“ [15] Такође, слична је ситуација и са филотаксијом – распоредом листова на стабљици. „Шта је основни узрок филотаксије? Одговор је једноставан. Испоставило се да је то тип распореда листова којим се постиже максимални прилив сунчеве енергије у биљку.“ [20]

У енергетској ефикасности, на пример, инжењери који пројектују постројења за грејање, због утицаја различитих интензитета сучевог зрачења на зидове просторије, који су

оријентисани према појединим странама света, процењују трансмисионе топлотне губитке током зиме помоћу додатка на стране света Zs. [17] За угао од 135°, који обухвата оријентације Ј, ЈИ и ЈЗ зидова, користи се вредност Zs = - 0.05. Тај угао је приближне вредности као и златни угао. Такође, тај угао је недавно коришћен и у ауторовом пројекту (енергетски ефикасне) куће неолепенизма [11, 12].

Листови имају ексцентричну грађу углавном због прилива светлости за фотосинтезу. Са друге стране, сунце даје светлост и топлоту из различитих праваца. Ово је веома важно за термичку стабилност куће. Због тога кућа треба да има сличну грађу као и лист, тј. требало би да буде ексцентрична. [9]

Бршљан (лат. *Hedera helix*) је зимзелена биљка-пузавица и његов лист је одабран као узор за биофилијско пројектовање основе станишта Лепенског Вира. „У флори Ђердапа посебан значај имају реликтне, ендемичне, ретке и угрожене врсте дендро и зељасте флоре. Присуство терцијарних реликата, (...) *Hedera helix* (бршљан), (...), на подручју Националног парка Ђердап указују на његов изразити реликтни карактер.“ [1]

Бршљан је терцијарни реликт – преживео је из геолошког периода терцијара. Он је, обично, отпорна биљка која воли сунце. Бршљан, као стара биолошка врста, стално је био присутан у људском окружењу. Због тога људи добро познају његове особине. Пошто се сматра коровском биљком, људи су упознати са његовом отпорношћу и флексибилношћу. Ове особине су важне за прилагођавање и преживљавање бршљана. Када наиђе на препреку, он пузи преко ње и прелази је. Уз то, ова биљка (као и неке друге биљке пузавице) симболизује плодност и вечни живот у неким митовима и цивилизацијама [16, 23, 25 и 26].

Сунце не даје само светлост него такође и топлоту, а листови бршљана увек налазе пут до извора светлости и тако опстају. Ово је разлог због кога аутор користи лист бршљана у конструкцији подова станишта. У овом изгледу станишта Лепенског Вира, биофилијски узор и златни угао коришћени су у конструкцији не као декорација него имају функцију остваривања термичке стабилности. Лист бршљана је представљен на Слици 2. Његове жиле имају специфичну грађу која може да послужи као узор за биофилијско пројектовање основе станишта Лепенског Вира. Већи део листа је окренут према сунцу и стога најефикасније користи сунчеву светлост. Ако се погледа Слика 2, може се препознати златни угао (или нешто веома блиско њему).

Слика 2. Лист бршљана (*Hedera helix*), његове жиле и место златног угла

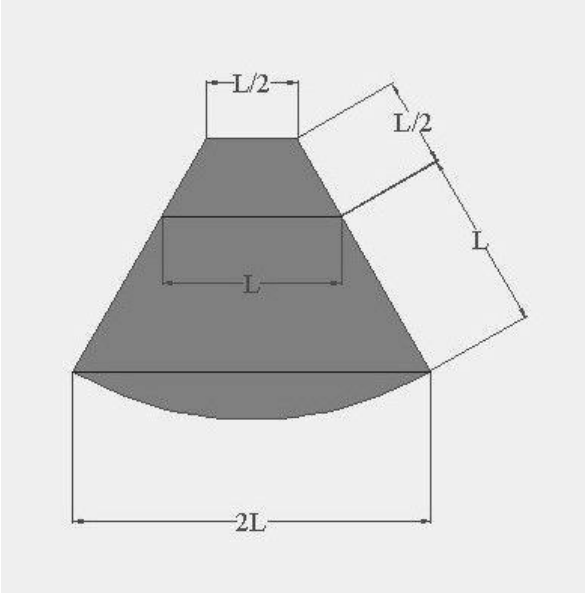
3. Основне информације о праисторијском археолошком налазишту Лепенски Вир

Лепенски Вир је откривен током шездесетих година двадесетог века. Смештен је на десној, српској обали Дунава у Ђердапу, 15 км узводно од Доњег Милановца или око 160 км низводно од Београда. Унесков глобални геопарк Ђердап, због тога што садржи археолошко налазиште Лепенски Вир, укључен је у глобалну мрежу геопаркова 2020. године [2].

