



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ПРИРОДНО-МАТЕМАТИЧКИ ФАКУЛТЕТ
ДЕПАРТМАН ЗА ГЕОГРАФИЈУ, ТУРИЗАМ
И ХОТЕЛИЈЕРСТВО



НАПРЕДНЕ МЕТОДЕ ПРИКУПЉАЊА, ОБРАДЕ И ПРИКАЗА ГЕОГРАФСКИХ ПОДАТАКА

АНАЛИЗА ДОСТУПНОСТИ ЈАВНИХ ОБЈЕКТА НА ТЕРИТОРИЈИ ОПШТИНЕ СОМБОР ПРИМЕНОМ ГИС АЛАТА И OPENSTREETMAP ПОДАТАКА

СЕМИНАРСКИ РАД

Ментор: Минучер Месарош

Студент: Софија Куцурски 28/21

Нови Сад, септембар 2025.

САДРЖАЈ

Сажетак и кључне речи.....	4
1. Увод	5
1.1. Контекст и значај теме	5
1.2. Проблем и предмет истраживања	5
1.3. Циљ рада	6
2. Теоријски осврт и методолошки оквир	7
2.1. Географски информациони системи (ГИС)	7
2.2. Подаци у географским информационим системима	8
2.2.1. OpenStreetMap (OSM).....	8
2.2.2. Национална инфраструктура геопросторних података – ГеоСрбија.....	8
2.3. Методе обраде и анализе географских података	9
2.3.1. Просторно селектовање и издвајање (Select, Clip).....	9
2.3.2. Просторно спајање (Spatial Join).....	10
2.3.3. Анализа близине (Proximity Analysis - Near)	10
2.4. Методе приказа података (Картографска визуелизација).....	10
3. Методологија рада (Детаљна разрада).....	11
3.1. Истраживано подручје	11
3.2. Коришћени софтвер и подаци	12
3.3. Ток анализе.....	13
3.3.1. Корак 1: Припрема података	13
3.3.2. Корак 2: Обрада OpenStreetMap података	13
3.3.3. Корак 3: Анализа доступности.....	13
3.3.4. Корак 4: Анализа броја објеката по насељима.....	14
3.3.5. Корак 5: Аутоматизација картографског приказа.....	14
4. Резултати и дискусија	14
4.1. Просторна дистрибуција јавних објеката и путне мреже.....	14
4.2. Анализа доступности (по типу објекта)	15
4.2.1. Доступност објеката полиције	15
4.2.2. Доступност поштанских услуга	17
4.2.3. Доступност банака.....	19
4.2.4. Доступност болница	21
4.3. Напредна анализа доступности дуж путне мреже.....	23
4.3.1. Мрежна доступност полицијски услуга	23

4.3.2.	Мрежна доступност поштанских услуга	24
4.3.4.	Мрежна доступност болница	25
4.4.	Дискусија резултата	26
Закључак		27
Литература		28

Сажетак и кључне речи

Равномерна просторна дистрибуција јавних услуга представља кључан предуслов за одрживи развој и унапређење квалитета живота. Овај рад истражује доступност основних јавних објеката, као што су образовне, здравствене и административне установе, на територији општине Сомбор.

Методологија рада је заснована на програмском језику Python и ArcPy библиотеци унутар ArcGIS Pro окружења. Процес је обухватио геопроецирање података отвореног кода са OpenStreetMap платформе, њихову семантичку класификацију на основу OSM тагова, те примену напредних алата просторне анализе. Коришћењем Near алата, израчуната је удаљеност од сваког насеља до најближег објекта који му недостаје, док је Spatial Join алат послужио за квантификацију инфраструктурне опремљености.

Кључни резултати, визуелизовани кроз серију тематских карата, јасно идентификују просторне разлике, са посебним фокусом на руралне периферије општине, истовремено указујући на изазове у поузданости волонтерски прикупљених података.

Закључно, рад демонстрира како примена аутоматизованих ГИС процедура пружа моћну подршку у процесима просторног планирања и доношења одлука на локалном нивоу. Финални производи истраживања, поред текстуалног рада, укључују и интерактивну веб мапу (ArcGIS StoryMap) која омогућава детаљан увид у резултате.

Кључне речи: ГИС, ArcGIS Pro, Python, ArcPy, OpenStreetMap, анализа доступности, просторна анализа, јавни објекти, јавне услуге, општина Сомбор, геовизуелизација, StoryMap.

1. Увод

1.1. Контекст и значај теме

Доступност основних јавних услуга, попут здравства, образовања и администрације, представља важан фактор за квалитетан живот грађана. Ове услуге директно утичу на свакодневни живот, а њихово постојање одређује колико је неко подручје привлачно за живот, посебно за породице. Могућност брзог и лаког приступа амбуланти, школи или пошти може бити одлучујући фактор у спречавању иселавања становништва из одређених крајева.

У савременом просторном планирању, тежи се што праведнијој расподели ових ресурса. Једнакост у овом смислу не значи да свако насеље мора имати сваку услугу, већ да сваки становник има прилику да дође до те услуге у разумном времену и на разумној удаљености. Ипак, у пракси се често јављају просторни диспаритети – то јест, велике и мерљиве неједнакости које настају због неравномерне концентрације инфраструктуре.

Овај проблем је најчешће видљив у руралним срединама, које су често у лошијем положају у односу на градове. Док урбани центри обично имају велики број и разноврсност јавних објеката, сеоска насеља се суочавају са проблемом великих удаљености и слабије саобраћајне повезаности. Проблем постаје још већи у крајевима где се број становника смањује, па затварање сеоских школа или пошта само додатно погоршава ситуацију. Због тога је анализа оваквих просторних разлика важан корак у креирању бољих планова за развој који имају за циљ да смање неједнакости и побољшају услове живота за све становнике.

1.2. Проблем и предмет истраживања

С обзиром на претходно описан значај доступности јавних услуга, овај рад се фокусира на конкретну студију случаја: анализу просторне дистрибуције јавних објеката на територији општине Сомбор. Општина Сомбор, као административни центар Западнобачког округа, представља карактеристичан пример подручја са једним доминантним урбаним центром и већим бројем околних, претежно руралних насеља. Због такве структуре, постоји основана претпоставка о постојању значајних диспаритета у доступности услуга између града Сомбора и осталих насеља у општини.

Стога, предмет овог истраживања јесте детаљна анализа ових просторних неједнакости. Истраживање ће обухватити неколико кључних аспеката. Првенствено, утврдиће се тачна просторна дистрибуција кључних јавних објеката, као што су школе, апотеке, поште и банке. Након тога, рад ће се бавити идентификацијом свих насеља која немају приступ овим основним услугама унутар својих граница. За та насеља, израчунаће се удаљеност до најближе локације где је одређена услуга доступна, како би се квантификовао степен њихове

изолованости. На крају, рад ће тежити да идентификује насеља која су инфраструктурно најугроженија и да измери опремљеност сваког појединачног насеља.

Кроз овакву анализу, добиће се објективна и подацима подржана слика тренутног стања на терену. Такви резултати могу послужити као важна основа за даље планирање и доношење одлука које би имале за циљ равномернији развој целе општине.



*Прилог 1. Географски положај општине Сомбор у односу на Републику Србију.
(Извор: Аутор, на основу података РГЗ-а)*

1.3. Циљ рада

Основни циљ овог рада је да се, применом напредних ГИС метода и аутоматизованих процедура унутар ArcGIS Pro софтвера, изврши свеобухватна анализа просторне доступности одабраних јавних објеката у општини Сомбор. Рад тежи да пружи детаљан увид у постојеће просторне диспаритете и да идентификује подручја са највећим инфраструктурним недостацима.

Да би се постигао основни циљ, дефинисани су следећи специфични циљеви:

1. Прикупљање и припрема података: Преузимање и обрада података о административним границама (ГеоСрбија) и података о локацијама објеката отвореног кода (OpenStreetMap).
2. Мапирање и класификација: Картографски приказ просторне дистрибуције свих релевантних јавних објеката и њихова семантичка класификација на основу OSM тагова.
3. Идентификација недостатака: Прецизно одређивање скупа насеља која не поседују сваки од анализираних типова објеката.
4. Анализа близине: Израчунавање удаљености (у километрима) од сваког "угроженог" насеља до најближег објекта који му недостаје, као и идентификација имена тог најближег насеља.
5. Квантификација опремљености: Израчунавање тачног броја објеката сваког типа за свако насеље у општини.
6. Картографска визуелизација и веб презентација: Израда серије тематских карата које јасно приказују резултате анализе и њихово интегрисање у интерактивну веб апликацију (ArcGIS StoryMap).

2. Теоријски осврт и методолошки оквир

2.1. Географски информациони системи (ГИС)

Географски информациони системи (ГИС) представљају интегрисане рачунарске системе дизајниране за прикупљање, складиштење, управљање, анализу и визуелизацију свих врста података који су просторно референцирани, односно везани за одређену локацију на Земљиној површини. ГИС није само софтвер за израду дигиталних карата, већ моћна алатка која омогућава постављање сложених просторних упита, идентификацију образаца и трендова, и пружање подршке у процесу доношења одлука.

Функционалност ГИС-а почива на пет основних компоненти које морају бити усклађене:

- Хардвер: Физичка рачунарска платформа на којој ГИС софтвер ради, од десктоп рачунара до сервера и мобилних уређаја.
- Софтвер: Програмски пакети који обезбеђују алате и функције за рад са геопросторним подацима. У овом раду коришћен је софтвер ArcGIS Pro компаније Esri, који представља индустријски стандард у области ГИС-а.
- Подаци: Најважнија компонента ГИС-а, која укључује географске (векторске и растерске) и атрибутске (описне) податке.
- Људи: Корисници и стручњаци који дизајнирају, имплементирају и користе ГИС у решавању конкретних проблема.
- Методе: Јасно дефинисани планови и процедуре, односно методолошки ток рада који се примењује за добијање одговора на постављена истраживачка питања.

2.2. Подаци у географским информационим системима

Квалитет ГИС анализе директно зависи од квалитета и доступности улазних података. У последњој деценији, дошло је до експанзије података отвореног кода (Open Data), који су бесплатно доступни за коришћење, модификовање и дељење. Овај покрет је демократизовао приступ геопросторним информацијама и омогућио спровођење сложених анализа без потребе за скупим комерцијалним подацима. За потребе овог рада, коришћена су два кључна извора отворених података.

2.2.1. OpenStreetMap (OSM)

OpenStreetMap је глобални, колаборативни пројекат креирања слободне, отворене и уређиване мапе света. Функционише на принципу сличном Wikipediji, где хиљаде волонтера широм света свакодневно доприносе уношењем и ажурирањем географских података. OSM представља изузетно богат извор података о путној мрежи, хидрографији, објектима, намени земљишта и многим другим географским феноменима.

Основни подаци у OSM-у се чувају у три типа геометрије:

- Тачке (Nodes): Представљају појединачне локације (нпр. продавница, банкомат, дрво).
- Линије (Ways): Представљају линијске објекте (нпр. путеви, реке, границе).
- Полигони (Closed Ways/Relations): Представљају површинске објекте (нпр. зграде, паркови, језера).

