



ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ „НЕОФИТ РИЛСКИ“

ПРИРОДО-МАТЕМАТИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

Катедра ИНФОРМАТИКА

## **АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертация:

**Уеб базирани GIS /ГИС/ системи.**

**Уеб базирано приложение на географска дистрибутивна  
образователна система**

за

присъждане на научната и образователна степен „доктор“

в професионална направление

4.6 Информатика и компютърни науки

***Илияс Павлос Солакис***

Научен ръководител: доц. д-р Ирена Атанасова

Научен консултант: гл. асистент д-р Мирослав Иванов

Благоевград, 2025 г.

*Дисертационният труд е обсъден и предложен за защита на заседание на катедра „Информатика” на Природо-математическия факултет на ЮЗУ „Неофит Рилски“ - Благоевград.*

*Съдържанието на дисертацията включва увод, шест глави, заключения, използвана литература и приложения. Текстът е в обем от 129 страници, включва 13 таблици и 34 фигури. Цитираната литература обхваща 113 заглавия на английски език.*

*Защитата на дисертационния труд ще се проведе на 06.03.2025 г. от 12,30 ч., УК1, зала 1432 на ЮЗУ „Неофит Рилски“ – Благоевград.*

*Материалите за защитата са на разположение в канцеларията на катедра „Информатика” на ЮЗУ „Неофит Рилски” – Благоевград – стая 1461.*

# Съдържание

<b>СЪДЪРЖАНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>СЪКРАЩЕНИЯ</b> .....	<b>5</b>
<b>СПИСЪК С ТАБЛИЦИ</b> .....	<b>5</b>
<b>СПИСЪК С ФИГУРИ</b> .....	<b>6</b>
<b>ГЛАВА 1. ВЪВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>7</b>
1.1 ПРЕДИСТОРИЯ .....	7
1.2 ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОБЛЕМ .....	8
1.3 ЦЕЛИ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО .....	9
1.4 МОТИВАЦИЯ .....	10
<b>ГЛАВА 2. ПРЕГЛЕД НА ЛИТЕРАТУРАТА</b> .....	<b>10</b>
2.1 КЛЮЧОВИ ТЕОРИИ.....	10
2.2 КОНЦЕПЦИЯ ЗА КАРТОГРАФИРАНЕ НА УЧИЛИЩАТА.....	11
2.3 ПРЕГЛЕД НА СЪОТВЕТНАТА ЛИТЕРАТУРА.....	12
2.3.1 Използване на ГИС в планирането на образованието .....	12
2.3.2 Сборни райони .....	13
2.3.3 Картографиране на чартърни училища.....	13
2.3.4 Избор на училище от семействата.....	15
2.3.5 Сегрегация.....	15
2.3.6 ГИС и ресурси за образование .....	16
2.4 ТЕОРЕТИЧНА РАМКА: ПРЕГЛЕД НА ГИС АНАЛИТИЧНИТЕ ТЕХНИКИ .....	17
<b>ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЯ</b> .....	<b>18</b>
3.1 МЕТОДОЛОГИЯ НА ДИСЕРТАЦИЯТА .....	18
3.1.1 Дизайн на изследването .....	19
3.2 МЕТОДИ ЗА СЪБИРАНЕ НА ДАННИ .....	20
3.3 МЕТОДОЛОГИЯ ЗА КАРТОГРАФИРАНЕ НА УЧИЛИЩАТА .....	21
3.4 ОБЛАСТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ НА СЛУЧАЯ .....	22
3.5 СЪЗДАВАНЕ НА ДАННИ .....	22
<b>ГЛАВА 4. РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ</b> .....	<b>23</b>
4.1. ПРЕДСТАВЯНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ .....	23
4.2 СЪЗДАВАНЕ НА НОВО СРЕДНО УЧИЛИЩЕ В ГРАД ФЛОРИНА С ГИС .....	24

4.2.1 Демографски анализ на съдържанието на изследването .....	24
4.2.2 Избор на място .....	29
4.2.3 Строителство на училища .....	29
4.2.4 Липса на свободни общински парцели .....	30
4.2.5 Картографиране на 4-то прогимназиално училище във Флорина.....	30
4.3 Превръщане на съществуващи училища в експериментални училища ..	33
4.4 Картографиране на експерименталното начално училище във Флорина .....	34
<b>ГЛАВА 5. ДИСКУСИЯ .....</b>	<b>38</b>
5.1 ИНТЕРПРЕТАЦИЯ НА РЕЗУЛТАТИТЕ .....	38
5.2 ПРЕДИМСТВА И НЕДОСТАТЪЦИ НА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА WEBGIS .....	40
<b>ГЛАВА 6. ПРИНОСИ .....</b>	<b>41</b>
6.1 НАУЧНИ ПРИНОСИ .....	41
6.2 НАУЧНИ И ПРИЛОЖНИ ПРИНОСИ .....	42
6.3 ПРИЛОЖЕНИ ПРИНОСИ .....	42
6.4 ПУБЛИКУВАНИ СТАТИИ.....	42
<b>ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА (ИЗВАДКА, ИЗПОЛЗВАНА В АБСТРАКТА) .....</b>	<b>43</b>

## Съкращения

ANNA	Анализ на средните стойности на най-близкия съсед
API	интерфейс за приложно програмиране
СУБД	система за управление на бази данни
ЕК	Гръцки кадастър
GE	Google Earth
ГИС	Географска информационна система
GPS	глобална система за позициониране
Географска служба на гръцката армия GYS	
KML	език за маркиране Keyhole
Информационна система за управление на МИС	
OSGEO	Геопространствена система с отворен код
SQL	структуриран език за заявки
Услуга за уеб покритие на WCS	
Услуга за уеб функции на WFS	

## Списък с таблици

Таблица 4.1. Население на регион Западна Македония 2011-2021 г.

Таблица 4.2. Промени в населението от 1991 до 2021 г.

Таблица 4.3. Ученици по гимназии в община Флорина

Таблица 4.4. Броят на учениците при преброяването през 2021 г. и преразпределението на учениците със създаването на 4-то прогимназиално училище във Флорина

Таблица 4.5. Брой ученици в начално училище 2022-2023 г.

## Списък с фигури

Фигура 3.1. Картографиране на училища с два модула

Фигура 3.2. MIS на Gymnasio of Paragianni.

Фигура 4.1. Население на окръга в община Флорина през 1991 г.

Фигура 4.2. Население на окръга в община Флорина през 2001 г.

Фигура 4.3. Население на окръга в община Флорина през 2011 г.

Фигура 4.4. Население на окръга в община Флорина през 2021 г.

Фигура 4.5. Зона на покритие на трите настоящи училищни единици

Фигура 4.6. Зона на покритие на училищата от създаването на четвърти прогимназиален етап

Фигура 4.7. Районът на обслужване на шест начални училища във Флорина през 2012 г., преди преобразуването на четвъртото начално училище в Експериментално училище.

Фигура 4.8. Водосборният басейн с жълт оттенък показва консолидирането на водосборните басейни на 1-во и 2-ро основно училище с тези на бившето 4-то основно училище.

Фигура 4.9. Времето за пътуване за шест начални училища във Флорина през 2012 г., преди преобразуването на 4-то начално училище в Експериментално начално училище.

Фигура 4.10. Времето за пътуване на пет начални училища във Флорина през 2012 г., след преобразуването на четвъртото начално училище в Експериментално начално училище

Фигура 4.11. Времето за пътуване до обслужваната зона за 1-во и 2-ро начално училище

# Глава 1. Въведение

Картографирането с помощта на географски информационни системи (ГИС) подобрява разбирането на сложни географски явления и помага при планирането на образователни ресурси, като показва разпределението на училищата и университетите. То подкрепя инициативи за идентифициране на райони, в които липсват близки образователни институции, като по този начин се решават проблемите с достъпността. Освен това, онлайн системите за училищна администрация, използващи Web-GIS, насърчават комуникацията между родители, учители и ученици, предоставяйки информация в реално време и улеснявайки контакта при спешни случаи. Тази технология подпомага градското планиране, като определя оптимални места за нови училища и се справя с нуждите от консолидация за намаляващ брой ученици в определени райони.

## 1.1 Предистория

Географските информационни системи (ГИС) са усъвършенствани цифрови платформи, необходими за визуализиране и анализ на пространствени данни, които могат да подобрят разбирането на сложни географски явления и да подпомогнат ефективното разпределение на ресурсите за вземане на решения. С дълбока зависимост от компютърните технологии, ГИС трансформира начина, по който географските данни се обработват, съхраняват и комуникират, позволявайки подобрена навигация и анализ на характеристиките на околната среда. Цифровото представяне на географията, макар и полезно, включва приближения и отразява развиващия се характер на изследванията в географията. Последните разработки в ГИС насърчават сътрудничеството и споделянето на данни в областта, като влияят значително на методологиите на изследване. Освен това, картографирането на училищата е пример за подход на микропланиране, насочен към съгласуване на образователните ресурси с местните изисквания, надхвърлящ простото идентифициране на местоположението, за да подобри динамиката на предлагането и търсенето на образование.

Образованието е основно човешко право, което трябва да бъде достъпно за всички хора, принадлежащи към всяка социално-икономическа класа. То не е само изискване на индивида, но и успешните човешки общества по света да имат високи нива на грамотност (Zafar, Qaisar, Sohail, & Zaidi, 2017). Ключов елемент е образованието и разпределението на училищата в урбанизираните райони, за да се отговори на нуждите на общността. Без механизъм, който да подпомага вземащите решения при прехвърлянето на училища въз основа на определени критерии,

процесът на планиране би останал непрозрачен (Al-Rasheed & El-Gamily, 2013). Учебните заведения трябва да бъдат разположени на места, далеч от земеползванията, които влияят върху качеството на образованието и здравето и безопасността на децата, за да се постигне справедливо и честно разпределение на образователните услуги (Lagrab & Aknin, 2015).

Пространствените и демографските фактори се интегрират в планирането на образованието чрез картографиране на училищата, като се фокусира върху стратегическото местоположение на образователните съоръжения, както е диктувано от правителствените разпоредби. Тази техника има за цел да идентифицира оптимални места за училищата, да изравни разпределението на ресурсите и да подобри образователните възможности за всички ученици, особено на задължителните образователни нива. Картографирането на училищата включва определяне на стандарти, оценка на настоящите съоръжения, прогнозиране на бъдещото население и оценка на нуждите и финансовите ресурси. От съществено значение е тези картографски упражнения да се провеждат на ниво квартал на общността, като се анализира образователният напредък, за да се идентифицират силните и слабите страни. Точните демографски данни през последните години са от решаващо значение за диагностицирането на образователните условия, включително статистика за населението, нива на грамотност и показатели за учителите. Разбирането на тези фактори помага за прогнозирането на записването в училище и планирането на инфраструктурата съответно, въпреки че прогнозите за населението често разчитат на методи за темп на растеж поради ограничения в данните на по-ниски административни нива.

В днешно време ГИС прониква не само в професионалното работно място в широк спектър от научни и икономически области, но и в ежедневието на хората. Ето защо е наложително младото поколение да се научи как да използва този вид географски информационни технологии. Освен това, използването на ГИС в образованието позволява създаването на стимулираща и евентуално благоприятна учебна среда. В резултат на това се смята, че образованието по ГИС заслужава да се използва като инструмент за глобални открития. (Kholoshyn, Nazarenko, Bondarenko, Hanchuk, & Varfolomyeyeva, 2021)

## **1.2 Изследователски проблем**

Съвременните общества са взаимосвързани, което прави разглеждането на изолираните проблеми излишно. За да се подобри образованието, са необходими всеобхватни прегледи на образователните институции в реално време. Това включва информационна система, базирана на ГИС, за картографиране на училищата в

Гърция, осигуряваща ефективна достъпност до местоположението. Онлайн системите за администриране преодоляват комуникационните различия между родители, учители и ученици, улеснявайки незабавните актуализации.