Личност која има највише заслуга за откриће Лепенског Вира је Драгослав Срејовић, археолог, чија књига „Лепенски Вир, нова праисторијска култура у Подунављу“, објављена у издању Српске књижевне задруге 1969. године, представља главни извор информација о овој култури [24]. Старост налазишта се процењује на око 8.000 година.

Због изградње хидроелектране Ђердап 1, оригинални локалитет је потопљен, ниво Дунава је порастао око 12 м, док је садашња локација померена око 150 м, али је оригинална позиција задржана. Данас је Лепенски Вир музеј на новој локацији.

Од архитектуре су сачуване само основе кућа, начињене од стврднутог материјала налик бетону. Огњиште од камених блокова је уклопљено у под на улазу куће као активан систем грејања. Трећа димензија кућа није сачувана зато што је она била саграђена од материјала склоних пропадању (као нпр. дрво, кожа, блато и сл.). Можемо само да претпоставимо како су те куће изгледале. Архитектура је карактеристична по кућама са основом облика засеченог кружног исечка, чија је испупчена страна окренута према реци, тј. према изласку сунца. Овај облик би могао да се назове и конвексни трапез (види Слику 3). Задња страна је значајно мања, док је предња обликована у кружни лук. Бочне стране су нагнуте. [24]



Слика 3. Основа станишта Лепенског Вира према Д. Срејовићу [24]

Многи, укључујући и Д. Срејовића лично, питали су се како су ове куће изгледале у стварности. Готово нико није питао: Шта је била сврха овакве градње и зашто су ове куће грађене баш на такав начин? [10]

4. Зашто су станишта Лепенског Вира грађена на овакав начин?

Остаци архитектуре Лепенског Вира (старе око 8.000 година) указују на препознатљиве мере за повећање енергетске ефикасности у зградарству, а које су примењене током осмишљавања и грађења кућа и насеља на овом локалитету, о чему је аутор већ раније писао. [10]

Током зиме, трансмисиони топлотни губици су смањени компактним омотачем, сушењем зидова и побољшањем термоизолационих карактеристика материјала коришћених за зидове применом сунчевог зрачења, због чега је коришћена повољна оријентација. Вентилациони топлотни губици су смањени повољним аеродинамичним обликом, оријентацијом и укопавањем (у земљу). Избор локације, стрмо залеђе, оријентација, укопавање и биљно окружење омогућавају пријатне услове за живот и током лета. „Производња“ енергије (топлотни и светлосни приливи од сунчевог зрачења) и „потребе“ за енергијом (најниже су дневне спољне температуре ујутру, као и за сушењем зидова, после јутарње росе) добро су усклађене, што се огледа у избору оријентације. Спољне температуре током дана најниже су пред свитање. Због тога су потребе за грејањем и сушењем највеће ујутру, а тада су упадни углови директног сунчевог зрачења повољни за јутарње узгревање. Ова добра усклађеност енергије постиже се захваљујући претежно источној оријентацији кућа, тј. њиховом окренутошћу према реци. [10]

На овом месту је важно поменути речи српског археолога Д. Срејовића: „Због изразите „неисторичности“ архитектуре Лепенског Вира, пада се у искушење да се изузетност њених облика објасни специфичним одликама терена и простора, тј. природном средином. Веза између архитектуре и амбијента је заиста очигледна. (...) Архитектура Лепенског Вира има у себи нечег изразито математичког, односно у свим њеним формама осећа се присуство конкретних дужи и одређених бројева. (...) она кореспондира једино са морфологијом града далеке будућности. (...) Архитектура Лепенског Вира само „чита“ своју средину, преводи њене замршене, згуснуте садржаје на лако разумљив језик... „ [24], са којима су сродна и запажања руског математичара С. Коваљевскаје: „Приметимо: примарни су садржај, идеје и концепти, а секундарни су форма и формуле.“ [21]

Улога Сунца и сунчевог зрачења на налазишту веома је важна за разумевање сврхе архитектуре Лепенског Вира. Можемо закључити, имајући у виду остатке ове архитектуре, да је сврха овакве градње била та да осигура комфорне услове у стаништима, узимајући у обзир данашње поимање енергетске ефикасности у зградарству (тим стаништима). Остаци архитектуре Лепенског Вира јесу остаци енергетски ефикасне архитектуре [10].