Сваком географском објекту у OSM-у додељују се тагови (tags), који се састоје од пара 'кључ = вредност' (key = value) и описују о ком се објекту ради. У овом раду, кључни атрибут коришћен за класификацију објеката и путева био је fclass. Овај атрибут, који се често налази у претходно обрађеним OSM подацима (као што су они са портала GeoFabrik), представља 'feature class' и служи за грубу категоризацију објеката (нпр. Fclass = 'school', fclass = 'pharmacy', fclass = 'motorway').

2.2.2. Национална инфраструктура геопросторних података – ГеоСрбија

За потребе дефинисања истраживаног подручја, коришћени су званични подаци о административним границама Републике Србије. Ови подаци преузети су са националног геопортала ГеоСрбија, који представља централну тачку приступа званичним геопросторним подацима у надлежности Републичког геодетског завода (РГЗ) и других државних институција. Коришћење ових података осигурава високу тачност и поузданост у дефинисању граница општине Сомбор и припадајућих насељених места.

2.3. Методе обраде и анализе географских података

Након прикупљања, сирови подаци су обрађени и анализирани применом низа стандардних ГИС алата унутар ArcGIS Pro софтвера. Сваки алат има специфичну намену у методолошком току рада.

2.3.1. Просторно селектовање и издвајање (Select, Clip)

Алат Select омогућава издвајање подскупа података из већег лејера на основу упита који се може односити на атрибутске податке (нпр. "изабери све општине где је ime = 'Sombor'") или на просторну локацију (Select Layer By Location).

```
[68]: # Izdvajanje opštine Sombor
where_clause_opstina = f"grad_matic = {maticni_broj_opstine_sombor}"
arcpy.analysis.Select(opstina_sombor_shp, "Opstina_Sombor", where_clause_opstina)
print("Feature class 'Opstina_Sombor' je kreiran.")

Feature class 'Opstina_Sombor' je kreiran.

[69]: # Izdvajanje naselja koja pripadaju opštini Sombor
# Prvo učitavamo lejer opštine i naselja
arcpy.management.MakeFeatureLayer(naselja_srbije_shp, "Naselja_Srbije_Layer")
arcpy.management.MakeFeatureLayer("Opstina_Sombor", "Opstina_Sombor_Layer")

[69]: Messages
Start Time: Sunday, August 17, 2025 10:30:23 PM
Succeeded at Sunday, August 17, 2025 10:30:23 PM (Elapsed Time: 0.39 seconds)

[70]: # Selekcija naselja koja se preklapaju sa opštinom
arcpy.management.SelectLayerByLocation("Naselja_Srbije_Layer", "HAVE_THEIR_CENTER_IN", "Opstina_Sombor_Layer")

[70]: Messages
Start Time: Sunday, August 17, 2025 10:31:11 PM
Succeeded at Sunday, August 17, 2025 10:31:11 PM (Elapsed Time: 0.10 seconds)

[71]: # Čuvanje selektovanih naselja u novi feature class-u
arcpy.management.CopyFeatures("Naselja_Srbije_Layer", "Naselja_Sombora")
print("Feature class 'Naselja_Sombora' sa svim naseljima opštine je kreiran.")

Feature class 'Naselja_Sombora' sa svim naseljima opštine je kreiran.
```

Слика 1. Python код за издвајање граница општине Сомбор и припадајућих насеља.
(Извор: screenshot из ArcGIS Pro Notebook-a аутора)

Алат Clip функционише као "просторни калуп" - он користи један полигонски лејер (нпр. границу општине) да би исекао све податке из другог лејера који се налазе унутар тог полигона. Овај алат је коришћен за издвајање свих OSM објеката и путева који се налазе искључиво на територији општине Сомбор.

```
# Putanja do OSM tačkastih objekata
osm_poi_shp = os.path.join(osm_folder, r"C:\Users\LENOVO\Desktop\FAKS\IV GODINA\NMPOP\Sombor_objekti\gisSrbija\gis_osm_pois_free_1.shp")

# Isecanje (Clip)
arcpy.analysis.Clip(osm_poi_shp, "Opstina_Sombor", "Objekti_Sombor_OSM")
print("OSM objekti isečeni na teritoriju Sombora.")

OSM objekti isečeni na teritoriju Sombora.
```

Слика 2. Python код за исецање тачака од интереса територији општине Сомбор.
(Извор: screenshot из ArcGIS Pro Notebook-a аутора)

2.3.2. Просторно спајање (Spatial Join)

Spatial Join је један од најмоћнијих алата у ГИС-у. Он спаја два лејера и преноси атрибуте са једног на други на основу њиховог просторног односа (нпр. преклапања, додиривања, близине). За разлику од класичног спајања табела (које захтева заједничку колону), Spatial Join користи локацију као кључ за спајање. У овом раду, коришћен је за две сврхе: (1) да се утврди која насеља садрже одређене објекте и (2) да се сваком објекту додели име насеља у којем се налази.

```
# 2. Pronalaženje naselja BEZ objekta
arcpy.analysis.SpatialJoin("Naselja_Sombora_Layer", objekti_trenutnog_tipa, naselja_sa_objektom_join, "JOIN_ONE_TO_ONE", "KEEP_ALL", match_option="INTERSECT")
arcpy.analysis.Select(naselja_sa_objektom_join, naselja_bez_objekta, "Join_Count = 0")
print(f" - Pronađena su naselja bez objekta tipa '{tip_objekta}'.")
```

Слика 3. Python код за проналажење насеља која немају одређене објекте.
(Извор: screenshot из ArcGIS Pro Notebook-a аутора)

2.3.3. Анализа близине (Proximity Analysis - Near)

Анализа близине се бави одговарањем на питање 'шта је близу чега?'. Алат Near је кључан алат за ову врсту анализе. Он за сваки објекат у улазном лејеру (нпр. свако насеље без поште) израчунава тачну еуклидску (ваздушну) удаљеност до најближег објекта у другом, циљном лејеру (нпр. све поште). Као резултат, алат додаје две важне колоне у атрибутску табелу улазног лејера: NEAR_DIST (удаљеност у јединицама мапе) и NEAR_FID (јединствени идентификатор најближег објекта). Овај алат је био централни за постизање главног циља овог рада.

```
# 3. Izračunavanje udaljenosti
arcpy.analysis.Near(naselja_bez_objekta, objekti_trenutnog_tipa)
print(f" - Izračunata je udaljenost (NEAR_DIST i NEAR_FID).")
```

Слика 4. Python код за израчунавање удаљености објеката.
(Извор: screenshot из ArcGIS Pro Notebook-a аутора)

2.4. Методе приказа података (Картографска визуелизација)

Крајњи циљ ГИС анализе је често израда тематске карте која на јасан и визуелно ефектан начин комуницира резултате. Процес додељивања симбола географским објектима на основу њихових атрибута назива се рендеровање. У овом раду су коришћена три основна типа рендерера:

- **Једноставни симбол (Single Symbol):** Ово је најосновнији тип приказа, где сви објекти у лејеру имају потпуно исти симбол. Користи се када желимо само да прикажемо локацију објеката, без разликовања међу њима. У овом раду је коришћен за приказ границе општине Сомбор.
- **Јединствене вредности (Unique Values):** Овај метод додељује различит симбол свакој јединственој вредности у одабраној атрибутској колони. Идеалан је за приказ категоричких података. На пример, коришћен је за приказ путне мреже, где је сваки тип пута ('Autoput', 'Regionalni put', итд.) добио различиту боју и дебљину линије, као и за приказ јавних објеката, где је сваки тип објекта ('Škola', 'Banka', итд.) добио различит симбол.
- **Степеноване боје (Graduated Colors):** Овај метод се користи за приказ нумеричких података. Он дели опсег вредности у одабраној колони у неколико класа (нпр. 5 класа) и свакој класи додељује другачију нијансу боје из одређене палете. Ово омогућава лаку визуелну идентификацију образаца, нпр. где су вредности ниске, а где високе. У овом раду, ово је био кључан метод за приказ резултата Near анализе, где су насеља обојена од браон (мала удаљеност) до зелене (велика удаљеност) на основу вредности у колони NEAR_DIST.

3. Методологија рада (Детаљна разрада)

3.1. Истраживано подручје

Општина Сомбор се налази у северозападном делу Републике Србије, у оквиру Аутономне Покрајине Војводине, и представља административни, привредни и културни центар Западнобачког управног округа. Према подацима пописа из 2022. године, било је 41.814 становника, док на територији општине живи 70.818 становника. Административно, општина се састоји из градског центра, Сомбора, и 14 околних, претежно руралних насељених места: Чонопља, Светозар Милетић, Станишић, Риђица, Растина, Гаково, Кљајићево, Телечка, Алекса Шантич, Колут, Бездан, Бачки Брег, Стапар и Дорослово. Оваква просторна структура, са доминантним урбаним језгром и разуђеном мрежом сеоских насеља, чини је погодним моделом за анализу просторних диспаритета у доступности јавних услуга.



Прилог 2. Географски положај општине Сомбор у односу на Аутономну покрајину Војводине и Републику Србију.

(Извор: Аутор, на основу података РГЗ-а)

3.2. Коришћени софтвер и подаци

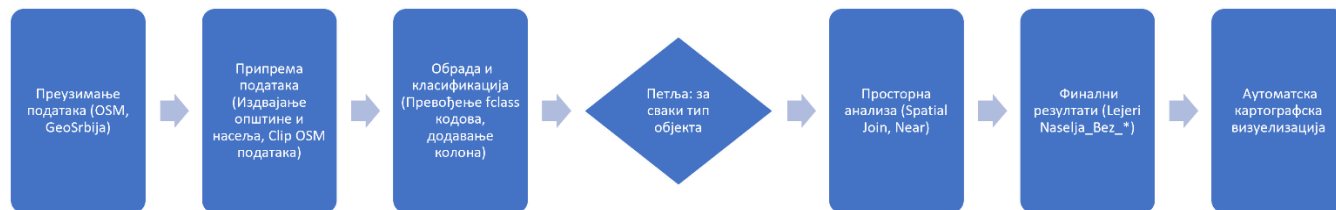
За реализацију овог истраживања коришћен је софтверски пакет ArcGIS Pro. Све аналитичке процедуре су аутоматизоване писањем скрипти у програмском језику Python, коришћењем ArcPy библиотеке. Комплетан ток рада је документован у форми Jupyter Notebook-а унутар ArcGIS Pro окружења. Коришћени просторни подаци приказани су у Табели 1.

Назив податка	Извор	Тип податка	Геометрија
Административне границе(општине, насеља)	Геопортал ГеоСрбија (РГЗ)	Векторски	Полигон
Објекти од јавног значаја(points of interest)	OpenStreetMap (преко GeoFabrik)	Векторски	Тачка
Путна мрежа	OpenStreetMap (преко GeoFabrik)	Векторски	Линија

Табела 1. Приказ коришћених просторних података
Аутор, на основу података са портала ГеоСрбија (2025) и GeoFabrik (2025)

3.3. Ток анализе

Методолошки поступак се састојао из низа логички повезаних корака, који су у потпуности аутоматизовани. Ток анализе, од припреме података до финалне визуелизације, приказан је на Слици 5.



