

**ПОБОЉШАЊЕ СПОЉАШЊЕГ ТЕРМАЛНОГ КОМФОРА У ФУТОШКОМ ПАРКУ  
IMPROVEMENT OF OUTDOOR THERMAL COMFORT IN FUTOSHKI PARK**

Теа Новаковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

**Област – АРХИТЕКТУРА**

**Кратак садржај** – У истраживању је испитан утицај инсолације на дечијем игралишту као месту социјализације најмлађих чланова заједнице, али и њихових родитеља и старатеља. Анализа је вршена у Футошком парку у Новом Саду. Циљ истраживања јесте смањење осунчаности дечијег игралишта и испитивање спољашњег термалног комфора на пешачким стазама помоћу софтвера за моделовање (*Rhinoceros*) и анализу (*Grasshopper*). Кроз анализу је мењана позиција игралишта, док су позиције дрвећа, објекта, као и пешачких стаза остали константни.

**Кључне речи:** Инсолација, спољашњи термални комфор, парк, дечије игралиште

**Abstract** – This research examined the impact of insolation on the children's playground as a place of socialization for the youngest members of the community, as well as their parents. The analysis was carried out in Futoski Park in Novi Sad. The aim of the research is to reduce the insolation of the children's playground and to analyze the outdoor thermal comfort on footpaths using software for modeling (*Rhinoceros*) and analysis (*Grasshopper*). During the analysis, the position of the playground changed, while the tree, building and footpaths remained constant.

**Keywords:** Insolation, Outdoor thermal comfort, Park, Playground

**1. УВОД**

Инсолација је ток сунчевог зрачења по јединици хоризонталне површине, то јест количина сунчевог зрачења примљена на датој површини у датом временском периоду [1]. Утицај инсолације на живот и активност људи може бити позитиван (додатно грејање и осветљење по хладном времену, бактерицидно дејство - убијају микробе и вирусе) и негативан (прегревање средине, непријатно осветљење, одсјај, низ негативних реакција на људе - стрес, води до слабљења локалних и системских имунолошких реакција, поремећаја кардиоваскуларног система и погоршање херпетичних инфекција) [2].

У урбаним срединама, некада природни материјали, сада су замењени бетоном, опеком и челиком, ваздух је замућен разним гасовима, честицама дима,

**НАПОМЕНА:**

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Бајшански, ванр. проф.

чађи и прашине. Нови материјали задржавају више топлоте, више загревају ваздух и враћају више топлоте у урбану средину ноћу.

Спољашњи термални комфор се дефинише као стање ума којим се изражава незадовољство термичким окружењем и процењује се субјективном оценом [3]. Универзални термални климатски индекс (енгл. Universal Thermal Climate Index -UTCI) се узима као погодан за оцену спољашњег термалног комфора на територији Европе.

Игралиште ствара окружење у коме деца могу да се забављају, уче и стичу нове вештине. Игра је неопходна за физички, друштвени и емоционални развој детета. Док трче, скачу и пењу се стичу основне моторичке вештине и самопоуздање, у најранијим годинама почињу да се баве спортом и стичу здраве навике. Игра им такође помаже да науче да деле, сарађују са другима и решавају конфликте. Из тог разлога, изузетно је битно обезбедити погодне услове за боравак на игралишту. Стога, циљ овог рада је анализирати постојеће стање и предложити нову позицију игралишта које има погодне услове за боравак у односу на инсолацију и термални комфор у градском парку.

**2. АНАЛИЗА ЛОКАЦИЈЕ**

Футошки парк је градски парк у Новом Саду, настао је почетком 20. века од некадашње велике шуме која се протезала до Футога. Обухвата површину од 8 хектара, 13 ари и 6 м<sup>2</sup>. Пројектовао га је мађарски пејзажни архитекта Армин Пец Млађи, у мешовитом стилу - доминантном у вртној архитектури тог периода. Обогаћује га веома значајан биљни фонд, са преко 100 различитих врста.

У парку се налази дечије игралиште, уз бетонску стазу са источне стране при излазу из парка ка хотелу Парк.

Иако је окружено високим дрвећем, његова локација није најбоља, јер је током већег дела дана изложен сунчевом сјају. На њему су постављена четири соларна панела, која стварају енергију за осветљавање игралишта ноћу.

**2. МЕТОДЕ КОРИШЋЕНЕ У ИСТРАЖИВАЊУ**

У истраживању је примењено параметарско моделовање, неколико различитих програма за вршење анализа и обраду података у циљу испитивања инсолације на дечијем игралишту и

термалног комфора на пешачким стазама на простору Футошког парка.

Алгоритам ће рачунати број осунчаних сати, а затим ће се на основу добијених података приказати оптимална позиција игралишта. Истраживању се приступа са премисом да је могуће наћи бољу локацију за дечије игралиште у оквиру задатог опсега.