5. Циљ – пројектовање једног од могућих модела станишта Лепенског Вира

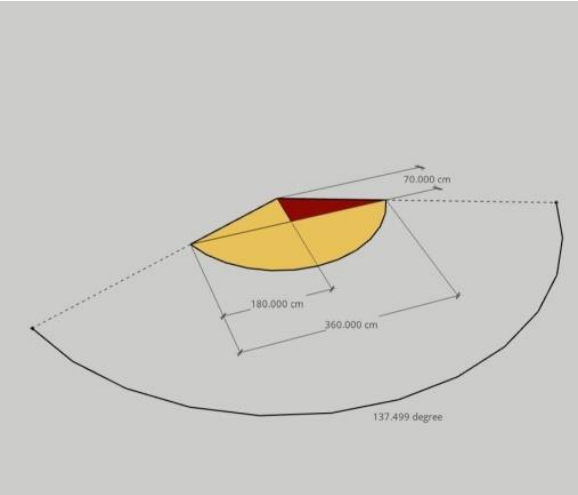
Имајући у виду до сада наведено, циљ је пројектовање једног од могућих модела станишта Лепенског Вира. Оно ће се одвијати у неколико корака (фаза), а почиње се од хоризонталне основне линије на улазу, с почетном мером 360. Укопавање у земљу иза основне линије и насипање испред ње укључено је у све кораке везане за постављање темеља. После изградње темеља може се наставити са изградњом скелета станишта. У даљем тексту биће представљени методе изградње станишта Лепенског Вира.

6. Методе

6.1. Корак 1: Приближна конструкција златног угла

Први корак је приближна конструкција златног угла. У геометрији, тачна конструкција није могућа. Међутим, користећи приближне пропорције, конструкција златног угла може бити изведена са великом тачношћу, која је прихватљива у изградњи станишта.

Златни угао је ф = 137.507764…° = 2.3999632… rad. Онда је угао: ф/2 = 68.753882…° = 1.199905038… rad. Тригонометријска функција тангенс од ф/2 је tg (ф/2) = 2.5720116082…



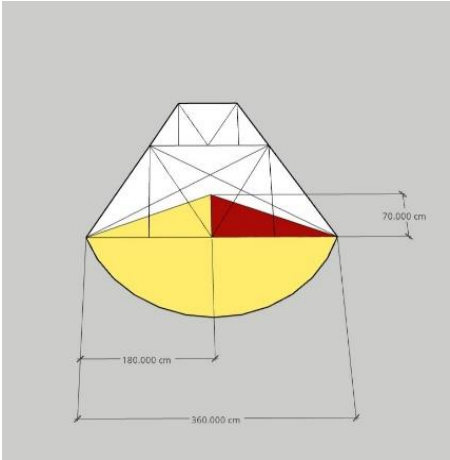
Слика 4. Корак 1: Приближна конструкција златног угла

Прво, можемо конструисати правоугли троугао са катетама 18 и 7, који има tg (α) – однос наспрамне и налегле катете. Тај број 18/7 = 180/70 = 2.5714285714… је приближна вредност са tg (ф/2) = 2.5720116082… Ако упоредимо тангенсе ових углова (ф/2 и α), онда је релативна грешка за тангенс 0.000226685… < 0.025% = 0.25‰. Прерачунавајући грешку за углове, она бива мања од 0.063‰. Правоугли троугао са катетама 180 и 70 садржи половину златног угла, са грешком мањом од 0.1‰ (види Слику 4 – троугао црвене боје). Златни угао је добијен састављањем два правоугла троугла са катетама величине 18 и 7. Ова конструкција је била могућа у праисторији. То је златни угао са веома високом тачношћу за изградњу куће – грешка је око 0.1‰.

6.2. Корак 2: Даља изградња темеља

Сада имамо основну линију димензије 360. Уколико копамо земљу иза основне линије и насипамо је испред, онда добијамо хоризонтални темељ. Лук златног угла је део предњег дела основе.

Део основе иза основне линије може се добити уколико конструишемо једнакостраничне троуглове у два реда. Први ред чине једнакостранични троуглови величине 180; други ред су једнакостранични троуглови величине 90. Оваквом конструкцијом можемо добити тачку ортоцентра хоризонталног једнакостраничног троугла величине 360. Поредећи ову основу са основом Д. Срејовића (упореди Слике 3 и 5), предња страна представљене основе је конвекснија. Конструкција почиње од основне линије и изнутра, баш како је и предлагао Д. Срејовић [24].

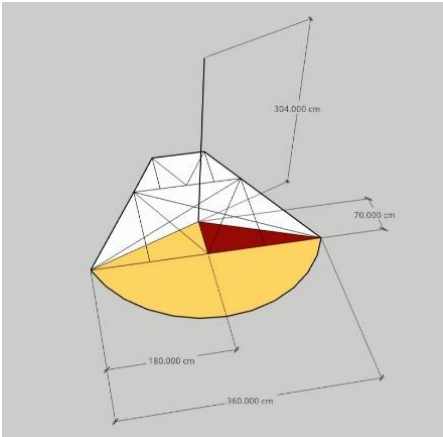


Слика 5. Корак 2: Даља изградња темеља

6.3. Корак 3: Помоћни вертикални штап

У овом тренутку спремни смо да поставимо помоћни вертикални штап. Он припрема трећу димензију станишта Лепенског Вира. Овај корак се такође може извести и после четвртог корака. Висина штапа је висина станишта, а његов доњи крај је у темену златног угла. Овај штап је постављен строго вертикално. Његова висина добија се тако да је врх штапа такође и врх нагнутог једнакостраничног троугла величине 360. Овај нагнути једнакостранични троугао обухвата основну линију темеља.

