



Софийски университет „Св. Климент Охридски“
Геолого-географски факултет
Катедра Ландшафтна екология и опазване на природната среда

ЛИДИЯ НИКОЛАЕВА СЕМЕРДЖИЕВА

**МУЛТИКРИТЕРИЕН ПОДХОД ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ, КАРТИРАНЕ И
ОЦЕНКА НА ЕКОСИСТЕМНИ УСЛУГИ ОТ ФУНКЦИОНАЛНИ
УРБАНИЗИРАНИ АРЕАЛИ**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен „Доктор“
професионално направление 4.4. Науки за Земята
(Физическа география и ландшафтознание)

Научен ръководител:

Доц. д-р Биляна Богомилова Борисова

София, 2025

Дисертационният труд съдържа 173 страници, от които 126 страници основен текст и 47 страници заглавни, литература и приложения. Разработката включва 40 фигури, 24 таблици и 20 приложения. Списъкът на използваните източници обхваща 326 заглавия, от които 78 източника от интернет.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на заседание на катедра „Ландшафтна екология и опазване на природната среда“ към Геолого-географски факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“, състояло се на 12.09.2025 г.

Благодарности

Изказвам своята най-искрена благодарност на научния си ръководител – доц. д-р Биляна Борисова за всеотдайната подкрепа през годините, за отделеното време, съветите и насоките при разработването на настоящата дисертация, както и възможностите, които ми предостави да се развивам като експерт.

Специални благодарности изказвам на доц. д-р Стелиян Димитров и проф. д-р Стоян Недков за съветите и методическата помощ, както и за възможностите за професионално развитие чрез участието в редица проекти през годините.

Изразявам своята благодарност към д-р Звезделина Марчева и д-р Мартин Илиев за ценните съвети при изготвянето на дисертацията, както и към всички преподаватели от катедра Ландшафтна екология и опазване на околната среда“ и „Геопространствени системи и технологии“ за напътствията и споделения опит през годините.

Отделни етапи от настоящия дисертационен труд са повлияни от участието ми в следните научни проекти:

- „Методика за картиране и биофизична оценка на състоянието на екосистемите и услугите, които те осигуряват за нуждите на градското планиране в Столична община“, Софияплан, 2020 – приоритизация на екосистемни услуги в урбанизирана среда.
- BG05M2OP001-1.001-0001 „Изграждане и развитие на център за върхови постижения „Наследство БГ“ – избор на тестов Функционален урбанизиран ареал, в който да се приложи модела.
- „Game Over? Do not let the climate change end the game“, CSO-LA 2019/410-363, Българска фондация биоразнообразие и „Разработване на мултикритериен подход за интегриране на екосистемните услуги в градското планиране, в подкрепа на лицата, вземащи решения“, Софийски университет „Св. Климент Охридски“, № 80-10-47, 2021 г. - оценка на екосистемни услуги на регионално ниво.
- „Доклад за избора на терени/обекти, в които да се извършат интервенциите за намаляване на вторичното разпрашаване чрез мерки за озеленяване в градска среда в Община Бургас“, НУЦГИТ, 2024 – оценка на екосистемни услуги на локално ниво.

Изказвам благодарност към всички ръководители и участници в гореизброените проекти за възможността за съвместна работа и цялостната подкрепа в изследванията.

Не на последно място бих искала да благодаря на семейството ми за безусловната подкрепа и разбиране по време на този изпълнен с предизвикателства, но и важен период от живота ми.

Съдържание

I. УВОД	5
II. ПРЕГЛЕД НА ПРОМЕНИТЕ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВОТА В РАЗВИТИЕТО НА СЪВРЕМЕННИТЕ ГРАДОВЕ. ФУНКЦИОНАЛНИ УРБАНИЗИРАНИ АРЕАЛИ	7
II.1. Характеристики на съвременните урбанизирани пространства. Фактори на въздействие	7
II.2. Съвременен отговор на предизвикателствата в състоянието и развитието на градовете	7
II.3. Същност и характеристика на функционалните урбанизирани ареали. ФУА в България	8
III. СЪВРЕМЕННИ ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГИЧНИ КОНЦЕПЦИИ И ПОДХОДИ В ИЗСЛЕДВАНЕТО И ПЛАНИРАНЕТО НА УРБАНИЗИРАНИ ПРОСТРАНСТВА	8
III.1. Ландшафтно-екологичен подход в изследването на пространството	8
III.2. Урбанизирани екосистеми	9
III.3. Концепция за Зелена инфраструктура	9
III.4. Екосистемни услуги в урбанизирана среда	9
III.5. Природно-базирани решения в урбанизирана среда.....	10
III.6. Нови интердисциплинарни концепции в градското планиране	11
IV. МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ, КАРТИРАНЕ И ОЦЕНКА НА ЕКОСИСТЕМНИ УСЛУГИ ОТ ФУНКЦИОНАЛНИ УРБАНИЗИРАНИ АРЕАЛИ	12
IV.1. Същност и особености на мултикритерийния анализ за вземане на решения (MCDA)	12
IV. 2. Модел за идентификация, картиране и оценка на ЕУ от ФУА с MCDA	12
IV. 3. Избор на тестова територия.....	22
V. ПРИЛОЖЕНИЕ НА МОДЕЛА ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ, КАРТИРАНЕ И ОЦЕНКА НА ЕКОСИСТЕМНИ УСЛУГИ – НА ПРИМЕРА НА ФУНКЦИОНАЛЕН УРБАНИЗИРАН АРЕАЛ – БУРГАС	23
V.1. Описание на тестовия район. Обща характеристика на град Бургас и ФУА. Пространствена единица за картиране и оценка на състоянието и услуги във ФУА-Бургас.....	23
V.2. Идентификация на ЕУ във ФУА-Бургас	26
V.3. Оценка на състоянието и натиска на екосистемите във ФУА-Бургас	29
V.4. Картиране и оценка на екосистемни услуги на регионално ниво.....	30
V.5. Картиране и оценка на екосистемни услуги на локално ниво	33
VI. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ	44
Приноси на дисертационния труд	47
Литература	47
Приложения	54

I. УВОД.

Съвременното разбиране за ландшафта е за многопластова система, в която си взаимодействат природни и социални компоненти, формиращи сложна структура. Тази структура определя функциите на ландшафта и по този начин те предоставят разнообразие от екосистемни услуги (ЕУ), които са в основата на човешкото благосъстояние. Именно взаимовръзката „структура → функции → услуги“ е водеща за ландшафтно-екологичния подход, който разглежда природната среда едновременно с човешките нужди. В съвременния контекст ЕУ се явяват свързващо звено между екологичните процеси и социалните потребности, като подпомагат разбирането и управлението на комплексните социално-екологични системи (Hansen, Pauleit, 2014). Оттук произтича и концепцията за мултифункционалността на ландшафтите, изразяваща се в способността им да предоставят множество ЕУ едновременно.

В този контекст градските и крайградските системи имат особено значение. Съвременните предизвикателства, пред които са изправени градовете, като урбанизация, екстремни метеорологични явления и т.н., са обединени под №11, „Устойчиви градове и общности“ от глобалните цели за устойчиво развитие на ООН (United Nations Sustainable Development Goals, 2015). Урбанизацията в глобален мащаб включва както разрастването на градовете, така и нарастващото уплътняване на съществуващите урбанизирани зони. Това води до трансформация на структурата и функциите на урбанизираните екосистеми (УЕ) (Haase, 2021), а следователно и на ЕУ, които те предоставят. Съвременните предизвикателства обаче са значими и многопосочни. Заедно с температурните аномалии, наводненията и сушите, свързани с изменението на климата, урбанизацията е предизвикателство за градовете и по този начин за географските съсредоточия, където вече живее по-голямата част от населението на света (UN, 2018). Тези процеси поставят под натиск естествените елементи в УЕ - зелената и синята инфраструктура (ЗИ), които са от решаващо значение за здравето и благополучието на населението.

Именно ЗИ и ЕУ се популяризират като концепции, които имат потенциал да подобрят екологичното планиране в урбанизираните райони въз основа на по-цялостно разбиране на сложните взаимоотношения и динамиката на социално-екологичните системи (Hansen, Pauleit, 2014).

Градската среда не е изолирана в пространството, а е свързана с околната в сложна социално-екологична система и затова е необходимо урбанизираните пространства да се разглеждат съгласувано с техните периферии. Оптимизирането на връзката между градските и крайградските територии и гарантирането и поддържането на ландшафтната мултифункционалност, включително и свързаност на ЗИ около урбанизираните райони е ключово условие за осигуряване на разнообразни ЕУ.

Градовете или урбанизираните територии все по-често се идентифицират като социално-екологично-технологични системи (McPhearson et al., 2023). Следователно холистичен подход, който интегрира биофизичната структура и

социалната функция, е силно необходим за разбирането на тези сложни системи (Qian et al., 2020).

Целта на дисертацията е разработването на пространствен модел за идентификация, картиране и оценка на ЕУ от Функционални урбанизирани ареали (ФУА), който да е приложим в максимална степен за целите на градското планиране и управление и лицата, вземащи решения. Подходът използва методиката на мултикритерийния анализ за вземане на решения (Multiple Criteria Decision Analysis, MCDA) във всеки етап от изследването и включва комплексното идентифициране на нуждата и осигуряването на ЕУ в единен пакет (набор от ЕУ), които взаимно обуславят и подкрепят значението си на ползи за хората без да компрометират устойчивостта си във времето. Конкретните практически дейности, за които се прилага модела, са планирането на градската зелена система и обвързването ѝ със ЗИ в регионален аспект (по смисъла на ландшафтно-екологичното планиране) и общо градско планиране с оптимизиране на връзката център-периферия.

Разработката е проведена в отговор на препоръките на работната група по картиране и оценка на екосистемите и техните услуги (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services, MAES) за реални примери и приложения как концептуалната рамка за картиране и оценка на УЕ може да бъде приложена в градски мащаб. Изследването обсъжда и надгражда методологията на MAES за измерване на състоянието на екосистемите и предоставянето на ЕУ в урбанизирани райони, препоръките да се използва за оценка на градската ЗИ (ГЗИ) и природно-базирани решения (ПБР) и организирана в подкрепа на политиките, като тества методическия подход в избран Функционален урбанизиран ареал (ФУА) с център град Бургас.

Предмет на настоящото изследване са пакетите ЕУ, предоставяни от УЕ и в частност ГЗИ.

Обект на изследването е територията на ФУА-Бургас, разглеждана като единна УЕ.

Задачите на изследването са следните:

1. Идентифициране на ЕУ, релевантни за УЕ и в частност териториите на ФУА и разработване на матрица за приоритизиране на ЕУ.
2. Разработване на пространствена единица за картиране и оценка на ЕУ на две пространствени нива.
3. Провеждане на проучване за избор на тестов ФУА, в който да се приложи модела.
4. Приложение на модела за избрания тестов район - оценка на състоянието на УЕ в границите на ФУА.
5. Приложение на модела за избрания тестов район - оценка на избрани ЕУ.

II. ПРЕГЛЕД НА ПРОМЕНИТЕ И ПРЕДИЗВИКАТЕЛСТВОТА В РАЗВИТИЕТО НА СЪВРЕМЕННИТЕ ГРАДОВЕ. ФУНКЦИОНАЛНИ УРБАНИЗИРАНИ АРЕАЛИ.

II.1. Характеристики на съвременните урбанизирани пространства. Фактори на въздействие

Урбанизираните пространства са сложни и динамични системи, чиито характеристики се променят постоянно под влиянието на природни и антропогенни фактори. Отличителните им особености се разглеждат в няколко измерения. От гледна точка на своето предназначение (центрове на човешката дейност и развитие), градовете постоянно нарастват, което води до прогресивна пренаселеност. Те изпълняват широк спектър от социални и икономически функции, като се превръщат все повече в мултифункционални пространства. Отличават се с ясна пространствена специализация - на вътрешните градски райони, на взаимоотношенията между града, периферията и сателитните центрове. Пространствената структура на градовете също претърпява значителни промени както в резултат от климатичните промени и техните конкретни прояви в урбанизираната среда като градски топлинни острови, риск от наводнения, недостиг на вода и т.н., така и от нарастващите изисквания на обществото към ресурсите и жизнената среда. Всички тези процеси налагат тенденция към ускорена динамика, което изисква ефективно планиране и оптимално използване на урбанизираното пространство.

II.2. Съвременен отговор на предизвикателствата в състоянието и развитието на градовете

Съвременният отговор на предизвикателствата пред развитието на градовете се основава на нови подходи към пространственото планиране и управление. Фокус са структурните елементи на градската морфология – зелената и синята инфраструктура, в съответствие с настоящите концепции и международни инициативи за устойчиво развитие (ЕЕА, 2017). Съвременните пространствени анализи предлагат нова перспектива за функционалността на градовете, интегрирайки темите за природен капитал и ЕУ като ключови измерения на урбанизираната среда. В тази рамка съвременното управление на околната среда се допълва от екосистемно-базиран подходи и ПБР, които носят практическа полза и подобряват адаптивността на градовете.

В XXI век градовете се разглеждат като социално-екологично-технологични системи с вградени социални структури, институции и движещи сили, както и динамични обратни връзки между социалните, екологичните и инфраструктурните им компоненти (McPhearson et al., 2016).

II.3. Същност и характеристика на функционалните урбанизирани ареали. ФУА в България

ФУА се състои от даден град и заобикалящите го, по-рядко населени местни единици, които са част от пазара на труда в града - „зона за пътуване до работното място“ (Dijkstra et al., 2019) или всекидневни трудови пътувания – ВТП. Те са силен инструмент за сравняване на социално-икономически и пространствени тенденции в градовете и за разработване на политики за градско развитие. ФУА могат да предизвикат промяна в начина на планиране и изпълнение на политиките, като предоставят точният мащаб за справяне с проблеми, които засягат както града, така и заобикалящата го зона за пътуване (Dijkstra et al., 2019).

ФУА, основните градове и техните зони за ВТП, където живеят и работят повечето европейски граждани, обхващат 20 % от територията на Европейския съюз (ЕС). Градското население нараства, като регионалните модели са свързани с различни етапи на икономическо развитие (Maes et al., 2020).

