

**СМАЊЕЊЕ ИНСОЛАЦИЈЕ ДЕЧИЈЕГ ИГРАЛИШТА ПРИМЕНОМ  
ПАРАМЕТАРСКОГ МОДЕЛОВАЊА****REDUCING THE INSOLATION OF THE CHILDRENS PLAYGROUND USING  
PARAMETRIC MODELING**Милица Симовски, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ДИГИТАЛНЕ ТЕХНИКЕ, ДИЗАЈН И  
ПРОДУКЦИЈА У АРХИТЕКТУРИ**

**Кратак садржај** – Сведоци смо бројних климатских промена које итекако утичу на свакодневни живот људи, а нарочито оних који живе у урбаним срединама. У току летњих месеци готово је немогуће да се нађе урбани простор који је пријатан за боравак људи, због прекомерне инсолације и високих температура. Као угрожена места су се у овом истраживању издвојила дечија игралишта, као кључни простори за социјализацију деце. Уз помоћ алгоритма који прорачунава осунчаност и температуру таквих простора, постоји могућност за испитивање великог броја другачијих конфигурација и решења који ће створити пријатније услове за боравак на њима.

**Кључне речи:** *Инсолација, Климатске промене, Спољашњи термални комфор, Параметарско моделовање*

**Abstract** – We are witnessing numerous climate changes that greatly affect the daily life of people, especially those living in urban areas. During the summer months, it is almost impossible to find an urban space that is pleasant for people to stay, due to excessive insolation and high temperatures. Children's playgrounds were singled out as endangered places in this research, as key spaces for children's socialization. With the help of an algorithm that calculates the insolation and temperature of such spaces, there is an opportunity to examine a large number of different configurations and solutions that will create more pleasant conditions for staying in them.

**Keywords:** *Insolation, Climate changes, Outdoor thermal comfort, Parametric modeling*

**1. УВОД**

Климатске промене су глобални феномен који у великој мери утиче како на рурални, тако и на урбани живот. Како их дефинише Међудржавни панел о климатским променама, климатске промене су „стање климе које може бити идентификовано променама у статистичкој дистрибуцији временских образаца, а да то траје већи временски период, обично деценијама или дуже“ [1].

**НАПОМЕНА:**

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

Оне последично настају под утицајем неког од два фактора-људски или природна ваијабилност. У исто време, градови су кључни фактор који доприноси климатским променама, пошто су урбане активности главни извори емисије гасова стаклене башге. Процене сугеришу да су градови одговорни за 75% глобалне емисије CO<sub>2</sub>, при чему су транспорт и индустријски објекти међу највећим емитерима [2].

**2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА**

Након истражене литературе, уочено је да постоји велики проблем са прекомерним загревањем урбаних целина у граду. Велики проблем су простори на којима људи често бораве током летњег периода (игралишта, паркови, базени и слично), а уједно су кључни у њиховом свакодневном животу и социјализацији. Управо из такве анализе, дефинисао се предмет овог истраживања, а то је како смањити осунчаност дечијих игралишта у једној урбаној структури, водећи рачуна о два битна параметра: позицији игралишта на локацији и распореду вегетације као природне заштите од сунца.

Циљ истраживања јесте индентификација проблема у вези са инсолацијом и смањење осунчаности на дечијем игралишту, спроводећи соларне анализе употребом различитих софтвера. Важно је осигурати да дечија игралишта пружају сигурно и пријатно окружење за игру и забаву током целе године, а истраживање прекомерне осунчаности и побољшање спољашњег термалног комфора може помоћи у остваривању таквог циља.

**3. МЕТОДЕ КОРИШЋЕНЕ У ИСТРАЖИВАЊУ**

Уз помоћ параметарског моделовања у раду ће бити приказано на које све начине може да се оптимизује прекомерна осунчаност на изабраној локацији, а самим тим и побољша спољашњи термални комфор. Кроз алгоритам анализа ће прорачунати максималан број осунчаних сати, а графички ће кроз скалу боја приказати на локацији више и мање осунчане делове. На основу добијених резултата вршиће се оптимизација задатих параметара на локацији смањујући број осунчаних сати и просечне температуре.