Висина штапа могла би се израчунати применом Питагорине теореме, али би могла такође да се добије и геометријски – тако што штапови овог нагнутог једнакостраничног троугла величине 360 бивају нагнути до стриктно вертикалног штапа из темена златног угла, који је виши него што је то неопходно. Коришћењем Питагорине теореме добија се висина овог вертикалног штапа од приближно 304 (тачно је 303,80915...), са релативном грешком од око 0,7‰ (види Слику 6). Уколико не користимо Питагорину теорему, врх је тамо где врх нагнутог једнакостраничног троугла величине 360 додирује помоћни вертикални штап из темена златног угла.



Слика 6. Корак 3: Помоћни вертикални штап из темена златног угла

6.4. Корак 4: Укопавање у земљиште и задње стране станишта

Сви кораци изградње темеља станишта подразумевају укопавање у земљиште иза основне линије и насипање испред, док су пејзаж и нагиб терена такође укључени у овај облик и изглед. Насеље има стрмо залеђе.

Д. Срејовић је написао да је задња страна станишта била укопана у земљиште до једног метра (кућа 34, [24]). Међутим, аутор претпоставља да је задња страна била укопани квадрат величине 90 (као четвртину од 360), који је био део станишта. Слика 7 приказује како је темељ био ископан у земљишту. На слици се могу видети темељ, нагиб терена, укопана задња страна облика квадрата, локација огњишта (црна боја) и помоћни вертикални штап.

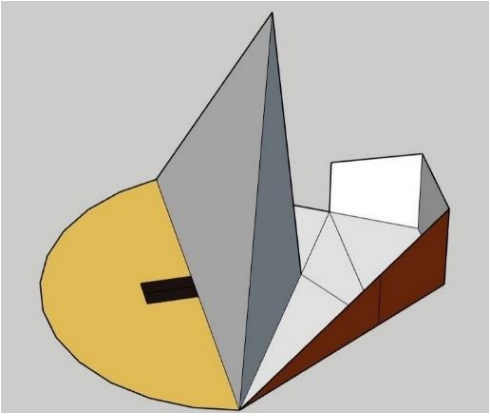
Сачувано правоугаоно огњиште је доказ да је правоугли троугао био познат од раније. Иако прави угао није видљив у конструкцији темеља сачуваних подова кућа, он постоји у облику огњишта. Огњиште и задња укопана квадратна страна су ортогонални четвороугаони делови овог биофилијског изгледа станишта Лепенског Вира. На овај начин, квадрат величине 90 и једнакостранични троугао величине 360, као идеални геометријски облици, укључени су у конструкцију датог модела. Такође, мера 360 је била коришћена у геометрији Лепенског Вира.

Слика 7. Корак 4: Укопавање у земљиште и задње стране станишта

Квадрат величине 90 могао је да се изведе са одступањима, јер је налазиште Лепенски Вир смештено у стрмом залеђу. Одступања су могућа у извођењу појединачних станишта услед конфигурације терена и обухватају одступања у облику и величини.

6.5. Корак 5: Први део скелета

Следећи кораци обухватају конструкцију треће димензије станишта Лепенског Вира. Први наредни корак је конструкција скелета помоћу три штапа. Његов врх је врх строго вертикалног штапа из темена златног угла сачињеног у кораку 3. Два штапа величине 360 налазе се испред и део су нагнутог једнакостраничног троугла величине 360, који укључује основну линију. Доњи крај трећег штапа је у ортоцентру хоризонталног једнакостраничног троугла величине 360. Ортоцентар је добијен у пресеку висина већ делимично изграђеног хоризонталног једнакостраничног троугла, који није потребно изградити у потпуности. Врх трећег штапа је врх помоћног вертикалног штапа (види Слике 7 и 8).