От 2010 г. Националният статистически институт на България (НСИ) осигурява информация за 18 града и 17 териториални образувания, съставени от 58 общини, формиращи техния хинтерланд. За Република България това са градовете София, Пловдив, Варна, Бургас, Плевен, Русе, Видин, Стара Загора, Сливен, Добрич, Шумен, Перник, Ямбол, Хасково, Пазарджик, Благоевград, Велико Търново и Враца и техните ареали. По този начин могат да се проследят измененията в демографското и икономическо развитие на градовете и техните ареали за периода 2010-2018 г. и да се постигне устойчивост при производството и разпространението на сравнима статистическа информация за градовете в европейски мащаб (Калчев, 2018).

III. СЪВРЕМЕННИ ЛАНДШАФТНО-ЕКОЛОГИЧНИ КОНЦЕПЦИИ И ПОДХОДИ В ИЗСЛЕДВАНЕТО И ПЛАНИРАНЕТО НА УРБАНИЗИРАНИ ПРОСТРАНСТВА.

III.1. Ландшафтно-екологичен подход в изследването на пространството

Настоящото изследване се основава на концепцията за урбанизираното пространство като сложна и динамична ландшафтна мозайка, в която центърът и периферията изпълняват различни, но взаимнообусловени роли.

Борисова (2013) отбелязва, че в природата границите са тези зони, в които протичат най-интензивни обменни процеси и в които се акумулират вещества и енергия. Подобно на природните ландшафти, при урбанизираните системи границите и периферните зони са ключови за стабилността и устойчивостта на ядрото, тъй като концентрират обмен на вещества и енергия. При УЕ функционирането на ядрото, подложено на свръхнатоварване и постоянни промени, е възможно само чрез ефективното използване на потенциала на периферията. В този контекст чрез ландшафтно-екологичния подход се поставя акцент върху връзката „структура – функции“ и върху причинно-следствените

зависимости. Бързите промени в структурата на градовете водят до нарушения, изменения или загуба на екологични функции, което поражда нови изисквания към пространственото планиране. Именно ЗИ е сред основните инструменти за поддържане и възстановяване на екологичните функции в урбанизираната среда (Борисова, 2013). Чрез нея е възможно да се идентифицират и оптимизират „пакети“ от ЕУ, които едновременно отговарят на нуждите на населението и укрепват устойчивостта на УЕ.

III.2. Урбанизирани екосистеми

Под „урбанизирани екосистеми“ се разбират ареали, в които живее по-голямата част от човешкото население, както и като екосистеми, които в значителна степен въздействат върху развитието на други видове екосистеми (Жиянски и кол., 2017). Maes et al. (2020) ги определят като специфични социално-екологични системи: почти изцяло изкуствени, но включващи в различни пропорции всички други типове екосистеми, силно повлияни от човешката дейност.

Според Жиянски и кол. (2017) един от ключовите елементи за постигане на устойчиво развитие на градовете и за осигуряване на високо качество на живот е планирането и изграждането на екологосъобразна инфраструктура и опазване на околната среда, които я осигуряват. Концепцията за УЕ предоставя подходяща платформа за интегриране на тези дейности в пространственото планиране и проектиране на урбанизираните райони (Жиянски и кол., 2017).

III.3. Концепция за Зелена инфраструктура

В настоящото изследване ЗИ се разглежда като ключов елемент от градската структура, който е основният носител на ЕУ в УЕ. „ЗИ е взаимосвързана мрежа от природни райони, включително селскостопански земи, зелени пътеки, влажни зони, паркове, горски резервати, съобщества на автохтонни растителни видове и морски зони, които по естествен път регулират оттичането при порои, температурата, опасностите от наводнение, както и качеството на водата, въздуха и екосистемите“ (Зелена инфраструктура – ЕК).

III.4. Екосистемни услуги в урбанизирана среда

Проучването на градските ЕУ (ГЕУ), т.е. на „ЕУ, предоставени от урбанизираните екосистеми и техните компоненти“, се превръща във фокус на изследванията на ЕУ (Geneletti et al., 2020) днес. През последните години изследванията за картиране на ЕУ в градска и крайградска среда са се увеличили значително, особено в Европа и Китай (Pereira et al., 2024). Първоначално са се разглеждали отделно само ГЗИ, единични ГЕУ (Gómez-Baggethun, Barton, 2013, Naase et al., 2014, Vargo et al. 2015 и др.), в последствие постепенно фокусът се измества върху съвкупност/пакети ЕУ в избрани европейски градове (Vargo et al. 2017, Kremer et al. 2016, Shen et al., 2020 и др.). Има разработки и на европейско

ниво – Kourdounouli и Jönsson (2019) изследват в европейски мащаб състоянието на екосистемите и услугите, които предоставят в обхвата на функционални градски зони (Larger Urban Zones). Maes et al., 2019 представят как ГЗИ и ГЕУ могат да подкрепят целите на градските политики на различни етапи от процеса на планиране и в различни пространствени мащаби. През последните години сме свидетели на иновативни концепции, интегриращи ГЗИ, ГЕУ и ПБР за устойчиво и гъвкаво управление на градовете (Almenar, 2021; Naase, 2021).

Дадено множество от ЕУ, предвид мултифункционалността на ландшафтите, може да реагира по сходен начин на социални и екологични фактори, за да образува т.нар. „пакети ЕУ“. В настоящото изследване се приема следното определение и смисъл на понятието пакети ЕУ (по Berry et al., 2016): „набор от свързани ЕУ, които са обвързани към даден ландшафт и обикновено се появяват заедно многократно във времето и/или пространството“.

ГЗИ е основният източник на ЕУ в урбанизираната среда и през последните години е обект на голям научен интерес, в резултат на доказаните обществени ползи. ГЗИ може да бъде много различна по своя характер, включително типологии като паркове, градини, гори, зелени покриви и стени и реки (Naumann et al. 2011; Pauleit et al. 2011; ЕЕА 2012). От своя страна всяка типология може да се различава по ключови компоненти (напр. почвена покривка, дървесна покривка, размер и форма), като по този начин осигурява различни ЕУ с различен капацитет (Bolund и Hunhammar 1999; Chang et al. 2007; de Groot et al. 2010; Bowler et al. 2010).

Чрез своята мултифункционалност, ГЗИ предоставя следните регулиращи/поддържащи и културни услуги, формиращи основният пакет ЕУ (по формулировката на CICES): регулация на качеството и количеството на водите (отток, дъждовни води и т.н.), регулация на КАВ (пречистване на въздуха), модерирание на микроклиматичните условия, смекчаване на въздействието на екстремни климатични и хидроложки явления, превенция от ерозия, биоремедиация на отпадъци и замърсяващи субстанции от човешката дейност, ограничаване на шумовото натоварване, осигуряване на хабитати, вкл. опрашване, поддържане на биоразнообразие, рекреация, отдих и естетичност на градския и крайградския пейзаж, чувство за принадлежност, образователна и научна стойност и др.

Създаването и подобряването на ГЗИ за регулиране на микроклимата и борбата с летните горещини е една от най-често срещаните мерки за екосистемно-базирана адаптация. По силата на своя охлаждащ капацитет, т.е. капацитетът да променя температурата, влажността и вятърните полета, ГЗИ може да допринесе за намаляване на високите температури в градовете и намаляване на свързаните с това рискове за здравето (Lafortezza et al. 2013; Escobedo et al. 2015).

III.5. Природно-базирани решения в урбанизирана среда

Сред различните дефиниции, предложени за ПБР, Международният съюз за защита на природата (IUCN) (Cohen-Shacham et al. 2016) определя ПБР като

„действия за защита, устойчиво управление и възстановяване на природни и модифицирани екосистеми, които се справят със социалните предизвикателства ефективно и адаптивно, като едновременно осигуряват благосъстоянието на човека и ползи за биологичното разнообразие“. ПБР все повече заемат централно място в усилията за трансформация на градовете с цел адаптиране към климата, подобряване на физическото и психическото здраве на жителите и допринасяне за устойчивост, справедливост и приобщаващо благоденствие на хората (Kabisch et al. 2017; Frantzeskaki et al. 2019; McPhearson et al. 2022, McPhearson et al., 2023). Въпреки това, ПБР разчитат на биоразнообразието и добре функциониращите екосистеми, за да предоставят ЕУ като регулиране на температурата, защита на крайбрежията, абсорбиране на дъждовни води, физическо и психическо здраве на хората и много други. Превръщането на градовете в гъвкави, адаптивни и устойчиви на едно все по-несигурно бъдеще изисква трансформации в много мащаби и видове, включително по-голямо внимание към управлението, защитата и възстановяването на градската екологична инфраструктура, за да могат ПБР да отговорят на нуждите от адаптация и качество на живот в градовете (McPhearson et al., 2023).

III.6. Нови интердисциплинарни концепции в градското планиране

В динамиката на съвременното градско развитие се появяват нови интердисциплинарни концепции, интегриращи подходи от ландшафтната екология, архитектурата, пространственото планиране, социалните науки и т.н. в управлението на устойчиви градски пространства.

Тактическият урбанизъм например е концепция, която непрекъснато набира популярност в градското планиране - със своя акцент върху гражданското участие и бързите, адаптивни интервенции, иновативният подход преобразява и съживява УЕ (Urban Design Lab). Друг новаторски подход е концепцията за т.нар. „биофилен дизайн“, създадена като рамка за удовлетворяващо преживяване на природата в застроената среда в отговор на недостатъците на съвременната строителна и ландшафтна практика (Kellert et al 2008, Kellert 2005, Kellert and Finnegan 2011, Browning et. Al, 2014).

Съществуват редица различни насоки и правила за планиране и осигуряване на градски зелени площи. Мярката или т.нар. правило „3-30-300“ е нова всеобхватна насока за градско лесоустройство. То има за цел да осигури равен достъп до дърветата и зелените площи и ползите от тях, като се определят прагове за наличие на поне 3 добре засадени дървета, които да се виждат от всеки дом, училище и работно място, не по-малко от 30 % дървесно покритие във всеки квартал и не повече от 300 m разстояние до най-близката обществена зелена площ от всяко жилище (Konijnendijk, 2023). Градове в Европа, САЩ и Канада използват мярката официално или неофициално в своите стратегии и планове за градско развитие, като Хаарлем (Haarlem) в Нидерландия, Малмьо (Malmö) в Швеция, Саанич (Saanich) в Канада и Цюрих (Zürich) в Швейцария (Konijnendijk, 2023).

IV. МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ, КАРТИРАНЕ И ОЦЕНКА НА ЕКОСИСТЕМНИ УСЛУГИ ОТ ФУНКЦИОНАЛНИ УРБАНИЗИРАНИ АРЕАЛИ

IV.1. Същност и особености на мултикритерийния анализ за вземане на решения (MCDA)

Мултикритерийният анализ за вземане на решения (Multiple Criteria Decision Analysis - MCDA) представлява структурирана и прозрачна методология и обща рамка, обединяваща различни подходи, които подпомагат лица или групи заинтересовани страни при проучването на сложни ситуации в условията на отчитане на определено множество критерии и често противоречащи си цели (Belton and Stewart, 2002; Saarikoski et al., 2016). Основната идея на методите на MCDA е да се оценят резултатите от алтернативни начини на действие по отношение на критерии, които отразяват ключовите измерения на проблема за вземане на решения, като включват човешка преценка и предпочитания (Mendoza и Martins 2006, Saarikoski et al., 2016). MCDA се използва най-вече за определяне на приоритети, т.е. за подреждане на алтернативи според позициите на участниците и/или лицата, вземащи решения. Елементът за оценка в MCDA (нормализиране и претегляне) може да се използва и за повишаване на осведомеността, като дава възможност на гражданите /заинтересованите страни/ да проучат своите предпочитания и основни позиции (Saarikoski et al., 2016).

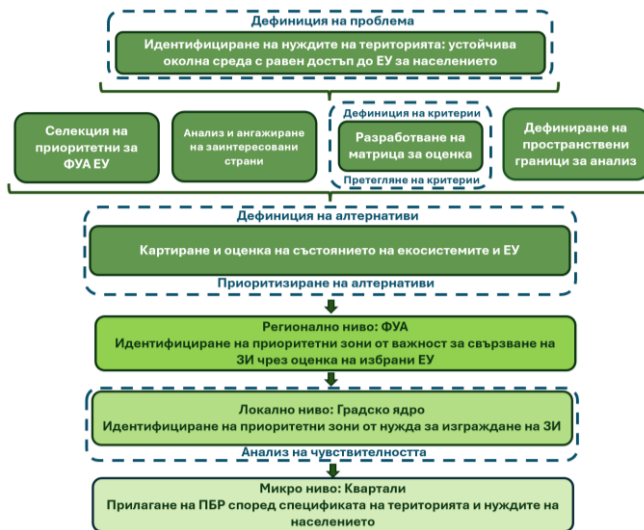
MCDA е утвърден метод, който широко се прилага в оценка, управление и/или моделиране на околната среда, включително и при анализ на ЕУ. За целите на оценките на ЕУ, MCDA подходът се разглежда като: Алтернатива за икономическа оценка (Chan et al., 2012); Допълващ подход към анализа на разходи/ползи; Система за вземане на решения, която интегрира икономически и неикономически показатели (Newton et al., 2012) (Saarikoski et al., 2016).

IV 2. Модел за идентификация, картиране и оценка на ЕУ от ФУА с MCDA

Моделът, представен в настоящото изследване, цели създаването на подход за идентификация, картиране и оценка на ЕУ от ФУА (Фиг. 1). Методическият подход е разделен на 2 основни етапа: Идентификация, и Картиране и Оценка на ЕУ и обединява три основни концепции: ЗИ, ЕУ и ПБР (по Naase, 2021). Възприети са стъпките на MCDA методиката за анализ на ЕУ по Langemeyer, et al. (2016) и Gret-Regamey (2017) и по Durham et al. (2014), които могат да се открият в отделните етапи на модела: 1) Дефиниция на проблема. 2) Анализ и ангажиране на заинтересовани страни. 3) Дефиниция на критерии. 4) Избор и претегляне на критерии. 5) Дефиниция на алтернативи. 6) Приоритизиране на алтернативи. 7) Анализ на чувствителността. В някои от етапите е използван също и мултикритерийен анализ.

