

Јована Бошковић¹
Никола Панџић²

ИНТЕГРАЦИЈА ДИГИТАЛНИХ АЛАТА У ПРОЦЕС ИЗРАДЕ УРБАНИСТИЧКИХ ПЛАНОВА - ТРИ НИВОА ПРИМЕНЕ

INTEGRATION OF DIGITAL TOOLS INTO THE URBAN PLANNING PROCESS - THREE LEVELS OF APPLICATION

РЕЗИМЕ: Савремено урбанистичко планирање захтева интеграцију просторних података и аналитичких алата у јединствено дигитално окружење ради ефикаснијег доношења одлука. Рад приказује три нивоа дигитализације процеса на примеру Новог Сада. Први ниво односи се на концепт новог софтверског решења заснованог на ГИС платформи, које би омогућило бржу анализу урбанистичких сценарија, аутоматску проверу инфраструктурних ограничења и генерисање планских смерница. Циљ оваквог софтвера је убрзање процеса израде урбанистичких планова и смањење ризика од грешака у планирању. Други ниво представља употребу транспортног модела града Новог Сада (NOSTRAM), у оквиру којег је израђена макросимулација саобраћајних токова у програмском пакету „PTV Visum“. Подаци добијени симулацијом извезени су у .shp формат, чиме је обезбеђена универзална применљивост и једноставна размена података. Трећи ниво односи се на презентацију водоводне и канализационе мреже града Новог Сада, експортиране из ГИС базе и приказане у Google Earth окружењу, као и приказивање резултата саобраћајног модела анализе Сремске стране Новог Сада.

Кључне речи: водовод; канализација; ГИС; транспортни модел; инфраструктура.

ABSTRACT: Modern urban planning requires the integration of spatial data and analytical tools into a unified digital environment to enable more efficient decision-making. This paper presents three levels of process digitalization using the city of Novi Sad as a case study. The first level introduces a concept for a new GIS-based software solution designed for rapid analysis of urban scenarios, automated verification of infrastructural constraints, and the generation of planning guidelines. The goal of such software is to accelerate the urban planning process and reduce the risk of planning errors. Through these three approaches, the paper highlights key directions for the digital transformation of urban planning. The second level demonstrates the use of the city's transport model (NOSTRAM), featuring traffic flow macrosimulations developed in the PTV Visum software suite, with data exported to .shp format for universal applicability. The third level involves the presentation of the city's water and sewage network, exported from a GIS database and displayed within the Google Earth environment, as well as displaying the results of the traffic model analysis of the Srem side of Novi Sad.

Keywords: water supply; sewerage; GIS; transport model; infrastructure.

1. УВОД

Савремено урбанистичко планирање суочава се са све већом сложености простора, инфраструктурних система и међусобних односа између различитих сектора. Истовремено, процес израде планске документације у пракси се и даље у великој мери ослања на традиционалне методе рада, које не омогућавају довољно ефикасно обједињавање података нити њихову брзу анализу.

У таквим условима, посебно долази до изражаја потреба за унапређењем начина на који се просторни и инфраструктурни подаци прикупљају, обрађују и презентују. Класични 2D прикази често нису довољни за јасно сагледавање сложених система, због чега се јавља потреба за применом дигиталних алата који омогућавају интерактивну и прегледну визуелизацију података, као и њихову лакшу интерпретацију у процесу доношења одлука.

Паралелно са унапређењем начина презентације, све већи значај има и могућност интеграције различитих секторских анализа у јединствено дигитално окружење. У пракси се саобраћајне, хидротехничке и правне анализе често разматрају одвојено, што може довести до неусаглашености и потребе за накнадним корекцијама планских решења. Увођењем дигиталних платформи заснованих на ГИС технологијама, отвара се могућност обједињавања ових података и њихове заједничке анализе.