**3.1 Коришћени софтвери**

Програми који су коришћени за тродимензионално моделовање и параметарску анализу у овом раду су

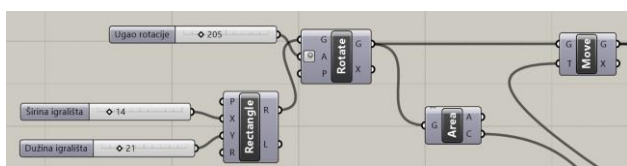
Рајносерос 3D (енг. Rhinoceros 3D) са додатком Грасхопер (енг. Grasshopper). Соларне анализе су вршене уз помоћ Грасхопер додатка Лејдибаг (енг. Ladybug).

### 3.2 Опис алгоритма

Алгоритам који је креиран у овом истраживању испитује најбољу позицију елемената локације у циљу смањења прекомерне осунчаности дечијег игралишта. Алгоритам користи тродимензионалне моделе, параметарско моделовање и соларне анализе да би испитао сва потенцијална решења. У даљем раду биће описане све фазе алгоритма које су неопходне да би се осунчаност испитала на што већем броју различитих урбаних геометрија и варијација.

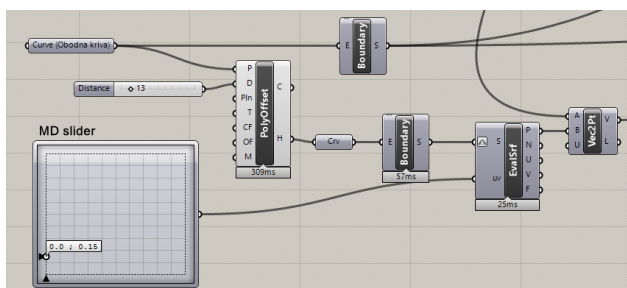
#### 3.2.1 Геометрија и параметризација елемената

Рајно нам служи да поставимо кључну геометрију као што су површ где се налази игралиште, дрвеше и околни објекти. Тако задата геометрија се са адекватним компонентама повезује са Грасхопером и представља основу за даље истраживање. Након поставке геометрије у Рајну прелази се на рад у Грасхоперу. Први корак је задати облик и димензије жељеног игралишта које ће, са проналаском његове средишње тачке, моћи да се помера и ротира на жељеној површи, слика 1.



Слика 1: део кода који дефинише димензије и облик игралишта

Пошто је геометрија игралишта дефинисана, следећи корак је дефинисати површ на којој ће се налазити игралиште. Њена улога јесте да одреди оквире у којима може да се налази игралиште, тако да не омета кретање људи и не долази у додир са објектима у непосредној околини. Она такође служи да се за њу веже геометрија дрвеша која ће утицати на анализу. Кључно је дефинисати насумичну тачку на њеној површи уз помоћ MD слајдера која ће се везати за центар игралишта, слика 2.



Слика 2: део кода који дефинише површ са игралиштем и тачком уз помоћ које ће се игралиште померати

Остало је још да се дефинише геометрија дрвеша која је претходно моделована у Грасхоперу. У овом делу битан је број дрвеша који улази у анализу јер он уједно

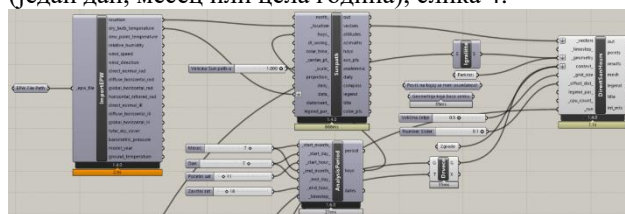
одређује број насумичних тачака које ће се распоређивати на површи око игралишта. Променом seed-а распоред тачака се мења, а са њиховим адекватним везивањем за центре дрвеша мења се и позиција дрвеша, слика 3.