Дефинирането на проблема за решаване най-общо може да се определи като идентифициране на зони с висока нужда и ниско осигуряване със ЗИ в урбанизирана среда с цел осигуряване на равен достъп до услуги за местното

население в условията на ускорено икономическо развитие и адаптивност към изменението на климата. Етапът на ангажирането на заинтересованите страни е един от ключовите в методиката. Включването в работния процес на експерти от различни професионални области и най-вече местното управление (представители на общините) гарантира идентифицирането на ключовите нужди и проблеми на територията. Критериите и алтернативите, включително и тяхното приоритизиране (претегляне) в модела са определени от стратегически документи, представящи целите и аспектите в развитието на ФУА, както и такива, отразяващи структурата на екосистемите във ФУА, отчитащи пространствената хетерогенност в предлагането на ЕУ. Те също така отразяват възгледите и ценностите на различни групи заинтересовани страни, като едновременно с това се основават на научно подкрепени изследвания и политика на територията.



Фиг. 1. Графична схема на методическите стъпки в изследването

Такъв подход за мащабиране предоставя допълнителна информация за характера на мозайката на УЕ и техните екологични функции. Трябва да се има предвид, че не всички зелени площи отговарят на критериите и се управляват като елементи на ЗИ. Важни критерии за идентифициране на ЗИ са: мултифункционалност (предоставяне на разнообразни ЕУ) и свързаност (защита на екологичните мрежи) на територията (Liquete et al., 2015). Прилагането на методологията има за цел да предостави максимално количество информация за градоустройството в контекста на социално-екологичните технологични градски системи (Qian et al., 2020, McPhearson, 2023) за: структура (предвид земното покритие на територията с информация за абиотичните и биотичните елементи на природната среда) и функционалност (предвид функциите на територията).

➤ **Идентификация на екосистемни услуги**

Етапът на идентификация на ЕУ е съставен от следните основни стъпки:

- I. Селекция на приоритетни за ФУА ЕУ.
- II. Анализ и ангажиране на заинтересовани страни.
- III. Разработване на матрица за оценка.

I. Селекция на приоритетни за ФУА екосистемни услуги

Приоритизацията е основен момент в изследванията по темата за екосистемните стоки и услуги. Необходимо е да се открият услугите, които са най-важни за дадена урбанизирана среда от гледна точка на човешкото благополучие и предоставянето на устойчива околна среда за градските жители. Селекцията на приоритетни ЕУ е съобразена с особеностите на ФУА и с важното условие за осигуряването с услуги по оста „периферия – град“, както за нуждата, така и за реалното потребление от населението. Подборът зависи едновременно от важността на конкретната услуга (идентифицирана по определените критерии) и от обезпечеността ѝ с данни (процесите на селектиране на приоритетни услуги и подборът на индикатори за осигуряване на услугата са извършени едновременно).

Настоящата селекция се базира на предходни изследвания и добри практики по темата. Включването на вече разработени приоритизации на ЕУ (конкретно за урбанизираните територии в България), в които е участвал широк екип от експерти, придава тежест и достоверност на резултатите. За избора на приоритетни за ФУА ЕУ са подбрани следните критерии:

- Присъствие на услугата в приоритизацията, извършена по проект „За по-добро разбиране на екосистемните услуги в градска среда чрез оценка и картиране (TUNESinURB)“ и Методиката за оценка и картиране на състоянието на урбанизираните екосистеми и техните услуги в България (Жиянски и кол., 2017);
- Присъствие на услугата в приоритизацията, извършена по проект „Национална методика за картиране и биофизична оценка на екосистемни услуги, с цел планиране и информирано управление на зелената и синя инфраструктури в Столична община“, Софияплан, 2020.
- Присъствие на услугата в обзорни материали, методически документи на MAES, утвърдени като основни по темата за градски ЕУ и статии през последните години (Gomez-Baggettun et al., 2013; Naase et al., 2014, Veerkamp et al., 2021 и др.).

В резултат на анализа, са идентифицирани 12 броя ЕУ, приоритетни за обхвата на ФУА (Табл. 1):

Табл. 1. Екосистемни услуги, приоритетни за обхвата на Функционалните урбанизираните ареали

Клас	Екосистемна услуга (по CICES V5.1)
Материални	Осигуряване на вода за питейни нужди (Повърхностни и подземни водни обекти, източник на питейна вода за населението)

	Осигуряване на вода за непитейни нужди (Повърхностни и подземни водни обекти, използвани за непитейни нужди)
	Осигуряване на материали (Дървен материал, влакна и други продукти от растения, гъби, водорасли и бактерии в биотичните системи за директна употреба или преработка)
	Осигуряване на хранителни продукти (Всички култивирани растения в биотичните системи, отглеждани за хранителни цели)
Регулиращи	Регулация на климата на регионално и локално ниво (Способността на биотичните системи да регулират температурата и влажността, включително вентилация и транспирация)
	Хидроложки цикъл и регулиране на водните потоци (Способността на биотичните системи да регулират хидроложкия цикъл и поддържат водните потоци, включително контрол на наводненията и бреговата защита)
	Поддържане на популации и местообитания (Способността на биотичните системи да поддържат популации, местообитания и биоразнообразие, включително защита на генофонда)
	Смекчаване на вредни антропогенни въздействия (Способността на биотичните системи да смекчават шум, миризми и други въздействия)
	Рекреация (Характеристики на биотичните системи, които позволяват дейности, насърчаващи здравето, възстановяване или наслада чрез активни взаимодействия)
Културни	Научна и образователна стойност (Характеристики на биотичните системи, които дават възможност за научни изследвания или образование - създаване на традиционно екологично познание)
	Културно наследство (Характеристики на биотичните системи, които имат отношение към култура или наследство)
	Естетическа стойност (Характеристики на биотичните системи, които дават възможност за естетически преживявания)

II. Анализ и ангажиране на заинтересовани страни

Анализът подчертава значението на ранното идентифициране и ангажиране на заинтересованите страни в процеса на изследване и управление на екологични предизвикателства. Чрез включването на групи като местни власти, бизнес, НПО, население и уязвими групи се повишава ефективността на политиките и се намаляват рисковете от конфликти. Ангажирането улеснява изграждането на доверие, обмен на информация и адаптирането на научните резултати към местните нужди. Крайната цел е по-устойчиво управление и подобряване на качеството на живот в УЕ (Durham et al., 2014).

III. Матрица за идентифициране на нуждите във ФУА

Процесът на разработване на табличната матрица за идентификация на целите и нуждите във ФУА и в зависимост от тях конкретните ГЕУ (приоритетни за ФУА за българските условия) от заинтересованите страни е основен момент в методическия подход на изследването. Целта е да се представят концептуално етапите по дефинирането на определени критерии, по които участниците (заинтересованите страни) да оценяват важноста на дадената услуга и по този начин да идентифицират набор от услуги за анализ за конкретна територия.

Фиг. 2 представя примерен модел за идентифициране на водещите и отличителни функции на ФУА и конкретно целите и нуждите на населението в градското ядро. При избора на критерии е следвано условието за целенасочено стимулирана мултифункционалност и устойчивост на УЕ в среда на екологични, социални и икономически променливи. Необходимо е да се вземат под внимание естествени (природни) или културно обусловени и исторически формирани се социално-икономически аспекти на урбанизираната среда, имащи отношение към благополучието на местното население, особено местните географски/локализационни фактори, като градската морфология.



Фиг. 2. Примерен модел за идентифицирани цели и нужди за територията на ФУА

За конкретната територия целите и нуждите се валидират чрез документи и планове за развитие на национално и регионално ниво, задаващи стратегическите насоки за регионална свързаност, нисковъглеродна икономика и пространствена устойчивост.

Нуждата от устойчива околна среда и идентифицирането на минималното въздействие върху ландшафтите оценява способността на територията да поддържа основни ландшафтни и екологични функции, така необходими в условията на интензивното използване на градските и крайградските територии и променящия се климат. Гореописаната структура може да се използва за идентифицирането и приоритизирането на ЕУ съвместно със заинтересовани страни във всяко ФУА въз основа на набор от предварително определени критерии. Целта е всяка ЕУ да се оцени и класифицира според нейната важност, значимост или принос към дадената територия. Финалната приоритизация подчертава кои услуги допринасят за конкретните критерии, т.е. се считат за най-ценни или критични от общността, което спомага за информираността при вземането на решения за бъдещото развитие на територията, политики при управлението на ресурсите и т.н.

Класифицирането на критериите по степен на важност (подреджване по тежест) се извършва от гледна точка на нуждите на заинтересованата страна (за различните групи критериите имат различен приоритет). Дефиницията на алтернативите се определя според идентифицираните вече приоритетни ЕУ, както и добавянето към тях на специфични услуги, характерни за дадената територия. За приоритизирането им обикновено се използват методите на аналитично-йерархичния процес (Analytical hierarchy process, АНР), сравнение по двойки (Pair-wise comparison) и др.

➤ **Картиране и оценка на екосистеми и услуги, които се предоставят във ФУА**

Според Жиянски и кол. (2017) за ефективното интегриране на ЕУ в дейности, свързани с ползването в урбанизираните територии, е необходимо да се идентифицират и оценят в пространствен аспект районите, които осигуряват поддържането на биоразнообразието, функционирането на екосистемите и предоставянето на ЕУ, а за осъществяване на такава оценка се изискват възможно най-прецизни пространствени данни.

Важна характеристика са пространствените единици, носители на ЕУ, единиците на потребление и свързващите ги територии. За целите на картирането, такава територии следва да се разглежда като пространствена единица. Това дава възможност за прилагане на методи за географска оценка в ландшафтен мащаб, базирани на ландшафтни единици, съответстващи на зоната на влияние (Burkhard & Maes, 2017). Syrbe & Walz (2012) подчертават ключовото значение на пространствената структура на ландшафтите за разбирането на функционирането на ЕУ. Те препоръчват оценка на зоните, предоставящи услуги (Service Providing Areas, SPA), зоните, ползващи се от услугите (Service Benefiting Areas, SBA) и зоните, свързващи услугите (Service Connecting Areas, SCA) или пространствените връзки, улесняващи потоците от материя, енергия или организми между SPA и SBA.

➤ **Оценка на състоянието на екосистемите**

Състоянието на УЕ е тясно свързано с предоставянето на различни ЕУ. В настоящото изследване основната част от информацията за състоянието и натиска на екосистемите във ФУА е изведена от документа „Картиране и оценка на екосистемите и техните услуги: оценка на екосистемите в ЕС 2020 (Maes et al., 2020), където оценката е проведена в съответствие с 5-тия доклад на MAES (Maes et. al 2018) и предложената типология на променливи за състоянието за отчитане на екосистемите и критерии за избор на променливи за състоянието от SEEA (Czucz et al. 2019). Допълнително са избрани няколко водещи индикатора за състояние и натиск, които да представят по-подробно текущото състояние на територията (Табл. 2). Индикаторите са селектирани от следните методически документи, идентифицирани с темата за УЕ, включително и най-нови разработки:

- Картиране и оценка на градските екосистеми и техните услуги (Maes et al., 2016).
- Картиране и оценка на екосистемите и техните услуги: оценка на екосистемите в ЕС 2020 (Maes et al., 2020).
- Аналитична рамка за картиране и оценка на състоянието на екосистемите в ЕС, 5-ти доклад на MAES (Maes et al., 2018).
- SELINA D3.2: Извеждане на минимален набор от ключови показатели за състоянието на екосистемите по вид екосистема (Thomas et al., 2025).

Гореизброените документи представят базови данни за установяване на (правно обвързваща) методология за картиране и оценка на екосистемите и тяхната способност да предоставят услуги, както и за определяне на минималните критерии за добро състояние на УЕ, както се изисква от Стратегията на ЕС за биологичното разнообразие до 2030 г. (Maes et al., 2020).

Табл.2. Индикатори за състояние (структурни характеристики на екосистемите и качество на околната среда) и натиск

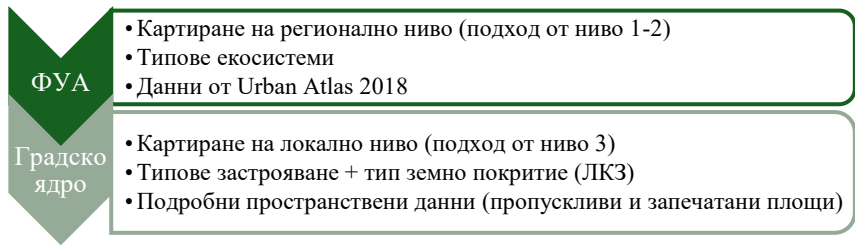
	Индикатор	Използвани данни
Състояние	Дял (%) на преобладаващия тип земно покритие	Urban Atlas 2018
	Тип на урбанизираната структура	Global Human Settlement Layer
	Дял (%) защитени територии и зони	ИАОС, Регистър на защитените територии и защитените зони в България
	Качество на водата за къпане	Bathing Water Directive - Status of bathing water, EEA
Натиск	Дял (%) запечатани/непропускливи площи	Copernicus Impervious Built-up 2018
	Промяна в използването на територията	Urban Atlas Land Cover/Land Use Change 2006-2018
	Концентрация и емисии на замърсители на въздуха	European air quality data (interpolated data)- Series MAPPING AND ASSESSMENT OF ECOSYSTEMS AND THEIR SERVICES: AN EU ECOSYSTEM ASSESSMENT 2020
	Промяна в дървесната покривка	Copernicus Tree Cover Change Mask 2012-2018
	Фрагментация (плътност)	Landscape fragmentation Effective Mesh Density, EEA

- **Пространствена единица за картиране и оценка на екосистеми и услуги в урбанизирана среда**

Градовете са пряко зависими от околните територии за предоставянето основно на материални, а и не малко регулиращи и културни ЕУ. Затова е необходимо разглеждането на връзките и потоците на ГЕУ в регионален мащаб

или т.нар. селско-градски градиент. Водещи изследователи по темата за ЕУ доказват тази значимост (Haase, Nuisssl, 2010; Larondelle, Haase, 2013), като най-съществена в методическо отношение е препоръката на петия доклад на MAES за изследване на УЕ в границите на ФУА (Maes et al., 2016).