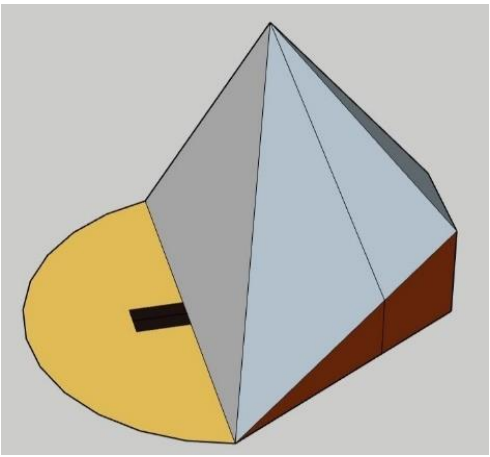
Слика 8. Корак 5: Први део скелета

Помоћни вертикални штап могао би бити уклоњен у овом кораку након конструкције првог дела скелета, или касније, а због добијања више слободног простора у унутрашњости станишта. Овакав први део скелета је јачи него скелет са вертикалним штапом. Он има пирамидални облик, може да носи већу тежину и бољи је са статичке тачке гледишта.

Архитекта Предраг Пеђа Ристић такође је дао реконструкцију станишта Лепенског Вира [22]. Његова реконструкција не подразумева конструкцију златног угла. У овом тексту није нужна даља разрада Ристићевог типа конструкције, али је нужно указати на то да је конструкција овде презентована у знатној мери другачија од поменуте.

6.6. Корак 6: Други део скелета

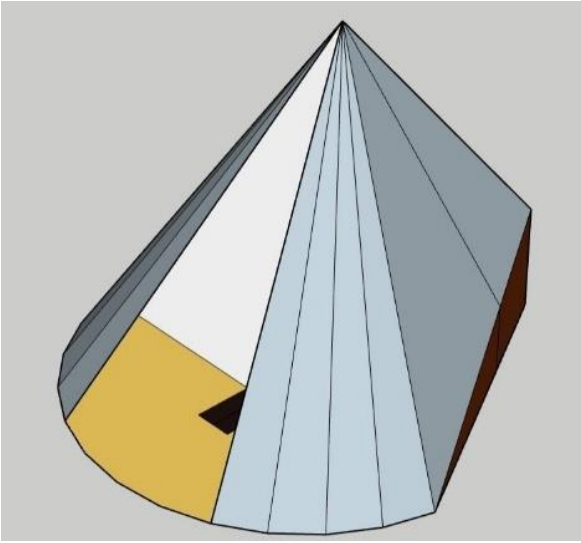
Други део скелета сачињен је од штапова који полазе из врха, који је почетна тачка изводница костура пирамидалног облика. Крајње тачке ових изводница су карактеристичне тачке на земљишту. Због тога је задња страна укопана као квадрат. Други део костура је иза основне линије величине 360 и садржи први део костура (види Слику 9). Поглед спреда на други део скелета је једнакостранични троугао величине 360.



Слика 9. Корак 6: Други део скелета

6.7. Корак 7: Трећи део скелета

Трећи део скелета може да се добије повезивањем врха станишта са луком претходно конструисаног златног угла из корака 1. Овај врх је врх дела омотача праве купе или пирамиде.



Слика 10. Корак 7: Трећи део скелета

Ови штапови могу бити на лучном размаку од 15°. Можемо сматрати да је основна линија пречник помоћног полукруга од 180° = 3 x 60°. Након конструкције поменутог полукруга једноставно је конструисати углове од 15°. Улаз у станиште је 60° и нема штапове на улазу (види Слику 10).

На тај начин је могуће добити одступања од овог модела који садржи златни угао. Такође, могуће је добити основу која је сличнија основи Д. Срејовића, а која је мање испупчена. Аутор сматра да овај модел треба да садржи лук златног угла.

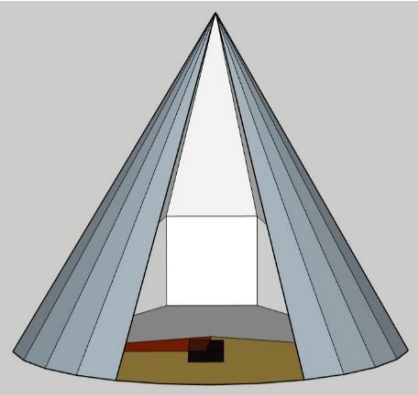
Близу улаза је место за огњиште (црна боја), које пресеца основну линију и изнад кога нема крова. Сада је поглед спреда такође пирамидалан, али је веома близак облику купе.

7. Резултати

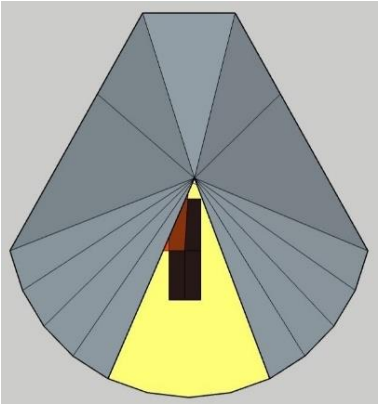
Корак 8: Коначни изглед једног од могућих модела станишта Лепенског Вира

Коначни изглед станишта Лепенског Вира могао би се добити пажљивим уклањањем помоћног вертикалног штапа (уколико није уклоњен у кораку 5) и штапа из ортоцентра недовршеног хоризонталног једнакостраничног троугла величине 360 (види Слике 6, 7 и 8). Ово омогућава бољу функционалност огњишта и повећава корисност животног простора.