Слика 3: део кода који веже геометрију дрвеша за насумичне тачке на површи

#### 3.2.2 Соларна анализа

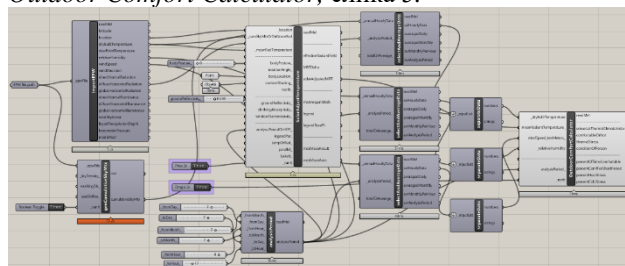
Након дефинисања елемената који ће представљати улазне податке у даљој анализи, кључан за даљи рад и мерење инсолације је додаток Лејдибаг. Уз помоћ компоненте *ImportEPW* читавају се подаци из климатског фајла који ће служити за касније мерење инсолације. Збир свих тих параметара служи за одређивање путање Сунца која може да се дефинише за одређени период, дан или сат користећи компоненту *AnalysisPeriod*. Компонента *Direct Sun Hours* прорачунава осунчаност задатих површи за сваки сат у складу са дефинисаним периодом анализе (један дан, месец или цела година), слика 4.



Слика 4: део кода који извршава соларну анализу

#### 3.2.3 Анализа спољашњег термалног комфора

Поред соларне анализе, за истраживање је било важно урадити и анализу спољашњег термалног комфора како би се добила објективна слика о томе како ће се човек заиста осећати у таквом урбаном окружењу. За анализу спољашњег термалног комфора су неопходни исти улазни параметри који дефинишу геометрију у сцени као код соларне анализе због компатабилности резултата обе анализе. Компонента *import EPW* читава неопходне податке из климатског фајла који ће даље бити улазни параметри неопходни за рад компоненте *Solar Adjust Temperature*. Уз помоћ ње се прорачунава средња температура радијације на основу које се добија крајњи резултат компонентом *Outdoor Comfort Calculator*, слика 5.

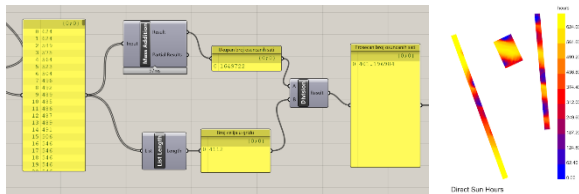


Слика 5: део кода који извршава анализу спољашњег термалног комфора

### 3.3 Очитавање резултата соларне анализе

Након покретања анализе добија се нумерички и графички резултат који се очитава и анализира. Нумерички резултат је број осунчаних сати за сваку ћелију претходно дефинисаног квадратног грида који може да се упросечи како би се добио просечан број осунчаних сати за целу површ, слика 6.

Графички резултат представљен је кроз градијент боја који чине обојени квадрати грида, где сваки квадрат има боју спрема броја осунчаних сати.

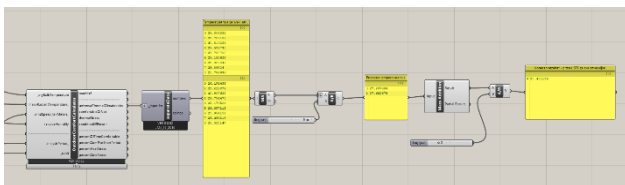


Слика 6 (лево) део кода који прикупља резултате анализе и упросецује их; (десно) графички приказ анализе у Рајну

### 3.4 Очитавање резултата анализе спољашњег термалног комфора

Процену спољашњег термалног комфора у урбаној средини могуће је евалуирати употребом било ког термалног индекса.

У овом раду је за процену коришћен *UTCI* (*Universal Thermal Climate Index*) [3] индекс који се изражава у степенима Целзијуса [°C]. *UTCI* је скала која приказује температуру онако како је ми “осећамо” и узима у обзир температуру зрачења, релативну влажност и брзину ветра. Њене вредности се добијају уз помоћ компоненте *Outdoor Comfort Calculator* и могу се вредновати уз помоћ *UTCI* индекса, слика 7.