Представеният в настоящото изследване подход, позволяващ анализирането на информацията на различни пространствени нива (в регионален и локален мащаб) и интегриращ структура и функции на УЕ, разкрива пространствената хетерогенност на сложните градски социално-икономически системи и цели оптимизирането на градското планиране и управление (по Qian et al., 2020), (Фиг. 3):



Фиг. 3. Подход за оценка на екосистемни услуги на две пространствени нива

Чрез анализа на състоянието на екосистемите и избрани ЕУ на регионално ниво се цели да се представи общата картина на територията, т.е. границите на ФУА, а на локално ниво е извършен мултикритериен геопропространствен анализ, който определя приоритетни области за прилагане на ПБР. Отправна точка на изследването на локално ниво е, че всички пропускливи повърхности в урбанизирана среда се разглеждат като предоставящи ЕУ, включително общински/държавни и частни имоти, т.е. са пространствен локализиращ фактор за реалното осигуряване (SPA), а всички непрпускливи/запечатани повърхности се явяват ограничаващи фактори (по Grêt-Regamey et al., 2017). Териториите, в които се ползват услугите (SBA) обхващат застроените площи на градовете, където живее населението, макар и гъстотата в рамките на урбанизираното пространство да варира. Ето защо конкретно в рамките на урбанизирано пространство зоната на свързването на услугите или пътят на потоците (SCA) е оскъдна, т.е. се наблюдава почти пряка връзка между SPA и SBA, а в най-добрия случай и припокриване.

Именно поради тази причина изследването на локално ниво се фокусира върху структурата и функциите на ГЗИ и произтичащите от тях ЕУ, от които се ползват местните жители, като регулиране на качеството на въздуха и водните течения, охлаждащ ефект, отдих и рекреация и т.н. Като финален резултат се цели картографска визуализация на баланса на търсене и осигуряване на ЕУ в урбанизирана среда (на примера на Haase, 2012; Baro et al., 2015; Baro et al, 2016; Baro et al., 2017), включително и определяне на приоритетни области за прилагане

на ПБР на ниво град и ниво квартали. Търсен ефект от модела е информирането на вземащите решения с адекватна информация и приложен ефект за планирането, а именно обвързване на предоставянето на ЕУ с техните бенефициенти.

➤ Регионално ниво (зоната на ВТП, ФУА)

Защо функционалните урбанизирани ареали са най-подходящи за анализ на УЕ? Разглеждането на ФУА като УЕ са нов прочит на ландшафтно-екологичен подход за справяне с предизвикателствата, пред които са изправени градовете. В резултат на подробно изследване на литературни източници, се установи кои точно пространствени данни и методи за анализ са подходящи за гореописаната структура, като за картиране и оценка на ЕУ на регионално ниво са избрани данните от Urban Atlas 2018 LULC (препоръчани от Maes et al. (2016) като основен източник за картиране на УЕ в европейски мащаб) чрез приравняване на типовете екосистеми към класовете земно покритие на примера на Hristova & Stoycheva (2021), които приравняват екосистемите на национално ниво по данните от Corine Land Cover 2018. Базата данни на Urban Atlas е избрана пред Corine Land Cover 2018, заради по-подробните класове в урбанизираните територии.

Пространствените единици от Urban Atlas, които имат пълно съвпадение с типовете екосистемите, са приравнени към Ниво 3, а тези, с които няма, са на Ниво 2. За целите на настоящата оценка на регионално ниво няма необходимост от унифициране на нивата на екосистемите, а УЕ са подробно представени на Ниво 3, тъй като са основен обект на изследването, а останалите типове екосистеми, представени в зоната на ВТП (ФУА) са визуализирани на Ниво 2, за да се запази тяхната хомогенност/цялостност от гледна точка на съществуващата ландшафтна единица.

➤ Локално ниво (Локални климатични зони (ЛКЗ) в част от градското ядро)

Настоящото изследване избира за целите на интегрирания мултикритериен геопространствен анализ на урбанизираното пространство използването на методиката за климатична класификация за урбанизираните територии на Oke and Stewart (2012). ЛКЗ имат значението на унифицирана работна рамка за извършване на териториалните оценки за търсене и предоставяне на ЕУ от ГЗИ предвид следните основания (НУЦГИТ, 2024 – Доклад Бургас):

➤ ЛКЗ отразяват градската морфология в конкретни пространствени съчетания между типове застроена площ и прилежащо земно покритие (Oke and Stewart, 2012).

➤ ЛКЗ предопределят важни характеристики на градския климат (режим на температури, вкл. ефект на градски топлинен остров (ГТО), и приземна въздушна циркулация), КАВ и условия за запрашаване и задържане на замърсители (Dimitrov et al., 2023, Aslam and Rana, 2022).

- Универсалността, простотата и обективността на рамката на ЛКЗ я правят обещаващ инструмент за широк спектър от приложения в бъдеще, особено в сферата на съобразено с климата градско планиране и проектиране (Han et al., 2024).
- ЛКЗ са използвани като основна информационна единица при определянето на типологията на УЕ в Методиката за оценка и картиране на състоянието на урбанизираните екосистеми и техните услуги в България (Жиянски и кол., 2017) (НУЦГИТ, 2024 – Доклад Бургас).

Така структурираният методически подход на изследването е в съгласие с концептуалната рамка на MAES за картиране и оценка на ГЕУ. Моделът е насочен към интегриране на ползите на ГЗИ в областта на местната политика. Изследването търси отговори на предизвикателствата, посочени от Maes et al. (2016) по темата, а именно съставянето на показатели в различни мащаби и резолюции, които отговарят на нуждите на различни нива на управление, на обществени и частни интереси, повишаване на осведомеността, определяне на приоритети и т.н.:

- Включването на индикатори, отразяващи едновременно структурата и функциите на ГЗИ, е важно поради съществуващото несъответствие между научните изследвания, които акцентират върху функционалната роля и регулиращите и поддържащите ЕУ, и градоустройствените практики, фокусирани основно върху структурния аспект на зелените площи и все още частично прилагащи концепцията за ЕУ.
- Групирането на ключовите ЕУ, предоставяни от ГЗИ в общ пакет, вместо разглеждането им индивидуално по класификационната система CICES цели да идентифицира реалната мултифункционалност на УЕ, да улесни възприемането на ползите от ГЕУ от местното управление и прилагането на концепцията за общи политически цели в различни области като здравеопазване, сигурност, градски микроклимат (намаляване на топлинните острови), качество на въздуха, социално благосъстояние и енергийно потребление/ефективност.
- Методическият подход съвпада с някои от ключовите тематични направления на стратегическата инициатива на ЕС „ESPON 2030“, чиято цел е да предоставя териториални данни, анализи и доказателства, за да подпомага политиките и публичните институции, а именно: устойчивост при кризи (икономически, социални, екологични), постигане на въглероден неутралитет до 2050 г., намаляване на социалните и пространствени неравенства и справяне с нарастващи взаимозависимости и трансгранични взаимодействия. Тези цели се реализират чрез стратегически подход, основаващ се на два основни стълба: събиране на данни и анализи за социално-икономически и екологични процеси и тематични и сравнителни изследвания на европейско ниво и превръщане на научните резултати в практически инструменти за политици (ESPON 2030, EU).

IV. 3. Избор на тестова територия

За избора на тестов ФУА е приложен мултикритериен анализ, като за целта е създадена матрица за оценка на ФУА на национално ниво по избрани критерии (Приложение 1). Процесът по тяхното определяне е резултат от разширен литературен преглед на географски анализ на българските ФУА; стратегически документи и добри практики.

Целта на избраните критерии, обобщени в три групи, е да обхващат всички аспекти, свързани с темата за ФУА:

1. Отличителни характеристики на ФУА.
2. Техническа изпълнимост на изследването.
3. Роля на темата за ЕУ в планирането и управлението на ФУА,

и са подредени (на експертно ниво) последователно по тежест, следвайки логиката: В кои ФУА се наблюдава влошено екологично състояние? → Върху кого рефлектират тези проблеми? → Има ли предишен опит за решаването на проблема?

Първата стъпка цели да открие в кои ФУА в България се наблюдават значителни екологични проблеми. Тук е включен и потенциал за природно наследство, изразяващ се в естественост и разнообразие на природната среда. Втората стъпка включва два разнопосочни момента – от една страна е необходимо да се идентифицира върху кого рефлектират тези екологични проблеми – на какъв брой население, а от друга е ясно, че качеството на средата в градовете е резултат от стопанските функции на населеното място - най-големите градове по площ и население логично имат по-задълбочени и комплексни екологични проблеми за решаване. Последната стъпка има за цел да се вземе предвид основата, т.е. дали местното управление е запознато и има предишен опит не само с темата за ЕУ, но и за устойчивото управление на природната среда (Genelletti et al., 2020), и не на последно място наличието на пространствени данни.

Всяка група включва няколко критерия, представени от параметри с индикатори, на база които е подбран тестовия ФУА. За някои индикатори са използвани данни на европейско ниво (като EUROSTAT и COPERNICUS), което осигурява сравнимост на резултатите, а за други – национални бази данни за по-голяма подробност.

В резултат на извършеното изследване на национално ниво според изброените критерии град София събира най-много точки в анализа, Бургас е на второ място, а Варна и Пловдив на трето с еднакъв брой точки. Финалното решение за избора на ФУА-Бургас за тестова територия е взето предвид по-малката и компактна площ на урбанизираното пространство, макар и да е на второ място в страната по площ след столичния град, както и поради перспективите за подробни пространствени данни чрез проекти с Община Бургас.

V. ПРИЛОЖЕНИЕ НА МОДЕЛА ЗА ИДЕНТИФИКАЦИЯ, КАРТИРАНЕ И ОЦЕНКА НА ЕКОСИСТЕМНИ УСЛУГИ – НА ПРИМЕРА НА ФУНКЦИОНАЛЕН УРБАНИЗИРАН АРЕАЛ – БУРГАС

V.1. Описание на тестовия район. Обща характеристика на град Бургас и ФУА. Пространствена единица за картиране и оценка на състоянието и услугите във ФУА-Бургас.

ФУА-Бургас включва пет общини и се нарежда на второ място в страната по големина и четвърти по население (НСИ 2016). Центърът на градското ядро – Бургас, е втори по площ в страната и се характеризира със сложна градска морфология, включваща компактно застроени жилищни, промишлени и обществени зони в централното градско ядро и фрагментирана структура по периферията заради разположението на системата от крайбрежните езера, влажни зони и Бургаския залив. Тази сложна география на община Бургас е важен фактор за инфраструктурното осигуряване на територията, като в значителна степен тя е предопределила развитието и конфигурацията на селищната мрежа и модела на социално-икономическото ѝ развитие. От друга страна, географското положение на общината в рамките на националното пространство, непосредственият контакт с акваторията на Черно море чрез Бургаския залив и положението ѝ спрямо основните комуникационно-транспортни коридори и урбанистични центрове, е главно сравнително предимство на общината, имащо определящо значение за нейното пространствено и функционално-икономическо развитие (ПИРО на община Бургас 2021-2027 г.).

В административните граници на ФУА-Бургас се включват физикогеографските единици на Бургаската низина и Хисарско-Бакаджикския праг, като районът се характеризира с ниски и хълмисти терени, лиманни езера и лагуни по крайбрежието, ниска и разчленена брегова линия и съвременни процеси на потъване, акумулация и абразия (География на България, Том I, 1966). Районът попада в зоната на влияние на Черноморската климатична подобласт от Континентално-средиземноморската климатична област. Продължителните горещи вълни през летните месеци в последните години имат пряко отношение към формирането на ефекта на градския топлинен остров (Dimitrov et al., 2023) и условията за нарастване на концентрациите на замърсителите в приземния въздух (НУЦГИТ 2024 - Доклад Бургас). Тенденциите в климатичните промени в температурните режими показват ясни предпоставки за поддържане на по-високи средно годишни температури, което поставя въпроса за обсъждането на разширяване на ЗИ в градска среда за увеличаване на охлаждащия ефект и подпомагане редуцирането на замърсителите в атмосферния въздух (НУЦГИТ 2024 - Доклад Бургас). Според дългосрочните климатични сценарии (Димитров и кол., 2015), под влияние на особеностите на средиземноморския климат, градската зона се очаква да бъде изложена на по-голям риск от постоянни суши, пожари и наводнения.

Зелената система на Бургас включва няколко по-големи паркове и градини с водещо ядро Морската градина с отличителната си роля за функционирането на ГЗИ. Общината участва в национални и европейски проекти за ЗИ, устойчива мобилност и адаптация към климатичните промени, утвърждавайки се като модел за интелигентен и устойчив град (Община Бургас – Планове и стратегии).

Както беше описано в глава IV, настоящият модел следва оценката на ЕУ на две пространствени нива: регионално (в зоната на ВТП на ФУА) и локално ниво (в зоната на градското ядро).