### 2.1. Коришћени софтвери

Rhinoseros (Рајно или Рајно 3Д) је комерцијални софтвер за 3Д рачунарску графику и дизајн. Припада групи КЕД (CAD - Computer Aided Design) софтвера. Моделовање у програму се заснива на NURBS (Non-uniform rational B-spline) моделу, који користи базне сплајнове који се обично користи у рачунарској графици за представљање кривих и површина. Нуди велику флексибилност и прецизност за руковање и аналитичким и моделованим облицима.

Grasshopper је визуелни програмски језик. Покреће се у оквиру програма Рајна.

Користи се за параметарско моделовање за конструкцијски инжењеринг, параметарско моделовање за архитектуру и производњу, анализу перформанси осветљења за еколошки прихватљиву архитектуру и потрошњу енергије објеката. Ladybug Tools је колекција бесплатних рачунарских апликација које подржавају еколошки дизајн, производи различите интерактивне 3Д графике, анимације и визуелне приказе података. Користи се у архитектури и инжењерству за разне симулације.

### 2.2. Мерење инсолације

Ради што брже и једноставније анализе, геометрија мора бити једноставна. У Грасхоперу је асетована крива која означава зелене површине. Унутар ње је затим насумично распоређено 500 тачака. Свака тачка је добила свој квадрат како би се проверила удаљеност од пешачких стаза, а онда је асетована крива, која представља стазе и оквирну линију парка, односно зелених површина.

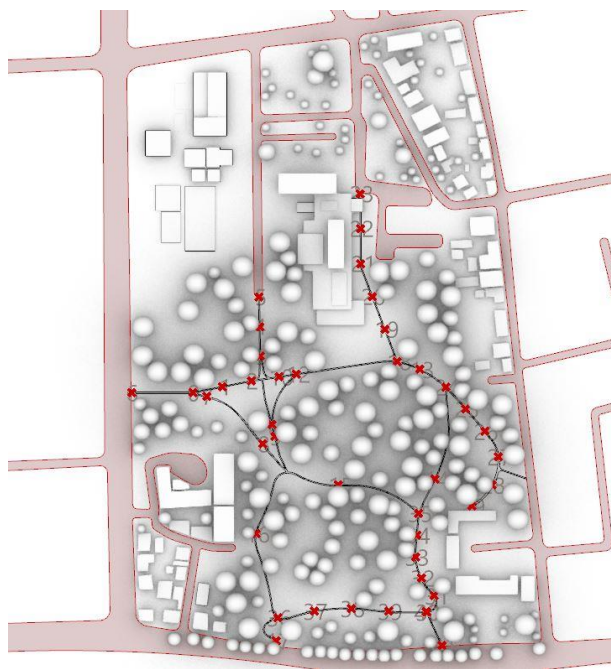


Слика 1. Анализиране позиције игралишта

Ово је урађено како би се у коду могао поставити критеријум да тачке насумично постављене по површини буду искључене из даље анализе ако су превише близу криве, како се игралиште не би нашло на пешачкој стази или на самом ободу парка (слика 1 – позиција игралишта). Компоненте из Лејдибаг плагина које врше анализу инсолације. Нод ImportEPW омогућава читавање климатског фајла, у коме су температурни подаци за одређени град током целе године по часовима. EPW фајл се спаја са вектором SunPath, која прави путању сунца, даје и векторе сунца за анализу сунчаних сати. У нод SunPath је укључен нод AnalysisPeriod. SunPath се даље повезује са DirectSunHours, ова компонента мери осунчаност неке површи, тако што рачуна број сати директне сунчеве светлости која падне на неку површ. Помоћу ње се одређује величина хелије, што је мања величина хелије, односно што је гушћи GRID то ће анализа бити прецизнија. Компонента DirectSunHours омогућава покретање анализе, када се са њом повеже дугме - Boolean Toggle. Следећи нод је Mass Addition, који се повезује са панелом у коме се приказује укупан број осунчаних сати, али и са List Length – показује укупан број хелија у GRIDу. Као крајњи резултат се добија просечан број сунчаних сати на тој локацији.

### 2.3. Мерење спољашњег термалног комфора

Код анализе спољашњег термалног комфора мери се телесна температура фигура које се постављају на одабране тачке. Анализа је вршена на бетонираним пешачким стазама и оптималној позицији дечијег игралишта из анализе за инсолацију. Као EPW фајл и у овој анализи, као и код анализе инсолације користи се SRB\_Belgrade.132720\_IWEC.epw фајл са подацима за Београд. Бира се период у коме се врши анализа. Изабран је 7.7. као дан са највишим дневним температурама и временски интервал од 12 сати, од 8:00 до 20:00.