¹ Јована Бошковић, мастер инжењер грађевинарства, ЈП Урбанизам Нови Сад, Служба за инфраструктуру, jovana.bakmaz@nsurbanizam.rs

² Никола Панџић, мастер инжењер саобраћаја, ЈП Урбанизам Нови Сад, Служба за инфраструктуру, nikola.pandzic@nsurbanizam.rs

Посебан значај у том процесу имају и симулациони модели, који омогућавају сагледавање последица планираних интервенција, нарочито у области саобраћаја. Интеграцијом резултата оваквих анализа у просторно окружење, урбаниста добија додатни ниво информација који доприноси квалитетнијем разумевању функционисања простора.

У том контексту, дигитални алати не представљају само средство за приказ података, већ основу за развој интегрисаних система који омогућавају бржу анализу, симулацију и процену различитих урбанистичких сценарија. Такав приступ доприноси ефикаснијем процесу израде планова, смањењу ризика од грешака и бољој усклађености између различитих секторских захтева.

2. КОНЦЕПТ И ПРИНЦИП ФУНКЦИОНИСАЊА СОФТВЕРСКОГ СИСТЕМА

Предложени софтвер заснива се на модуларном принципу рада, при чему сваки учесник у процесу израде урбанистичког плана користи одговарајући функционални модул у складу са својом струком. Основна идеја система није у замени постојећих специјализованих алата, већ у њиховој интеграцији и подршци урбанистичком одлучивању кроз убрзање процеса и бољу организацију података.

Заснива се на интеграцији функционалних модула у јединствени аналитички систем, у којем сваки модул представља извор специфичних података и ограничења, док алгоритамски оквир омогућава њихову међусобну повезаност и заједничку евалуацију.

Принцип функционисања предложеног софтвера заснива се на дефинисању скупа правила која описују односе између урбанистичких параметара и инфраструктурних ограничења. Ова правила имплементирана су кроз логику типа IF/THEN, која омогућава аутоматску евалуацију унетог урбанистичког сценарија.

Геодетски модул: Примењује се у почетној фази израде планског документа и заснива се на уносу катастарске подлоге обухвата планског документа. На основу доступних података, софтвер аутоматски препознаје парцеле унутар обухвата и омогућава њихов преглед у односу на планирано решење. Улазни подаци су:

- катастарска подлога плана
- граница обухвата планског документа
- бројеви парцела
- положај постојећих објеката
- основни геодетски елементи релевантни за израду планског документа

У даљој фази, геодетски модул је повезан са званичним евиденцијама Републичког Геодетског Завода, чиме би било омогућено аутоматско препознавање власничке структуре земљишта. Излазни подаци:

- преглед парцела унутар обухвата плана
- графички приказ парцела захваћених планираним јавним површинама, саобраћајницама или инфраструктурним коридорима
- идентификација парцела које захтевају додатну проверу
- основа за каснију анализу власничке структуре

Оно што је срж овог модула је та, да се у циљу брже израде планског документа, изврши аутоматска класификација земљишта и да се графички прикаже у две основне категорије:

- јавно земљиште
- приватно земљиште

Овакав приказ омогућава урбанисти да већ у почетној фази сагледа власничку структуру простора и идентификује зоне у којима планирано решење захтева интервенцију на приватном земљишту, чиме се унапређује реалност и спроводивост планског решења.

Правни модул: Правни модул има за циљ да унапреди организацију и праћење услова које издају јавна и јавно-комунална предузећа, а који представљају обавезан део процеса израде урбанистичког плана.

На основу врсте планског документа и обухвата плана, софтвер би генерисао листу надлежних институција од којих је потребно прибавити услове. Након пријема услова, корисник би уносио релевантне податке, укључујући датум издавања и рок важења. Софтвер би затим омогућавао:

- евиденцију свих прибављених услова
- интеграцију услова у плански документ
- праћење њиховог важења
- аутоматско сигнализирање истека или приближавања истека рока

Ово би могло бити приказано у виду прегледне табеле, чиме, на тај начин, правни аспект процеса постаје прегледнији и организованији, и смањује се могућност кашњења и потребе за поновним прибављањем услова.