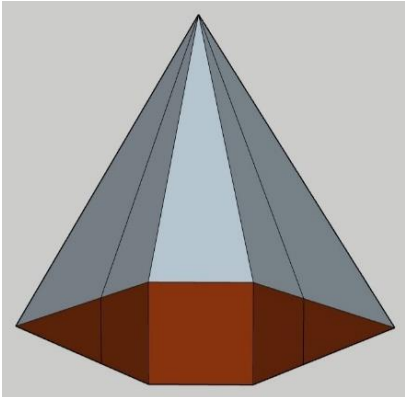
Слике 11, 12 и 13 показују коначни изглед једног од могућих модела станишта Лепенског Вира. Коначни поглед спреда налази се на Слици 11, поглед одгоре је на Слици 12 и поглед отпозади је на Слици 13.



Слика 11. Поглед спреда



Слика 12. Поглед одгоре



Слика 13. Поглед отпозади

Слика 14. Пример: четири штапа

Слика 15. Детаљ врха

Штапови на врху могу бити осигурани помоћу канапа и мреже (види Слике 14 и 15), који обезбеђују чврстоћу конструкције. Слика 14 и детаљ врха на Слици 15 приказују како је могуће извести врх станишта Лепенског Вира. Ове две слике су из Народног музеја у Пожаревцу, где је археолог Драган Јацановић материјализовао праисторијску технику градње. Ова конструкција представља конструкцију огњишта у каменом добу. Слична техника могла би да се користи за изградњу станишта Лепенског Вира.

8. Дискусија

8.1. Одступања од ауторовог модела

Слике 14 и 15 указују зашто је очувана предња лучна страна станишта Лепенског Вира мање испупчена од основе Д. Срејовића и ауторовог модела. Уколико је основа мање испупчена, онда је лакше добити и изградити скелет овог станишта.

Са модификованим и мање испупченим ауторовим моделом, огњиште је ближе улазу и има бољу функцију, а то је због тога што се користи принцип налик ономе када су грејачи смештени испод прозора (као код Френк Лојд Рајта). [6] Ова одступања омогућавају продуктима сагоревања да одлазе директно у атмосферу. Укопана задња страна повећава термичку стабилност станишта и зависи од нагиба и конфигурације терена.

8.2. Приступи других архитеката овој теми

Приступи у раду архитеката које ћемо надаље поменути важни су за биофилијско пројектовање изгледа једног од могућих модела станишта Лепенског Вира.

Златна пропорција је била позната још у античкој Грчкој. Еуклид је у Другој књизи „Елемената“ поменуо *континуалну поделу* [5]. Касније, у доба Римљана, Витрувије је користио антропоморфни узор у Трећој књизи о архитектури [3, 18]. Крајем XV столећа и у првој декади XVI века, Лука Пачоли је овај однос назвао *божанском пропорцијом* и покушавао је да нађе њену примену у архитектури. Засновано на томе, Леонардо да Винчи је сачинио цртеж *витрувијанског човека* крајем XV века.

Андреа Паладио је био ренесансни италијански архитекта у XVI веку. Написао је „Четири књиге о архитектури“ у Венецији 1570. године [14]. Паладијев рад, заснован на детаљном проучавању класичне римске архитектуре, даје граду Вићенци његов уникатни изглед, и стога је овај град стављен на Унескову листу светске баштине 1994. године [2]. Паладио је веома познат по примени златне пропорције у архитектури, нарочито у односу дужине и ширине, и створио је *теорију пропорција у архитектури* [13].

Веома важан за ову тему је и Френк Лојд Рајт (1867–1959), амерички архитекта. Његов приступ била је *органска архитектура* – као филозофија архитектуре која промовише хармонију између људског станишта и природног света, тј. окружења. Посматрано из термичког аспекта градње, *соларни полукруг* и *преријске куће* истичу се у Рајтовом опусу, док је значајан теоријски допринос дао у разматрању такозваних *усонијанских кућа*. [8] Архитектура XX века Френка Лојда Рајта уписана је у Унескову листу светске баштине 2019. године [2]. Као што је већ поменуто, Рајт је увео у архитектуру принцип да грејачи морају бити испод прозора [6], а сличан принцип је коришћен на Лепенском Виру, где је огњиште било смештено близу улаза, те су се продукти сагоревања одводили у атмосферу директно, без димњака.