Слика 5. Дијаграм тока методолошког поступка.
(Извор: Аутор)

3.3.1. Корак 1: Припрема података

Прва фаза рада обухватила је припрему основног просторног оквира. Коришћењем алата Select, из векторског лејера свих општина у Србији издвојен је полигон општине Сомбор на основу његовог јединственог матичног броја. Након тога, из лејера свих насељених места у Србији, издвојена су само она која припадају општини Сомбор. За ову селекцију коришћен је алат Select Layer By Location са просторном везом HAVE_THEIR_CENTER_IN, како би се осигурало да буду изабрана само она насеља чији се геометријски центар налази унутар граница општине, чиме су избегнута гранична насеља суседних општина.

3.3.2. Корак 2: Обрада OpenStreetMap података

Сирови OSM подаци за објекте и путеве су исечени на границе истраживаног подручја помоћу алата Clip. Да би се подаци учинили употребљивим за анализу, извршена је њихова семантичка класификација. У атрибутску табелу објеката додата је нова текстуална колона Tip_Obj. Затим је, коришћењем алата Calculate Field и Python речника (dictionary), ова колона попуњена називима типова објеката на српском језику, на основу вредности у постојећој колони fclass. На пример, сви објекти са fclass = 'pharmacy' добили су вредност 'Апотека' у новој колони. Исти поступак је поновљен и за путну мрежу.

3.3.3. Корак 3: Анализа доступности

Централни део истраживања спроведен је кроз аутоматизовану петљу у Python-у која је итеративно прошла кроз сваки јединствени тип објекта. За сваки тип (нпр. 'Пошта'), спроведени су следећи кораци:

- Издајање објеката тренутног типа у посебан лејер.
- Идентификација насеља са објектом: Коришћен је алат Spatial Join за спајање лејера насеља са лејером објеката. Насеља која су добила вредност Join_Count > 0 су она која садрже бар један такав објекат.
- Идентификација насеља без објекта: Коришћењем алата Select, издвојена су сва насеља где је Join_Count = 0. Ови резултати су сачувани у посебне лејере (нпр. Naselja_Bez_Poste).

- Израчунавање удаљености: На лејер насеља без објекта примењен је алат Near. Као циљни лејер коришћен је лејер са објектима тог типа. Алат је у атрибутску табелу уписао ваздушну удаљеност (NEAR_DIST) и ID најближег објекта (NEAR_FID).
- Додавање имена најближе локације: Да би резултати били јаснији, извршено је "превођење" NEAR_FID у стварни назив насеља. Ово је постигнуто тако што је прво направљен Python речник који мапира ID сваког објекта са именом насеља у којем се налази, а затим је помоћу UpdateCursor-а та информација уписана у нову колону NajblizaLok у сваком 'Naselja_Bez_' лејеру.

3.3.4. Корак 4: Анализа броја објеката по насељима

Како би се квантификовала инфраструктурна опремљеност, израчунат је тачан број објеката сваког типа по сваком насељу. Ово је постигнуто коришћењем алата Spatial Join за спајање свих јавних објеката са насељима, а затим су подаци агрегирани помоћу Python-а и уписани у нове колоне у атрибутску табелу лејера Naselja_Somboga.

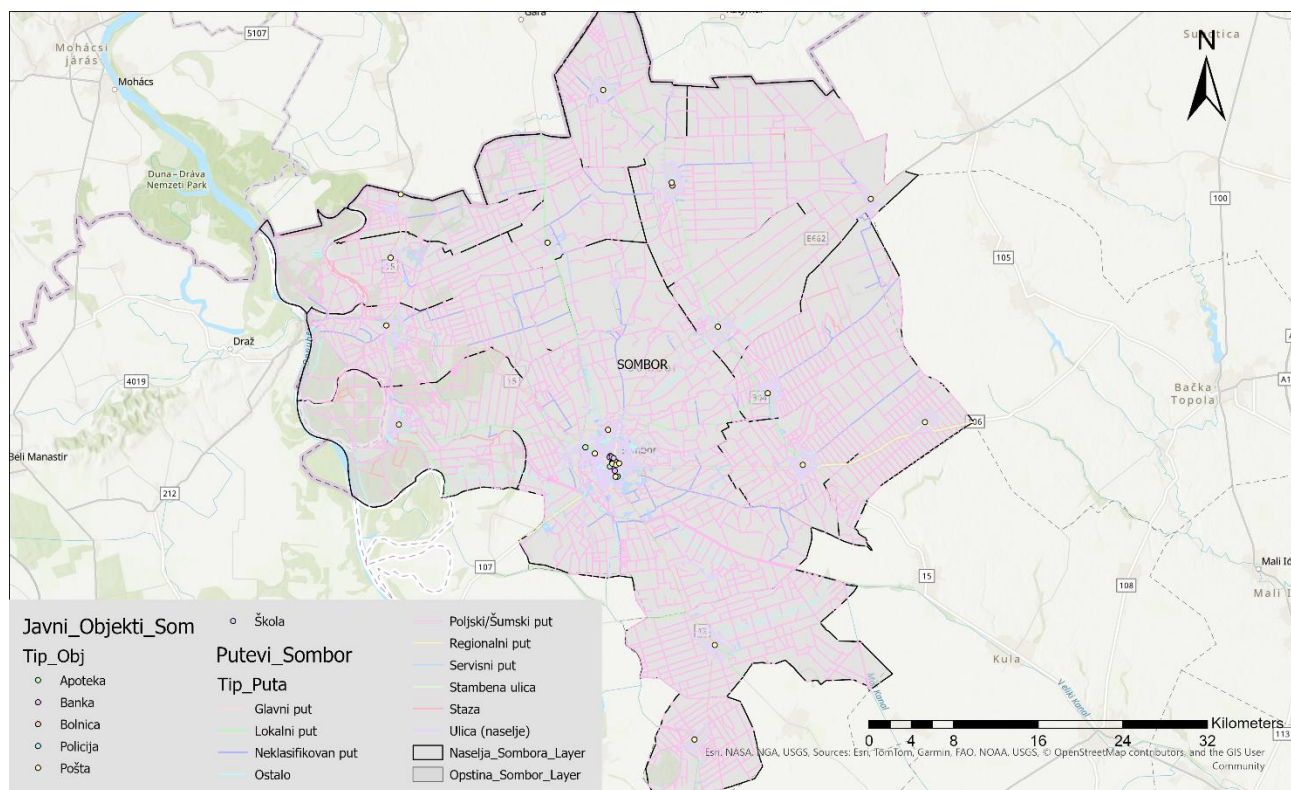
3.3.5. Корак 5: Аутоматизација картографског приказа

За финалну визуелизацију, коришћен је arcsru.mp модул у Python-у. Написана је скрипта која аутоматски проналази све генерисане лејере на мапи и додељује им предефинисану симбологију. За лејер општине коришћен је Single Symbol рендерер, за путеве и јавне објекте Unique Values рендерер, а за све Naselja_Bez_* лејере Graduated Colors рендерер на основу колоне NEAR_DIST.

4. Резултати и дискусија

4.1. Просторна дистрибуција јавних објеката и путне мреже

Први резултат анализе је карта која приказује целокупну просторну дистрибуцију свих анализираних јавних објеката, као и класификовану путну мрежу на територији општине Сомбор (Прилог 3). Са карте је видљиво да је апсолутна већина јавних објеката концентрисана у самом градском насељу Сомбор, док је њихова густина значајно мања у околним руралним насељима. Главни и регионални путни правци повезују већа сеоска насеља са центром општине, док су мања насеља повезана мрежом локалних путева.



Прилог 3: Просторна дистрибуција јавних објеката и путне мреже у општини Сомбор
(Извор: Аутор)

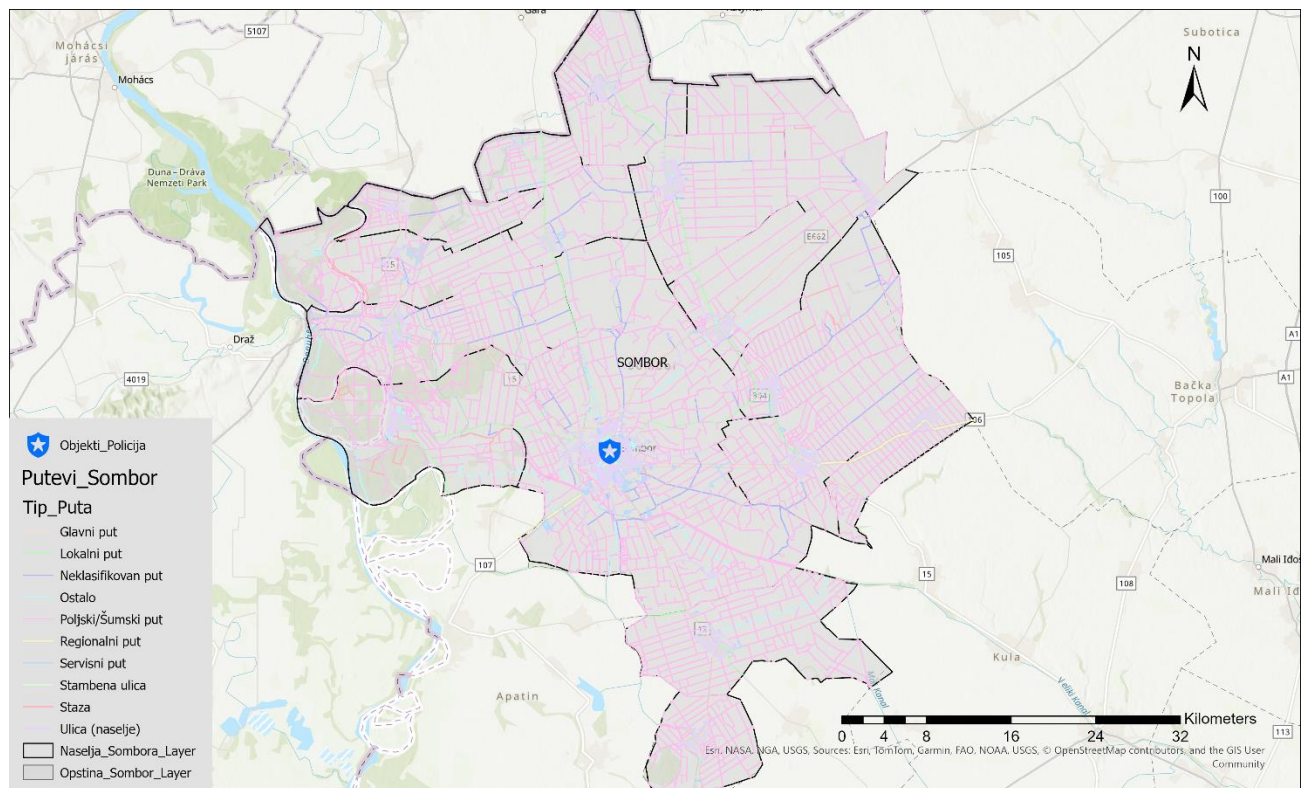
4.2. Анализа доступности (по типу објекта)