Саобраћајни модул: Саобраћајни модул заснива се на интеграцији постојећих саобраћајних анализа и модела у процес урбанистичког планирања. Посебан значај има могућност укључивања резултата саобраћајних модела (PTV Visum) у ГИС окружење. Софтвер би омогућио преглед оптерећења саобраћајне мреже и идентификацију потенцијално проблематичних деоница, чиме би урбаниста добио основу за доношење одлука у вези са регулацијом и планирањем саобраћајница.

Урбанистички параметри – спратност и интензитет изградње: У оквиру предложеног софтвера, урбанистички параметри, као што су спратност, густина становања и процењени број становника, представљају основне улазне вредности које покрећу даљу анализу система. Након њиховог уноса, софтвер аутоматски врши њихову просторну дистрибуцију по зонама или парцелама и повезује их са постојећим инфраструктурним и просторним условима.

На основу унетих параметара, систем процењује њихове непосредне последице на коришћење простора, пре свега у погледу заузетости површине, оптерећења инфраструктуре и потреба за додатним садржајима. Повећање спратности или густине изградње, на пример, доводи до повећања броја корисника, што се рефлектује на веће оптерећење саобраћајне и комуналне инфраструктуре, као и на потребу за већим уделом јавних и зелених површина. У оквиру алгоритамског оквира, ове промене се мењају кроз дефинисана правила. На пример:

IF (АКО) >>> повећање спратности и броја становника доводи до прекорачења планерских прагова за одређену зону THEN (ОНДА) >>> софтвер генерише упозорење и указује на потребу корекције урбанистичких параметара, повећања површина јавне намене или увођења фазне реализације.

На овај начин, систем омогућава да урбаниста у реалном времену сагледа последице измена параметара и прилагоди планско решење пре него што се приступи детаљнијим анализама.

Хидротехнички модул: Хидротехнички модул заснива се на планерској процени односа између предложеног урбанистичког решења и постојећих инфраструктурних капацитета водоводног и канализационог система. За разлику од пројектантских алата, овај модул не врши детаљне хидрауличке прорачуне, већ омогућава рану идентификацију потенцијалних ограничења у простору.

Основу за анализу чине подаци о постојећој водоводној и канализационој мрежи, као и урбанистички параметри, пре свега спратност, густина изградње и процењени број корисника. Након уноса ових параметара, софтвер врши њихову просторну расподелу и повезује их са инфраструктурним системима, чиме се омогућава процена оптерећења по зонама.

Повећање спратности или густине изградње директно утиче на повећање броја корисника, што за последицу има веће оптерећење канализационог система и већу потрошњу воде. У оквиру алгоритамског оквира, ове промене се анализирају кроз дефинисана правила, при чему систем препознаје ситуације у којима планирани развој може довести до прекорачења планерских прагова.

У таквим случајевима, софтвер не даје коначно решење, већ генерише упозорења и смернице које указују на потребу корекције урбанистичких параметара, увођења фазне реализације или планирања додатних инфраструктурних капацитета.

Посебан сегмент модула односи се на одвођење атмосферских вода. Повећање изграђености и смањење зелених површина доводи до повећања непропусних површина, што утиче на интензитет површинског отицања. Софтвер у таквим ситуацијама сигнализира потребу за планирањем ретензионих површина, повећањем удела зелених површина или применом других мера за ублажавање оптерећења система.

На овај начин, хидротехнички модул омогућава да се инфраструктурна ограничења сагледају већ у раној фази израде плана, чиме се смањује ризик од неодрживих решења и потребе за накнадним корекцијама. Тиме се обезбеђује боља усклађеност између урбанистичког развоја и могућности инфраструктурних система.