Следеће име у низу значајних за ову тему је Ричард Бакминстер Фулер (1895-1983), амерички архитекта, математичар и проналазач. Фулеров најпознатији проналазак – *геодезијска купола* односи се на поље архитектуре. Структура ове куполе садржи троуглове повезане заједно у форму сферичног облика (тј. у облик лопте или полулопте). [8, 22] Фулерово извесно добро познавање математике и статике, које је користио за геодезијску куполу, појашњава претходно представљену конструкцију станишта Лепенског Вира.

9. Закључак

У овом раду је представљен изглед једног од могућих модела станишта Лепенског Вира. То није реконструкција неког специфичног појединачног станишта Лепенског Вира, већ је свако станиште варијанта овог модела у зависности од конфигурације терена. Резултирајући изглед заснован је на одговорима на два питања: која је сврха овакве градње и зашто су станишта грађена баш на такав начин.

Основе кућа указују на примењене мере за повећање енергетске ефикасности, које се могу разумети само када се посматрају унутар природног (географског, метеоролошког, биљног и астрономског) окружења. То је била енергетски ефикасна архитектура, о чему је

аутор раније већ писао. Улога Сунца и сунчевог зрачења на локалитету веома је важна за разумевање сврхе архитектуре Лепенског Вира. То је разлог зашто аутор користи биофилијски узор и златни угао у конструкцији станишта овог насеља.

У раду се даље објашњава важност биофилије и разлози њене примене у архитектури. Правилно коришћење сунчеве енергије повећава термичку стабилност станишта, док су златни угао и његова приближна конструкција од велике важности. Лист бршљана (лат. *Hedera helix*) је одабран за узор биофилијског пројектовања плана основе станишта Лепенског Вира. Кућа треба да има сличну грађу као лист, зато што листови ефикасно користе сунчеву енергију за фотосинтезу и филотаксију.

После кратког упознавања са праисторијским археолошким локалитетом Лепенски Вир и специфичним разлозима због којих су тамошња станишта грађена на оригиналан начин, аутор наставља с предлогом – корак по корак – како да се пројектује један од могућих модела станишта Лепенског Вира. Коначни изглед овог модела укључује пирамидалну форму, златни угао, једнакостранични троугао величине 360, укопани квадрат величине 90, као и укопавање у земљу. На тај начин, квадрат и једнакостранични троугао, као идеални геометријски облици, укључени су у конструкцију овог модела. Такође, величина 360 је била коришћена у геометрији станишта Лепенског Вира. Претпостављено је да је омотач станишта сачињен од лаких материјала. Материјализација праисторијске технике градње у Народном музеју у Пожаревцу Д. Јацановића указује на могућност такве изградње.

Одступања изведене конструкције од датог модела зависе од специфичог места на локалитету. Ова одступања омогућују бољу функцију огњишта, већу статичку стабилност и повећавају искоришћавање унутрашњег простора.

У раду су сведено представљени приступи архитектури Паладија, Рајта, Фулера и других, који су важни за овај биофилијски узор и изглед станишта Лепенског Вира.

Аутор сматра да представљени модел може да олакша градњу ових станишта у пракси. Материјализација ауторовог модела чека на своју реализацију.

Архитектура Лепенског Вира, сматрамо, била је архитектура златног угла. Овај археолошки локалитет је веома важан за разумевање одрживог развоја на планети, у светлу енергетске ефикасности у зградарству и архитектури, потом за уштеду енергије из фосилних горива за грејање и климатизацију у зградама и архитектури, за смањење емисије гасова са ефектом стаклене баште и превенцију ефеката климатских промена и глобалног загревања у савременом добу.

10. Литература

[1] *** (2016) *ПЛАН УПРАВЉАЊА НАЦИОНАЛНИМ ПАРКОМ ЂЕРДАП,* Доњи Милановац, Србија. https://npdjerdap.rs/wp-content/uploads/2020/01/Plan-upravljanja-Nacionalnim-parkom-Djerdap-2017-2026.pdf

[2] *** *UNESCO World Heritage site*. https://en.unesco.org/news/geopark-2020 https://whc.unesco.org

[3] Frings, M. (2002) 'The Golden Section in Architectural Theory', *Nexus Network Journal*, 4(1), pp 9–32. http://belveduto.de/text-nnj.htm