4.2.1. Доступност објеката полиције

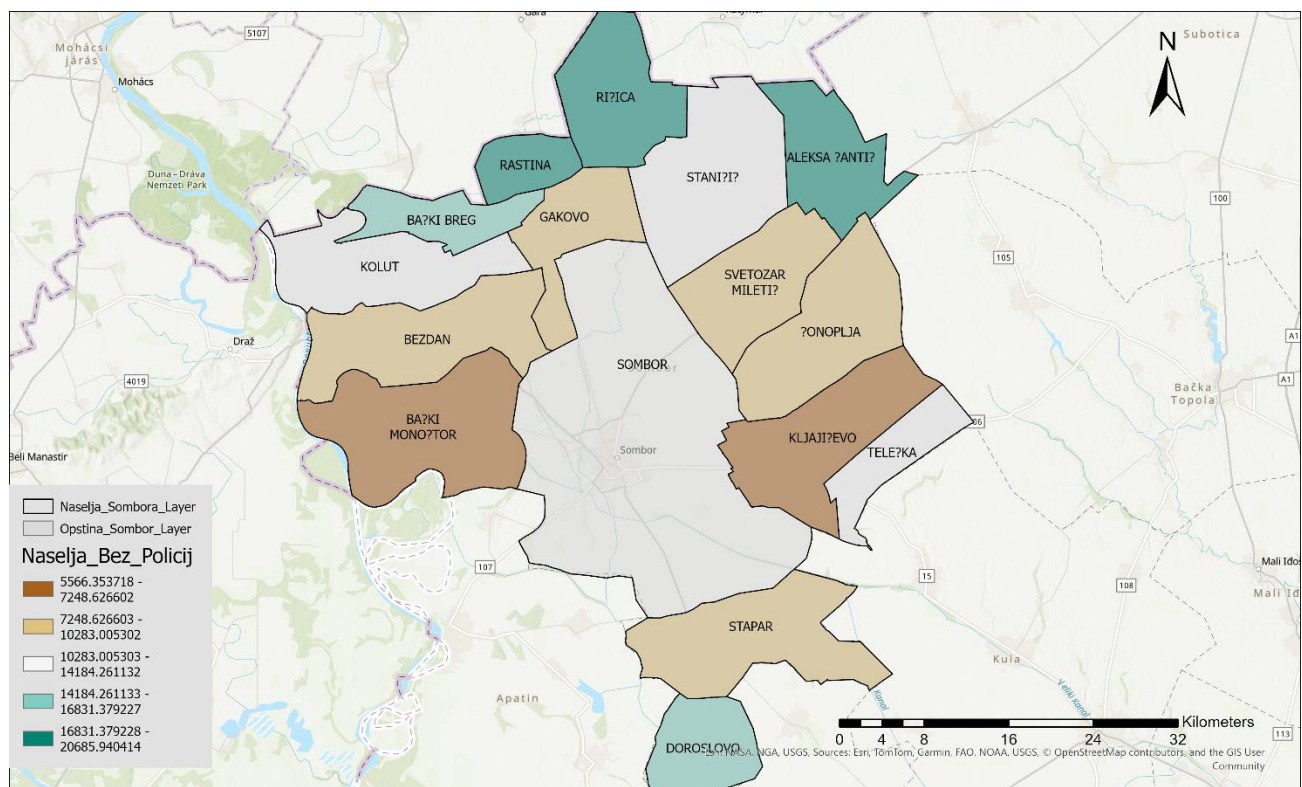
Први анализирани тип јавне услуге била је доступност објекта Министарства унутрашњих послова, односно полицијских станица. Просторна дистрибуција ових објеката, приказана у Прилогу 4 показује изразито моноцентричан образац.

Као што се са мапе јасно види, једини објекат овог типа на целој територији општине налази се у самом градском насељу Сомбор. Оваква концентрација је очекивана за услуге вишег реда које покривају целу општину из једног централног места. Као последица овакве дистрибуције, свих 14 сеоских насеља у општини немају овај објекат унутар својих граница.

Тематска карта удаљености (Прилог 5) показује да су насеља која се налазе на ободу општине, посебно Растина, Риђица, Алекса Шантић, најудаљенија од полицијске станице. Како је приказано у Табели 2, становници ових насеља морају да пређу ваздушну удаљеност и до 20.68 километара како би дошли до ове услуге, што указује на потенцијално дуже време одзива у хитним случајевима за периферне делове општине.



Прилог 4. Просторна дистрибуција објеката полиције у општини Сомбор.
(Извор: Аутор)



Прилог 5. Удаљеност насеља од најближе полицијске станице.
(Извор: Аутор)

FID	Shape	TARGET_FID	naselje_ma	naselje__1	opstina_ma	NEAR_DIST	NajblLok
0	Polygon	0	803863	BAČKI BREG	80381	1.68	SOMBOR
1	Polygon	1	803871	BAČKI MONOŠTOR	80381	5.56	SOMBOR
2	Polygon	2	803880	BEZDAN	80381	8.13	SOMBOR
3	Polygon	3	803898	GAKOVO	80381	8.48	SOMBOR
4	Polygon	4	803901	DOROSLOVO	80381	15.6	SOMBOR
5	Polygon	5	803910	KLJAJIĆEVO	80381	7.24	SOMBOR
6	Polygon	6	803936	RASTINA	80381	18.75	SOMBOR
7	Polygon	7	803928	KOLUT	80381	13.84	SOMBOR
8	Polygon	8	803944	RIDICA	80381	19.67	SOMBOR
9	Polygon	9	803952	SVETOZAR MILETIĆ	80381	10.11	SOMBOR
10	Polygon	11	803987	STANIŠIĆ	80381	12.34	SOMBOR
11	Polygon	12	803995	STAPAR	80381	10.28	SOMBOR
12	Polygon	13	804002	TELEČKA	80381	14.18	SOMBOR
13	Polygon	14	804029	ČONOPLJA	80381	9.3	SOMBOR
14	Polygon	15	803855	ALEKSA ŠANTIĆ	80381	20.68	SOMBOR

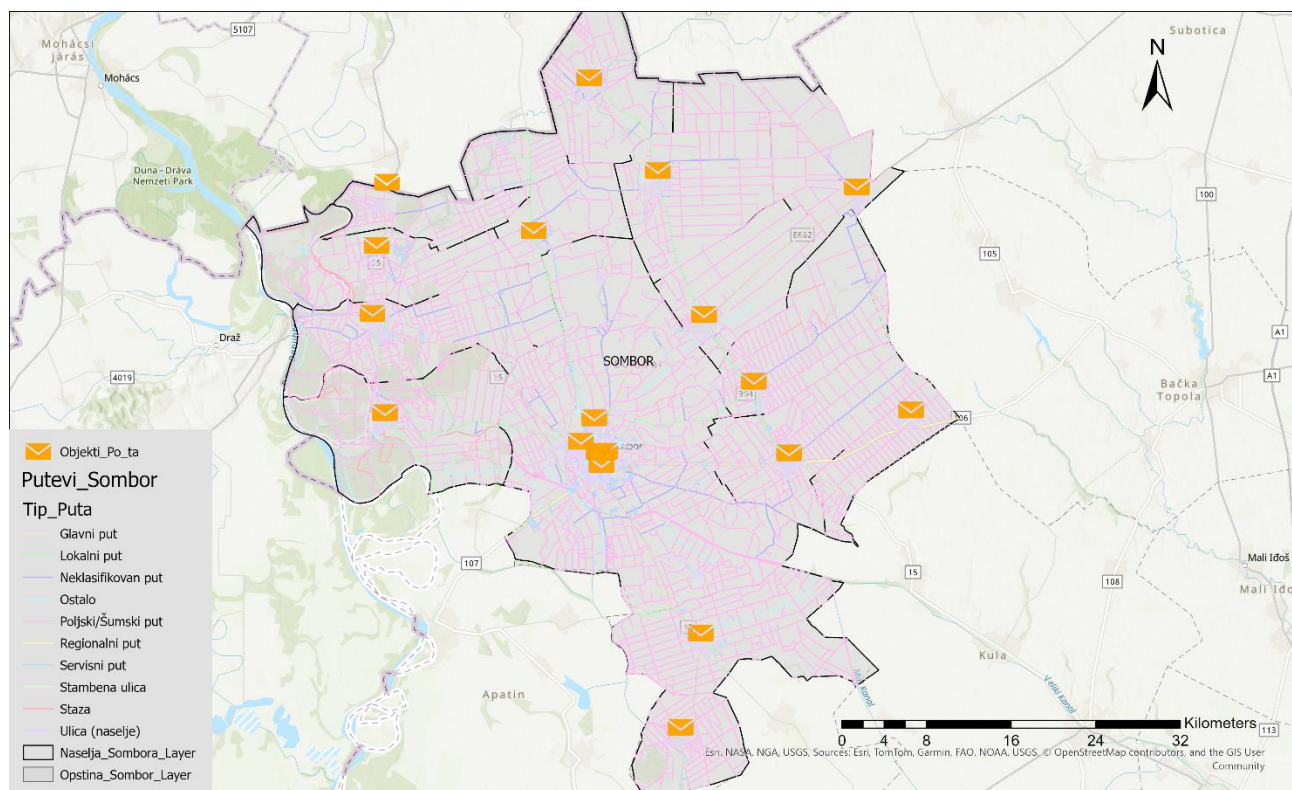
Табела 2. Приказ најудаљенијих села без полиције

4.2.2. Доступност поштанских услуга

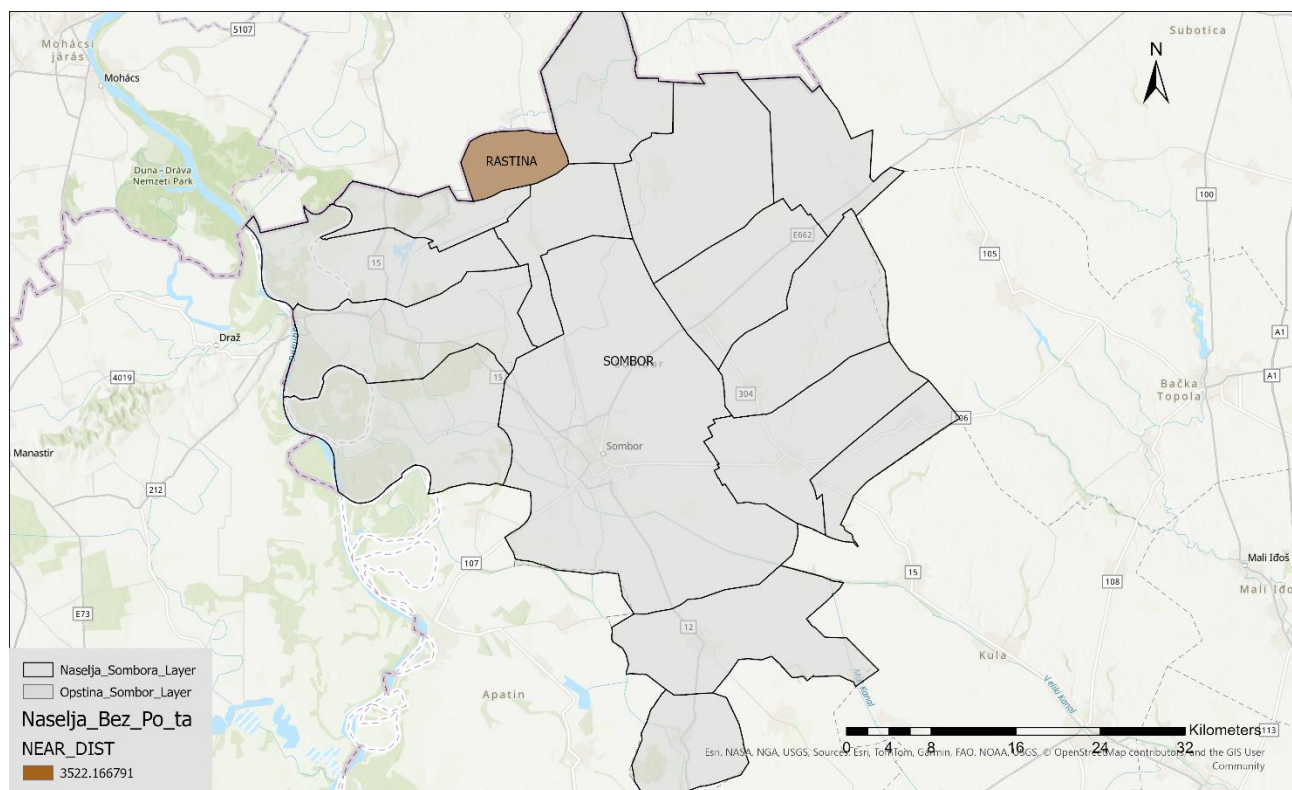
За разлику од објеката полиције, поштанске услуге показују значајно полицентричан, односно дисперзован образац дистрибуције, што се може видети у Прилогу 6.