Алгоритамски оквир и логика функционисања софтвера: Систем омогућава обједињену анализу различитих секторских захтева, при чему сваки модул доприноси коначној процени урбанистичког решења кроз јасно дефинисану улогу у процесу.



Слика бр. 1. Шематски приказ алгоритамског тока система:

3. МАКРОСИМУЛАЦИЈА САОБРАЋАЈНИХ ТОКОВА

Савремени свет, укључујући и транспортни сектор, пролази кроз брзе и интензивне промене. Иако се суочавамо са напретком технологије и развојем инфраструктуре, многи проблеми из прошлости и даље су присутни – попут саобраћајних загушења, загађења, саобраћајних незгода, финансијских ограничења и неједнаке доступности транспорта. Ови проблеми се не само задржавају, већ се често јављају у сложенијим и распрострањенијим облицима, упркос напорима да се ублаже кроз класичне мере управљања саобраћајем. Развој информационих технологија донео је нове могућности у планирању и управљању транспортом. Савремени транспортни системи све више се ослањају на напредне моделе и симулације, чиме се унапређује процес доношења одлука. У условима глобализације и убрзане урбанизације, посебно у земљама у развоју, транспортни проблеми постају још израженији. Ограничени ресурси, недостатак квалитетних података и стручног кадра додатно отежавају планирање и развој одрживих транспортних система. У том контексту, транспортно моделирање представља важан алат који омогућава поједностављено представљање реалних система и анализу њиховог понашања. Иако модели не могу заменити процес планирања, они пружају значајну подршку у доношењу одлука, омогућавајући боље разумевање комплексних односа унутар транспортног система. Њихова вредност огледа се у способности да пруже објективну основу за евалуацију различитих сценарија и планерских решења.

PTV Visum (у *наставку текста: Visum*) је специјализовани софтвер намењен за макроскопско моделовање и анализу саобраћајних система. Развијен је од стране компаније *PTV Group* и представља један од најчешће коришћених алата у области саобраћајног инжењерства и урбаног планирања. У основи, *Visum* служи за симулацију и прогнозу кретања путника и возила на нивоу целокупних градова, региона или држава. За разлику од микросимулационих алата (који анализирају понашање појединачних возила), *Visum* користи макроскопски приступ, где се саобраћај посматра кроз токове, оптерећења и релације између зона.

Софтвер омогућава израду транспортних модела заснованих на тзв. четворофазном моделу саобраћаја, који обухвата:

- генерисање путовања (колико се путовања ствара у одређеној зони);
- дистрибуцију путовања (где та путовања иду);
- избор превозног средства (аутомобил, јавни превоз, пешачење итд.);
- расподелу саобраћаја на мрежу (додела токова на конкретне саобраћајнице).

Помоћу ових функција, *Visum* се користи за:

- анализу постојећег стања саобраћаја;
- процену будућих оптерећења услед урбаног развоја;
- тестирање различитих планских решења (нпр. изградња нових саобраћајница или увођење јавног превоза);
- израду стратешких саобраћајних студија и планова мобилности.

Нови Сад се деценијама доминантно развијао на левој обали Дунава, што је довело до високог степена урбанизације и скоро потпуног исцрпљивања просторних капацитета на Бачкој страни. Услед пренасељености и интензивне изграђености централних градских зона, фокус даљег стратешког ширења града природно се помера ка Сремској страни. Ова транзиција подразумева трансформацију десне обале из претежно резиденцијално-руралних и рекреативних целина у динамичне урбане зоне са високом густином становања, што је и предвиђено актуелним планским документима. Овакав радикалан заокрет у урбанизму директно условљава потребу за:

- Анализом нових саобраћајних токова, јер ће планирана изградња стамбених комплекса на Сремској страни генерисати значајну саобраћајну потражњу која превазилази капацитете тренутне уличне мреже;
- Евалуацијом утицаја нове инфраструктуре, где два нова моста не представљају само транзитне правце, већ кључне артерије које морају да интегришу новонастале центре атракције на десној обали са остатком градског ткива;
- Свеобухватним сагледавањем мобилности, како би се кроз превентивно планирање избегли сценарији саобраћајног загушења и нарушавања квалитета живота у деловима града који тек треба да досегну свој пуни развојни потенцијал.