Прогнозите за записване, които са от съществено значение за решенията относно откриването или обновяването на училища и персонала, могат да бъдат получени с помощта на математически и аналитични методи. Докато математическите техники оценяват общия брой на записване въз основа на исторически данни, аналитичните методи отчитат различни нива (повишено ниво, отпадане и др.). За точни локални оценки, особено на по-ниски нива, кохортната техника е за предпочитане.

Установяването на норми и стандарти за откриване на училища изисква дефиниране на обслужвани райони, които определят потенциала на учениците въз основа на максималното разстояние за пътуване до училището. Вместо конвенционалните обслужвани райони, методът на матрицата на разстоянията измерва разстоянието между домовете, за да се определи местоположението на училищата. Този метод помага за определяне на броя на домовете в близост до училищата и за оценка на нуждите от съоръжения, особено в очакване на растеж на броя на записваните ученици и изискванията за инфраструктура.

### **1.3 Цели на изследването**

Както е показано по-горе, тази докторска дисертация допринася за разбирането чрез пространствена информация за родители и учители, както и за централната администрация на образованието (начално и средно образование), местоположението на училищните звена, предаването на информация между училищните звена, информацията за движението на учениците в градска среда, както и за проучването и оценката на създаването на допълнително училище на средно ниво (прогимназия – гимназия).

По-конкретно, предметът на тази докторска дисертация е разработването на интегрирана методология за оценка на създаването или не на 4-то средно училище - гимназия във Флорина. Целта е разработената методология и симулационна среда да могат да се прилагат в широк популационен и географски мащаб и да действат като дигитален близък на реалния свят, подкрепяйки решенията за създаване на училищни звена и в други области. Въз основа на гореизложеното беше необходимо да се зададат и да се отговори на редица изследователски и практически въпроси, които могат да бъдат обобщени по следния начин:

**Изследователски въпрос 1:** Съществува ли функционално онлайн приложение на географски информационни системи за разглеждания географски район, което

отговаря на въпроси относно информацията, необходима на потребителите (родители, учители и администрация) и способно ли е то да изпълни предназначението си?

**Изследователски въпрос 2:** За нуждите на горния въпрос, възможно ли е да се симулира мобилността на учениците в градска среда със значителна точност, така че резултатите от симулацията да са надеждни?

**Практически въпрос 1:** Може ли разработената система да служи като система за подпомагане на вземането на решения за приложения за пространствено градско планиране относно необходимостта от създаване на нови училищни звена?

**Практически въпрос 2:** По-специално по въпроса за създаването на нови училищни звена, може ли настоящото решение да функционира като помощен инструмент в ръцете на образователната администрация, занимаваща се със създаването на нови училищни звена?

## **1.4 Мотивация**

Следователно, иновативният принос на дисертацията е разположен в следните оси:

Дисертацията разработва цялостен и адаптивен подход за проектиране на онлайн приложения за пространствена информация за родители и учители.

Предложение за използване на симулационна рамка за справяне с горепосочения проблем.

Използват се техники за моделиране и симулация, които са базирани на данни от последните години за справяне с нова област на приложение.

Използване на съществуващи изследвания в анализа на мобилността на човешкото население и разширяването им с нови функционалности, за да се отговори на нуждите на дисертацията.

Формулирането на модела за конкретния казус помага за справяне с ключов социален проблем както на национално, така и на местно ниво, който включва създаването на нови училищни звена в райони с нарастване на населението.

## **Глава 2. Преглед на литературата**

### **2.1 Ключови теории**

Равните образователни възможности са затруднени от неравенствата в местоположението на училищата, повлияни от социални и географски фактори. Училищата обикновено се създават във вече развити райони, пренебрегвайки други, което изостря неравенството в достъпа до образование. Картографирането на

училищата се предлага като инструмент за стратегическо планиране за справяне с тези проблеми, като се гарантира, че образователните съоръжения са оптимално разположени за ефективно използване. Политическите мотиви често диктуват разположението на училищата, което води до неравномерно разпределение на ресурсите и съоръженията, а в резултат на това или пренаселени, или недостатъчно използвани училища в определени райони.

Картографирането на училищата често може да постигне една или повече от следните шест цели, особено в развиващите се страни (Bray & Varghese, 2011):

- установяване на рамка за всеобщо начално и средно образование
- разширяване на достъпа за жените и други слабо представени социално-икономически групи
- да се подобри качеството на образованието
- да се максимизира използването на финансови, човешки и капиталови ресурси
- да организира, координира и рационализира усилията в техническото, професионалното и висшето образование
- и да се подпомогне справедливото разпределение на образователните ползи в рамките на и между различните региони и групи от населението.

Според Ана и др., изследванията в областта на картографирането на училищата се концентрират върху три области: оценка на училищните политики, създаване на база от данни за инфраструктурата и разработване на инструменти за училищна информация. Подходът, използван за оценка на училищните политики, е качествен, докато географската информационна система служи като база от данни. (Ана, Khoerunnisa, Muktiarni, Dwiyaniti, & Maosul, 2021)

## **2.2 Концепция за картографиране на училищата**

Често срещано погрешно тълкуване на термина „картографиране на училища“ е, че той се отнася до процеса на картографиране на местоположенията на съществуващите училища и обозначаването им с подходящи символи. Различни автори са характеризирали идеята за картографиране на училища по различни начини. Според Юсуф и Акиннирание, картографирането на училища е процес на определяне на най-добрите общности и местоположения за нови училища, както и за осигуряване на повече образователни ресурси. То включва също диагностициране и оценка на броя на необходимите училища. (Yusuf & Akinniranye, 2011).

За разлика от това, Кайлоде разглежда картографирането на училищата като съвкупност от методи и стратегии за прогнозиране на бъдещите нужди в местното

образование и организиране на необходимите стъпки за тяхното справяне. Картографирането на училищата, както е дефинирано от Акпакву, е съвкупност от методи и подходи, използвани за определяне на какъв вид бъдещи образователни нужди трябва да бъдат задоволени в конкретен квартал или регион (Акракву, 2012). Според Сабир, картографирането на училищата е динамичен процес, който включва рационално и методично локализиране на общностите и местата, където ще бъдат разположени образователните съоръжения, посочени в плана (Sarib, 2013).

## **2.3 Преглед на съответната литература**

### **2.3.1 Използване на ГИС в планирането на образованието**

Достъпът до качествено образование е от решаващо значение за икономическото състояние, особено в развиващите се страни. Факторите, влияещи върху достъпността на образованието, включват близостта до транспортни възли, наличието на учители и класни стаи, както и добре оборудвани детски площадки. Географските информационни системи (ГИС) подобряват изследването на достъпа до образование, като подчертават неравенствата между подгрупите и регионите. ГИС инструментите позволяват анализ на местоположението, качеството и достъпността на образователните съоръжения, предоставяйки ценна информация на изследователите и политиците за оптимизиране на образователните резултати чрез информирано създаване на политики.

В допълнение към тези приложения, ГИС все още може да се намери в образователния сектор в широк спектър от други контексти. Например, тя може да се използва за управление на ресурси като материали, консумативи, труд и логистика; проучване на пазарните тенденции; записване на нуждите на общността от образование; прогнозиране на бъдещия брой ученици; и идентифициране на подходящи места за училища, за да се подобри качеството на живот и достъпът до висококачествено образование (Ngigi, Musiega, & Mulefu, 2012). Наложително е образователните съоръжения и инфраструктура да бъдат развивани. Според Манга и Наказале, постигането на образователните цели може да бъде постигнато или осуетено от състоянието на училищната инфраструктура. Те твърдят, че когато училищните съоръжения са недостатъчни или несъществуващи, е невъзможно преподавателите и учениците да функционират ефективно (Manga & Nakazalle, 2015).

### **2.3.2 Сборни райони**

Публикувани са значителен обем ГИС изследвания върху границите на училищната посещаемост и картографирането на училищата. Много от тези изследвания създават хипотетични обслужвани райони с помощта на ГИС инструменти, които след това се използват за моделиране на ефектите от тези райони върху сортирането на учениците и достъпа до училище. Според Лубиенски и Лий, ГИС изследванията върху границите на училищната посещаемост показват как тези граници – които често се променят от раса, заетост и доходи на домакинствата по отношение на жилищните модели – играят критично влияние върху записването (Lubienski & Lee, 2017).

За да определят училищните обслужвани райони по програмата за избор в Англия и Уелс, Сингълтън и др. (2011) използват метод на плътност на ядрото. В съответствие със Закона за образователната реформа от 1998 г., родителите в Уелс и Англия са свободни да избират училищата по свой избор. Търсенето надвишава наличността, особено в училищата с по-високо качество, което е един от проблемите (Singleton, Longley, Allen, & O'Brien, 2011). За да идентифицират зоните за достъп и произтичащите от това „училищни пустини“, Моник и Масаро (2020) използват технология за маршрутизиране и училищни обслужвани райони. Резултатите от тяхното проучване довели до визуално изображение на училищните обслужвани райони на Пенсилвания, които са райони, където учениците нямат достъп до висококачествено образование. Мощен методологичен инструмент за тези проучвания и за влияние върху политиката е пространствената стратегия за идентифициране на „пустините“ за достъп (Monique & Massaro, 2020).

### **2.3.3 Картографиране на чартърни училища**

Тъй като чартърните училища съществуват едва от 1996 г., те на практика са се появили на сцената като нови недвижими имоти в Съединените американски щати. Поради високите разходи за строителство, много нови чартърни училища търсят съществуваща общностна или индустриална структура, вместо да започват от нулата. Някои чартърни училища може да са „конверсионни“ училища, които се отварят отново като чартърни училища, след като преди това са били затворени държавни, а понякога и частни училища. Чартърните училища умишлено се позиционират според мястото и пространството, независимо къде се намират. Географските изследвания, които разглеждат позиционирането и разположението на чартърните училища, често повдигат значителни въпроси, свързани с достъпа и равенството. Вярно е, че местоположението на едно чартърно училище може значително да повлияе на

състава на неговите ученици (Bifulco, 2014). Опасенията за равен достъп за ученици от различни расови и социално-икономически произход също се повдигат от работата, свързана с местоположението (Koller & Welsch, 2017).

Местоположението на чартърните училища може да се разглежда пространствено, както и във връзка със съседни квартали и други училища, от изследователи в областта на образованието, оборудвани с ГИС технология. Освен това, проучванията на местоположението могат да изследват как чартърните училища могат да се конкурират с образователните училища. Проведени са обширни изследвания върху последиците от местоположението на чартърните училища върху расовата и икономическа стратификация. В контекста на демографските данни от преброятелните участъци, Лафлор например изследва местоположението на чартърните училища в Чикаго. Тя открива, че чартърните училища е по-вероятно да се намират в райони с по-ниско социално-икономическо положение, отколкото в най-бедните. Изводът е, че чартърните училища може би се опитват да балансират риска от по-ниско представяне с цел увеличаване на броя на учениците. (LaFleur, 2016).

Гилблом и Санг (2019) са използвали анализ на средните най-близки съседи (ANNA), докато по-голямата част от проучванията за местоположението на чартърните училища разчитат на описателни методи и визуален преглед на карти. В този случай пространственото разпределение на традиционните чартърни училища и традиционните държавни училища се измерва с помощта на ANNA, специализирана геопространствена техника, за да се установи дали те следват клъстерен, случаен или разпръснат пространствен модел. Накрая, Колер и Уелш (2017) са използвали панелни данни от Мичиган, обхващащи 12 години, за да проучат решенията за местоположението на чартърните училища. Според техните твърдения, те са използвали по-нови и усъвършенствани географски методологии, за да изследват местоположението на чартърните училища. Чартърните училища могат да записват деца от няколко района, защото обикновено не са ограничени от границите на районите (Koller & Welsch, 2017).

В обобщение, регионалното неравенство в избора на училище обикновено отразява неравномерното разпределение на капитала и доходите в целия град. Тенденцията за движение на учениците разкрива нарастваща степен на сегрегация (Ee-Seul, Lubienski, & Lee, 2018). Констатациите на Сингър и Ленхоф демонстрират ефикасността на критичния расов пространствен анализ в изследванията на образователната политика. Конвенционалните оценки на политиките на чартърните училища или отвореното записване не обръщат достатъчно внимание на влиянието на расовата история и формирането на расизирани пространства върху оформянето на средата за избор на училище (Singer & Lenhoff, 2022).