Из приказаног је очигледно да Пошта Србије има развијену мрежу експозитура и да је присутна, поред градског центра, и у већини већих сеоских насеља, као што су Станишић, Чонопља, Кљајићево и друга. Овакав распоред указује на тежњу да се ова основна услуга приближи што већем броју становника у руралним срединама.

Ипак, и поред релативно добре покривености, анализа је показала да једно насеље и даље нема сопствену поштанску експозитуру. Тематска карта удаљености за ова насеља (Прилог 7) показује да су удаљености значајно мање у поређењу са претходним примером. Како се види у Табели 3, чак и најудаљенија насеља, попут Растине, налазе се на свега неколико километара од најближе поште, која се најчешће налази у суседном, већем селу. Ово указује на то да је доступност поштанских услуга на територији општине Сомбор на релативно задовољавајућем нивоу.



Прилог 6. Просторна дистрибуција поштанских експозитура у општини Сомбор.
 (Извор: Аутор)



Прилог 7. Удаљеност насеља без поште до најближе поштанске експозитура.
 (Извор: Аутор)

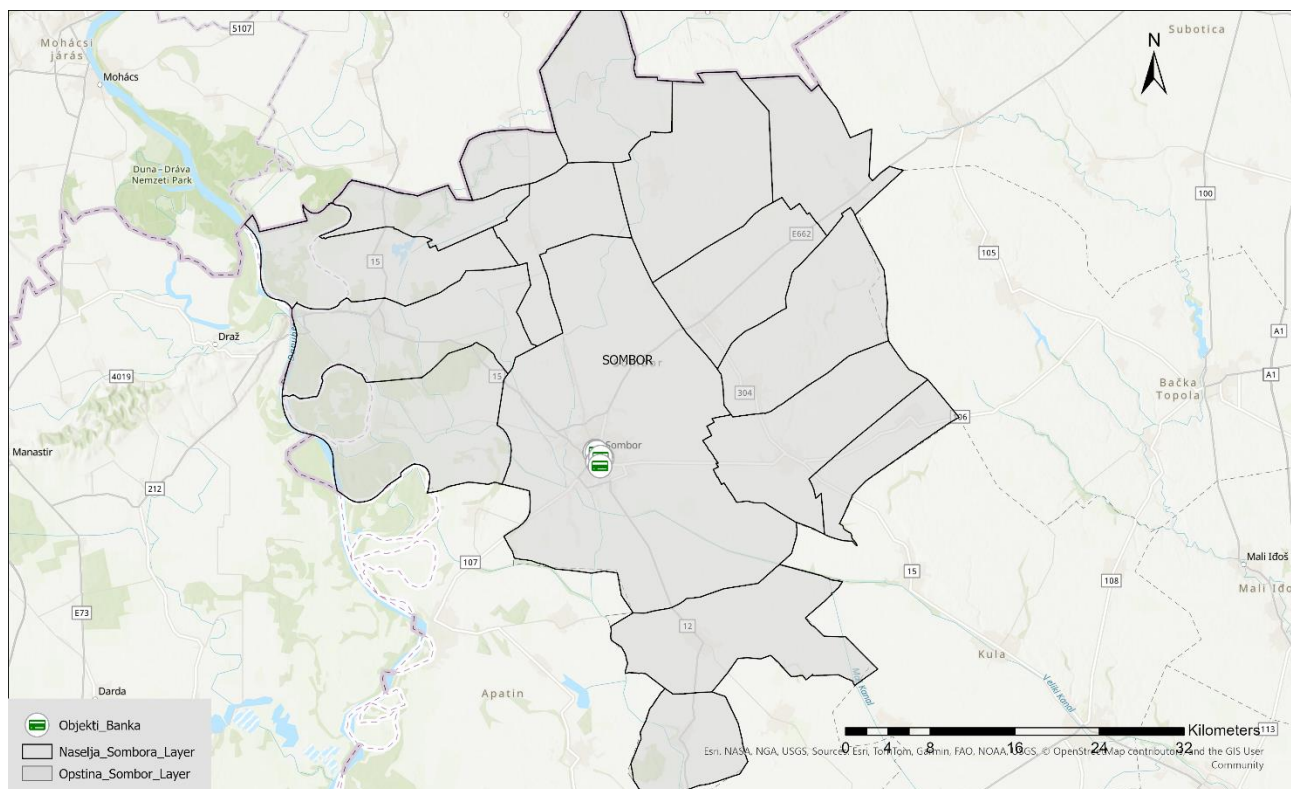
FID	Shape	TARGET_FID	naselje_ma	naselje_1	opstina_ma	NEAR_FID	NEAR_DIST	NajbliLok
0	Polygon	6	803936	RASTINA	80381	5	3.52	GAKOVO

Табела 3. Приказ села без поште

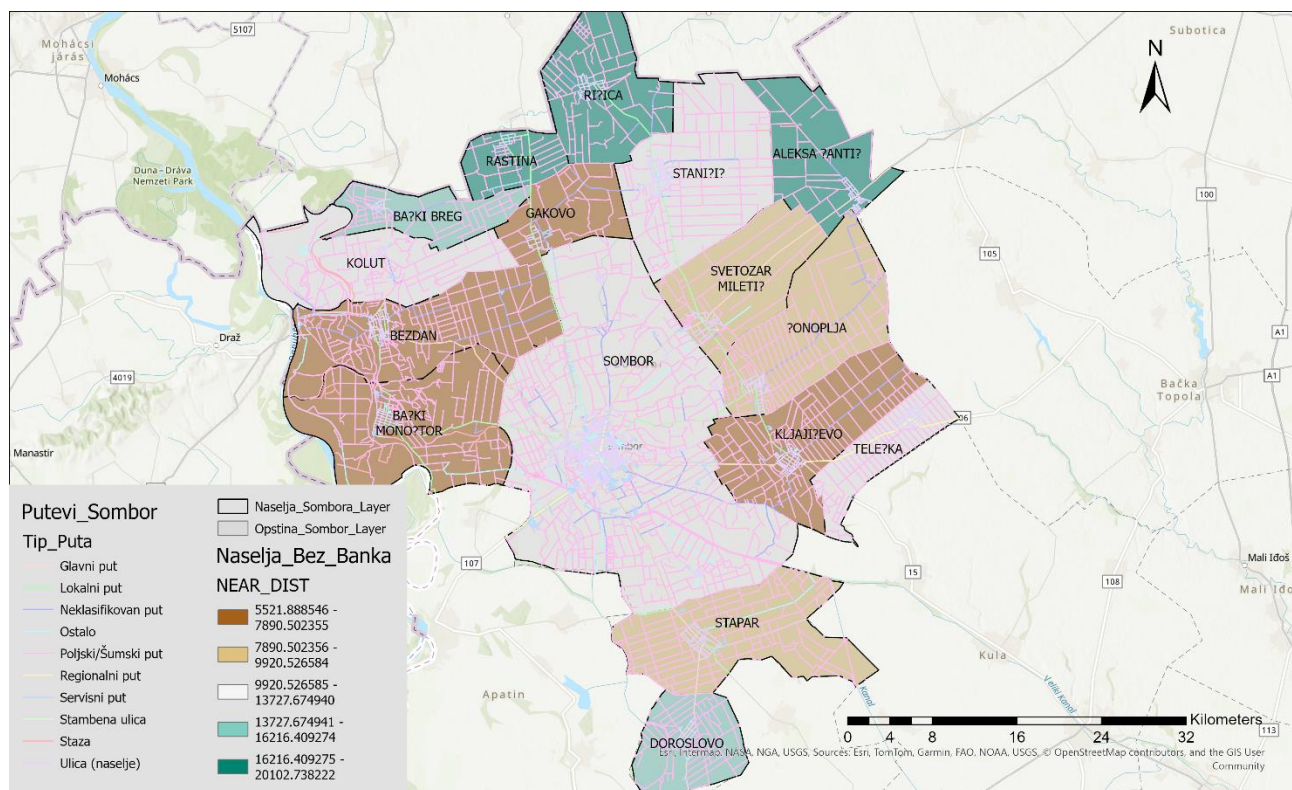
4.2.3. Доступност банака

Дистрибуција банака и банкарских експозитура прати сличан, изразито моноцентричан модел као и полиција (Прилог 8) Апсолутна већина финансијских институција је лоцирана унутар градског језгра Сомбора, што је и очекивано с обзиром на економску природу ове услуге.

Тематска карта удаљености (Прилог 9) визуелно потврђује ову концентрацију. Сва сеоска насеља, немају ову услугу. Сходно томе, удаљености које становници руралних насеља морају да пређу су значајне. Као што се види у Табели 4., периферна насеља попут Растине, Риђице, Алексе Шантића удаљена су и преко 20 километара од најближе банке. Ово указује на потенцијалну дигиталну и финансијску искљученост делова популације који се ослањају на физички долазак у експозитуру.