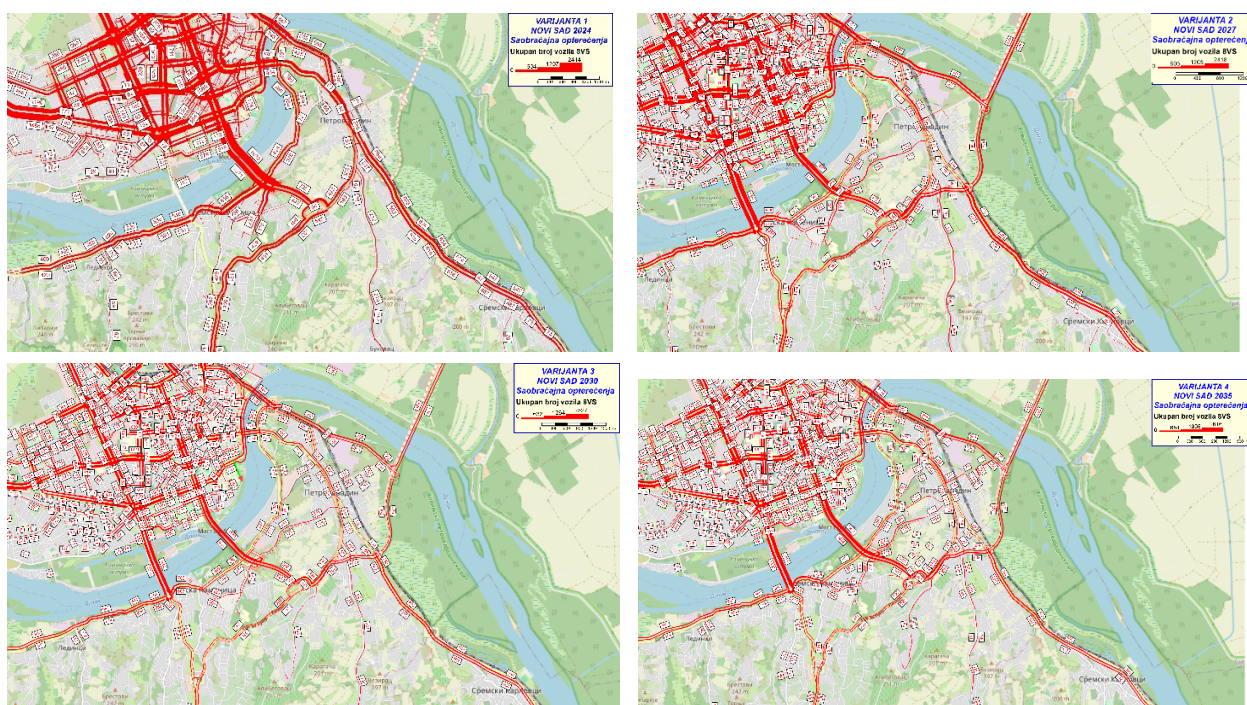
Значајни саобраћајни инфраструктурни пројекти који су у току, а чијом реализацијом ће лева и десна обала Дунава бити повезана са два нова моста, потребно је анализирати функционисање саобраћајног система на десној обали Дунава у будућем периоду. Одржив развој града и његових функционалних делова незамислив је без адекватне саобраћајне инфраструктуре, која треба да буде у функцији одрживе урбане мобилности и квалитетног живота становника. У том смислу неопходно је дефинисати мере и планове активности у складу са променама које ће уследити завршетком изградње саобраћајне инфраструктуре на десној обали Дунава. Управо због ове промене парадигме у ширењу града, неопходно је користити постојећи транспортни модел града Новог Сада (*Нострам*) како би се квантификовали ефекти насељавања Сремске стране и проверило да ли планирана инфраструктура може адекватно да подржи пројектовани пораст броја становника и кретања.