Слика 7 део кода који на основу израчунате средње температуре зрачења рачуна *UTCI* индекс и даје резултате за сваки сат анализе у [°C]

## 4. ОДАБРАНА ЛОКАЦИЈА

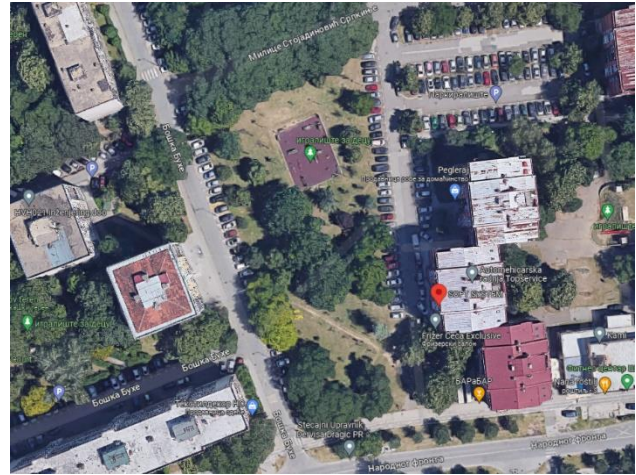
Приликом одабира локације на којој ће бити примењене методе овог истраживања утицало је више фактора. Ради што дубље анализе и детаљнијег приступа случају, неопходно је било одабрати локацију у непосредном окружењу којој ће се у различитом периоду дана моћи приступити и анализирати временски услови.

Одабрано је да то буде већи јавни простор на територији Новог Сада који својом тренутном позицијом и климатским условима представља ризик за боравак на њему током летњих месеци.

Локација која је одабрана је игралиште на Лиману 2, оивичено улицама Народног Фронта, Милице Стојадиновић Српкиње и Бошка Бухе, слика 8.

## 5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање је спроведено као упоредна анализа два могућа сценарија на локацији. За први сценарио је узето постојеће стање како би се добио резултат на основу ког ће се оценити да ли је заиста спољашњи термални комфор побољшан, а осунчаност смањена на игралишту и паркинзима око локације.



Слика 8: позиција игралишта у урбаном блоку

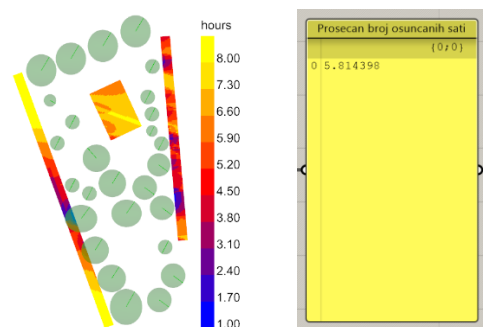
Други сценарио ће бити најбоље решење добијено кроз анализу, померајући дрвеће и игралиште на локацији, са циљем побољшања тренутне ситуације користећи елементе који се већ налазе на локацији. Битно је напоменути да је истраживање спроведено за најтоплији дан из EPW фајла, конкретно 7. Јул, у периоду од 11h-18h.

### 5.1 Резултати анализе постојећег стања

Како би се добио релевантан резултат који ће приказати тренутно стање на локацији неопходно је извршити соларну анализу и анализу спољашњег термалног комфора за постојећу диспозицију дрвећа и игралишта, слика 9.

#### 5.1.1 Соларна анализа

Након адекватно постављених свих претходно помнутих параметара који утичу на соларну анализу, добија се нумерички и графички резултат. Анализиран је дан 7. Јул, у периоду од 10-18h што укупно представља 8h на којима је спроведена анализа. За тако дефинисан период анализе нумерички резултат говори да је просечан број осунчаних сати за игралиште и паркинге ~6h, што је од укупних 8h готово цео временски интервал, слика 9.



Слике 9: (лево) графички приказ резултата соларне анализе постојећег стања; (десно) нумерички резултат соларне анализе постојећег стања

### 5.1.2 Анализа спољашњег термалног комфора

Према UTCI скали, уз помоћ које се вреднују добијене вредности, све температуре добијене након извршене анализе се крећу између између 31°C и 34°C што спада у категорије настанак топлог стреса и јак топли стрес. Обе категорије су изузетно неповољне по боравак људи у летњем периоду и самим тим говоре колико је прекомерна осунчаност изражена.