### 2.3.4 Избор на училище от семействата

Бел (2009) открива, че готовността на родителите да избират определени училища в Детройт е била оформена и ограничена от предпочитанията им за конкретни места. Не всички родители са имали еднаква роля за тези предпочитания. Ролите също са се променяли по време на процеса на вземане на решения. Освен това има доказателства, че училищата имат значително влияние върху поведението на предлагането на местните пазари чрез различни стратегии, като например локално разпределение на предпочитаните училища, изричен и фин маркетинг и разубеждаване на учениците, нуждаещи се от специализирани услуги. (Waitoller & Lubienski, 2019) Всички тези стратегии могат да се използват за включване или изключване на семейства и ученици от страната на търсенето.

Нивото на конкуренция във всяко образователно училище било измерено с помощта на индекса на Херфиндал и нито една от стойностите на индекса не се доближила до прагове, които да показват по-високи нива. П. А. Джоунс използва географски информационни системи, за да определи група от сравнителни групи за чартърни и редовни държавни училища. Използвайки измервания на плътността и разстоянието, получени от центроида на района, а не от отделните училища, П. А. Джоунс се интересува от изследване на възможното въздействие на конкуренцията между чартърните училища върху приходите на районите на държавните училища в цялата страна (Jones P. A., 2018). Пауърс и др. (2017) изследват връзката между движението на децата между районите и разположението на чартърните училища в началните училища на Аризона, използвайки описателни карти. Те успяват едновременно да наблюдават мобилността в рамките на районите, както и между районите и чартърните училища, благодарение на картите. Според техните данни местните образователни пазари са създадени и поддържани повече чрез движение между районите, отколкото чрез избора на чартърно училище (Powers, Topper, & Potterton, 2017).

### 2.3.5 Сегрегация

В ГИС проучванията върху избора на училище и сегрегацията се използват много пространствени техники. Тези техники включват модифицирани ареални мерки, като например съставни данни за населението (Hogrebe & Tate, 2019), ANNA и моделиране на плътността (Gilblom & Sang, 2019), както и динамичен картографски анализ (Siegel-Hawley, 2013). Други използват ГИС за наблюдение на промените във времето (Archbald, Hurwitz, & Hurwitz, 2018) или като пряка или допълнителна подкрепа за многостепенни статистически модели. Например, те са тествали дали

расовата сегрегация в метрополитенните райони е изострена от частните училища, използвайки ГИС. За 22-те най-големи училищни района в САЩ са създали географски бази от данни, които включват цифрови ограничения за посещаемост. Федерални бази от данни със статистически данни за държавни и частни училища са поставени в ГИС. Те са направили сравнение между расовия състав на училищата и децата в училищна възраст, живеещи в една и съща зона на посещаемост. За да изследва социално-икономическата сегрегация в рамките на много местни пазари или „конкурентни пространства“ в Обединеното кралство, Тейлър е извършил пространствен системен анализ (Taylor, 2009).

В обсъждането на предимствата на пространствения анализ пред конвенционалните статистически техники, Коб и Глас (1999) посочват, че макар общите мерки за равенство и сегрегация, като кривата на Лоренц, коефициента на Джини и индекса на различие да са чувствителни към размера на училището, те не са подходящи за идентифициране на сегрегация между училищата. В подобен дух Хогребе и Тейт (2019) посочват недостатъците на глобалните показатели за сегрегация, като посочват, че те не разкриват информация за тенденциите в сегрегацията в и между местните контексти. По-скоро те твърдят, че пространствено специфичните мерки за сегрегация, като тези, създадени от Ока и Уонг, отразяват поточно пространственото разпределение на различните групи (Oka & Wong, 2014). Хогребе и Тейт (2019) са провели напреднали геопространствени проучвания в метрополитен Сейнт Луис, картографирайки две локални пространствени мерки за сегрегация (изоляция-експозиция и равномерност-кълъстеризация). Прилагайки този метод, те откриват, че „може да има и области или квартали, където индивиди или групи са изолирани в региони, които изглеждат разнообразни и където индивиди и групи са потенциално изложени един на друг“. Плановете за прехвърляне на ученици, които се стремят да десегрегират и подобрят образователните възможности за учениците в неравностойно положение, могат да бъдат засегнати от техните констатации.

### **2.3.6 ГИС и ресурси за образование**

Изследванията на географските информационни системи улесняват многостранните, мултидисциплинарни обяснения на образователните феномени, защото пряко включват контекстуалните компоненти на мястото и пространството. Шулц провежда пространствен анализ на качествата на учителите в Мисури (Schultz, 2014). Тя изследва дали има групиране на тези качества на учителите, използвайки ANNA и използва карти, за да покаже регионалното разпределение на отличните преподаватели. Резултатите показват, че висококвалифицираните преподаватели са

концентрирани в училища с по-ниски нива на бедност сред учениците и расови малцинства.

Използвайки ГИС, Гулосино и Максвел (2018) са изследвали предучилищни програми, предлагани доброволно в най-населения и най-голям окръг на Тенеси. Те са проучили как доброволните програми за предучилищна възраст са „ограничени“ в рамките на специфични общности и са стигнали до следните заключения: Предимствата на близостта или географската достъпност до градските предучилищни заведения подкрепят предоставянето на услуги за предучилищна възраст, като подчертават значението на пространствената/локационната гледна точка като критична леща за оценка на инициативите за избор на държавни училища в общности с ниски доходи. По този начин, това проучване потвърждава дългогодишните опасения за това как в ситуации с ограничен капацитет и избор, до голяма степен ограничен до непосредствения регион, изборът може да доведе до почти затворен цикъл на системно неравенство, като по този начин изостри неравенството във възможностите за образование (Gulosino & Maxwell, 2018).

## **2.4 Теоретична рамка: Преглед на ГИС аналитичните техники**

Въпреки сравнително скорошното си въвеждане в областта на образователните изследвания, ГИС все още се счита за иновативна методология. Използването на геопространствени техники непрекъснато се разраства, предоставяйки свежи гледни точки върху образователните проблеми и следователно, нови подходи към знанието. ArcMap, ArcGIS, Q-GIS и друг подобен ГИС софтуер предоставят широк набор от инструменти за пространствен анализ. Геокодирането на определени интересоващи ни местоположения и добавянето на други подходящи географски слоеве информация са обичайните стъпки при създаването на карта. Анализът на средния най-близък съсед (ANNA) е широко използван инструмент за географска информационна система, който изчислява разстоянията от централните местоположения и установява дали свойствата на специфични променливи показват статистически значимо клъстериране (Schultz, 2014). За да определят степента и географските обстоятелства на клъстерирането на чартърните училища в Кливланд, Гилблом и Санг (2019) използват ANNA. Шулц (2014) оценява клъстерирането на отлични преподаватели в Сейнт Луис, използвайки ANNA по подобен начин.

Освен това, районите имат различни размери и форми (овални, квадратни и тесни), както и вътрешни качества и характеристики, които взаимодействат с политическата география на околния район. Формата на училищните райони във връзка с демографията на съседните и вътрешните общности е изследвана от експерти по ГИС. Степента, до която расовата сегрегация в училищата е корелирана

с формите на зоните за училищно посещение е изследвана от Сапорито (2017) и Сапорито и Ван Райпър (2016). Те са използвали измервания на компактността на ГИС, за да изследват „неравномерността“ на формите на училищните райони в Съединените щати, за да стигнат до своето заключение.

Географските информационни системи се използват в голяма част, ако не и в повечето изследвания, които използват геопространствен анализ за създаване на ГИС-базирани данни за по-нататъшен статистически анализ. Колингвуд и др. (2018) провели политическо проучване на инициативата на Вашингтон за чартърни училища през 2012 г., която била подкрепена от избирателите и отбелязва първия път, когато инициатива за чартърни училища е била направена в САЩ. Те постигнаха целта си чрез пространствено обединяване на данни от преброяването с данни от избирателните райони, използвайки ГИС. Те използват модел на пространствена лаг-регресия, за да заключат, че „коалицията от поддръжници на чартърните училища пресича обичайните партийни и демографски разделения, създавайки донякъде странни съмишленици“ (Collingwood, Jochim, & Oskooii, 2018).

## **Глава 3. Методология**

### **3.1 Методология на дисертацията**

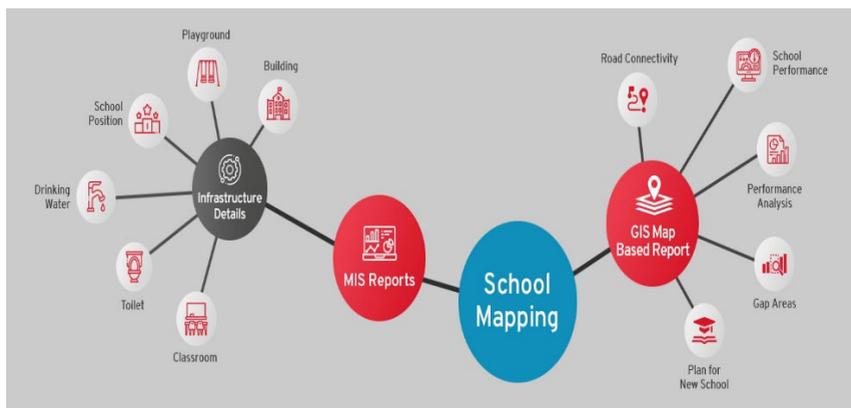
Внедряването на уеб картографиране в образованието може да реши различни проблеми чрез използване на данни в реално време от сензорни мрежи и социални медии чрез уеб ГИС приложения. Тези приложения подобряват обмена на информация в научните и социалните науки, като се възползват от отворените данни на публичния сектор, достъпни от множество източници. Движението за отворени данни разширява достъпа, насърчавайки възможностите за изследвания. Докато онлайн картографските услуги наблягат на достъпността на потребителите, инструментите за самостоятелно хостване изискват технически умения. Различни организации, включително академични и правителствени институции, използват тематично онлайн картографиране, водени от възхода на инфографиките и журналистиката на данни. Тази дисертация разглежда разпределена образователна система, използваща ГИС, за да създаде уеб приложение, като се фокусира върху настоящия образователен пейзаж във Флорина и оценява необходимостта от нови образователни звена въз основа на демографски данни и съществуващи училищни местоположения.

### 3.1.1 Дизайн на изследването

Облачните услуги революционизираха ГИС, като подобриха достъпа до географска информация, особено в медиите, където смесените медии интегрират данни в интерактивни формати, които опростяват сложната информация. Тази иновация служи като ценен инструмент за градско планиране, туризъм и мониторинг на околната среда. Освен това, солидната образователна основа е жизненоважна за националното развитие, което налага разбиране на образователната рамка, включително дизайна на училищата и свързаната с него география и социално-икономическа среда.

Рамката за картографиране на училищата се използва, за да се гарантира, че за проектантите са достъпни правилните източници на информация, за да се гарантира идеалното съответствие между инфраструктурата и основата. Рамката е разработена, за да включва всички основни компоненти на системата за планиране. Един от ключовите елементи е невъзможността проектантите да имат пространствена перспектива за различните образователни основи, налични в момента в даден регион, включително транспорт и вид училище, собственост и достъпност на ключови структури. Възможността за наслагване на различни слоеве данни върху една карта е ключова за информиран и динамичен процес. Системата се състои от два модула (Фигура 3.1):

- 1. ГИС модул:** ГИС модулът определя географското местоположение на всяка институция, като изчислява разстоянието до други важни обекти, използвайки карта с насоки. Доклади, базирани на ГИС карти, се изготвят за идентифициране на клъстери, оценка на пътната връзка с училищата, очертаване на оценките, предлагани от всяка институция, наблюдение на представянето на училищата, анализ на сравнителни тенденции и модели на представяне, идентифициране на области с недостатъци и улесняване на изграждането на нови училища. Методът използва много нива за идентифициране на възможности за подобрене и конкретни неудовлетворени изисквания, като се концентрира върху области, които ще изискват внимание в училищата в бъдеще.