➤ Регионално ниво

Табл. 3 представя резултатите от приравняването на класовете земно покритие/земеползване на Urban Atlas 2018 към типовете екосистеми на национално ниво (ниво 2 и 3) във ФУА-Бургас:

Табл.3. Приравняване на класовете земно покритие/земеползване на Urban Atlas 2018 към типовете екосистеми на национално ниво (ниво 2 и 3) във ФУА-Бургас

Класове земеползване/земно покритие по Urban Atlas 2018	Екосистеми (ниво 2 и 3)
Летища	Ниво 3: J7. Транспортни мрежи и други изградени обекти с твърди повърхности
Обработваема земя (едногодишни култури)	Ниво 3: Едногодишни култури (предимно зърнени)
Строителни обекти	Ниво 3: J6. Индустриални обекти (вкл. търговски обекти)
Непрекъснати градски структури (запечатаност > 80%)	Ниво 3: J1. Жилищни и обществени зони в градовете и селата
Прекъснати гъсти градски структури (запечатаност 50% - 80%)	Ниво 3: J1. Жилищни и обществени зони в градовете и селата
Прекъснати градски структури с ниска плътност (запечатаност 10% - 30%)	Ниво 3: J3. Жилищни и обществени райони с ниска плътност
Прекъснати градски структури със средна плътност (запечатаност 30% - 50%)	Ниво 3: J3. Жилищни и обществени райони с ниска плътност
Прекъснати градски структури с много ниска плътност (запечатаност < 10%)	Ниво 3: J3. Жилищни и обществени райони с ниска плътност
Бързи транзитни пътища и свързани с тях земи	Ниво 3: J7. Транспортни мрежи и други изградени обекти с твърди повърхности
Гори	Ниво 2: Гори
Зелени градски зони	Ниво 3: J5. Градски зелени площи (вкл. спортни и развлекателни съоръжения)
Тревни съобщества	Ниво 2: Ниска растителност
Промислени, търговски, обществени, военни и частни единици	Ниво 3: J6. Индустриални обекти (вкл. търговски обекти)
Изолирани структури	Ниво 3: J6. Индустриални обекти (вкл. търговски обекти)
Земи без текущо използване	Ниво 2: Пасища

Добив на полезни изкопаеми и депа за отпадъци	Ниво 3: J8. Добивни промишлени обекти
Открити пространства с малко или никаква растителност	Ниво 2: Райони с рядка растителност
Други пътища и свързани с тях земи	Ниво 3: J7. Транспортни мрежи и други изградени обекти с твърди повърхности
Пасища	Ниво 2: Пасища
Постоянни насаждения	Ниво 3: Многогодишни култури (овощни градини и лозя)
Пристанища	Ниво 3: J6. Индустриални обекти (вкл. търговски обекти)
Железопътни линии и свързани с тях земи	Ниво 3: J7. Транспортни мрежи и други изградени обекти с твърди повърхности
Спортни и развлекателни съоръжения	Ниво 3: J4. Зони за отдих извън градовете и селата
Води	Ниво 2: Реки и езера
Влажни зони	Ниво 2: Влажни зони

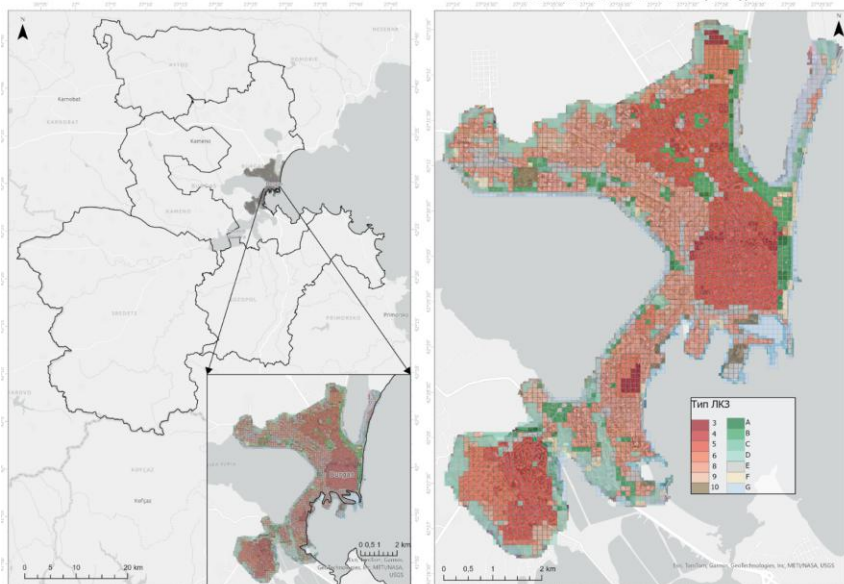
➤ Локално ниво

Настоящото изследване за територията на град Бургас следва методическите стъпки в разработката за град София и град Бургас (по Попов и др., 2019, НУЦГИТ 2024, Доклад Бургас): в ГИС среда територията се разделя на еднакви по големина и форма териториални единици – равномерна мрежа от квадратни клетки (грид), като по този начин се постига уеднаквяване на обхвата на отделните единици, което от своя страна прави приложението на геостатистическите и пространствено-интерполационните методи по-надеждно и обосновано (Попов и др., 2019). През 2024 г. за целите на изготвянето на „Доклад за избора на терени/обекти, в които да се извършат интервенциите за намаляване на вторичното разпрашаване чрез мерки за озеленяване в градска среда в община Бургас“ (НУЦГИТ 2024) в обхвата на урбанизираното пространство на град Бургас са идентифицирани 14 типа ЛКЗ (Табл.4), (Фиг.4). Те са организирани в еднакви по големина и форма грид клетки със страни 100 m x 100 m с площ от 1 ha, като техният брой е 3468. Именно тази пространствена единица е използвана и за целите на дисертацията. Клетките са определени чрез данни от въздушно заснемане на територията с безпилотна летателна система (БЛС) от 2022 г. Водещ критерий е преобладаващият процент на типа застрояване във всяка клетка и отличителното му съчетание с типа на земното покритие (НУЦГИТ 2024, Доклад Бургас).

Табл.4. Локални климатични зони в град Бургас

ЛКЗ	Брой клетки	Площ %
ЛКЗ 3 Компактно ниско застрояване	28	1
ЛКЗ 4 Високо застрояване с отворени пространства	49	1
ЛКЗ 5 Средновисоко застрояване с отворени пространства	814	23
ЛКЗ 6 Ниско застрояване с отворени пространства	180	5
ЛКЗ 8 Широкоплощно ниско застрояване	871	25

ЛКЗ_9 Застрояване с ниска гъстота	114	3
ЛКЗ_10 Тежка промишленост	50	1
ЛКЗ_А Гъста дървесна растителност	21	1
ЛКЗ_В Рядка дървесна растителност	246	7
ЛКЗ_С Храстовидна растителност	63	2
ЛКЗ_D Ниска растителност	427	12
ЛКЗ_Е Запечатани повърхности	199	6
ЛКЗ_F Почва/пясък	58	2
ЛКЗ_G Водни площи	348	10
Общо	3468	100



Фиг.4. Общини, попадащи във ФУА-Бургас и типове ЛКЗ в град Бургас

V.2. Идентификация на ЕУ във ФУА-Бургас

Дефинирането на критериите за приоритизиране и оценка на ЕУ във ФУА – Бургас се явява водещ процес в настоящата методика. Стъпките по тяхното определяне са резултат от географски анализ на територията на ФУА-Бургас, стратегически документи на регионално ниво и добри практики (проекти на Община Бургас). Визията за развитие на Бургас 2021–2027 г. цели градът да се превърне в привлекателно и устойчиво място за живот и бизнес, чрез запазване на природната среда и идентичността, насърчаване на иновации и икономически растеж и подобряване на градските пространства и свързаността. Подделите и мерките, заложили към Приоритет 4 от ПИРО-Бургас „Устойчиво използване на природно-ресурсния потенциал и адаптация към климатичните промени“,

включват мерки за съхранение на природния капитал, повишаване на информираността и капацитета за климатични мерки, правна рамка за адаптация и развитие на зелена и синя градска инфраструктура (ПИРО 2021-2027, Община Бургас).

В настоящото изследване за обратна връзка от целевата група заинтересовани страни - местни жители, са използвани резултатите от проведено анкетно проучване сред гражданите в общината през 2020 г. във връзка с разработването на ПИРО 2021-2027 г, съдържащо въпроси за изявените проблеми на територията на общината, мнението на гражданите относно значими проекти, които да се осъществят в рамките на следващия планов период, за подобряване на цялостния облик на града и общината и др. 50% от респондентите посочват необходимостта от реконструкцията на зелени площи като най-належаща нужда за обитаваното от тях жилищно пространство.(ПИРО на Община Бургас 2021-2027 г.).

За целите на идентификацията на приоритетни за района ЕУ, бе създаден кратък въпросник. Анкетата бе насочена към целева група заинтересовани страни - управляващи органи и експерти на Община Бургас, ангажирани с въпросите по екология и околна среда, планиране и управление на територията и др. При подготовката на въпросника е следван подходът на сравнения по двойки и АНР, целящо да се установи кои са водещите и второстепенни услуги за развитие в региона. Във въпросника бяха включени 12 ЕУ (описани в глава IV – приоритетни ЕУ за урбанизирана среда) – по 4 от всяка категория услуги – материални, регулиращи и културни. Той бе предоставен на служителите от Общината, за да бъдат ЕУ експертно оценени една спрямо друга по значимост за настоящото и бъдещото функциониране на УЕ. За лесно и бързо попълване, бе използвана платформата ArcGIS Survey 123 (ArcGIS Online, ESRI). Анкетата бе попълнена от 12 души експерти от Община Бургас. В Табл.5 са представени обобщените резултати на респондентите - списък на приоритизирани ЕУ в низходящ ред. Участниците поставят акцент върху услуги, които комбинират основните жизнени нужди на населението и качеството на градската среда, а второстепенни остават услуги, свързани с материали и някои регулиращи функции с по-непряко отражение върху ежедневието.

Табл. 5. Обобщени резултати от въпросника за идентифицирани приоритетни екосистемни услуги

Клас	Екосистемна услуга
Материални	Осигуряване на вода за питейни нужди (Повърхностни и подземни водни обекти, източник на питейна вода за населението)
	Осигуряване на хранителни продукти (Всички култивирани растения в биотичните системи, отглеждани за хранителни цели)
	Осигуряване на вода за непитейни нужди (Повърхностни и подземни водни обекти, използвани за непитейни нужди)
	Осигуряване на материали (Дървен материал, влакна и други продукти от растения, гъби, водорасли и бактерии в биотичните системи за директна употреба или преработка)

Регулиращи	Регулация на климата на регионално и локално ниво (Способността на биотичните системи да регулират температурата и влажността, включително вентилация и транспирация)
	Хидроложки цикъл и регулиране на водните потоци (Способността на биотичните системи да регулират хидроложкия цикъл и поддържат водните потоци, включително контрол на наводненията и бреговата защита)
	Поддържане на популации и местообитания (Способността на биотичните системи да поддържат популации, местообитания и биоразнообразие, включително защита на генофонда)
	Смекчаване на вредни антропогенни въздействия (Способността на биотичните системи да смекчават шум, миризми и други въздействия)
Културни	Рекреация (Характеристики на биотичните системи, които позволяват дейности, насърчаващи здравето, възстановяване или наслада чрез активни взаимодействия)
	Научна и образователна стойност (Характеристики на биотичните системи, които дават възможност за научни изследвания или образование - създаване на традиционно екологично познание)
	Културно наследство (Характеристики на биотичните системи, които имат отношение към култура или наследство)
	Естетическа стойност (Характеристики на биотичните системи, които дават възможност за естетически преживявания)

На база гореописаните критерии (цели и нужди на територията на ФУА-Бургас), по които да се приоритизират ЕУ за картиране и оценка и предвид спецификата на ГЕУ (преобладаването на регулиращите услуги пред материалните и културните, пространствените взаимоотношения и т.н.), връзката със ЗИ и най-вече наличието на данни за картиране, бяха подбрани следните ЕУ (Фиг. 5):



Фиг. 5. Приоритизирани екосистемни услуги за картиране и оценка във ФУА-Бургас

V.3. ОЦЕНКА НА СЪСТОЯНИЕТО И НАТИСКА НА ЕКОСИСТЕМИТЕ ВЪВ ФУА-БУРГАС

Настоящата точка представя резултатите от проведения литературен преглед, визуализация и анализ на пространствени данни за оценка на състоянието и натиска на екосистемите в границите на ФУА-Бургас по описаните индикатори от Табл.2 от глава IV, точка III. Първата част от оценката обхваща литературен преглед по Maes et al., 2020, като след обобщение на резултатите от оценките на състоянието и натиска на УЕ във ФУА-Бургас спрямо средните стойности за ЕС-28 по краткосрочни и дългосрочни тенденции на различни показатели, може да се изведат следните изводи:

- Дългосрочните тенденции в оценките на УЕ във ФУА-Бургас са под средните за ЕС по повечето показатели (по-лоши показатели).
- Краткосрочните тенденции в оценките са по-неутрални или леко се подобряват, особено в областта на ЗИ и уплътняването на градската среда.
- Качеството на въздуха във ФУА-Бургас е под сериозен натиск, като повечето замърсители (особено PM_{10} и $PM_{2.5}$) са постоянно високи и над средните стойности на ЕС.
- Разрастването на урбанизираните територии допринася за продължаващото отнемане на земя и фрагментиране на местообитанията, без да се наблюдават значителни подобрения в намаляването на площите със запечатване на почвата.
- Наблюдават се леки подобрения в структурата и стабилността на растителната покривка.

От допълнително анализирани индикатори за състояние (структурни характеристики на екосистемите и качество на околната среда) и натиск се открояват следните най-важни характеристики за територията:

- Във ФУА-Бургас земното покритие е балансирано между селскостопански, урбанизирани и полуестествени територии, като пасищата доминират (23,5%), следвани от обработваеми земи, гъсти градски структури (11,1%) и индустриални обекти (10,5%), което отразява равнинния релеф и интензивното градско развитие.
- Пространственият анализ на типа на урбанизираната структура показва концентрация на гъсти и непрекъснати застроени зони в градското ядро на Бургас, които постепенно намаляват към периферията и границите на ФУА.
- 43% от територията на ФУА-Бургас е обхваната от защитени територии и зони, обединени под името „Бургаски влажни зони“, част от миграционния път на птиците Via Pontica.
- Във ФУА-Бургас има 15 локации за къпане с високо и стабилно качество на водите, като най-високи резултати показват „Бургас – Централен плаж“, „В.С. Дюни“ и „Созопол – Централен плаж“.

- Запечатаните площи във ФУА-Бургас са 1,39%, като най-голям относителен дял има градското ядро.
- В периода 2006–2018 г. (по данни на Copernicus Urban Atlas 2018) под 1% от територията на ФУА-Бургас е променена, основно чрез замяна на обработваеми земи и пасища с урбанизирани територии, най-вече в градското ядро и периферията.
- Най-високи нива на концентрации и емисии на замърсители на въздуха (PM_{2.5}) през 2024 г. се наблюдават в градското ядро на ФУА-Бургас, като стойностите нарастват към центъра пропорционално на степента на урбанизация.
- В периода 2012–2018 г. (по данни на Copernicus Tree Cover change mask) дървесната покривка във ФУА-Бургас остава устойчива, с минимални загуби и локални промени.
- Най-висока фрагментация се наблюдава в градското ядро на Бургас и туристическите крайбрежни зони, докато северните и южните части на ФУА остават предимно нефрагментирани.

Според проведеня анализ за оценката на състоянието на екосистемите според използваните индикатори се заключава, че ландшафтите/екосистемите във ФУА-Бургас се характеризират с екологичен натиск, който произтича най-вече от степента на урбанизация (увеличаване на запечатаните територии) и трайното замърсяване на въздуха, водещи до деградация и фрагментация на територията. Положителен актив са високите стойности в процента защитени територии и зони, което е и отличителна характеристика за региона, отличното качество на водите за къпане, както и стабилните площи с дървесна покривка с минимални загуби. В резултат на това, територията на ФУА-Бургас отразява смесена картина по отношение на индикаторите за състояние и натиск на екосистемите с възможности за устойчиво пространствено планиране, макар и някои от констатираните елементи на натиск.