Постојећи транспортни модел Новог Сада, је ажуриран подацима за Сремску страну, и направљене су 4 варијанте.

- Варијанта 1 – постојеће стање саобраћајне мреже у 2024. години (тзв. базна варијанта). У овој варијанти саобраћајни модел је ажуриран и калибрисан у складу са подацима који су прикупљени у оквиру бројања саобраћаја. Моделом је анализиран јутарњи вршни период од 7.00 до 8.00 часова.
- Варијанта 2 – саобраћајно оптерећење мреже за циљну 2027. годину, са изграђена два нова моста (мост преко Дунава у продужетку Бул. Европе и мост преко Дунава ка Каћу и аутопуту), Фрушкогорским коридором (2+2 саобраћајне траке по смеру), обилазницом око Петроварадина и делимичном реализацијом секундарне саобраћајне инфраструктуре. У модел је имплементирано и прогресивно повећање броја путовања моторним возилом на целокупној територији града.

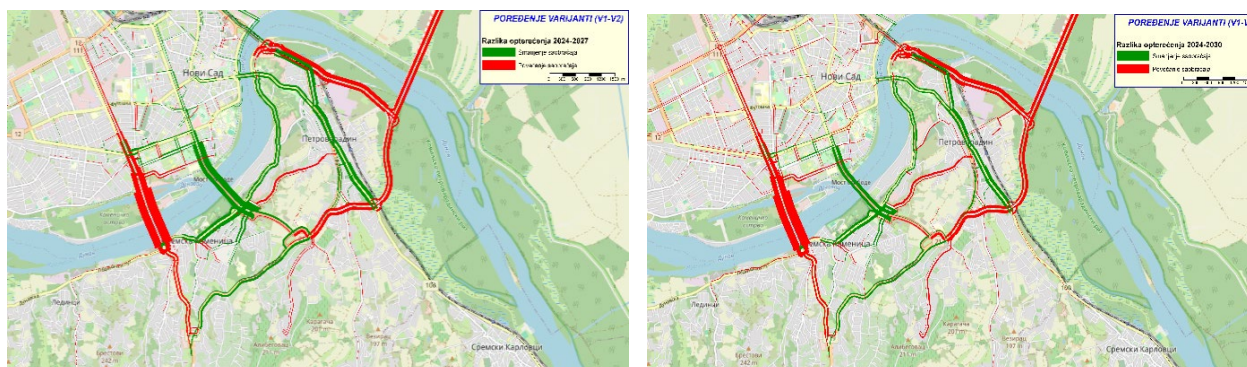
На основу урбанистичких планова, као и тренда пораста броја становника у појединим деловима града додатно је повећан број путовања моторним возилима. Ово пре свега подразумева делове Сремске стране града, у којима се очекује експанзија изградње стамбених и пословних објеката, а истичу се просторне целине: Мишелук, Алибеговац, Ширина, Ледине, Чардак, Поповица, Татарско брдо, Парагово и Транџамент. Измена матрица путовања у оквиру саобраћајног модела вршена је на основу следећих параметара: процењена изграђеност планираних капацитета подручја у циљној години, мобилност становништва, степен моторизације, видовна расподела, продукција и атракција у вршном сату.