Фигура 3. 1Картографиране на училища с два модула

2. **MIS модул:** Модулът MIS (Модул за управленска информационна система) е създаден, за да предлага всички данни, необходими за работата на системата за училищна администрация. Отчетите на MIS до ръководството и гражданите служат като примери за резултатите от работата на системата. Той следи информация за физическото местоположение на училището, неговата сграда, класове, стаи, броя на учениците и наличието на услуги като питейна вода, столова, детска площадка, тоалетна, зелени площи, спортни съоръжения и др.

Преди появата на ГИС, училищното планиране се ограничаваше от молив и хартия. Следователно процесът на планиране се сблъскваше с множество предизвикателства и липсваше достатъчно данни. Имаше обширни ръководства, показващи местоположението на училищата, но нямаше посочени правила за разстояние. Всички видове информация бяха представени фрагментирано и неорганизирано. Получаването на задълбочен анализ за по-нататъшни внедрявания и действия не беше осъществимо. Освен това информацията беше ограничена, така че не можеше да се направят допълнителни открития или данни за училищата и прилежащите им климатични условия.

### 3.2 Методи за събиране на данни

Ангажиментът за усъвършенстване на рамките за географски данни и технологиите за геоизображения е от решаващо значение за организацията на училищата, осигурявайки фундаментална структура за подобряване на съществуващите данни. Ефективното образователно планиране изисква изчерпателна база от данни за училища, ученици, преподаватели и ресурси.

Използването на ГИС слоеве за картографиране на местоположенията на училищата, наред с критични географски характеристики, позволява на проектантите да подкрепят нови строителни проекти, да оценяват подходящи места и да подобряват съществуващите институции. Основната цел на училищното планиране е да се създадат подробни карти на ниво район, които показват разпределението на образователните съоръжения в различните нива и видове училища.

Следващият процес и използваните данни за проучване на училищните звена включват: теренни проучвания с помощта на GPS за определяне на местоположението на училищните звена, използване и обработка на сателитни изображения и аналогови и цифрови аерофотоснимки, с които се извършва подробен анализ на свлачищата в изследваната област. Източници на тези данни са Google Earth (GE), Географската служба на гръцката армия (GYS) и Гръцкият земеделски регистър (ЕК) и накрая проучване и използване на ГИС и уеб-ГИС данни от (данни с отворен достъп) opendata на гръцкото правителство и Sorpenicus. Всички тези елементи се използват за свързване на образователните съоръжения и създаване на уеб карта с географски информационни системи, която ще бъде свободно достъпна и ще функционира като уеб приложение.

### **3.3 Методология за картографиране на училищата**

Градските региони претърпяват значителен растеж, което оказва влияние върху образователния сектор. Това изисква стратегическо планиране и разпределение на ресурсите, за да се осигури равенство и да се отговори на нарастващото търсене. Планирането на образователните съоръжения се фокусира върху оптималното разпределение, размер и разстояние между училищата, за да се стимулира растежът в различни области. Това включва обширно планиране, свързано с разпределението и разположението на образователните услуги. Планирането на училищата картографира местоположението на училищата, за да се насърчи справедливото разпределение, особено по време на големи разширявания на образователната система. Картографирането на училищата използва релационни географски бази от данни, за да предостави важни данни на вземащите решения, като подчертава неравенствата, свързани с публичните инвестиции (Lagrab & Akin, 2015). Картографирането на училищата предлага динамична гледна точка върху настоящите и бъдещите образователни услуги, като помага на политиците при стратегическото разполагане и разпределение на училищата, за да се осигури оптимално използване на ресурсите. То подобрява достъпността и равенството в образованието, предотвратявайки както свръхлокализацията, така и пренебрегването на недостатъчно обслужваните райони. Освен това, картографирането на училищата

подкрепя целта за всеобщо образование и действа като жизненоважен изследователски инструмент за оценка на достъпността и информирано вземане на решения в образователната политика. (Murad, Dalhat, & Naji, 2020)

### **3.4 Област на изследване на случая**

Регион Западна Македония се състои от 4 префектури: Козани, Флорина, Кастория и Гревена. Префектура Флорина е една от 51<sup>-а</sup> префектури на Гърция и е една от 74<sup>-те</sup> регионални единици на страната. Според преброяването от 2021 г. населението ѝ е 50 921 жители.

### **3.5 Създаване на данни**

Гърция има три нива в образователната си система: начално, средно и висше образование. Само началните училища, които приемат ученици от 6 до 12 години, са включени в първото ниво. Прогимназиите (gymnasio) и гимназиите (lykeio), които приемат съответно ученици от 12 до 15 години и тийнейджъри от 15 до 18 години, са включени във второто ниво. За разлика от гимназиите, където посещението е доброволно, началните и прогимназиалните училища изискват учениците да присъстват задължително.

Всички данни за училищата на трите образователни нива са събрани, а местоположението им е създадено чрез QGIS с фонові данни от Google Maps в точки като:

Действителната площ на всяко училище е извлечена от портала за отворени данни на Гърция и е потвърдена чрез проверка на място.

Училищната зона е обозначена на нивото на блока.

Училищната зона е обозначена с помощта на специален код и различен точков маркер за всяко училищно ниво.

Картографиране на училища, начално, средно и висше образование

Граници на клъстери в училище от едно и също ниво в ГИС

Интегриране на геопространствената база от данни с училищната информация на отдела

Критериално-базиран ГИС изпит – класификация (за начално и средно училище)

Идентифициране на жилища, които не се обслужват от настоящите мерки, и райони без училища (райони на пустинни училища)

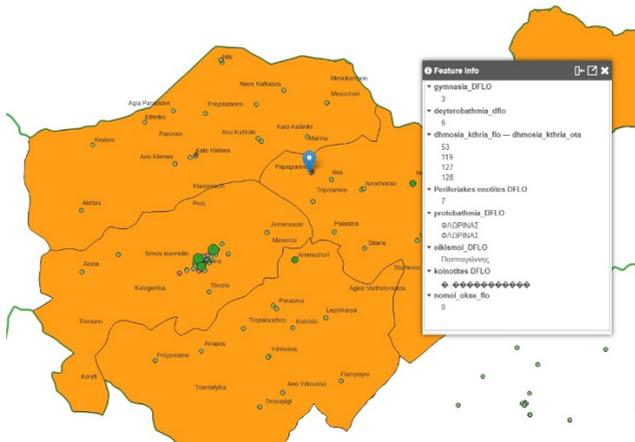
Определяне на най-подходящото място за настаняване на предложеното училище с оглед на демографската възраст

ГИС-базирана рамка за училищни данни (уеб ГИС)

## Основна характеристика на приложението

- Планиране на 107 реални училищни района, позициите и границите на клъстерите в уеб базирана ГИС система.
- Включване на геопространствената база от данни с данни за ведомствените училища.
- ГИС анализ, базиран на стандарти.

След като шейп файлът (shapfile) с точките, линиите и полигоните беше създаден, се добавиха непространствените данни (таблица с атрибути) към точките, които съдържат информация за училищата (както начални, така и средни).



Фигура 3.2. MIS на Gymnasio of Paragianni .

## Глава 4. Резултати и анализ

### 4.1. Представяне на резултатите

Резултатите показват уеб портал, базиран на Google Maps като фон. Този портал ни позволява да търсим данни от администратори и училищни оператори, за да намерим най-доброто училище. Човек може да избере различни точки, за да отиде в различни училища по свой избор. След като точка бъде избрана, се появява следната информация за нея:

- Име на института, префектура, община, общинска единица
- Географски ширини, дължина, надморска височина
- Вид училище (дневно, целодневно или вечерно училище)
- Вид училище (държавно, частно или чартърно училище)

- Адрес на училището, Пощенски код, Телефонен номер, Имейл, Училищен сайт
- Секции на класа
- Чужд език, който се преподава (английски, немски, френски)
- Броят на учениците
- Специалности по преподаване (за гимназии)
- Единици за неблагоприятни условия (за учителите)

Уеб базираната ГИС карта показва общо 107 училища, разположени в район на Флорина. Можем да ги разглеждаме едно по едно и да ги търсим. Освен това можем да търсим местоположение и да използваме лентата за търсене, за да го увеличим. QGIS Online е облачно решение за картографиране и анализ. Използваме го за сътрудничество, анализ и обмен на данни, както и за генериране на карти. Можем да конфигурираме данни и карти, за да отговарят на нашите картографски и ИТ изисквания. Данните и картите се съхраняват в защитена частна инфраструктура.

## 4.2 Създаване на ново средно училище в град Флорина с ГИС

### 4.2.1 Демографски анализ на съдържанието на изследването

ГИС подпомага вземането на решения и прогнозирането на резултатите чрез възможностите си за наслагване, което налага споделянето на географска информация във функционални рамки за геореферирание. В Западна Македония населението е намалало с 11,43%, като по-значителен спад се наблюдава в по-младите възрастови групи: 17,15% за възрастовата група 10-19 години и 37,31% за възрастовата група 0-9 години. Този значителен спад на раждаемостта между преброяванията от 2011 г. и 2021 г. се дължи на икономическата криза в Гърция и миграцията на младежи в търсене на по-добри възможности.

Таблица 4. 1 Население на регион Западна Македония 2011-2021 г.

Регион Западна Македония			
	Население		Процентна промяна
Възраст	2011 г.	2021 г.	
<b>0-9</b>	26 629	19 394	-37.31
<b>10-19</b>	30 073	25 670	-17.15
<b>0-100+</b>	283 689	254 595	-11.43

На ниво регионална единица Флорина наблюдаваме, че общото население е намаляло с 14,56%, което е по-голям процент в сравнение с региона на Западна Македония.

Промените в населението в регионалната единица Флорина и нейната община разкриват значителни тенденции през последните 30 години. Докато регионалната единица Флорина претърпя по-големи промени в населението в сравнение със Западна Македония, община Флорина отбеляза увеличение на населението с 11,46%, което почти съответства на промяната от 11,43% в Западна Македония. Забележително е, че общинската единица Флорина беше единствената, която увеличи населението си с 20,02%, въпреки лекия спад от 4,10% наскоро поради икономическата криза. За разлика от това, другите общински единици - Като Клайнес, Мелити и Перасма - претърпяха значителен спад на населението съответно с 28,28%, 26,32% и 21,74% през последните три десетилетия, което отразява тенденциите на урбанизация в района.

Таблица 4.2. Промени в населението от 1991 до 2021 г.