V.4. Картиране и оценка на екосистемни услуги на регионално ниво

ЕУ, избрани да се картират и оценят на регионално ниво са в съответствие с наличието на данни, както и с приложението им за интегриране и свързване на ЗИ в рамките на ФУА-Бургас.

Естествените ландшафти и тяхното биоразнообразие обикновено се свързват със защитени територии, несъвместими с прякото антропогенно въздействие. Има ли подобни природни обекти, носители на биоразнообразие в градска среда, каква е ролята на крайградските райони за осигуряването на богатство на видове, както и на рекреация и отдих и използва се ли потенциалът им по подходящ начин? Това са актуални въпроси, които заслужават вниманието на лицата, вземащи решения, тъй като нуждата на хората от доближаваща се до естествената среда в градовете се изразява по-силно, отколкото в който и да е друг период в историята. Елементите на ЗИ/СИ, които са част от по-голямата система на УЕ, осигуряват съществени и доказани ползи за жителите на градовете.

Приложение 2 представя потенциала на екосистемите във ФУА-Бургас за предоставяне на ЕУ „поддържане на популациите и местообитанията им, включително защита на генофонда“. Оценката е приложена в рамките на пространствените единици на Urban Atlas 2018 LULC. Фокусът тук е само върху онези единици от номенклатурата, които притежават атрибутите на „ЗИ“. Оценката на индикаторите на съставния индекс (със съответните параметри за оценка) е количествена и е повлияна от насоките и методологията, предоставени в Сингапурския индекс на биоразнообразието в градовете (Chan et al., 2021), (Табл.6). Резултатите установяват най-високи стойности очаквано за крайбрежните/езерните райони, които попадат в периферията на защитените територии и зони и се характеризират с най-висока степен на естественост на средата и съответно най-ниски стойности в най-застроените райони около градските центрове. Най-разпространени зони са тези, оценени със среден и по-нисък потенциал, следвани от зоните с нисък и много нисък потенциал. Най-малък процент от територията на ФУА е покрит от зоните с по-висок и висок потенциал. Ограничение на подхода е, че не са взети под внимание и други фактори, които оказват влияние върху поддържането на местообитанията и тяхното биологично разнообразие, като някои природни (климатични условия – температурни промени, както и чести екстремни метеорологични явления и др.) и антропогенни (транспортна инфраструктура и други съоръжения, незаконен лов и др.). Липсата на изчерпателни данни за биологичните видове като доказателство за съществуващото биологично разнообразие на територията също може да бъде отбелязана като ограничение и затруднение при провеждането на проучването.

Табл. 6. Оценка на УЕ във ФУА-Бургас за предоставяне на биоразнообразие и местообитания - индикатори и параметри на съставния индекс

Индикатор	Параметър (изчислен за всяка пространствена единица от Urban Atlas 2018)
Индекс на хемеробност	Оценка (1-6)
Дял на защитени територии и представителност на елементите на природното наследство	Припокриване (наличие/липса) на защитени територии и зони
Отдалеченост на елементите на ЗИ от градското ядро	Отстояние от 2, 10 или повече km от градското ядро
Наличие на водни обекти	Наличие/отсъствие на водни обекти
Дял на ключови биологични видове	Наличие/отсъствие на ключови биологични видове

Приложение 3 представя потенциала на обектите на природното наследство в границите на ФУА-Бургас да предоставят ЕУ „рекреация и отдих на открито“. Отдихът сред природата или природно-базираната рекреация е сред най-значимите ЕУ, предоставяни от ЗИ, които оказват влияние върху физическото и психическото благосъстояние на хората. Осигуряването на

адекватна ЗИ за природосъобразен отдиш е сред основните цели на градското планиране (Cortinovis et al., 2018). Целта на този регионален анализ е продължение на анализа на национално ниво, представен в подточка IV.3. Проучването допълва резултатите на национално ниво от идентифицирането и оценката на ПН като източник на услуги за отдиш и рекреация (Ihtimanski et al., 2020). Методологически проучването се провежда в 3 етапа – идентифициране, картиране и оценка. Местата на природното наследство се идентифицират и картират според три критерия: 1) По установени стандарти от международно значение; 2) По установени стандарти от европейско и национално значение; 3) Нови елементи от ЗИ и СИ от национално и регионално значение. За оценка на наличието на обекти на природното наследство е използван мултикриериен пространствен анализ, комбиниращ природни, културни и социални критерии. За оценката на национално ниво за всички ФУА в България се използва обща оценка от 4 показателя с различна тежест на критериите. Тук на регионално ниво е извършена подробна оценка с допълнителни 4 показателя чрез модифицирана версия на модела ESTIMAP (Zulian et al. 2013, Paracchini et al. 2014) за ФУА-Бургас. ESTIMAP е колекция от модели (за рекреация, опрашване) за пространствена оценка на ЕУ, първоначално разработени в подкрепа на европейските политики в мащаба на целия ЕС, но все по-често се прилага и в по-малки мащаби за оценка и потенциал на възможностите за природосъобразен отдиш (Zulian et al. 2018). Моделът измерва рекреационният потенциал на територията за отдиш и развлечения на открито в природата. Той се състои от две основни части:

1. Рекреационен потенциал, който картира потенциалния капацитет на екосистемите да подкрепят рекреационни дейности, основани на природата.
2. Карта на спектъра на рекреационни възможности, която комбинира индикатор за близост/отдалеченост и наличието на инфраструктура с рекреационния потенциал и предоставя карта с девет категории рекреационни възможности.

Идентифицираните зони с най-високи стойности от оценките на двете ЕУ са ключови от гледна точка на опазването на биоразнообразието и ландшафтната идентичност и могат да бъдат използвани за определяне на приоритетни области за опазване, възстановяване и стратегическото планиране на ЗИ в регионален мащаб. Зоните могат да служат и като предложения за проекти за изграждане на единна мрежа от ЗИ/СИ, свързваща природното наследство на територията на ФУА - градските ядра с околното пространство, което ще бъде в полза на:

- Подкрепа на градското планиране за справяне с проблемите на урбанизираните територии и подобряване на качеството на живот на населението — чрез подобряване и поддържане на ЕУ.
- Ангажиране на местната общност по темата.
- Насърчаване на ПБР, особено в районите, които осигуряват най-малко ЕУ, и подобряване на привлекателността на териториите, здравето и качеството на живот на населението и създаването на зелени работни места (Raymond et al., 2017).

V.5. Картиране и оценка на екосистемни услуги на локално ниво

В настоящия анализ на локално ниво картирането и оценката на ЕУ са проведени съвместно. Анализирана е моментната ситуация на реалния баланс на осигуряване и потребление с/на пакет ЕУ, предоставян от ГЗИ в рамките на град Бургас. Изследването е извършено чрез мултикритериен геопространствен анализ на картиране и оценка на територията за оптимизиране на компоненти на ЗИ, които да увеличат наличния потенциал за предоставяне на ЕУ.

Изследването следва методическата рамка за избор на терени/обекти, в които да се извършват интервенции за намаляване на вторичното разпрашаване чрез мерки за озеленяване в градска среда в община Бургас от Borisova et al., 2024. Индикаторите са подбрани, за да акцентират върху основните функции и състоянието на зелените площи в града. Чрез приложените параметри са идентифицирани тези зелени площи, които играят ролята на елементи на ЗИ (отговарят на изискванията за свързаност и достатъчност), тъй като основният фокус е върху площта и свързаността на зелените елементи за предоставяне на регулиращи и културни ЕУ – по отношение на увеличаване на биоразнообразието (Shanahan et al., 2011, Beninde et al., 2015, Leveau et al., 2019), охлаждащ ефект (Jiang et al., 2021), човешкото здраве (Nguyen et al., 2021) и т.н.

Картирането и оценката са извършени чрез създаването на съставен индекс (*Creating composite index* - ESRI ArcGIS Pro 3.3.0), който съдържа избор на променливи, предварителната им обработка, комбинирането им и последващото финализиране на индекса (по Borisova et al., 2024, Buie et al., 2024), (Фиг. 6). Идентифицирани са общо 7 индикатора (Табл.7 и Табл. 8) за оценка на нуждата от и осигуряването със ЗИ в специфичните условия на градската морфология на Бургас.



Фиг. 6. Схема на съставния индекс (по Buie et al., 2024)

Табл. 7. Индикатори за нужда от зелена инфраструктура, параметри, скала и източници на данни за съставния индекс (по Borisova et al., 2024)

Индикатор	Параметър (изчислен за всяка ЛКЗ)	Скала	Използвани данни и източник	Използвани инструменти в ESRI ArcGIS Pro 3.3.0
1. Сив коефициент	% на запечатаните/непрopusкливи сиви площи	0-9% 10-19% 20-29% 30-39% 40-49% 50-59% 60-69% 70-79% 80-89% 90-100%	Пространствен слой запечатани площи за гр. Бургас за 2022 г. (Географика ООД)	<i>Analysis tools – Summarize within</i>
2. Замърсяване с ФПЧ ₁₀	Средногодишни концентрации на ФПЧ ₁₀ (µg/m ³) от всички източници, разположени на територията на Община Бургас /за 2019 г./	До 2 µg/m ³ До 5 µg/m ³ До 8 µg/m ³ До 10 µg/m ³ До 15 µg/m ³ До 20 µg/m ³ До 25 µg/m ³ До 30 µg/m ³	ПРОГРАМА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХА НА ОБЩИНА БУРГАС ЗА ПЕРИОДА 2021-2027 Г.	Георефериране Дигитализиране <i>Select by location</i>
3. Температура на земната повърхност	Средна температурата на земната повърхност (°C)	От 24 до 39 °C	Landsat 8 Satellite image 30.07.2022 г. (Доклад за избор на терени/обекти, в които да се извършат интервенциите за намаляване на вторичното разпрашаване чрез мерки за озеленяване в градска среда в община Бургас, НУЦГИТ 2024)	<i>Zonal statistics Select by attributes (НУЦГИТ, 2024)</i>

Табл. 8. Индикатори за потенциал на съществуващата зелена инфраструктура, параметри, скала и източници на данни за съставния индекс (по Borisova et al., 2024)

Индикатор	Параметър (изчислен за всяка ЛКЗ)	Скала	Използвани данни и източник	Използвани инструменти в ESRI ArcGIS Pro 3.3.0
1. Зелено/син коефициент	% на незапечатаните/пропускливи зелени и сини площи	0-10% 11-20% 21-30% 31-40% 41-50%	Пространствен слой зелени площи за гр. Бургас за 2022 г. (Географика ООД)	<i>Analysis tools – Summarize within</i>

		51-60%		
		61-70%		
		71-80%		
		81-90%		
		91-100%		
2. Участие на дървесната растителност в състава на съществуващите зелени площи	% на покритие на короните на дърветата	0-100 %	Точков слой с дървета в гр. Бургас за 2022 г. (Източник – Географика ООД)	<i>Analysis tools – Buffer Analysis tools – Summarize within</i>
3. Обща свързаност/фрагментация на зелените площи	100 m отстояние между зелените площи, Среднодневната интензивност на моторните превозни средства по основни транспортни артерии в Бургас	1 – Няма отстояние от 100 m между зелените площи, които са фрагментирани от транспортни артерии 2 – Има свързаност от 100 m между зелените площи над 1 ха, но те са фрагментирани от най-натоварените транспортни артерии (над 10 000 автомобила за 24 часа) 3 - Има свързаност от 100 m между зелените площи над 1 ха (ядра), но те са фрагментирани от по-малко натоварени пътища (под 10 000 автомобила за 24 часа)	Пространствен слой зелени площи за гр. Бургас за 2022 г. (Географика ООД) Стратегически детектори за мониторинг на транспортния трафик, Община Бургас (Доклад за избор на терени/обекти, в които да се извършат интервенциите за намаляване на вторичното разпрашаване чрез мерки за озеленяване в градска среда в община Бургас, НУЦГИТ 2024)	<i>Analysis tools – Buffer Select by location</i>
4. Локална свързаност на зелените площи	Свързаност (в посоки) на зелените площи между ЛКЗ	0-8	Пространствен слой зелени площи за гр. Бургас за 2022 г. (Географика ООД)	<i>Analysis tools – Polygon Neighbors</i>

➤ **Индикатори за нужда от ЗИ:**

За индикатора „Замърсяване с ФПЧ₁₀“ са използвани данни за 2019 г., от Програмата за качеството на въздуха на община Бургас (2021-2027). Основните източници на замърсяване са битовото отопление и транспортът.

Индикаторът „Температура на земната повърхност“ използва данни от Landsat 8 (30.07.2022 г.) за средна температура по обяд, оказваща пряко влияние върху динамиката на приземния въздух (НУЦГИТ, 2024).

➤ **Индикатори за осигуряване със ЗИ:**

Идеята за създаването на сив и зелено/син коефициент е заимствана от Сингапурския индекс за биоразнообразие в градовете (Chan et al., 2021), от Jiang & Menz (2025) и т.нар. „blue-green factor“ (UnaLab) и представя съотношението на зелените и сивите площи. Индикаторът се прилага в смисъла на пропускиви и непропускиви (запечатани) повърхности. В групата на зелено-синия коефициент се включват преобладаващо зелени площи (тревна и дървесна растителност), но и има и малък брой ЛКЗ с преобладаващи водни площи или територии без растителност като пясъчни ивици и други пясъчливи площадки (най-често са граничните ЛКЗ). В групата на сивия коефициент са включени всички запечатани повърхности, вкл. сгради. Използваните пространствени данни за създаването на слоевете със сив и зелено/син коефициент са допълнени и актуализирани с класифициран слой повърхности от фотограметрично заснемане с БЛС от 2023 г. (предоставен от „Географика“ ООД). Текущият индикатор се явява най-важният, с най-голяма тежест в оценката на променливите за съставния индекс, тъй като представя реалните стойности (в случая площи) на нужда и осигуряване от/на ЕУ.

Изчисляването на индикатора за % на покритие на короните на дърветата е свързан със създаването на гореспоменатия цялостен слой със зелени площи на територията на града чрез буфери.