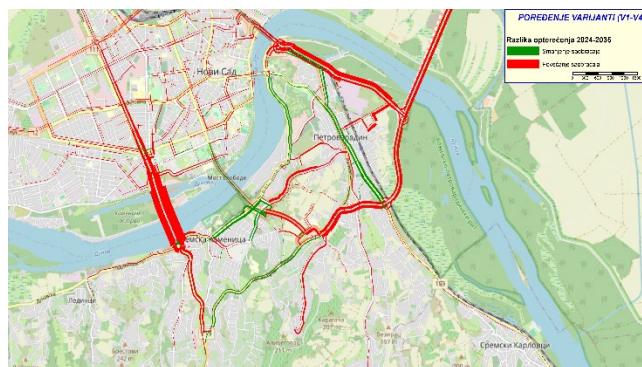
- Варијанта 3 – саобраћајно оптерећење мреже циљне 2030. године. Као и код друге варијанте, извршено је повећање броја путовања моторним возилом на целокупној територији града, као и повећање броја становника на Сремској страни на основу истог тренда развоја. У обзир је узета и реализација планиране секундарне саобраћајне инфраструктуре.
- Варијанта 4 – саобраћајно оптерећење на мрежи циљне 2035. године, са утврђеним трендом пораста броја становника и путовања моторним возилом за ову годину.



Слика бр. 1: Приказ резултата саобраћајног оптерећења за све четири варијанте модела

У наставку су приказани графички резултати симулација добијени из транспортног модела, који илуструју просторну расподелу саобраћајног оптерећења за четири дефинисане варијанте, односно поређење варијанти. Сlike приказују компаративну анализу саобраћајних токова у вршном сату, односно разлике у саобраћајном оптерећењу. Једна од кључних предности овог софтвера је могућност рада са великим количинама података и интеграција различитих видова транспорта (друмски, јавни градски превоз, пешачки и бициклистички саобраћај). Такође, *Visum* омогућава визуализацију резултата кроз мапе, дијаграме и извештаје, што олакшава интерпретацију и доношење планских одлука.





Слика бр. 2: Поређење варијанти саобраћајног оптерећења

4. ДИГИТАЛНА ПРЕЗЕНТАЦИЈА ИНФРАСТРУКТУРЕ

У процесу урбанистичког планирања, начин презентације података има значајну улогу у разумевању простора и доношењу одлука. Класични прикази у 2D окружењу често нису довољни за јасно сагледавање инфраструктурних система, посебно када је реч о сложеним мрежама као што су водовод и канализација.

У циљу унапређења презентације, у раду је приказан поступак трансформације података из ГИС окружења у формат погодан за интерактивни приказ у Google Earth платформи. Подаци о инфраструктурним мрежама, припремљени у shapefile формату, конвертовани су у kml формат, чиме је омогућена њихова визуелизација у 3D окружењу.

На овај начин, инфраструктурни системи постају прегледнији и доступнији за анализу, јер корисник има могућност интерактивног прегледа мреже. Кликом на појединачне елементе (нпр. трасе цевовода), могуће је добити додатне информације, као што су пречник цеви, материјал, коте или други релевантни технички подаци.

Посебна вредност оваквог приступа огледа се у томе што омогућава једноставну презентацију сложених података и особама које не користе специјализоване инжењерске софтвере. Тиме се унапређује комуникација између различитих учесника у процесу планирања, као и доношење одлука заснованих на јаснијем увиду у стање инфраструктурних система, а и касније сагледавање корисника простора, тј. грађана којима неће бити проблематично да разумеју систем функционисања инфраструктурног система на датом простору.