	1991 г.	2001 г.	2011 г.	2021 г.	промяна през последните 30 години	промяна през последното десетилетие
<b>Регионално обединение на Флорина</b>	<b>52 367</b>	<b>54 109</b>	<b>51 414</b>	<b>44 880</b>	<b>-16.68</b>	<b>-14.56</b>
<b>Община Флорина</b>	<b>32 172</b>	<b>33 588</b>	<b>32 881</b>	<b>29 500</b>	<b>-9.06</b>	<b>-11.46</b>
<b>Общинска единица Флорина</b>	15 354	17 500	19 985	19 198	20.02	-4.10
<b>Общинска единица Като Kleines</b>	4 107	3 787	2 735	2 132	-92.64	-28.28
<b>Община Мелити</b>	7 020	6 909	5 927	4 692	-49.62	-26.32

---

**Общинска****единица**

5 691

5 392

4 234

3 478

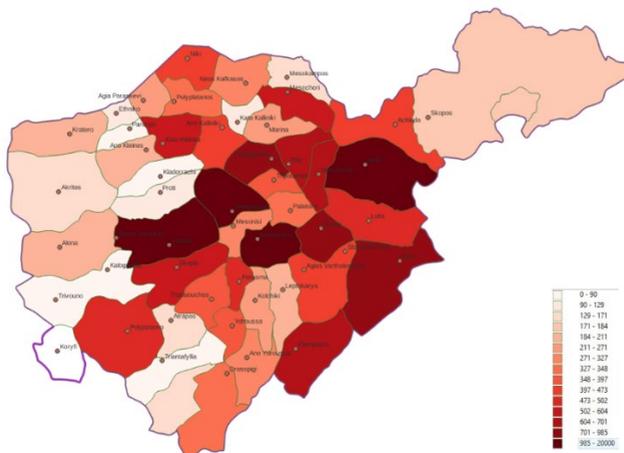
-63.63

-21.74

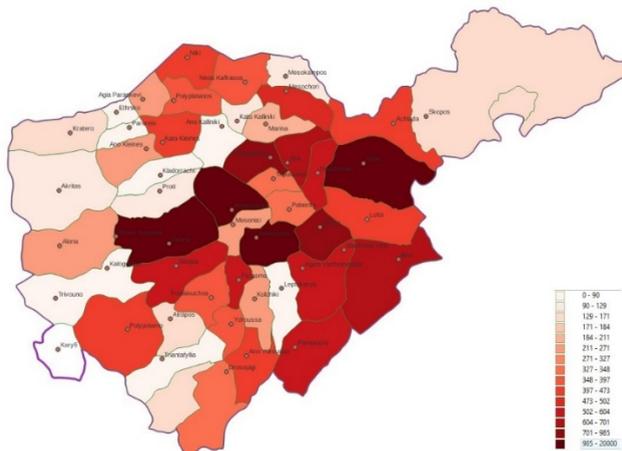
**Перасма**

---

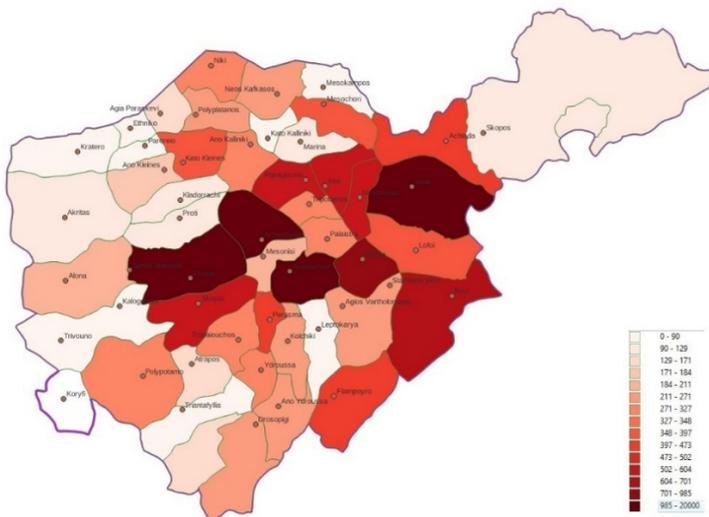
На ниво населено място, следващите четири фигури показват промяната в населението през последните 30 години, както и през последното десетилетие, в четирите общински единици на община Флорина. Трябва да отбележим, че Флорина е единственият град в община Флорина; всички останали населени места са села. Тук гледната точка за урбанизацията на изследваната област се засилва допълнително, като град Флорина е увеличил населението си с 25,24 души през последните 3 десетилетия, с лек спад през последното десетилетие от 2,90% поради посочените по-горе причини. Заслужава да се отбележи, че град Флорина е единствената област, където населението му се е увеличило, за разлика от останалите 46 населени места от изследваната област, където населението е намаляло от 1,74% на 400% в периода 1991-2021 г. и от 4,35% на 91,67% в периода 2011-2021 г.



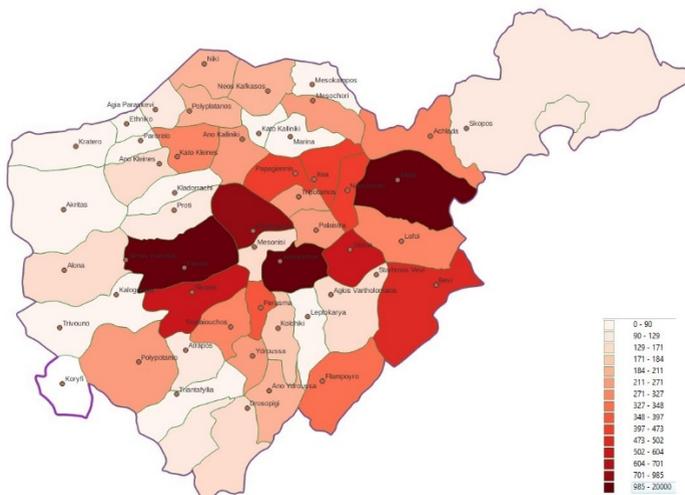
Фигура 4.1. Население на окръга в община Флорина през 1991 г.



Фигура 4.2. Население на окръг в община Флорина през 2001 г.



Фигура 4.3. Население на окръг в община Флорина през 2011 г.



Фигура 4.4. Население на окръга в община Флорина през 2021 г.

Нарастващото население на Флорина доведе до предизвикателства в образователния сектор, особено по отношение на настаняването на учениците в прогимназиите. Въведени са временни решения, като например сутрешни и следобедни занятия и използване на контейнери за класни стаи. Въпреки тези мерки, училищата остават пренаселени, за което свидетелства Първа гимназия, където стаите са разделени, за да се побарат повече ученици. Градът има три прогимназии, обучаващи 719 ученици, със забележителния процент на записване от 3,75% в сравнение с 2,46% в други райони. Тази ситуация подчертава спешната нужда от ново прогимназиално училище, предложената Четвърта гимназия на Флорина, за да се облекчи пренаселеността и да се подобрят образователните ресурси за бъдещите ученици.

Всяка община, в която се намират тези училища, е отговорна за функционирането на държавните училища в началното и средното образование (Pissourios, 2011).

Таблица 4.3. Ученици по гимназии в община Флорина

Гимназия на община Флорина	Ученици	
Първа гимназия във Флорина	259	
Втора гимназия във Флорина	271	719
3-та гимназия във Флорина	189	
Гимназия Амохориу	75	253

Гимназия Вевис	52
Гимназия Клейнон	26
Гимназия Мелитис	60
Гимназия Папагиани	40

#### 4.2.2 Избор на място

Процесът на избор на място включва анализ на възможностите на земята в даден регион по отношение на градските и селските употреби. С течение на времето той стана по-сложен поради разнообразните човешки изисквания, изискващи усъвършенствани инструменти и методи за планиране. Днес използването на географски информационни системи значително подобрява процеса на избор на място, въпреки че липсата им може да затрудни избора на подходящ обект. Въпреки различните критерии, основани на специфични приложения, целта остава постоянна: да се определи оптималното местоположение за предвидените употреби.

Очевидно е, че е необходима точна и изчерпателна информация за местоположението, за да се приложат измервания и критерии за избор на място, особено при избора на място за училище. Получаването на тази информация изисква провеждането на огромно количество проучвания. Очевидно е също, че идеалното място за определен проект би било избрано само след анализ и оценка на данните (Parast, Motamedi, Eghbali, & Alavi, 2016).

За подобряване на образователните услуги е от съществено значение да се направи анализ на общинските образователни съоръжения, за да се идентифицират районите с неадекватни услуги. Макар че различни фактори влияят върху качеството на образованието, този анализ се фокусира върху две ключови характеристики: коефициент на заетост и работа на училищата на смени. Като се приеме, че има единични сутрешни смени и подходяща заетост, става възможно да се определят приемливи обслужвани райони. Следователно общината може да се справи с пропуските, като разработи нови образователни съоръжения в недостатъчно обслужвани региони.

#### 4.2.3 Строителство на училища

Гръцката конституция постановява, че образованието трябва да се осигурява на всички лица в продължение на поне девет години, като местните общини са отговорни за изграждането, експлоатацията и поддръжката на училищата. Следователно всяка община трябва да отговори на образователните нужди на своите

ученици. Неадекватните образователни съоръжения обаче могат да доведат до два резултата: намалено качество на образованието поради пренаселеност или въвеждане на двусменна система. Например, ако начално училище с 200 ученици разполага само с 1000 квадратни метра площ, то няма да отговаря на стандарта за планиране от 6 квадратни метра на ученик, което показва пренаселеност, която компрометира образователната ефективност.

#### **4.2.4 Липса на свободни общински парцели**

Образователният сектор в метрополитенните райони претърпява значителен растеж, което налага стратегическо планиране на инфраструктурата, за да се отговори на търсенето и да се насърчи равенството. Във Флорина се появи двусменна система за средно образование поради неадекватните съоръжения, което косвено влошава качеството на услугите. Общините трябва да предприемат задължителни отчуждавания на земя за нови образователни сгради, но финансовите ограничения възпрепятстват способността им да компенсират адекватно собствениците на земя. Това води до постепенен процес на отчуждаване, приоритизиран въз основа на районите с най-големи образователни дефицити. Общинските действия често са реактивни, в зависимост от наличните средства и неотложните проблеми, а ГИС моделирането играе жизненоважна роля при оценката на състоянието на образователната система и насочването на необходимите реформи.

#### **4.2.5 Картографиране на 4-то прогимназиално училище във Флорина**

В град Флорина има три прогимназиални училища. Според данни от Службата за средно образование на Флорина, през годината на преброяването през 2021 г. учениците в трите прогимназиални училища са били 259, 271 и 189. (Solakis & Atanasova, 2025). Има значително припокриване между 1<sup>-ва</sup> и 3<sup>-та</sup> гимназия на Флорина, особено в центъра на града. Окръжностите на 1<sup>-ва</sup> и 2<sup>-ра</sup> гимназия почти се пресичат. Освен това покритието се простира до райони извън жилищните зони, повлияно от местоположението на 3<sup>-та</sup> гимназия в историческия център на града и 1<sup>-ва</sup> гимназия в градската периферия. 2<sup>-ра</sup> гимназия осигурява най-добро покритие, разположена в североизточната част на Флорина. Кръгове с радиуси, базирани на обслужваната зона на всяко училище, са генерирани с помощта на буфер около местоположението на училищата.

Първата част, разположена в близост до жп гарата, се отличава със значително жилищно развитие с многоетажни сгради (шест етажа), докато вторият район показва ограничено жилищно развитие със сгради, които не надвишават два или три етажа.

Следователно, създаването на нова институция, четвъртото прогимназиално училище във Флорина, се счита за съществено в образователната празнота, разположена югоизточно от града, особено в близост до жп гарата.

Поради високите разходи за градска земя и финансовите затруднения, гръцките общини не могат да отчуждят цялата земя, необходима за образователни съоръжения, съгласно Структурния план, като не предоставят необходимото обезщетение. В резултат на това те определят незастроена земя, променяйки приоритетите за земеползване въз основа на недостатъци в образователните услуги. Потенциално решение е използването на държавна или общинска незастроена земя за училищно строителство, тъй като за тази цел са налични два съседни парцела (7 318 кв. м и 4 320 кв. м), което елиминира необходимостта от отчуждаване на частна земя. Освен това, Министерско решение 10788/2004 (член 5.Б.3) постановява, че минималната устойчива единица за средно училище има ученически състав от 105 деца (три класа с по 35 ученици), което съответства на демографско население от 2100 жители. Необходимата площ на потребител обикновено варира от 7 до 11 квадратни метра и този критерий е удовлетворен от определения парцел.