### 5.2 Резултати анализе побољшаног стања

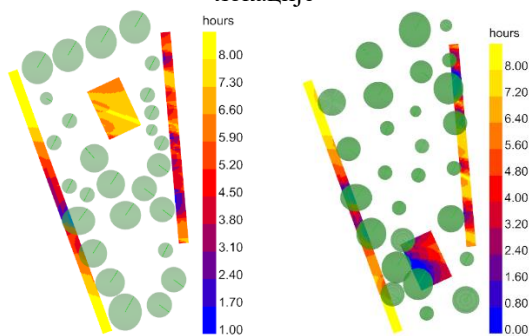
Како би анализа била што систематичнија, одређено је пет карактеристичних позиција игралишта на локацији, спрам којих се мењао распоред дрвећа у 100 итерација. На тај начин је спроведено 500 различитих анализа на основу којих ће се извући најрелевантнији резултат. Након спроведених свих анализа, најбољи резултат је добијен за Позицију 2 са приближно 4.2 осунчана сата. На основу добијених резултата соларне анализе и добијених најбољих решења за сваку испитану позицију, сличан приступ истраживања се применио и на анализи спољашњег термалног комфора. За сваку позицију анализе спољашњег термалног комфора је узета диспозиција дрвећа за коју се испоставило да је оптимално решење те позиције у соларној анализи, са тим да се положај тачака анализе дуж паркинга није мењао како би резултати били међусобно упоредљиви. И код ове анализе, најбољи резултати су добијени код Позиције 2.

### 5.3 Упоредна анализа резултата

Што се тиче соларне анализе, постојеће стање је упоређено са најбољим резултатима пет анализираних локација и утврђено је да најмањи број осунчаних сати има Позиција 2 са свега 4,17 осунчана сата. Поредићи то са постојећим 5,81 осунчана сата, са извршеним интервенцијама постигло би се побољшање од чак 1.64h у току једног дана, слика 10.

Просечан број h	
Тренутно стање	5,814398h
Позиција 1	4,405642h
Позиција 2	4,167315h
Позиција 3	4,212549h
Позиција 4	4,20963h
Позиција 5	4,180934h

Табела 1: најбољи просечан број осунчаних сати сваке локације



Слике 10: (лево) постојеће стање; (десно) потенцијално најоптималније решење на основу извршених анализа

Код спољашњег термалног комфора поређене су просечне температуре сваке референтне тачке за сваку позицију као и укупне просечне температуре свих тачака за сваку позицију. Тим поступком уочава се да је до највећег побољшања дошло у анализи Позиције 2 са побољшањем од чак 1.33°C.

## 5. ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања приказују како применом одговарајућих програма и алгоритама може да се дође до бољег решења у урбаној средини, а које није предвидиво без употребе истих. Предност алгорита креираног у овом истраживању јесте да може да се примени на било коју другу локацију сличне намене уз предуслов да постоје одговарајући климатски фајлови.

Оно што је ово истраживање хтело да покаже јесте како само мала интервенција у урбаној заједници може да значи много. Поред тога што би се формирала пријатнија клима за боравак деце на игралиштима, уз то долази велики низ бенефита као што су појачана социјализација, дружење и квалитетније одрастање у урбаним срединама. Понекад за велике промене није неопходно много, а ово истраживање управо показује како са правилним промишљањем онога што би свакако нашло своје место на локацији може да се направи много пријатније окружење за боравак људи. Ако би се овакав начин размишљања и планирања имплементирао на већину градских паркова и урбаних простора цео град би постао много функционалнија и пријатнија средина за живот.

## 6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2014: AR5 Synthesis report, [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR\\_AR5\\_FINAL\\_full.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf)
- [2] – Lehmann S. Reconnecting with nature: Developing urban spaces in the age of climate change <https://doi.org/10.12688/emeraldopenres.12960.1>
- [3] – (International Union of Physiological Sciences- Thermal Commission, 2003; Journal of Thermal Biology 28, 75-106).

### Кратка биографија:



**Милица Симовски** рођена је у Врбасу 1999 године. Дипломирала је 2022. године на Департману за архитектуру и урбанизам, Факултет техничких наука. Мастер рад на тему Смањење инсолације дечијих игралишта одбранила је 2023. године.

контакт: milicasimovski99@gmail.com