Прилог 8 . Просторна дистрибуција банака у општини Сомбор.
(Извор: Аутор)



Прилог 9. Удаљеност насеља без банке до најближе банке.
(Извор: Аутор)

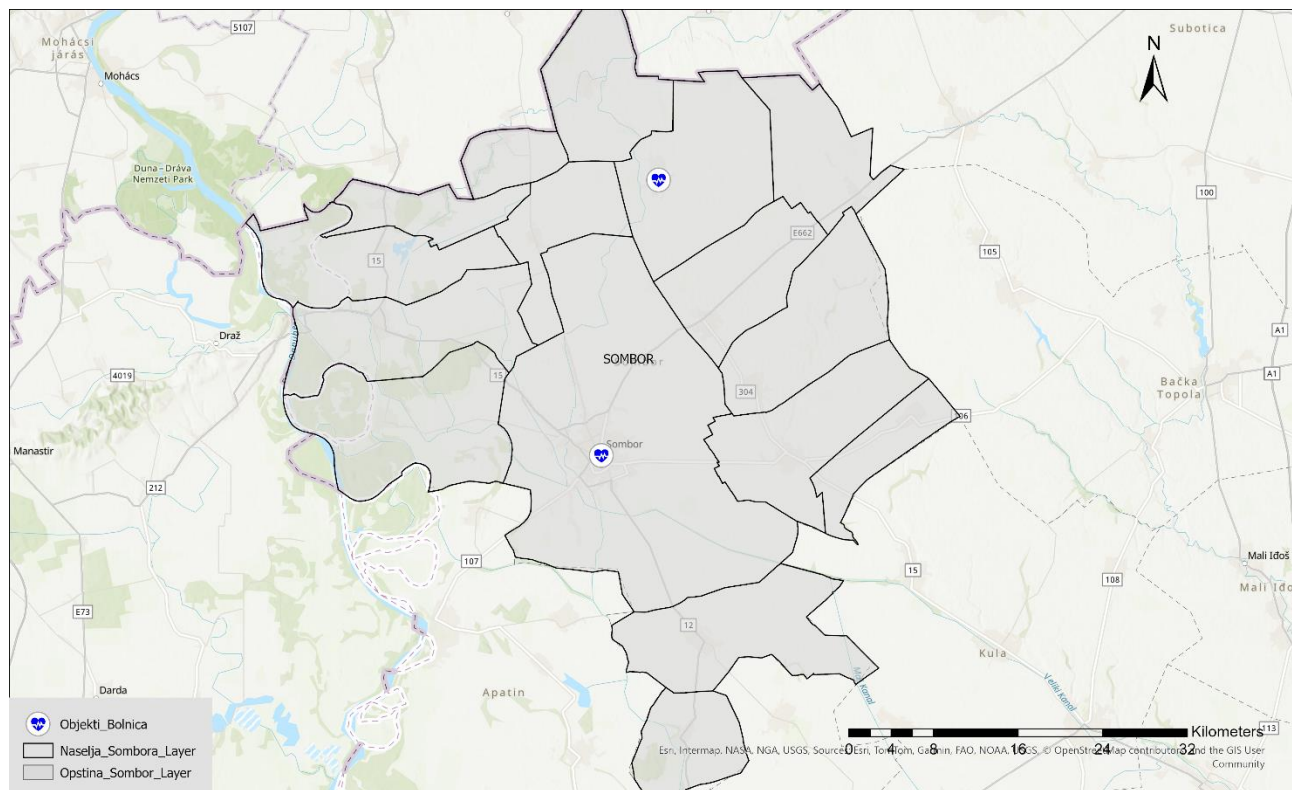
FID	Shape	TARGET_FID	naselje_ma	naselje_l	opština_ma	NEAR_FID	NEAR_DIST	NajbliLok
0	Polygon	0	803863	БАЧКИ БРЕГ	80381	0	16.21	SOMBOR
1	Polygon	1	803871	ВАЧКИ МОНОШТОР	80381	6	5.52	SOMBOR
2	Polygon	2	803880	BEZDAN	80381	0	7.68	SOMBOR
3	Polygon	3	803898	GAKOVO	80381	0	7.89	SOMBOR
4	Polygon	4	803901	DOROSLOVO	80381	13	15.27	SOMBOR
5	Polygon	5	803910	КЉАЈИЋЕВО	80381	7	6.72	SOMBOR
6	Polygon	6	803936	RASTINA	80381	0	18.09	SOMBOR
7	Polygon	7	803928	KOLUT	80381	0	13.22	SOMBOR
8	Polygon	8	803944	РИЋИЦА	80381	0	18.98	SOMBOR
9	Polygon	9	803952	СВЕТОЗАР МИЛЕТИЋ	80381	7	9.58	SOMBOR
10	Polygon	11	803987	СТАНИШИЋ	80381	0	11.68	SOMBOR
11	Polygon	12	803995	STAPAR	80381	13	99.2	SOMBOR
12	Polygon	13	804002	ТЕЛЕЧКА	80381	7	13.72	SOMBOR
13	Polygon	14	804029	ЧОНОПЉА	80381	7	8.76	SOMBOR
14	Polygon	15	803855	АЛЕКСА ШАНТИЋ	80381	0	20.1	SOMBOR

Табела 4. Села без банке

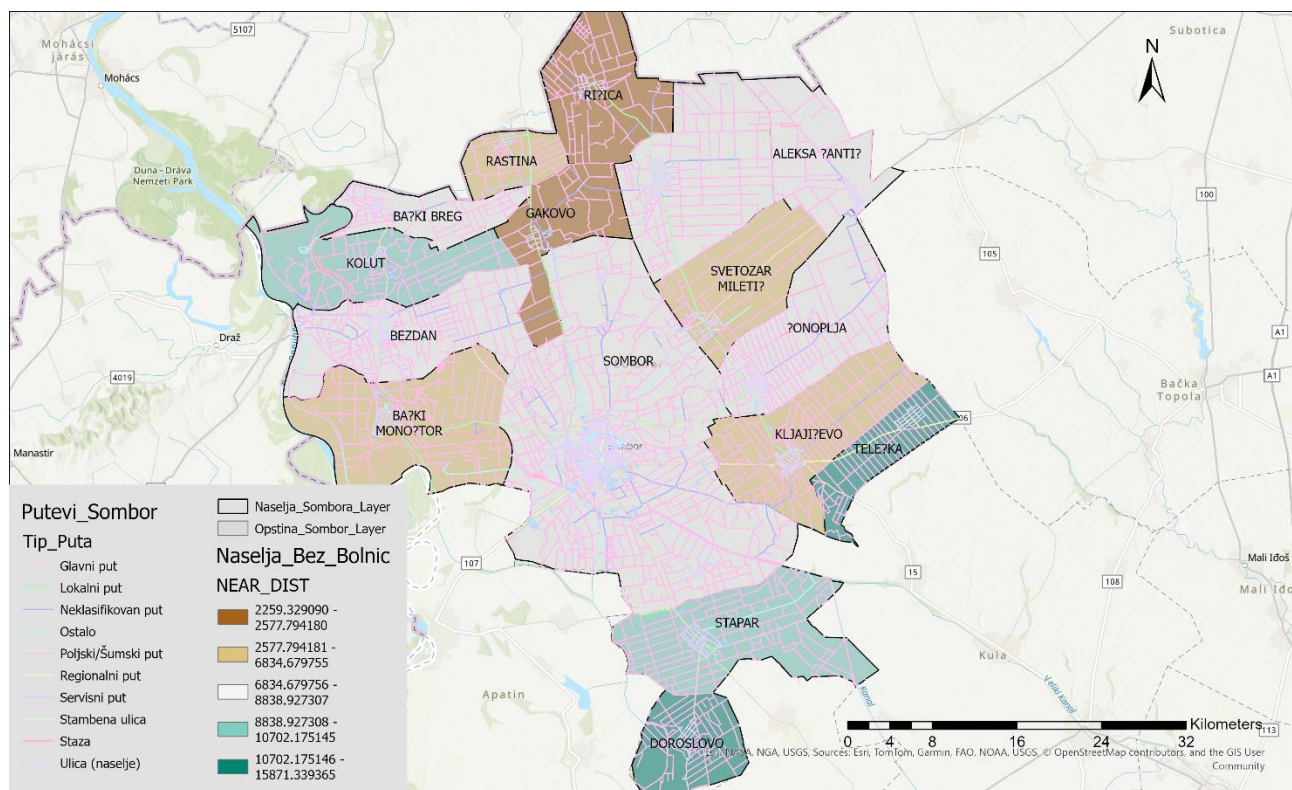
4.2.4. Доступност болница

Доступност болничких капацитета представља најекстремнији пример моноцентричног модела дистрибуције. Како је приказано у Прилогу 10, на територији целе општине евидентирана је само једна болница – Општа болница 'Др Радивој Симоновић', која је лоцирана у Сомбору. Ово је у складу са хијерархијском организацијом здравственог система, где болнице представљају установе секундарног или терцијарног нивоа здравствене заштите.

Последично, сва рурална насеља зависе од центра у Сомбору за приступ болничким услугама. Тематска карта удаљености (Прилог 11) показује образац који је веома сличан оном за полицијске станице. Насеља на северу општине, као што су Риђица и Растина, налазе се на највећој удаљености, која, према подацима из Табеле 5, достиже и до 20 километара. Ова информација је од изузетног значаја за планирање мреже хитне медицинске помоћи и транспортних рута, јер директно утиче на време потребно за збрињавање хитних случајева из најудаљенијих делова општине.



Прилог 10. Локација болнице у општини Сомбор.
(Извор: Аутор)



Прилог 11. Удаљеност насеља до Опште болнице у Сомбору.
(Извор: Аутор)

FID	Shape	TARGET_FID	naselje_ma	naselje_1	opština_ma	NEAR_FID	NEAR_DIST	NajbliLok
0	Polygon	0	803863	БАЧКИ БРЕГ	80381	0	16.21	SOMBOR
1	Polygon	1	803871	БАЧКИ МОНОШТОР	80381	6	5.52	SOMBOR
2	Polygon	2	803880	BEZDAN	80381	0	7.68	SOMBOR
3	Polygon	3	803898	GAKOVO	80381	0	7.89	SOMBOR
4	Polygon	4	803901	DOROSLOVO	80381	13	15.27	SOMBOR
5	Polygon	5	803910	КЉАЈИЋЕВО	80381	7	6.72	SOMBOR
6	Polygon	6	803936	RASTINA	80381	0	18.09	SOMBOR
7	Polygon	7	803928	KOLUT	80381	0	13.22	SOMBOR
8	Polygon	8	803944	РИЋИЦА	80381	0	18.98	SOMBOR
9	Polygon	9	803952	СВЕТОЗАР МИЛЕТИЋ	80381	7	9.58	SOMBOR
10	Polygon	11	803987	СТАНИШИЋ	80381	0	11.68	SOMBOR
11	Polygon	12	803995	STAPAR	80381	13	99.2	SOMBOR
12	Polygon	13	804002	ТЕЛЕЧКА	80381	7	13.72	SOMBOR
13	Polygon	14	804029	ЧОНОПЉА	80381	7	87.6	SOMBOR
14	Polygon	15	803855	АЛЕКСА ШАНТИЋ	80381	0	20.1	SOMBOR