Индикаторът за обща свързаност е заимстван от Сингапурския индекс за биоразнообразие в градовете, прилагащ средна стойност до 100 m между зелени елементи (Chan et al., 2021). За целта общият слой със зелени площи е разделен на петна (patches), на които е изчислена площта и след това са обозначени площите над 1 ха. За проверката дали зелените площи над 1ха са свързани е създаден буфер между тях с големина 50 м. Размерът от 1ха е избран заради функцията на зелените площи като ядра и достатъчност като среда/хабитат за видове.

Локалната свързаност на зелените площи е в съответствие с концепцията за дефрагментация, която включва създаването на зелени пътища или коридори за свързване на фрагментирани ландшафти. Този индикатор разграничава връзките на всяка ЛКЗ, притежаваща определена зелена площ със съседните зелени площи (по Jiang & Menz, 2025). Факторът „свързаност“ увеличава ефективността на зелените елементи върху регулацията на микроклиматичните условия и подобряването на КАВ. В резултат на този индикатор се заключава, че град Бургас има много добра свързаност на зелените площи, образуваща непрекъсната зелена система в целия град, а само централната градска част остава с изолирани зелени пространства.

Като следваща стъпка от създаването на съставния индекс, индикаторите са предварително анализирани чрез корелационна матрица (*Scatter plot matrix*, ESRI ArcGIS Pro 3.3.0) (Фиг. 6), представяща зависимостите между всички индикатори/променливи, използвани в модела. Коефициентът на корелация на Пийърсън, вариращ от -1 до +1, показва силата и посоката на линейната зависимост между две променливи.



Фиг.6. Корелационна матрица на всички индикатори/променливи в модела

Както се вижда от графиката, една от най-силните положителни корелации е констатирана при индикаторите „Обща свързаност“ и „Локална свързаност“, което е напълно очаквано, тъй като измерват сходни характеристики. „% дървесна покривка“ и „сивия коефициент“ имат умерена до висока положителна корелация, което логично се обяснява с обстоятелството, че с увеличаването на запечатаните площи, тревните пространства намаляват и остават дърветата като представител на зелените площи. А съответно със слаба до умерена положителна корелация, не се наблюдава ясно нарастването на % дървесна покривка с увеличаването на зелените площи. Отрицателна корелация се наблюдава между свързаността и „температурата на земната повърхност“ и „зелено-синия коефициент“, от което следва да се предположи, че по-добрата свързаност на зелените площи има връзка с по-ниски температури и повече зелена площ. Останалите връзки между индикаторите са със стойности, близки до 0, което констатира слаба или липсваща линейна зависимост. Допълнително индикаторите са по-подробно анализирани в отделни корелационни матрици по групи за нужда и осигуряване.

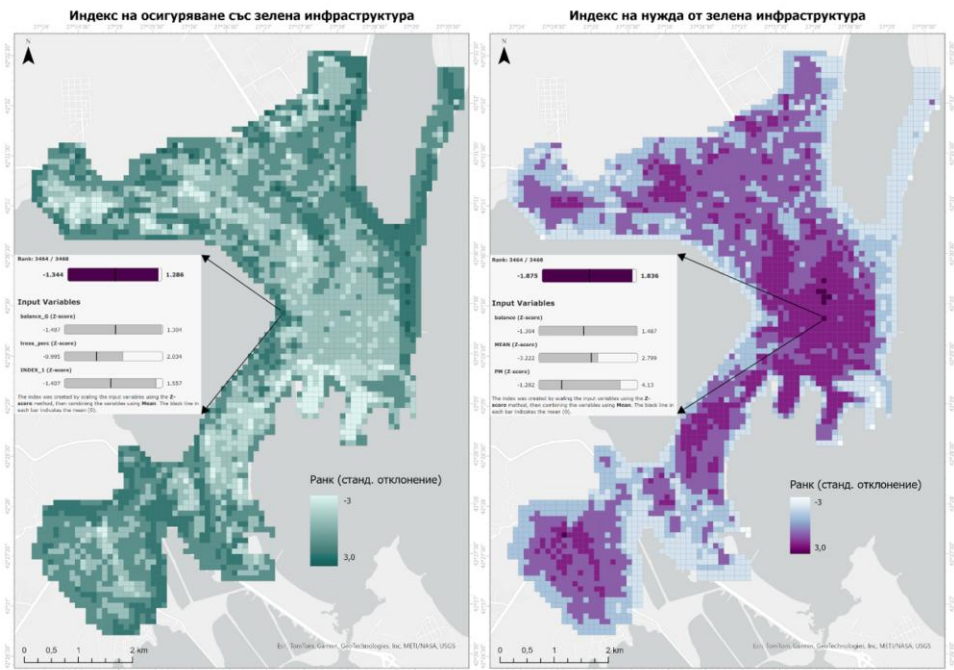
Инструментът за съставния индекс е задействан няколко пъти, като са използвани различни варианти на обработка и комбиниране, за да се тества как всяка комбинация на индикаторите влияе на получения финален индекс. За структурирането на данните в модела е избран методът за класификация „z-score“, тъй като представените данни са с ясно изразена асиметричност. Методите, които стандартизират чрез z-score, изместват разпределението, така че то да се позиционира около средната стойност, като по този начин намаляват влиянието на асиметрията, но не я елиминират напълно (Buie et al., 2024).

Първото стартиране на инструмента е с всички 7 индикатора/променливи, за да „захрани“ първоначално с данните за променливите. Следващото стартиране на инструмента е с групирането на два суб-индекса на индикаторите/променливите за нужда и осигуряване, преди да се

финализира крайния индекс. Предимство на суб-индексите е тематичното групиране на променливите за всяко измерение (Buic et al., 2024).

Суб-индекс „Идентифициране/картиране на реалното осигуряване със ЗИ“: Като предварителна стъпка тук е създаден суб-индекс „Свързаност на зелените площи“, тъй като от горепредставената матрица е видимо, че двата индикатора за свързаност имат много висок коефициент на корелация, което означава, че в първоначалния вариант те имат най-голяма тежест във формирането на суб-индекса за осигуряване. Финалният резултат от създадения суб-индекс за свързаност акцентира с най-високи оценки върху зелените площи над 1 ха, които са свързани помежду си, т.е. на най-важните компоненти на ЗИ, т.нар. „ядра“. След първоначалния тест бе зададена по-голяма тежест на % зелени площи (0,50) спрямо % дървета и свързаност (по 0,25), което доведе до резултати, идентифициращи ЛКЗ с най-високи оценки с над 70% зелени площи.

Суб-индекс „Идентифициране/картиране на нуждата от ЗИ“: Задаването на по-голяма тежест на % запечатани площи (0,50) спрямо температурата и замърсяването (по 0,25) повиши прага за най-висока нужда от 50% на 60-70% запечатани площи в клетката (Фиг.7):



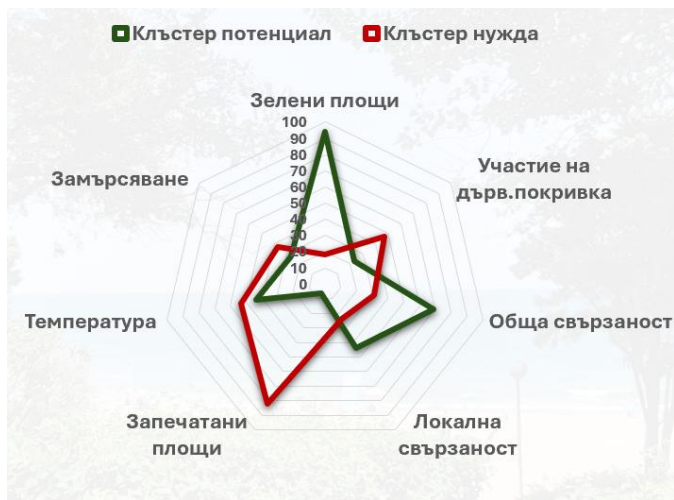
Фиг. 7. Индекс на осигуряване с и нужда от ЗИ

➤ **Финален съставен индекс и тематично обобщаване на резултатите**

Финалният съставен индекс е резултат от комбинирането на двата суб-индекса чрез тяхната средна стойност. Стойностите на суб-индекса за осигуряване са обърнати, за да се получи комбинацията на най-ниското осигуряване с най-високата нужда. Резултатът от този модел е идентифицирането на ЛКЗ с високи стойности на „нужда от ЗИ“, но с ниско „осигуряване със ЗИ“ – зони с дефицит по отношение на регулиращи механизми в УЕ с необходимост от изграждане на елементи на ЗИ (Приложение 4).

➤ **Идентифициране на клъстери с „горещи зони“**

Финалната оценка е завършена с изследване на пространственото групиране на резултатите от индекса, както Buie et al., 2024 препоръчва за усъвършенстване на модела. Резултатът от този етап е статистическото идентифициране на клъстери от ЛКЗ с висока „нужда от ЗИ“ и високо „осигуряване със ЗИ“ (фиг.8). За целта е използван инструментът „анализ на горещи точки“, (*Hot Spot Analysis (Getis-Ord Gi**), ESRI ArcGIS Pro 3.3.0), който изчислява статистиката *Getis-Ord Gi** за всеки обект в набора от данни. Получените z- и p-стойности показват къде пространствено се групират обекти с високи или ниски стойности, като всеки обект се разглежда в контекста на съседните обекти (Modeling spatial relationships, ESRI ArcGIS Pro).



Фиг. 8. Клъстери с най-висока нужда и потенциал (визуализирани средни стойности на индикаторите за всички клетки от клъстерите)

Резултатите разкриват ясни пространствени контрасти в баланса на нуждата и осигуряването на ЕУ, предоставяни от ГЗИ в града. Централните градски части, централната зона на Меден Рудник и северните и югозападните

индустриални зони са идентифицирани като горещи точки с висока нужда и ниско осигуряване, което отразява повишените средни температури на повърхността, замърсяването с ФПЧ и обширните запечатани площи. В противоположност на това, териториите с най-високо осигуряване със ЗИ и СИ, като Морската градина и крайезерните зони, формират ключови клъстери на предлагане, които отразяват регулацията на локалния климат, пречистване на въздуха, поддържане на биоразнообразието и предимства за отдих и рекреация. Идентифицираните клъстери подчертават дефицитите и синергиите на територията - гъсто застроените градски центрове се нуждаят от интервенции в ЗИ, докато периферните зелено-сини мултифункционални системи изпълняват ролята на източник на ЕУ.

Проведеният анализ установява закономерността, че запечатаните площи са свързани с негативните ефекти на увеличаване на температурата на земната повърхност и замърсяването, а обратното – при наличие на зелени площи, гореописаните параметри намаляват, което съвпада със заключенията от Dimitrov et al., 2023. Може да се обобщи и, че свързаността на зелените площи влияе върху негативните ефекти чрез усилване на охлаждащия ефект, тъй като макар и не ясно отчетливо се наблюдава, че по-добре свързаните зелени площи имат по-ниски температури.

➤ **Анализ на чувствителността**

Анализът на чувствителността цели да обоснове значението на избрания метод и съответно влиянието върху получените резултати. За създаването на финалния съставен индекс са тествани два различни варианта за обработка и комбиниране на променливите:

Вариант 1 – Съставен индекс с комбинация от средните стойности на двата суб-индекса (нужда + осигуряване).

Вариант 2 – Съставен индекс с комбинация от средните стойности на 5 индикатора: 1. Участие на дървесната растителност; 2. Свързаност на зелените площи; 3. Баланс сив/зелен коефициент; 4. Температура на земната повърхност; 5. Замърсяване с ФПЧ₁₀.

В резултат на получените стойности за финален съставен индекс е избран Вариант 1, тъй като суб-индексите коригират различния брой променливи, постигайки балансиран принос на всяко измерение. За пространственото групиране на резултатите (Вариант 1) са тествани: Multivariate Clustering, Cluster and Outlier Analysis и Hot Spot Analysis (ESRI ArcGIS Pro 3.3.0). Те идентифицират територии със статистически значимо струпуване на високи стойности, както и отклонения.

Изводи от проведения анализ:

➤ Методът за предварителна обработка чрез z-score е най-ефективен за осигуряване на еднаква дисперсия (Buie et al., 2024).

➤ При тестването на двата варианта и трите метода за клъстери/горещи точки има почти 90% съвпадение – резултатите са устойчиви.

- Тестът с корелационните матрици доказва значението на суб-индексите.
- Моделът е по-точен за централните части на града и показва отклонения в периферията, което доказва зависимостта му от много точни пространствени данни.
- **Оценка и анализ на ниво квартали/териториални единици в град Бургас**

За приложение на резултатите в пространственото планиране, идентифицираните зони са анализирани на ниво квартали в града с включването на конкретни индикатори (Borisova et al., 2024) (Табл.9). Данните, получени от оценката на баланса „нужда/осигуряване“ по отношение на ГЗИ са подложени за вторичен анализ чрез въвеждането на информация за присъствието и пространствената концентрация на жилищни, обществени обекти и население (Borisova et al., 2024). В резултат са изведени статистически данни за всяка териториална единица с информация за брой население, % концентрация на жилищни сгради и социални обекти, % зелена площ, % жилищни сгради с достъп от 300 m до обществена зелена площ над 1 ha, % от квартала със зони на нужда и % от квартала със зони на потенциал.

Табл. 9. Индикатори за приоритизация, параметри и източници на данни за целите на анализа на ниво квартали/териториални единици в града

Индикатор	Параметър (изчислен за всеки квартал/териториална единица)	Използвани данни и източник	Използвани инструменти в ESRI ArcGIS Pro
1. Пространствена концентрация на жилищни сгради	Брой и % от общото за квартала/териториалната единица	Агенция по геодезия, картография и кадастър. КАИС – портал за електронни услуги, отворени данни – сгради – гр. Бургас	Summarize within
2. Пространствена концентрация на обществени обекти	Брой и % от общото за града	Община Бургас	Summarize within
3. Население	Брой и % от общото за града	Община Бургас	-

Индикаторите са подбрани, за да акцентират върху изискването за достатъчност на ГЗИ за местното население, водещо до т.нар. „зелена справедливост“. За оценката е приложен актуалният методически подход 3 + 30 + 300 (Konijnendijk, 2023), който добре анализира локалните изисквания за зелени площи:

- 300 m достъп до зелени площи: идентифицирането е извършено чрез селектиране на жилищни сгради и селищни и извънселищни паркове + общински територии с предназначение за озеленяване над 1 ha от данните

с поземлени имоти за град Бургас (АГКК). За последните е приложен буфер от 300 m.