[4] Lalović, B. (1982) *Nasušno Sunce*. Beograd: Nolit.
[5] Lučić, Z. (2009) *Ogledi iz istorije antičke geometrije*, Beograd: Službeni glasnik.
[6] McCarter, R. (2013) *Frank Lloyd Wright*, translated by Denić, M., Beograd: CLIO.
[7] Meira, S. (2021) *Biophilic Design Blueprint*, lectures in Green Building School powered by UGREEN.
[8] Miloradović, N. B. (2009). *Thermal aspects of building construction – background and perspectives (Supplement to Sustainable development)*, Beograd: Gradjevinska knjiga.
[9] Miloradović, N. B. (2004) '*Eccentric shapes of buildings as optimal solutions for bioclimatic architecture'*, Proceedings of 35th International Congress of KGH, 35(1), pp. 114–119. https://izdanja.smeits.rs/index.php/kghk/article/view/5887
[10] Miloradović, N. B. (2016) 'Lepenski Vir – the prehistoric energy efficient architecture', *REHVA Journal*, 53(5), pp. 54-59. https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/lepenski-vir-the-prehistoric-energy-efficient-architecture
[11] Miloradović, N. B. (2019) 'Neolepenism as a type of energy efficient architecture", Proceedings of 50th International Congress of KGH, 50, pp. 373–380. https://www.neolepenism.house/wp-content/uploads/2020/04/Miloradovic-50-HVACR-Congress-Paper-ENG.pdf
[12] Miloradović, N. B. (2020) 'Neolepenism – the new thermal comfort construction facilities", *REHVA Journal*, 57(4), pp. 100-104. https://www.rehva.eu/rehva-journal/chapter/neolepenism-the-new-thermal-comfort-construction-facilities
[13] Mitrović, B. and Djordjević I. (1990) 'Palladio's Theory of Proportions and the Second Book of the Quattro Libri dell' Architettura', *Journal of the Society of Architectural Historians*, 49(3) pp. 279–292. https://doi.org/10.2307/990519
[14] Palladio, A. (2010) *The Four Books on Architecture*, превод Kleut I., Beograd: Gradjevinska knjiga.
[15] Strauss, S., Lempe, J., Prusinkiewicz, P., Tsiantis, M. and Smith R. S. (2020) 'Phyllotaxis: is the golden angle optimal for light capture?', *New Phitologist*, 225(1), pp. 499-510, https://doi.org/10.1111/nph.16040
[16] Tanasijević, M. (1989) *Rečnik egipatske civilizacije*, Beograd: OPUS.
[17] Todorović, B. (2009) *Projektovanje postrojenja za centralno grejanje*, Beograd: Univerzitet u Beogradu Mašinski fakultet.
[18] Vitruvius (2006) *De architectura libri decem*, превод Jadrešin Milić R., Beograd: Gradjevinska knjiga.
[19] Wilson, E. O. (1984) *Biophilia*. Cambridge: Harvard University press.
[20] Короленко, П. В. and Грушина Н. В. (2010). *Золотое сечение и самоподобные структуры в оптике*, Москва: Книжный дом ЛИБРОКОМ.
[21] Пуханчев, Ю. В. and Попов, Ю. П. (2010) *Математика без формул 1*, Москва: КомКнига.
[22] Ристић, П. (2011) *Истина Лепенског Вира,* Београд: Пешић и синови.
[23] Софрић, П. (1990) *Главније биље у народном веровању и певању код нас Срба (Фототипско изд. из 1912. год.),* Београд: БИГЗ.

[24] Срејовић, Д. (1969) *Лепенски Вир, нова праисторијска култура у Подунављу,* Београд: СКЗ.
[25] Срејовић, Д. and Церманović, А. (2000) *Речник грчке и римске митологије,* Београд: СКЗ & ЈП Службени лист СРЈ.
[26] Толстој, С. М. and Раденковић, Љ. (2001) *Словенска митологија – енциклопедијски речник*, Београд: ZEPTER BOOK WORLD.

Nenad B. Miloradović, B. Sc.
Belgrade, Serbia
neolepenism@gmail.com

BIOPHILIC PATTERN AND APPEARANCE OF LEPENSKI VIR HABITATS

ABSTRACT
Some of the best strategies for biophilic design are natural forms and patterns. Ivy (Hedera helix) is an evergreen creeping plant whose leaf was chosen as a pattern for the biophilic design of the ground plane of Lepenski Vir habitats.
Lepenski Vir is the prehistoric archaeological site on the Danube in Djerdap, Serbia (about 8,000 years old). Its discovery includes the remains of habitat floors.
This appearance of these habitats is based on the answer to the question: 'Why did they build habitats in this manner?' The sun and solar radiation are very important for understanding the purpose of the architecture of Lepenski Vir. The remains of the architecture of Lepenski Vir are the remains of the energy-efficient architecture, which the author has written about before.
In biophilic design, the golden angle of ϕ=137.507764…° (golden ratio in a circle) is related to the evolutionary tendency of optimal light capture for maximal photosynthetic activity. This appearance starts with an approximate golden angle construction. Finally, we get the shape of the Lepenski Vir habitat which includes a golden angle, an equilateral triangle 360 in size and a dug square – as one of the possible habitat models of Lepenski Vir.

Key words: biophilic design, Lepenski Vir habitats, golden angle, ivy (Hedera helix)