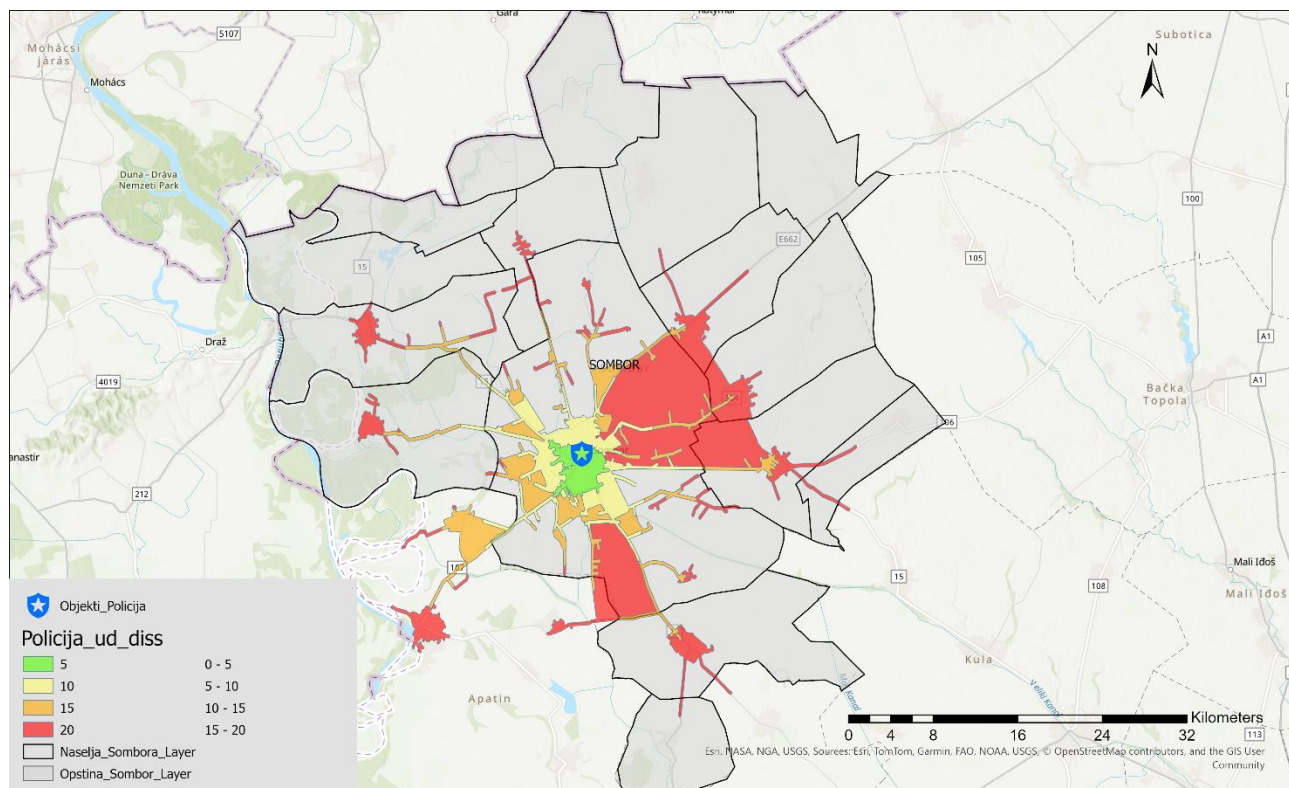
Табела 5. Села без болница.

4.3. Напредна анализа доступности дуж путне мреже

Како би се превазишла ограничења анализе засноване на еуклидској (ваздушној) удаљености, урађена је и напредна анализа доступности дуж путне мреже, коришћењем алата за креирање сервисних подручја (Service Area). Ова метода као резултат даје полигоне који обухватају све делове путне мреже до којих се може стићи унутар задате удаљености (или времена) вожње од полазне тачке (у овом случају, од сваког јавног објекта). За потребе ове анализе, дефинисано је неколико класа удаљености како би се визуализовале зоне различитог степена доступности.

4.3.1. Мрежна доступност полицијски услуга

Анализа мрежне доступности за објекте полиције (Прилог 12) показује изразито моноцентричан образац, што је и очекивано с обзиром да је једина полицијска станица лоцирана у градском насељу Сомбор. Зона најбоље доступности, до 5 километара вожње (зелена боја), покрива само најуже градско подручје. Како се удаљеност повећава, зоне се шире дуж главних путних праваца. Црвене зоне (15-20 км) и подручја која уопште нису покривена јасно идентификују најугроженије делове општине. То су пре свега насеља на крајњем северу (Риђица, Растина) и западу (Бачки Брег, Колут), чиме се потврђују резултати претходне анализе, али на знатно прецизнији начин. Ова карта јасно показује да становници ових подручја морају да путују и преко 15 километара дуж путне мреже, што директно утиче на време одзива полиције у хитним случајевима.



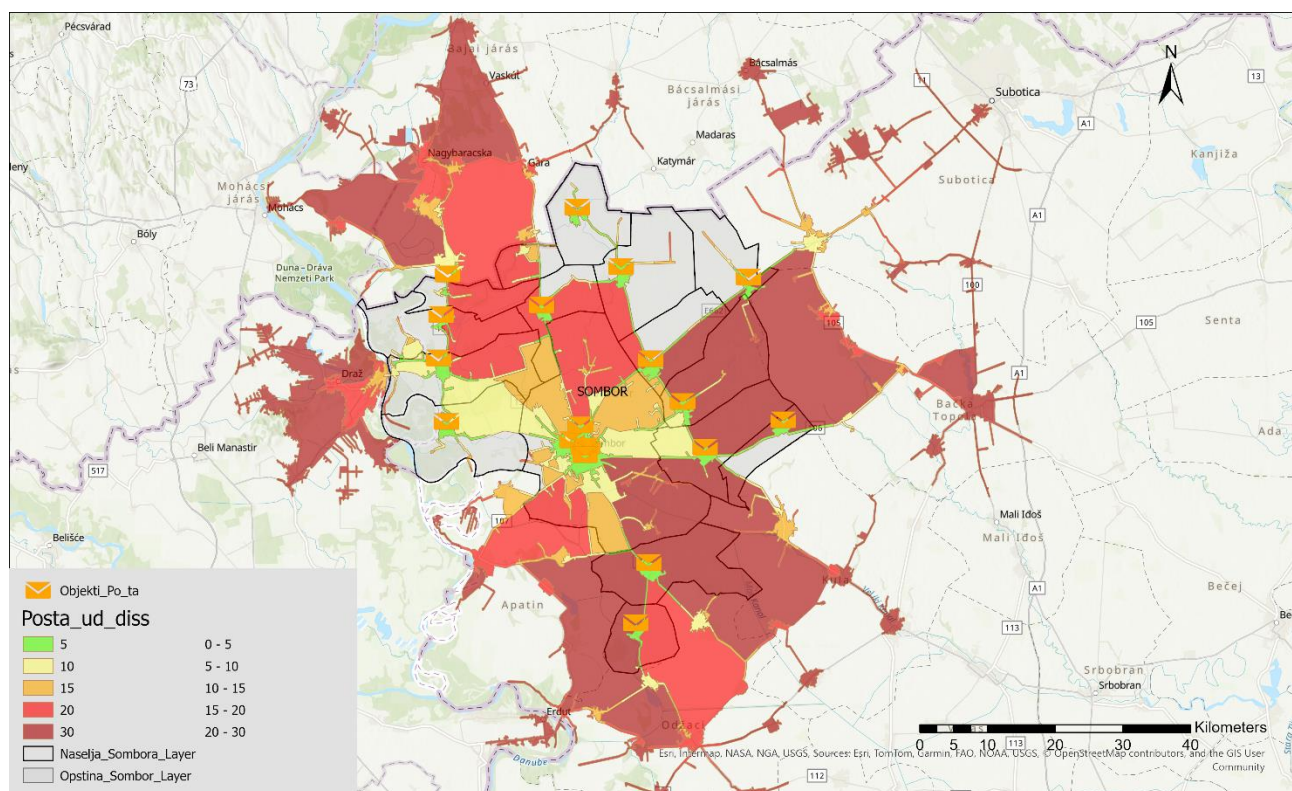
Прилог 12. Мрежна доступност полиције унутар зона од 5, 10, 15 и 20 километара.

(Извор: Аутор)

4.3.2. Мрежна доступност поштанских услуга

За разлику од претходног примера, анализа мрежне доступности за поштанске услуге (Прилог 13) показује знатно повољнију слику, захваљујући полицентричној дистрибуцији поштанских експозитура.

Иако Сомбор остаје главни центар, јасно се виде секундарни 'чворови' доступности око већих сеоских насеља попут Станишића, Кљајићева, Чоноплје и других. Захваљујући томе, значајно је већа површина општине покривена зеленом и жутом бојом (до 10 км). 'Сервисне празнине' (сива подручја) су далеко мање и сведене су углавном на ненасељене, атарске делове између села. Ова карта потврђује да је мрежа пошта најбоље прилагођена руралном становништву у поређењу са осталим анализираним услугама. Ипак, чак и овде се уочавају црвене зоне (15-20 км) на крајњем северу и југоистоку, што указује да и у најразвијенијој мрежи и даље постоје подручја са слабијом доступношћу.

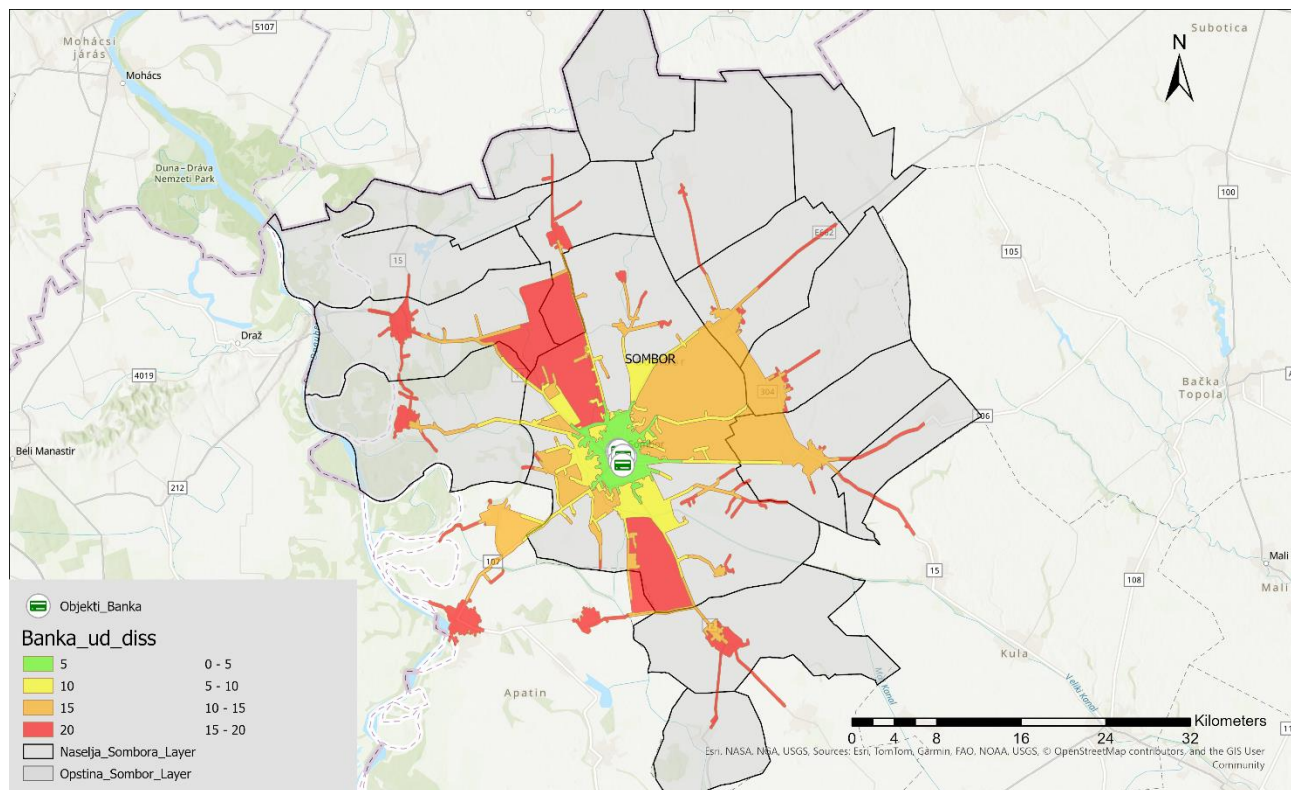


Прилог 13. Мрежна доступност поште унутар зона од 5, 10, 15 и 20 километара.
(Извор: Аутор)