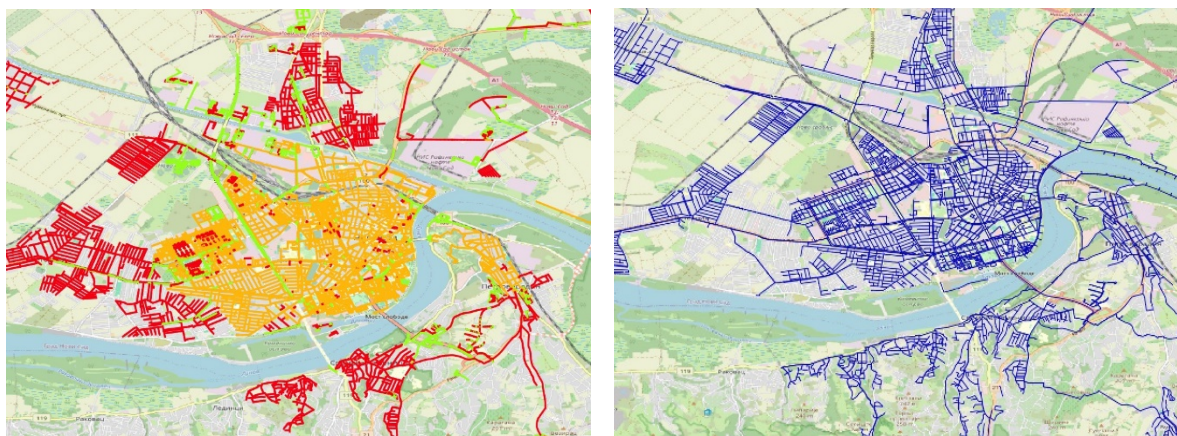
Дигитална презентација у 3D окружењу представља значајан корак ка савременом приступу планирању, јер омогућава интуитивније разумевање простора и повезивање техничких података са њиховим реалним положајем у простору.

Припрема података у ГИС окружењу: У циљу формирања базе података за даљу дигиталну презентацију, коришћени су подаци о инфраструктурним системима добијени у сарадњи са јавним комуналним предузећем „Водовод и канализација“. Подаци су преузети у shape file формату, на основу пројектне документације изведеног стања.

Унутар ГИС окружења извршена је селекција релевантних атрибута који су коришћени за даљу анализу и визуелизацију. Као кључни параметри издвојени су:

- Пречник водоводних и канализационих цеви
- тип канализационог система разврстан у три боје (фекални, атмосферски и мешовити систем)
- материјал цеви (нпр. азбестцементне и поливинилхлоридне цеви)

На основу издвојених атрибута, извршена је тематска обрада података, чиме је омогућено њихово јасно графичко разликовање и припрема за даљу конверзију у формат погодан за приказ у Google Earth окружењу.



Слика бр. 3: Приказ изведеног канализационог и водоводног система Града Новог Сада - shape file

У наставку приказан је водоводни систем који је увезен у Google Earth окружење, са припадајућим атрибутима, у овом случају пречник и врста цеви.



Слика бр. 4: Приказ изведеног водоводног система Града Новог Сада у оквиру Google Earth платформе

У наставку приказани су протоци на саобраћајницама који су изведени из саобраћајног модела и увезени у Google Earth окружење.



Слика бр. 5: Приказ саобраћајног оптерећења сремске стране Града Новог Сада у Google Earth платформи

5. ЗАКЉУЧАК

Рад указује на значај интеграције дигиталних алата у савремени процес урбанистичког планирања, кроз повезивање просторних података, аналитичких модела и визуелизационих техника у јединствен систем. Применом три нивоа дигитализације – концептуалног софтверског модела, транспортног моделирања и 3D презентације инфраструктуре – показано је да је могуће унапредити процес анализе, смањити ризик од грешака и повећати ефикасност доношења одлука. Предложени приступ омогућава рану идентификацију ограничења у простору и бољу координацију између различитих секторских анализа, чиме се доприноси квалитетнијем и одрживијем урбанистичком развоју. Даљи развој оваквих система треба да иде у правцу њихове практичне примене, аутоматизације процеса и интеграције са постојећим базама података и институционалним системима.

РЕФЕРЕНЦЕ

- Batty, M. (2013). *The New Science of Cities*. MIT Press.
- Wegener, M. (2004). Overview of land use transport models. *Handbook of Transport Geography*.
- PTV Group. (2023). *PTV Visum User Manual*.
- ESRI. (2022). *GIS Best Practices*.
- Gehl, J. (2010). *Cities for People*. Island Press.