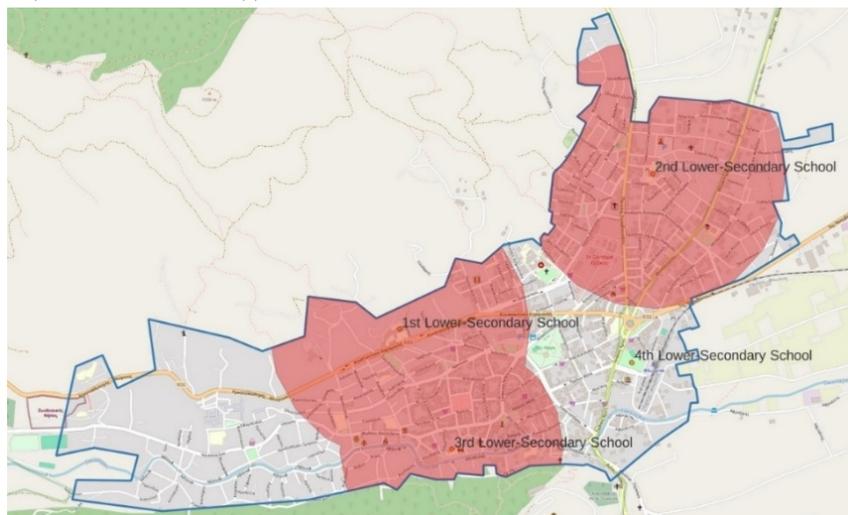
Зоната на покритие на трите училища ще бъде променена поради създаването на ново училище, което ще доведе до прехвърляне на някои ученици от съществуващите училища в новата институция. Общо 719 ученици ще бъдат разпределени между четири училища, като се предлага разпределение от 200 ученици в първо средно училище, 219 ученици във второ средно училище, 150 ученици в трето средно училище и 150 ученици в новосъздаденото четвърто средно училище. Следователно, размерът на жилищната зона е пропорционално разпределен между четирите средни училища в града според техния капацитет .

Таблица 4.4 2. Броят на учениците при преброяването през 2021 г. и преразпределението на учениците със създаването на 4-то прогимназиално училище във Флорина

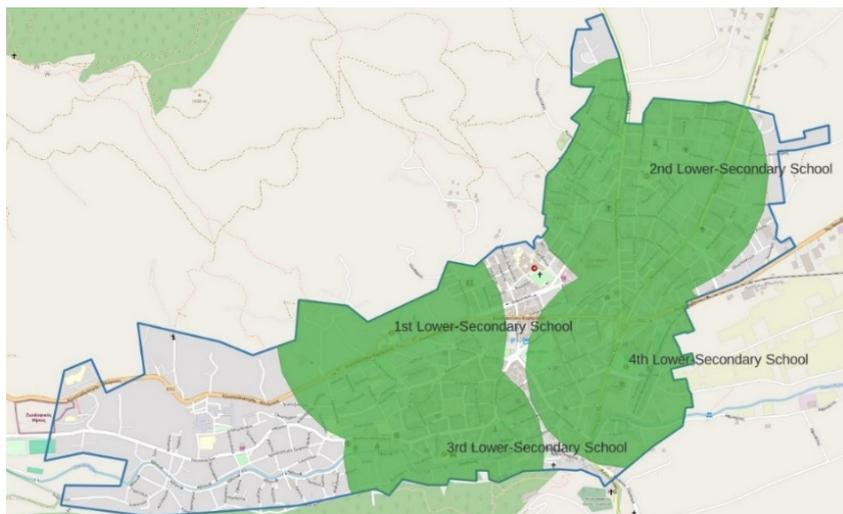
	<b>Ученици при преброяването през 2021 г.</b>	<b>Преразпределение на учениците в 4 училища</b>
1-во прогимназиално образование	259	200
2-ро прогимназиално образование	271	219
3-ти прогимназиален етап	189	150
4-ти прогимназиален клас	-	150
<b>Обобщение</b>	719	719

Училищната пустош в близост до жп гарата е премахната, което води до цялостно покритие на градските общности. Учениците, живеещи в близост до новосъздаденото училище, вече не е необходимо да пътуват до други райони на града, като по този начин се решава проблемът с недостатъчните образователни съоръжения в гъсто населен район.

При сравняване на фигури 4.5 и 4.6, от които са изключени районите извън жилищната зона и припокриващите се училищни райони, е видно, че образователното покритие в прогимназиите във Флорина се е подобрило и образователната празнота в близост до жп гарата е премахната. Районът остава отдалечен от образователните институции, а именно на площад „Герои“; въпреки това, предвид относително ниския брой на населението, създаването на ново училище вече не е необходимо.



Фигура 4.5 1. Зоната на покритие на трите настоящи училищни единици.



Фигура 4.6 2. Зона на покритие на училищата от създаването на четвъртия прогимназиален етап.

#### 4. 3 Превръщане на съществуващи училища в експериментални училища

Трансформацията на училищата в Гърция в експериментални институции повдига сериозни опасения относно достъпността, връзките с общността и социалното сближаване. Тези училища се стремят да внедряват иновации, но често нарушават съществуващите квартали, като изискват от учениците да преминат към ново образование без адекватна подготовка, което води до психологически стрес и загуба на връзка. Семействата са изправени пред допълнителни тежести, като увеличени разходи за пътуване и променени рутини, което засилва чувството на неудовлетвореност поради липса на участие в процеса на вземане на решения. Промяната може да подкопае културната ангажираност в общността, а достъпът до качествено образование може да стане неравнопоставен, облагодетелствайки тези, които могат да посещават експериментални училища. Освен това, недостатъчните ресурси и планиране могат да подкопаят очакваните образователни ползи. За да се справят с тези предизвикателства, от решаващо значение е по-приобщаващ подход, включващ заинтересованите страни, осигуряващ необходимата подкрепа и учене от най-добрите международни практики за балансиране на иновациите със социалната справедливост.

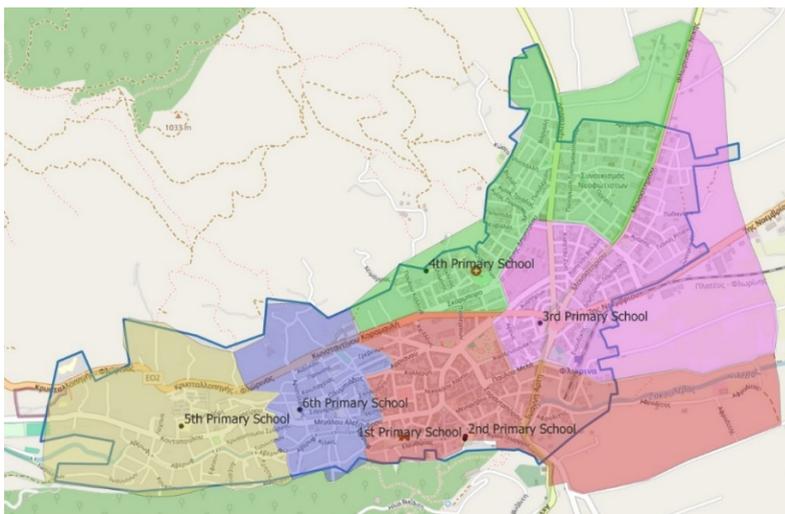
#### 4.4 Картографиране на експерименталното начално училище във Флорина

Стратегическият анализ на системата от образователни съоръжения трябва да включва само ограничен брой от многобройните аспекти, които влияят върху образователните услуги, предлагани от училището. Няколко елемента, които влияят върху качеството на образователните услуги, включват възрастта на съоръженията, архитектурния дизайн, размерите на класните стаи, използваното оборудване, неговото състояние и приложението му в учебния процес (Solakis & Atanasova, 2025).

Регионът, където жителите получават адекватни образователни услуги, се нарича зона на обслужване на училището, по-специално за началните училища, изобразени на Фигура 4.7. В региони, които нямат достъп до съществуващи зони на обслужване на училища, общината е задължена или да разработи нови образователни съоръжения, или да управлява транспорта на учениците.

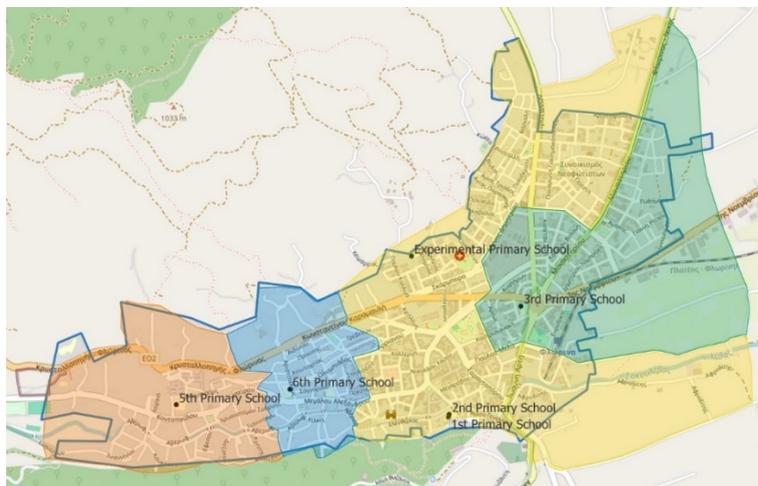
Географският анализ на ГИС подобрява разпределението на тези образователни услуги. ГИС може да проучи съществуващите местоположения на образователни услуги, които се нуждаят от подобрение и да формулира идеи за разпределението на ново училище, като по този начин помага на вземащите решения да правят информиран научен избор. (Solakis & Atanasova, 2025)

Този анализ използва QGIS, безплатна програма с отворен код за географска информационна система (ГИС). Генерирахме картите на началните училища и документирахме записаните ученици за всяко начално училище в таблицата с атрибути.



Фигура 4.7. Районът на обслужване на шест начални училища във Флорина през 2012 г., преди преобразуването на четвъртото начално училище в Експериментално училище .

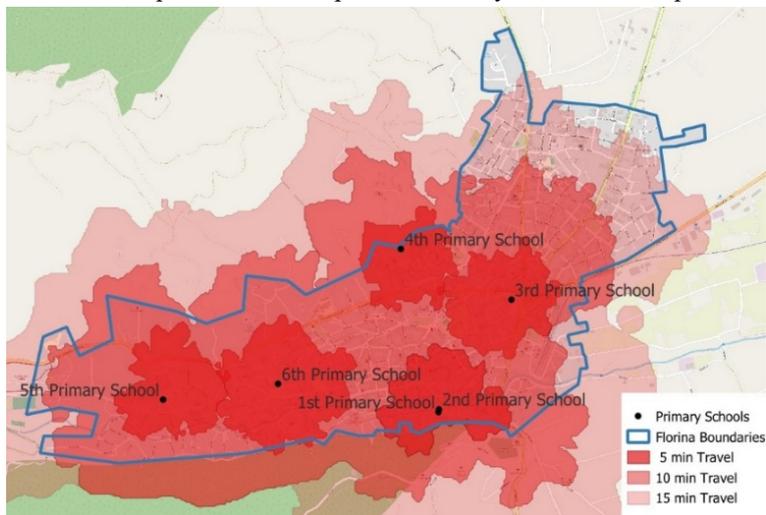
Експерименталното начално училище във Флорина и Експерименталната детска градина във Флорина са създадени през 2012 г. съгласно Закон 3966/2011. Приемът на ученици се извършва чрез лотария, което позволява на деца от всички райони на Флорина да се запишат. Този процес на подбор включва фактор местоположение, който представлява проблеми с достъпността за някои ученици. По-конкретно, семействата в райони, където местните училища са превърнати в експериментални училища, са изправени пред предизвикателства, тъй като учениците вече може да се нуждаят от пътуване до 30 минути, за да стигнат до най-близкото училище, за разлика от предишното разстояние от 5 до 10 минути. Тази ситуация е илюстрирана от превръщането на 4<sup>то</sup> начално училище и 7<sup>ма</sup> детска градина във Флорина в експериментални институции.