4.3.3. Мрежна доступност банака

Финансијске институције, попут банака, враћају нас на моноцентричан модел дистрибуције (Прилог 14). Због њихове концентрације у Сомбору, сервисна подручја су веома слична онима за полицију. Зона до 5 км је ограничена на град, док зоне од 5 до 15 км (жута и наранџаста) покривају приградска насеља. Најудаљенији делови општине, посебно на северу и југоистоку (Дорослово), налазе се у црвеној зони или ван дохвата од 20 км. Ово указује на потенцијалну

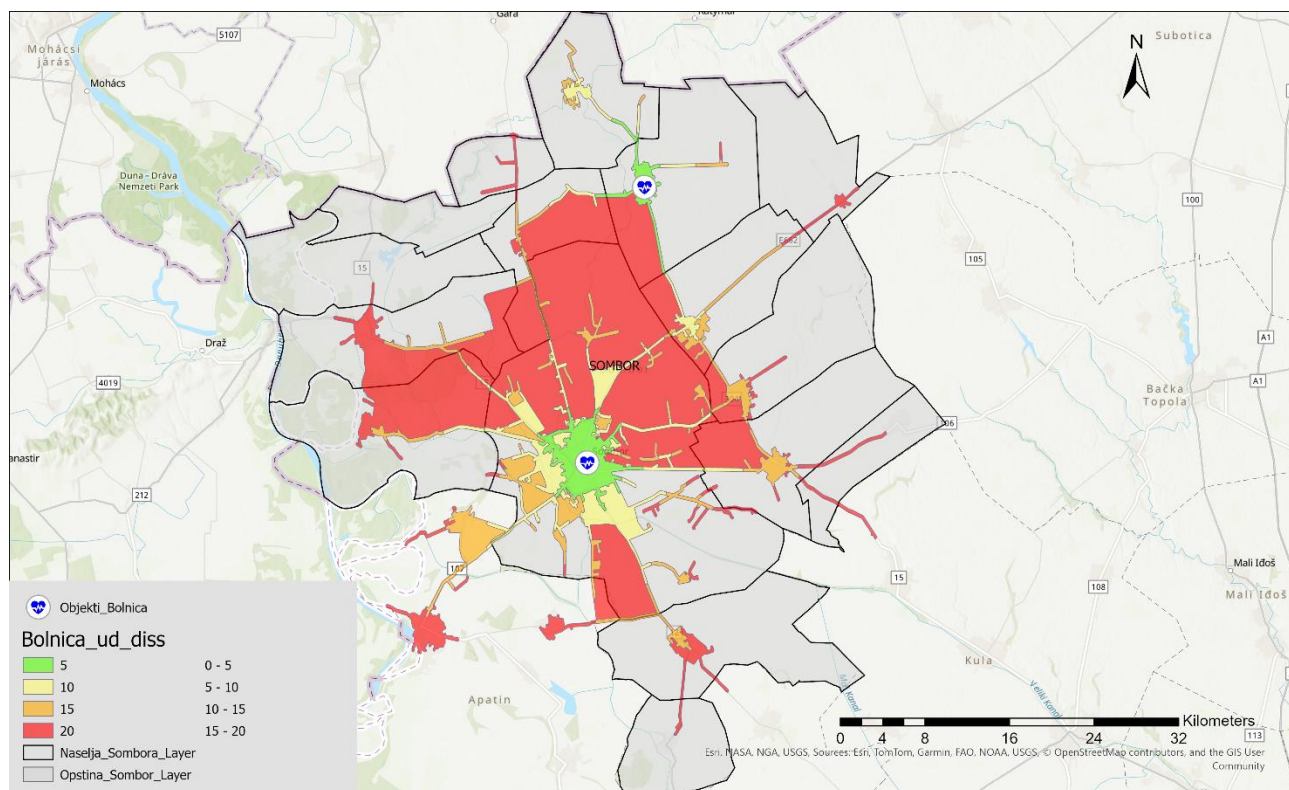
финансијску искљученост и отежан приступ банкарским услугама за становнике периферних руралних насеља који се ослањају на физички долазак у експозитуру.



Прилог 14. Мрежна доступност банака унутар зона од 5, 10, 15 и 20 километара.
(Извор: Аутор)

4.3.4. Мрежна доступност болница

Доступност болничких капацитета (Прилог 15) представља најкритичнији пример моноцентричног модела. С обзиром на витални значај брзог приступа здравственој заштити, велика црвена подручја на карти (15-20 км) и сиве зоне изван дохвата од 20 км представљају подручја високог ризика. Анализа показује да велики делови општине, посебно на северу и југоистоку, имају време приступа болници које је потенцијално предуго за хитне медицинске случајеве. Оваква карта представља кључни алат за планирање мреже хитне медицинске помоћи и транспортних рута, јер директно утиче на време потребно за збрињавање хитних случајева из најудаљенијих делова општине.



Прилог 15. Мрежна доступност болница унутар зона од 5, 10, 15 и 20 километара.
(Извор: Аутор)

4.4. Дискусија резултата

Спроведене анализе, како оне засноване на еуклидској удаљености, тако и оне напредније, засноване на мрежној доступности, пружиле су свеобухватан увид у просторне обрасце и диспаритете у доступности јавних услуга на територији општине Сомбор. Резултати не само да квантификују ове разлике, већ и јасно указују на њихове потенцијалне узроке и последице.

Кључни закључак који произилази из свих анализа јесте постојање јасне хијерархије у просторној организацији јавних услуга. Услуге вишег реда, које захтевају већу концентрацију ресурса и покривају шире подручје – као што су болница, полицијска станица и банке – показују изразито моноцентричан модел. Њихова локација је готово искључиво везана за административни центар, град Сомбор. Ово ствара очекиване, али значајне 'градијенте недоступности', где удаљеност и време путовања драстично расту ка периферним деловима општине. Мрежна анализа је ово додатно потврдила, визуелно приказујући велике 'црвене зоне' и непокривена подручја на северу и југоистоку општине, где време приступа овим виталним услугама може бити критично дуго.

Насупрот томе, услуге нижег реда, дизајниране да буду ближе корисницима, као што су поштанске експозитуре, показују полицентричан модел. Иако је Сомбор и даље главни чвор, постојање развијене мреже у већим сеоским насељима значајно побољшава укупну доступност и смањује 'сервисне празнине'. Упоредна анализа јасно показује да је модел дистрибуције пошта далеко најправеднији и најбоље прилагођен руралној структури општине.

Обе методе анализе доследно су идентификовале иста подручја као просторно најугроженија. Насеља у северном делу општине, посебно Риђица, Растина и Гаково, као и насеља на крајњем западу и југоистоку, константно се појављују као најудаљенија, како ваздушном линијом, тако и дуж путне мреже. Ова кумулативна недоступност више различитих услуга указује на постојање системског проблема просторне маргинализације. Становници ових подручја суочени су са највећим трошковима (временским и финансијским) приликом задовољавања основних животних потреба, што може имати дугорочне негативне последице на демографску и економску виталност ових насеља.

Закључак

Овај семинарски рад успешно је демонстрирао примену напредних метода прикупљања, обраде и приказа географских података у циљу анализе доступности јавних услуга на територији општине Сомбор. Кроз рад је показана моћ ГИС алата и отворених података у брзој и ефикасној анализи просторних проблема. Коришћење Jupyter Notebook-а и ArcPy библиотеке омогућило је потпуну аутоматизацију и поновљивост целокупног истраживачког процеса, што представља кључну одлику савремених научних истраживања.

Испуњени су сви постављени циљеви: извршено је мапирање и класификација објеката, идентификована су насеља са инфраструктурним недостацима, и за њих је квантификована удаљеност до најближих услуга. Прелазак са једноставније Near анализе (еуклидска удаљеност) на комплекснију мрежну анализу (Service Area) показао је како се повећањем комплексност методе добија знатно реалнија и употребљивија слика стварности, која уместо идеалне ваздушне линије узима у обзир стварне препреке у простору – путну мрежу. Резултати су јасно показали постојање два модела дистрибуције: моноцентричног (болница, полиција, банке) који ствара велике просторне неједнакости, и полицентричног (поште) који значајно побољшава доступност у руралним срединама.

Кључни налаз истраживања јесте идентификација просторно маргинализованих подручја, пре свега насеља на северу и југоистоку општине, која се константно показују као најудаљенија од већине анализираних услуга. Ипак, неопходно је нагласити да квалитет ових закључака директно зависи од квалитета улазних података. Уочени недостаци у OpenStreetMap подацима, посебно у погледу њихове потпуности, представљају главно ограничење овог рада. Добијене карте стога не треба посматрати као апсолутну истину, већ као најбољу могућу процену засновану на тренутно доступним, бесплатним и глобалним изворима података.

Упркос наведеним ограничењима, ова анализа пружа конкретну и употребљиву подлогу за доносиоце одлука на локалном нивоу приликом креирања стратегија руралног развоја. Демонстрирани методолошки поступак је скалабилан и може се лако применити и на друге просторне целине или типове анализа, чиме се још једном потврђује универзалност и моћ географских информационих система као незаобилазног алата у савременом просторном истраживању.

Литература

Esri ArcGIS Pro Documentation. (2025). ArcGIS Pro Resources. Доступно на: [ArcGIS Pro help—ArcGIS Pro | Documentation](#)

Esri ArcGIS Pro Documentation. (2025). Near (Analysis). Доступно на: <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/analysis/near.htm>

Esri ArcGIS Pro Documentation. (2025). Spatial Join (Analysis). Доступно на: [Near \(Analysis\)—ArcGIS Pro | Documentation](#)

Esri ArcGIS Pro Documentation. (2025). Introduction to arcpy.mp. Доступно на: [Introduction to arcpy.mp—ArcGIS Pro | Documentation](#)

GeoFabrik GmbH. (2025). Download Server - Regional Information. Доступно на: [Geofabrik Download Server](#)

Esri ArcGIS Pro Documentation. (2025). Introduction to data access using cursors. Доступно на: [Data access using cursors—ArcGIS Pro | Documentation](#)

ГеоСрбија (2025). Доступно на: [Geosrbija](#)