Слика 2. Позиције на којима је мерен термални комфор

У овој анализи неопходна је средња температура зрачења. Добија се помоћу компоненте Solar Temperature Adjustor. Следећа компонента је Outdoor Comfort Calculator, она рачуна универзални термални климатски индекс или како је нама познато „субјективни осећај“.

Тачке су генерисане по линији које представљају стазе. Елементи који стварају засенчење су објекти и дрвеће који већ постоје у парку, повезују се у Context Shading у оквиру Solar Temperature Adjustor компоненте. Постављена је 41 тачка, на целој путањи кретања на различитим удаљеностима једне од друге (слика 2).

#### 2.4. Мерење инсолације на соларним панелима око дечијег игралишта

Соларни панели стварају електричну енергију тако што апсорбују сунчеву енергију која је неисцрпан извор и уз то бесплатан. Улазни податак је оптимална позиција дечијег игралишта из соларне анализе.

Око игралишта у ширини од 10 метара се ствара површ на коју се насумично распоређује 200 тачака. На сваку тачку се поставља површ и затим подиже на висину плоче соларног панела. Сви панели се ротирају за 45 степени у односу на хоризонталан положај.

### 3. РЕЗУЛТАТИ

Како би се добили конкретни подаци, упоређују се добијене вредности за постојеће и ново најбоље стање. Период анализе је био од 8:00 до 20:00, односно цео дан, цео период трајања сунчевог сјаја јер је игралиште намењено да се користи од јутра до вечери.

#### 3.1. Резултати соларне анализе постојећег стања

Укупан број осунчаних сати на почетном стању током периода од 12 сати је био 9,8092 сата, што је више од 80% времена под сунцем.

#### 3.2. Резултати соларне анализе на новим позицијама

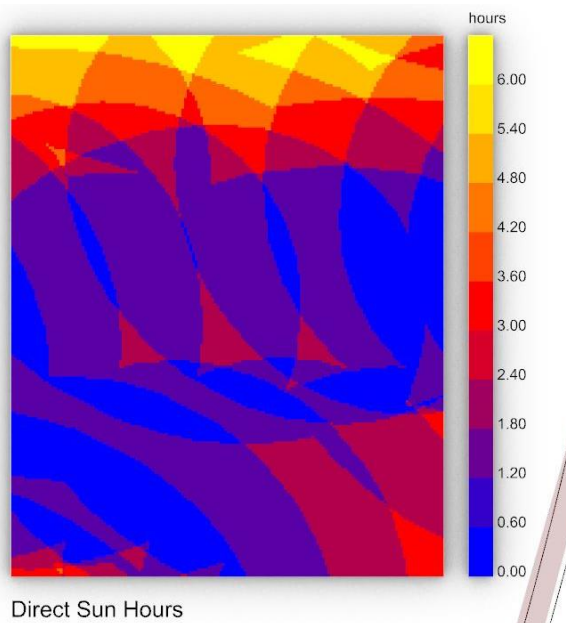
За испитивање инсолације је спроведено 190 анализа. Резултати су приказани у броју осунчаних сати. Сви резултати испод 3 сата укупне осунчаности су јако добри, док сви резултати изнад 10 сати значе прекомерну осунчаност и било каква употреба игралишта би била немогућа током топлих, летњих дана. Најбољи резултат је био 1,568 сати, а најлошији, односно резултат са највећим бројем осунчаних сати 11,994 што је целодневна осунчаност игралишта.

Након спроведених анализа, пронађена је оптимална позиција игралишта. На графику 1 могу се видети разлике у броју осунчаних сати на свим анализираним позицијама. Налази се на источној страни парка, уз пешачку стазу, око 500 метара од тренутне позиције игралишта. Ниједан део површи није осунчан дуже од 6 сати, а трећина површи је изложена сунчевом сјају око 3 сата у току најтоплијег дана у години.

Игралиште је потпуно окружено стаблима, удаљено од објеката и уз стазу, у близини има довољно слободног простора да се поставе соларни панели и довољно дрвећа да клупе за седење остану у хладу већину дана (слика 3 – графички приказ соларне анализе).

#### 3.3. Резултати анализе спољашњег термалног комфора на дечијем игралишту

Анализирана је постојећа локација, као и оптимална локација из соларне анализе. Постављено је 10 насумичних тачака на сваку површ, просечна температура међу њима је веома слична. На постојећој локацији температуре се крећу између 31 и 33°C и на граници је између умереног топлотног стреса и јаког топлотног стреса, а температуре на оптималној локацији су између 27 и 29°C и припадају групи умереног топлотног стреса.