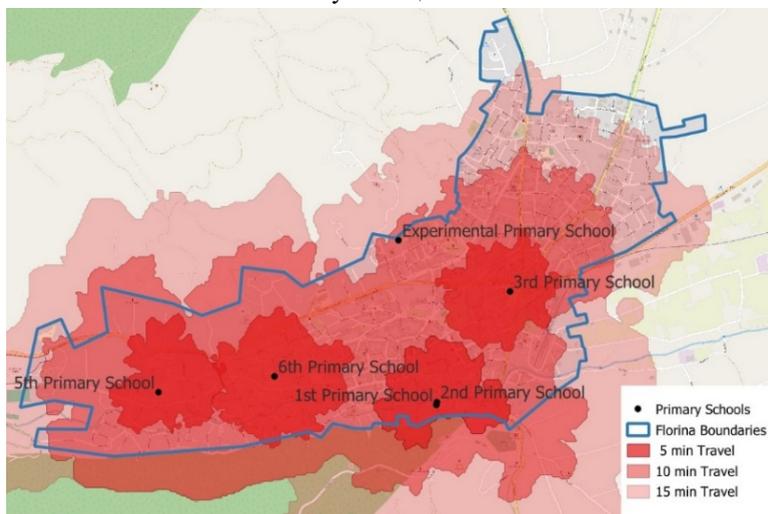
Фигура 4. 3Сборният басейн с жълт оттенък показва консолидирането на сборните басейни на 1<sup>во</sup> и 2<sup>по</sup> основно училище с тези на бившето 4<sup>то</sup> основно училище.

През 2012 г. шест образователни институции във Флорина бяха разположени така, че да гарантират, че учениците могат да стигнат до училище в рамките на 15 минути. Общият вход на 1<sup>во</sup> и 2<sup>по</sup> начално училище обаче беше забележим недостатък. Това доведе до сливането на обслужваните зони на 4<sup>то</sup> начално училище с другите две, принуждавайки учениците от 4<sup>то</sup> училище да пътуват на по-дълги разстояния. Освен това северната част на Флорина е изключена от 3<sup>ти</sup> начален училищен район, което допълнително усложнява достъпа, тъй като жителите трябва

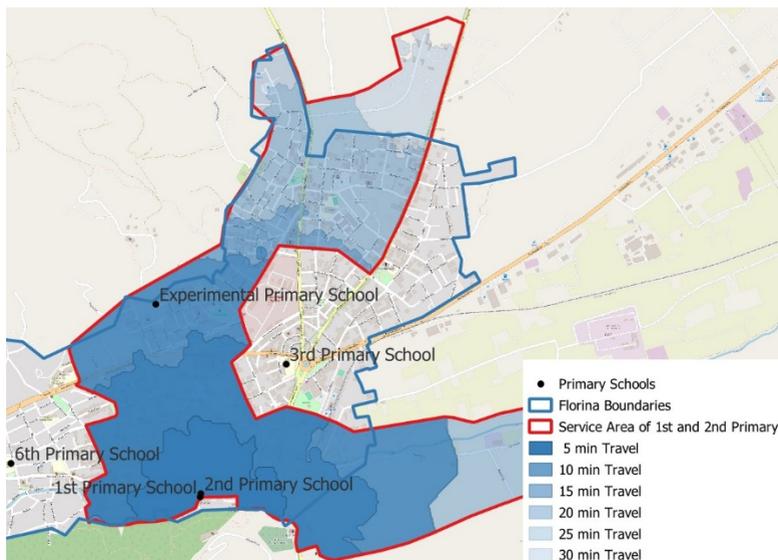
да преминават през него, за да посещават другите начални училища. Лошото правителствено планиране създаде образователни пустини във Флорина.



Фигура 4.9. Времето за пътуване за шест начални училища във Флорина през 2012 г., преди преобразуването на 4<sup>то</sup> начално училище в Експериментално начално училище .



Фигура 4.10 4. Времето за пътуване на пет начални училища във Флорина през 2012 г., след преобразуването на четвъртото начално училище в Експериментално начално училище.



Фигура 4. 5Времето за пътуване до обслужваната зона за 1<sup>-во</sup> и 2<sup>-ро</sup> начално училище.

Таблица 4.5. Брой ученици в начално училище 2022-2023 г.

Начални училища	Брой класни стаи	Брой ученици
1-во начално училище	12	166
2-ро начално училище	12	171
3-то начално училище	12	265
5-то начално училище	9	186
6-то начално училище	12	192
<b>Обобщение на редовните училища</b>	<b>57</b>	<b>980</b>
Експериментално училище	6	126
<b>Обобщение на всички училища</b>	<b>63</b>	<b>1106</b>

Гореспоменатият проблем се задълбочава от Съвместното министерско решение от 2018 г., което постановява, че учениците, живеещи на повече от 1200 метра от входа на училището, трябва да бъдат транспортирани с обществен транспорт за сметка на регионалните власти; ако не се осигури транспорт, се налага обезщетение за всеки ученик.

Въпросът за равнопоставения достъп на учениците до местните училища се решава чрез преобразуване на съвместно разположена институция в експериментално училище. Данните за посещаемостта за учебната 2022-2023 година показват, че 1<sup>во</sup> начално училище във Флорина, с 166 деца, отговаря на условията да бъде определено за експериментално начално училище. 4<sup>то</sup> начално училище ще се върне към ролята на квартално училище, облекчавайки значителното натоварване на 1<sup>во</sup> и 2<sup>ро</sup> начално училище, на които е възложена задачата да настанят допълнителни ученици, което води до пренаселени класни стаи и невъзможност на местните ученици да се конкурират за прием в експерименталното училище. Основната причина 3<sup>то</sup> начално училище, което има 265 ученици, да не е приело деца от обслужвания район на 4<sup>то</sup> начално училище, е недостатъчният брой класни стаи, което води до пренасочване на много ученици към училища, разположени отдалечено от местоживеенето им.

Изследването на ефектите върху достъпността, произтичащи от преобразуването на настоящите училищни звена в експериментални училища във Флорина, разкрива съществени проблеми в пространственото планиране на образованието в региона. Преобразуването на 4<sup>то</sup> начално училище и 7<sup>ма</sup> детска градина във Флорина в експериментални институции през 2012 г. доведе до появата на „училищни пустини“, принуждавайки децата, живеещи в някои населени места, да пътуват на по-големи разстояния от очакваното. Проблемът е особено труден за малките деца, тъй като те представляват уязвима възрастова група, за която задължението за транспорт е изцяло за сметка на родителите.

Предложените подобрения осигуряват равен достъп на децата до местните училища, минимизират транспортните нужди и оптимизират разпределението на ученическата популация, като същевременно запазват целостта на експерименталните училища.

## Глава 5. Дискусия

### 5.1 Интерпретация на резултатите

**Тълкуване на връзката между динамиката на населението и образователното напрежение:** Демографският анализ показва забележителна тенденция на урбанизация във Флорина, характеризираща се с 25,24% увеличение на населението за тридесет години, което контрастира с намаляването в съседните райони. Този растеж е довел до значително пренаселеност в училищата (1<sup>ва</sup> гимназия), тъй като образователните съоръжения не са се адаптирали към увеличеното население, което е довело до разделени занятия и временни класни стаи.

Създаденият за това проучване WebGIS портал се справя с тези проблеми, като картографира 107 училища и позволява пространствени заявки, предоставяйки ресурс, базиран на доказателства, за администраторите и подобрявайки общественото разбиране за образователната среда.

**Значението на ГИС за идентифициране на „училищни пустини“ и неравенства:** Ключов принос на това изследване е използването на QGIS за анализ на пространственото разпределение на образователните услуги, идентифицирайки „училищни пустини“, особено в близост до бързо развиващата се югоизточна зона до жп гарата. Буферният анализ разкри неефективни припокривания в обслужваните зони на прогимназиите, подчертавайки неоптималното разположение на инфраструктурата. Констатациите подкрепят аргумента, че образователното планиране трябва да включва географска перспектива. Създаването на 4<sup>-та</sup> гимназия в близост до жп гарата е отговор, основан на данни, за да се насочи към недостатъчно обслужван район, да се облекчи натискът върху съществуващите училища и да се оптимизира разпределението на учениците в четири училища с предложени нови разпределения от 200, 219, 150 и 150 ученици.

**Оценка на въздействието на експерименталните училища върху достъпа на общността:** Проучването критикува превръщането на кварталните училища в експериментални училища с прием на лотария, разкривайки, че това е създавало бариери за достъп за местните семейства и е увеличило времето за пътуване, като децата пътуват до 30 минути. Предлага се балансирано решение: възстановяване на 4<sup>-то</sup> начално училище и 7<sup>-ма</sup> детска градина като местни училища, като същевременно 1<sup>-во</sup> начално училище и 9<sup>-та</sup> детска градина се превръщат в експериментални институции. Този подход има за цел да поддържа образователните иновации и социалното равенство, като зачита местната достъпност и се справя с транспортните тежести.

**По-широки последици и препоръки:** Като цяло, резултатите потвърждават, че подходът, базиран на WebGIS, е безценен за съвременното образователно планиране. Казусът Флорина служи като микрокосмос на предизвикателствата, пред които са изправени много разрастващи се градски центрове. Основните изводи са:

- Политиката трябва да бъде пространствено информирана: Решенията за настаняване в училища, закриване или преустройство не могат да се вземат само въз основа на електронни таблици. ГИС анализът предоставя необходимия контекст, за да се гарантира равен достъп за всички жители.
- WebGIS подобрява прозрачността и сътрудничеството: Чрез използването на облачна платформа като QGIS Online, общините могат да се включат в по-съвместно и прозрачно планиране, което позволява на заинтересованите

страни да визуализират и разберат въздействието на предложените промени.

- Инфраструктурата трябва да се адаптира към демографските промени: Проучването показва, че статичните училищни мрежи стават неефективни с течение на времето. Необходим е непрекъснат пространствен анализ, за да се идентифицират нововъзникващите нужди и проактивно да се коригира разпределението на ресурсите.

## 5.2 Предимства и недостатъци на използването на WebGIS

Приложението на WebGIS в нашето проучване на образователната система на Флорина подчерта множество значителни предимства, особено по отношение на подобряването на вземането на решения, основани на данни и подобряването на планирането на обществените услуги.

- Подобрена визуализация на данни: Уеб порталът на Google Maps предлага интуитивна платформа за администратори и обществеността за визуализиране на 107 училища, използвайки цветни точки за по-голяма яснота.
- Разширени аналитични инструменти: ГИС инструменти като QGIS позволяват сложен пространствен анализ за разкриване на проблеми като „училищни пустини“ в недостатъчно обслужвани райони и неефективно разпределение на ресурсите между гимназиите.
- Подкрепа за стратегическо планиране: Платформата WebGIS комбинира демографски данни с училищна информация, подкрепяйки инфраструктурни решения, като например предлагането на нова 4<sup>-та</sup> гимназия върху общинска земя.
- Сътрудничество и прозрачност: QGIS Online позволява на заинтересованите страни сигурен достъп и обмен на географски данни, като по този начин подобрява оперативната яснота за планиращите и прозрачността при разпределението на образователните ресурси.
- Оценка на въздействието на политиките: Системата картографира ефектите от административните решения, илюстрирайки предизвикателствата пред достъпността и увеличеното време за пътуване в резултат на промени като превръщането на кварталните училища в експериментални училища.

Въпреки че дискусията се фокусира предимно върху успешното приложение и ползите от WebGIS, важно е да се признаят общите недостатъци и предизвикателства, свързани с внедряването на такива системи.

- Зависимост и качество на данните: Ефективността на ГИС анализа зависи от качеството на основните данни; неточностите могат да доведат до погрешни заключения и лошо вземане на решения.
- Необходима техническа експертиза: Разработването на WebGIS платформа изисква специализирани умения, което представлява предизвикателство за общините при наемането или обучението на квалифициран персонал в областта на ГИС софтуера, управлението на бази от данни и уеб разработката.
- Първоначални разходи и ресурси: Въпреки че инструменти с отворен код като QGIS могат да намалят разходите за софтуер, създаването на персонализиран уеб портал и получаването на висококачествени географски и демографски данни все още изисква значителна първоначална инвестиция.
- Предизвикателства при прилагането: Ефективните ГИС планове могат да се сблъскат с реални препятствия, включително финансови ограничения за придобиване на земя, политическа съпротива и сложността на промяната на установените училищни общности.
- Потенциал за погрешно тълкуване: ГИС картите са мощни, но могат да бъдат погрешно тълкувани от потребители, които не разбират данните и методите, което прави ясното представяне на констатациите от съществено значение за точното разработване на политики.