Слика 3. Графички приказ резултата соларне анализе са скалом трајања осунчаности на оптималној позицији игралишта

#### 3.4. Резултати анализе спољашњег термалног комфора на пешачким стазама

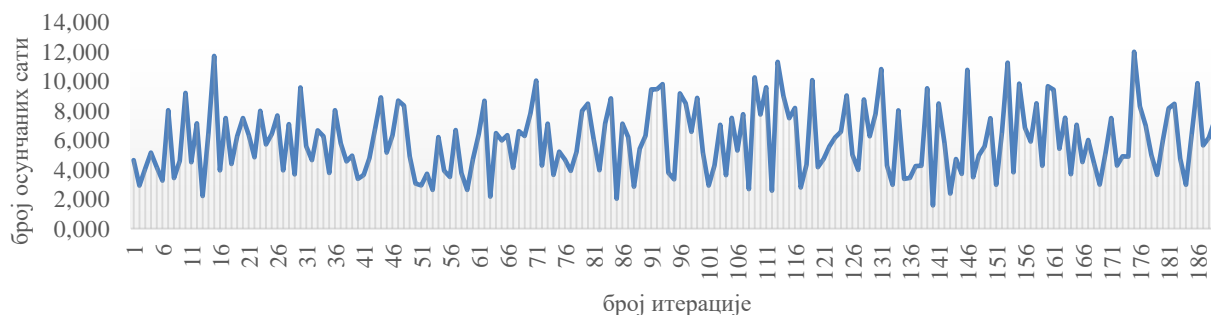
Анализа је извршена у периоду од 8 ујутру до 20 часова навече, температурна разлика између најниже и највише температуре је била око 4°C што је било очекивано јер је температура ваздуха ујутру и навече била слична на свим локацијама. Неколико температура је било у групи јаког топлотног стреса, док је већина припадала умереном топлотном стресу.

#### 3.5. Постављање соларних панела око дечијег игралишта

Ради крајње анализе и поређења резултата, прво је испитана инсолација на соларним панелима на тренутној позицији у Футошком парку. Како нема много стабала ни објеката око игралишта, очекују се велики број осунчаних сати соларних панела. У зависности од окренутости панела, разликује се број сати током којих је осунчан. Један панел има 8 сати осунчаности, други 10, а трећи 10,7. Друга два панела примају сунчеве зраке минимум 10 сати током летњих дана, стварајући велику количину електричне енергије. Панел са најмањом осунчаности је окренут ка северозападу, док је онај са највећом осунчаности окренут ка југозападу. Просечна осунчаност ова три панела јесте 9,6 сати.



График 1. Приказ итерација и броја осунчаних сати на новим позицијама дечијег игралишта



Након спроведене анализе и испитаних 200 различитих позиција кроз осам итерација - осам различитих положаја, за сваки положај су пронађена три панела са највећим вредностима, како би се међусобно могле поредити и пронаћи три позиције са највећом инсолацијом. Најбољи резултат је имао панел окренут ка северу и он је био изложен сунчевим зрацима 8,941 сата, панел са другим најбољим резултатом је био окренут ка југу са резултатом 7,898, трећи одабрани панел је такође био окренут ка југу и имао резултат 8,154. Просечно трајање осунчаности панела је 8,664 сати.

#### 4. ЗАКЉУЧАК

Истраживање је показало да се само помоћу једноставног алгоритма може пронаћи оптимална позиција, у овом случају дечијег игралишта, које ће бити већи део дана заштићено од сунчевог сјаја. Овај алгоритам се може применити на решавање свих сличних проблема, на позиционирање паркова, тргова, дрвећа на улици или у парку, као и надстрешница. Бољи резултати се могу остварити са сложенијим алгоритмом и другим програмима.

Након извршених анализа пронађена је нова позиција игралишта са мањом изложености сунцу, показало се да пешачке стазе нису на оптималној позицији и пронашла се нова позиција соларних панела. Како позиција стабала није промењена, анализа је веома реална и примењива, јер је игралиште лако за изместити, а стазе се могу заштитити новим стаблима. Заштитом стаза би се и клупе уз њих нашле у сенци, и на тај начин дуже очувале, али би и људи више седели

у парку и уживали у природи. Само мала интервенција би остварила напредак у животу деце која проводи време дружећи се и забављајући на игралишту, али и свих оних случајних пролазника у шетњи парком.

#### 5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/insolation> (приступљено у септембру 2023.)
- [2] Giyasov, A., 2019. The Role Of The Solar Irradiation Plate For Estimation Of The Insolation Regime Of Urban Territorie And Buildings. Light & Engineering, Vol. 27, No. 2, pp. 111–116.
- [3] Лукић, М. 2023. Зашто су неке врућине горе од других и шта је то спољашњи термални комфоропојам који се уопште не разматра у домаћој пракси, Клима 101

#### Кратка биографија:



**Тea Новаковић** рођена је у Врбасу 1999. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Архитектура – Архитектонска визуализација и симулација – Побољшање спољашњег термалног комфора у Футошком парку одбранила је 2023. год.  
контакт: tean383@gmail.com