## Глава 6. Приноси

### 6.1 Научни приноси

Дисертацията представя нова изчислителна рамка за анализ на инфраструктурата на обществените услуги, интегрирайки големи набори от данни – демографски, геопространствени и образователни политики – в единна географска информационна система (ГИС). Тя установява нова методология, която идентифицира причинно-следствените връзки между демографските промени и пространствените неравенства, излизайки отвъд традиционните изолирани анализи. Ключова иновация е операционализацията на концепцията за „училищната пустиня“, демонстрирана чрез пространствен анализ на набора от данни за Флорина, разкриваща как увеличението на населението с 25,24% влияе върху училищната мрежа. Тази рамка предоставя модел, основан на данни, за бъдещи изследвания върху градското социално равенство и разпределението на публичните ресурси.

## **6.2 Научни и приложни приноси**

Изследването представя геопространствена система за подпомагане на вземането на решения (GDSS), предназначена за планиране на образователни съоръжения, функционираща като динамична WebGIS платформа. Тази система интегрира данни в практически анализи за нетехнически потребители, като набляга на използването на QGIS за обработка на данни и лесен за ползване интерфейс чрез Google Maps API. Демонстрирана във Флорина, GDSS ефективно проведе анализ на района на обслужване и идентифицира пропуски в разпределението на услугите в училищата, подчертавайки неефективността, която не се вижда чрез традиционните методи. Изследването предоставя възпроизводим модел за управление, основан на данни, като адресира липсата на ориентирани към потребителя инструменти в съществуващата литература, като по този начин преодолява разликата между академичните изследвания и практическото приложение за местните администратори.

## **6.3 Приложени приноси**

Разработената уеб ГИС система успешно генерира стратегически план, базиран на доказателства, за справяне с кризата с образователната инфраструктура във Флорина. Тя идентифицира два оптимални парцела, собственост на общината, за нова гимназия чрез многокритериен анализ на пригодността на обектите, като ефективно смекчи пренаселеността с обективни решения, основани на данни. Освен това, мрежовият анализ на системата разкри отрицателни въздействия от експерименталната училищна политика, което доведе до предложена реконфигурация, насочена към подобряване на равенството и достъпността в рамките на училищната мрежа. Тази работа илюстрира как приложната информатика може да даде възможност на политиките да създадат ефикасна и справедлива инфраструктура за обществени услуги.

## **6.4 Публикувани статии**

Статията "Utilizing Geographical Information System for Mapping Schools Distribution" разглежда предимствата на техниките на географската информационна система (ГИС) за образователно планиране във Флорина, Гърция. Тя анализира разпределението на прогимназиите, като има за цел да се решат проблемите с разположението и наличността. Констатациите помагат на гръцките власти да вземат информирани решения за планиране, като се открояват районите, нуждаещи се от нови училища, като по-специално се идентифицират два региона, включително 4<sup>то</sup> прогимназиално училище, като училищни пустини, които изискват развитие за

подобряване на образователните услуги. (Solakis, I., & Atanasova, I. 2025, *Utilizing Geographical Information System for Mapping Schools Distribution. Case Study: the 4th Lower Secondary School in Florina city, Greece. Mathematics and Informatics*, 68(1), pp. 74-95. doi:<https://doi.org/10.53656/math2025-1-6-uti>) (WofS Q4)

Втората статия изследва пространствените и достъпните ефекти от превръщането на детските градини и началните училища във Флорина, Гърция, в моделни и експериментални училища, без изграждането на нови съоръжения. Тя използва географски информационни системи (QGIS), за да анализира въздействието върху времето за пътуване на учениците, тенденциите в достъпността и образователното равенство. Проучването разкрива, че учениците, посещаващи новоопределените експериментални училища, са изправени пред непропорционално по-дълги пътувания до училище, с изострени предизвикателства пред достъпа през суровите зимни месеци. Констатациите предлагат ключови прозрения за политиците, които обмислят подобни образователни трансформации в селски и полуградски райони със сравними демографски данни. (Solakis, I., Atanasova, I. 2025, *Decision-Oriented Assessment of Accessibility Impacts from Converting Existing Schools into Experimental Units Without New Infrastructure: A QGIS Spatial Analysis of Kindergarten and Primary Education in Florina, Greece. International Journal of Applied Decision Sciences*) (Scopus Q3) (в процес на рецензиране).

### **Използвана литература (извадка, използвана в абстракта)**

- Akpakwu, S. O. (2012). Principles and techniques of education. Makurdi: Destiny Ventures.
- Al-Rasheed, K., & El-Gamily, H. I. (2013). GIS as an Efficient Tool to Manage Educational Services and Infrastructure in Kuwait. *Journal of Geographic Information System*(5).
- Ana, A., Khoerunnisa, I., Muktiarni, M., Dwiyantri, V., & Maosul, A. (2021). School Mapping Using Geographic Information. *Education and Humanities Research*(520), pp. 7-10.
- Archbald, D., Hurwitz, A., & Hurwitz, F. (2018). Charter schools, parent choice, and segregation: A longitudinal study of the growth of charters and changing enrollment patterns in five school districts over 26 years. . *Education Policy Analysis Archives*, 26(22). doi:<https://doi.org/10.14507/epaa.26.2921>
- Bifulco, R. (2014). Charter school location: Evidence and policy implications. In G. K. (Eds.), *Education, land, and location* (pp. 243-266). Lincoln Institute of Land Policy.

- Bray, M., & Varghese, N. V. (2011). *Directions in educational planning International experiences and perspectives*. Paris: UNESCO Publishing - International Institute for Educational Planning.
- Collingwood, L., Jochim, A., & Oskooii, K. R. (2018). The politics of choice reconsidered: Partisanship, ideology, and minority politics in Washington's charter school initiative. *State Politics & Policy Quarterly*, 18(1), pp. 61-92. doi:<https://doi.org/10.1177/1532440017748569>
- Ee-Seul, Y., Lubienski, C., & Lee, J. (2018). The Geography of School Choice in a City with Growing Inequality: The Case of Vancouver. *Journal of Education Policy*, 33(2), pp. 279-298.
- Gilblom, E. A., & Sang, H. I. (2019). Schools as market-based clusters: Geospatial and statistical analysis of charter schools in Ohio. *Education Policy Analysis Archives*, 27(15). doi:<https://doi.org/10.14507/epaa.27.4091>
- Gulosino, C., & Maxwell, P. (2018). A comprehensive framework for evaluating Shelby County School District's voluntary preschool program: The challenges of equity, choice, efficiency, and social cohesion. *Urban Education*. Advance online publication. doi:<https://doi.org/10.1177/0042085918801885>
- Hogrebe, M. C., & Tate, W. F. (2019). Residential segregation across metro St. Louis school districts: Examining the intersection of two spatial dimensions. *AERA Open*, 5(1). doi:<https://doi.org/10.1177/2332858419837241>
- Jones, P. A. (2018). The influence of charter school competition on public school district revenues across the U.S. *Journal of Education Finance*, 43(4), pp. 327-359.
- Kholoshyn, I., Nazarenko, T., Bondarenko, O., Hanchuk, O., & Varfolomyeyeva, I. (2021). The application of geographic information systems in schools around the world: a retrospective analysis. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Koller, K., & Welsch, D. M. (2017). Location decisions of charter schools: an examination of Michigan. *Education Economics*, 25(2), pp. 158-182. doi:<https://doi.org/10.1080/09645292.2016.1203866>
- LaFleur, J. C. (2016). Locating Chicago's charter schools: A socio-spatial analysis. *Education Policy Analysis Archives*, 24. doi:<https://doi.org/10.14507/epaa.24.1745>
- Lagrab, W., & Aknin, N. (2015, March). Analysis Of Educational Services Distribution - Based Geographic Information System (GIS). *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCIENTIFIC & TECHNOLOGY RESEARCH*, 4(03).
- Lubienski, C., & Lee, J. (2017). Geo-spatial analyses in education research: The critical challenge and methodological possibilities. *Geographical Research*, 55(1), pp. 89-99. doi:<https://doi.org/10.1111/1745-5871.12188>

- Manga, S. D., & Nakazalle, N. U. (2015). Politics of school mapping in Nigeria: Implications for school managers. In D. O. N. M. Abraham, Politics of education and national development in Nigeria (pp. 423-430). Port Harcourt: University of Port Harcourt Press.
- Monique, A., & Massaro, V. A. (2020). School deserts: Visualizing the death of the neighborhood school. *Policy Futures in Education*. Special Issue: (Un)intended Consequences in Current, 18(6), pp. 787-805. doi:10.1177/1478210320951063
- Murad, A. A., Dalhat, A. I., & Naji, A. A. (2020). Using Geographical Information System for Mapping Public Schools Distribution in Jeddah City. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 05(11).
- Ngigi, M. M., Musiega, D., & Mulefu, F. O. (2012). Planning and Analysis of Educational Facilities using GIS: A Case Study of Busia County, Kenya. *Applied Geoinformatics for Society and Environment*.
- Oka, M., & Wong, D. W. (2014). Capturing the two dimensions of residential segregation at the neighborhood level for health research. *Frontiers in Public Health*, 2, pp. 1-16. doi:<https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00118>
- Parast, M. V., Motamedi, M., Eghbali, R., & Alavi, S. J. (2016, Dec 30). A study on place distribution of elementary schools in Shirvan city using GIS. *Journal of Research in Ecology*, 4(2), pp. 400-411.
- Pissourios, I. A. (2011). DEVELOPING NEW EDUCATIONAL FACILITIES IN CITIES OR LARGE MUNICIPALITIES USING GIS: A CASE STUDY IN THESSALONIKI, GREECE. *International Journal of Arts & Sciences*, 4(16), pp. 65-73.
- Powers, J. M., Topper, A. M., & Potterton, A. U. (2017). Interdistrict mobility and charter schools in Arizona: Understanding the dynamics of public-school choice. *Journal of Public Management & Social Policy*, 25(3), pp. 56-87.
- Sarib, M. M. (2013). School mapping in the light of educational reforms in Pakistan. *American Journal of Research*, 1(8), pp. 279-282.
- Schultz, L. M. (2014). Inequitable dispersion: Mapping the distribution of highly qualified teachers in St. Louis metropolitan elementary schools. *Education Policy Analysis Archives*, 22(90). doi:<https://doi.org/10.14507/epaa.v22n90.2014>
- Siegel-Hawley, G. (2013). Educational gerrymandering? Race and attendance boundaries in a demographically changing suburb. *Harvard Educational Review*, 83(4), pp. 580-612. doi:<https://doi.org/10.17763/haer.83.4.k385375245677131>
- Singer, J., & Lenhoff, S. W. (2022). Race, Geography, and School Choice Policy: A Critical Analysis of. *AERA Open*, 1, pp. 1-19.

- Singleton, A. D., Longley, P. A., Allen, R., & O'Brien, O. (2011). Estimating secondary school catchment areas and the spatial equity of access. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(3), pp. 241-249. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2010.09.006>
- Solaklis, I., & Atanasova, I. (2025). Utilizing Geographical Information System for Mapping Schools Distribution. Case Study: the 4th Lower Secondary School in Florina city, Greece. *Mathematics and Informatics*, 68(1), pp. 74-95. doi:<https://doi.org/10.53656/math2025-1-6-uti>
- Taylor, C. (2009). Choice, competition, and segregation in a United Kingdom urban education market. *American Journal of Education*, 115(4), pp. 549-568. doi:<https://doi.org/10.1086/599781>
- Waitoller, F. R., & Lubienski, C. (2019). Disability, race, and the geography of school choice: Toward an Intersectional analytical framework. *AERA Open*, 5(1). doi:<https://doi.org/10.1177/2332858418822505>
- Yusuf, M. A., & Akinniranye, O. I. (2011). Towards optional utilization of school facilities in secondary schools. *JORIND*, 9(1), pp. 167-171.
- Zafar, S., Qaisar, M., Sohail, Z., & Zaidi, A. (2017, Dec 1). Development of Government Schools Based on GIS: A Case Study of Orangi Town, Karachi. *Journal of Geoscience, Engineering, Environment, and Technology*, 4(2).