- 30% покритие на кварталите/териториалните единици със зелени площи: За идентифицирането с над и под 30% покритие от зелени площи е използван обобщения слой зелени площи (дървесна и тревна растителност), приложен при анализа за идентифицирането на баланса на нуждата и потенциала на територията.
- Видимост на 3 дървета от всяка жилищна сграда: Настоящата последна стъпка от индикатора 3 + 30 + 300 е тествана за избран участък от центъра на града чрез селектиране на дървета до 50 m разстояние от всяка жилищна сграда и прилагане на инструмента за анализ *Generate origin – destination links* (ArcGIS Pro 3.3.0) (Приложение 5).

В резултат на комплексния анализ се установява, че централните и гъсто населени квартали/териториални единици имат най-голям дисбаланс в нуждата и осигуряването на ЕУ от ЗИ в резултат на ограничената наличност със зелени площи, докато периферните квартали/териториални единици се характеризират с по-добър, дори на места положителен баланс по отношение на осигуряване и нужда, както и с цялостен екологичен и рекреационен потенциал. Кварталите с най-голям брой население и концентрация на жилищни и социални обекти и същевременно с най-нисък % зелени площи и в резултат на това с най-висок дял на територии с нужда са Възраждане и Централна градска част и централните части на Меден Рудник (Приложение 6).

➤ **Планиране на природно-базирани решения**

Настоящата подточка цели да представи примери за ПБР за приложение по територията, за да се осигури справедливо предоставяне на ЕУ на локално и регионално ниво в границите на ФУА-Бургас. Конкретните предложения са в подкрепа на постигането на баланс в количествените измерения на осигуряване и потребление на ЕУ. Табл.10, заимствана от Maes et al. (2020), представя интегрирани предложения за възможни ПБР, класифицирани според пригодността си за локално или регионално ниво с цел най-голямо въздействие за постигане на целевите задачи. Настоящите предложения имат за цел да стимулират балансираното разпределение на ЕУ по територията за постигането на зелена/екологична справедливост. Подобни интервенции водят до трудни синергии между различни екологични и социално-икономически цели.

Табл. 10. Интегрирани предложения за ПБР на територията на ФУА-Бургас за стратегическо планиране на ЗИ (по Maes et al., 2020)

ПРИРОДНО-БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ И МЕРКИ			ПРИЛОЖЕНИЕ	
Тип	Подтип	Примери	Локално ниво	Регионално ниво
Проектиране и управление на нови екосистеми	Интензивно управление на градските зелени пространства	1. Озеленяване на крайпътни пространства по протежение на натоварени улици/булеварди (цветни полета и дървета) 2. Зелени покриви 3. Системи от зелени стени 4. Джобни паркове	ЛКЗ 3,4,5 и т.н.	-
	Управление на градските води	Устойчиви системи за отводняване	✓	-
	Екологично възстановяване на деградирани сухоземни екосистеми	1. Възстановяване на почва и растителност по склоновете 2. Засаждане на дървета/живи плетове/от многогодишни треви за спиране на повърхностния отток	✓	✓
	Възстановяване и създаване на полуестествени водни обекти и хидрографски мрежи	1. Възстановяване на растителността по бреговете на реките 2. Изграждане на влажни зони и съоръжения за управление на водите		✓
По-добро използване на защитените / естествени екосистеми	Стратегии за защита и опазване в сухоземни и морски защитени зони (например Natura 2000 зони)	1. Ограничаване или предотвратяване на конкретни видове дейности и практики 2. Осигуряване на непрекъснатост на екологичната мрежа 3. Защита на горите от изсичане и деградация в резултат на дърводобив, пожари и неустойчиви нива на добив на недървесни ресурси		✓
ПБР за устойчивост и мултифункционалност на управляваните екосистеми	Управление на земеделски и горски ландшафти	1. Агроекологични практики 2. Агроекологична мрежова структура 3. Горски петна 4. Живи плетове и огради 5. Цветни ивици	✓	✓
	Управление на обширни градски зелени площи	1. Осигуряване на непрекъснатост на екологичната мрежа 2. Инструменти за планиране и контрол на разрастването на градовете 3. Историческа структура на градската зелена мрежа 4. Избор на растения 5. Наследствени паркове 6. Градски природни защитени зони	✓	✓

-
- 7.Използване на местни растителни видове
 - 8.Разнообразие на растителността
 - 9.Зелени коридори и пояси
 - 10.Инструменти за планиране за биоразнообразието, ЗИ и ЕУ
-

VI. ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Многобройните изследвания по темата доказват, че е трудно и научно предизвикателно да се изследва и представи сложната динамика на мащабните социално-екологични градски пространства чрез даден модел или да се изведат универсални обобщени тенденции предвид специфичните географски условия на всяко урбанизирано място. В условията на нарастващите климатични рискове и стремежа към устойчиво и интелигентно управление, са все по-необходими детайлните изследвания на градовете и заобикалящите ги територии, които да оценят и представят доказателства за настъпилите промени в УЕ в контекста на национално и европейско ниво в подкрепа на вземащите решения.

Разработките на европейско ниво за състоянието на УЕ и услугите, които предоставят, идентифицират бъдещите предизвикателства в научното направление, както и някои пропуски в изследванията (Maes et al, 2020): липса на последователност на равнище ЕС по отношение на събирането на подробни пространствени данни и единици за отчитане, необходими за анализ на натиска и състоянието на УЕ като концентрации на замърсители във въздуха, капацитета на растителността да отстранява замърсителите, мониторинг на защитени територии и зони в границите на ФУА, градско биоразнообразие, мониторинг на зелените системи в градовете и т.н.

Форматът на използвания в изследването методически подход MCDA подпомага идентифицирането на най-релевантните ЕУ за местните приоритети, което го превръща в полезен инструмент за пространствено планиране и ангажиране на заинтересовани страни.

Моделната матрица за идентифициране на целите и нуждите във ФУА за обосновано приоритизиране на ЕУ съчетава стратегическите насоки на ЕС за климатично неутрални и устойчиви градове с националните приоритети, заложи в основни документи и програми. Подходът осигурява системно разглеждане на екологични, социални и икономически критерии в развитието на урбанизираните територии от гледна точка на съвременните социално-екологично-технологични системи.

Извеждането на нуждите на заинтересованите страни в територията (с целеви групи активно население и местно управление) води до прозрачен процес в стъпките на изследването и съответно спомага за по-добрата информираност, устойчиво използване на ЕУ, както и по-ефективни решения за справяне с ключовите екологични и обществени проблеми в района.

Въпреки все по-явното придобиване на характеристиките на основните градове предвид увеличените темпове на урбанизация на глобално ниво, зоните на ВТП във ФУА остават основен ресурс за осигуряване на необходими ЕУ. В този смисъл моделното изследване на урбанизираното пространство на град Бургас в регионален аспект спомага за разглеждането на крайградската система като буферна зона от гледна точка поддържането на оптимално състояние на УЕ и като ресурс за устойчиво използване на територията предвид констатирания дисбаланс между запечатани и пропускливи площи в градското ядро и по-добрите характеристики в това отношение в периферията. Според използваните данни за оценка на състоянието и настика във ФУА-Бургас, не се констатираат трайни негативни тенденции за територията (с изключение на концентрациите на замърсители на въздуха, което е настоящ проблем за цялата страна), а напротив – отбелязват се положителните аспекти, като например малките загуби на растителна покривка в района на фона на негативната тенденция за по-интензивна загуба на растителност в зоните за ВТП, отколкото в основните градове на ниво ЕС.

Представени са оценки за потенциала на територията на ФУА-Бургас да предоставя ЕУ поддържане на хабитати и биоразнообразие и рекреация с отношение към свързването на ЗИ на регионално ниво.

В по-малък мащаб в рамките на урбанизираното пространство на град Бургас са идентифицирани зони с висока нужда и ниско осигуряване от/с ЗИ чрез използването на съставен индекс с индикатори, представящи подробно характеристиките и структурните елементи на зелените площи. В резултат на използваните данни в модела на локално ниво е констатирана нужда от изграждане и надграждане на елементи на ЗИ в централната градска част и промишлените зони на север и югозапад, докато периферните и крайбрежни територии функционират като „ядра“ на ЗИ със силна ефективност в регулирането на микроклимата и поддържането на устойчивостта на УЕ в града. Отново според използваните данни се извеждат следните пространствени зависимости: температурата на земната повърхност е най-силно повлияна от количеството на запечатаните площи (които я повишават) и свързаните зелени пространства (които я понижават); дельт на дървесната растителност в състава на съществуващите зелени площи има противоположни зависимости спрямо свързаността и запечатаните площи, което отразява моделът на гъсто застрояване и по-малките озеленени площи в централната градска част. След извършения анализ на чувствителността се установява, че моделът е устойчив при различни методи за статистическа обработка на резултатите, но доказва зависимостта му от точни пространствени данни.

Обобщеният анализ на резултатите установява, че град Бургас и региона разполагат с добра обезпеченост с мултифункционални зелени пространства, осигуряващи множество ЕУ в полза за хората и природата. Следователно така проектираната зелена система изпълнява необходимите функции от гледна точка на изграждане, поддържане и разширяване на единна ЗИ. Препоръчително е

стратегическото подобряване на свързаността и покритието на ЗИ чрез ПБР за възстановяване и поддържане на баланса и екологичния капацитет в УЕ за осигуряването на по-справедлив достъп до регулиращи, поддържащи и културни ЕУ в градското ядро на ФУА-Бургас. От резултатите е доказана зависимостта, че по-големите и по-близките/свързани зелени площи имат по-високи оценки, следователно при планирането трябва да се акцентира върху тяхното поддържане и в бъдеще, както и свързването на останалите зелени пространства (особено в централната градска част на Бургас) със зелени коридори, за да се намали изолацията. Получените резултати са важни и от гледна точка на насочване на вниманието за равния достъп до ЕУ за уязвимите групи население (деца и възрастни), сезонната диспропорция в концентрацията на население (свърхоцентриране през лятото по време на туристическия сезон) и идентифициране на социални неравенства.

Резултатите от изследването подчертават констатацията на Cortinovis и Geneletti (2018) за необходимостта от пренебрегвания в настоящите документи за планиране стратегически подход и включването на изрични цели, свързани с ЕУ в градските планове.

Представянето на анализираната информация за нуждата и предоставянето на пакет ЕУ във вид, подходящ за управляващите структури, показва предимствата на използвания подход чрез пространствената единица на ЛКЗ, позволяващ гъвкавост при вземането на решения, свързани с оптимизирането на урбанизираната среда. Изготвената геоинформационна база за оценка на структурата и състоянието на зелените площи в града и региона да изпълняват функциите на ЗИ може да бъде в полза на отговорните институции като отправна точка за създаване на план за поддържане, разширяване и устойчиво управление на ЗИ. Необходими са по-подробни изследвания, като например структуриране на типологията на ЗИ и изследване на морфологичните ѝ характеристики, както и събирането на детайлни геопространствени данни (вид, структура и състояние на растителността), които ще позволят извеждането на количествени параметри за реалните ползи от мултифункционалността на ЗИ, т.е. остойностяване на ЕУ. Подробен анализ на въздействието на текущи (характерни за сегашното състояние на ФУА) и приоритетни пакети ЕУ (необходими за бъдещето от гледна точка на протичащите промени), т.е. извеждане на изводи в какви граници могат да се използват тези услуги, за да се поддържа природно-социалната система в оптимално състояние биха дали ценни насоки за планирането на територията в пространствен и времеви аспект.

Представеният в изследването модел на две пространствени нива може да се приложи за територията на всеки ФУА, тъй като тези единици са обезпечени със свободно достъпни бази данни, а използваните универсални пространствени единици дават възможност за сравнение на резултатите на европейско ниво.

В резултат на извършеното изследване се заключава, че пилотната рамка на MAES за УЕ е релевантна да се прилага на различни пространствени нива чрез интегриране на екологични и социални индикатори и параметри, отчитащи

специфичните условия на УЕ и използване на пространствени данни с висока разделителна способност. Тя е от съществено значение за картирането и оценката на ГЕУ, за да отговори на обществените предизвикателства в градовете.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. Разработване и тестване на модел за анализ на екосистемни услуги от Функционални урбанизирани ареали посредством приложението на мултикритериен геопространствен подход във всички фази на модела – при идентифицирането, картирането и оценката на услугите.
2. Информационно осигуряване за градското планиране и управление на Функционален урбанизиран ареал-Бургас – аналитични данни за структура и функции на урбанизираните екосистеми за различни пространствени нива.
3. Комплексна оценка на пакет екосистемни услуги от Функционален урбанизиран ареал-Бургас – резултати от интегрирано използване на софтуерни продукти, инструменти и приложения. Извършен е пространствен и статистически анализ на зелената инфраструктура. Информацията в паспортите за всяка локална климатична зона е допълнена и актуализирана с данни за структурни характеристики на зелените площи в качеството им на изпълняващи функции на елементи на зелената инфраструктура.

Списък на публикациите по темата на дисертационния труд

1. Semerdzhieva L, Borisova B. 2021. Urban ecosystems assessment: An integrated approach to maintenance of habitats and their biodiversity. *Journal of the Bulgarian Geographical Society* 45: 99-106. <https://doi.org/10.3897/jbgs.e78975>
2. Borisova, B.; Semerdzhieva, L.; Dimitrov, S.; Valchev, S.; Iliev, M.; Georgiev, K. 2024. Geospatial Prioritization of Terrains for “Greening” Urban Infrastructure. *Land*, 13, 1487. <https://doi.org/10.3390/land13091487>

ЛИТЕРАТУРА

Борисова, Б. 2013. Ландшафтна екология и ландшафтно планиране. Акад. изд. „Проф. М. Дринов”. София.

География на България. Том 1: Физическа география. Под редак. На акад. И.П. Герасимов и чл-кор. проф. Ж. С. Гълъбов. Изд. на БАН, София, 1966.

Доклад Бургас - Научна обосновка на избора на терени/обекти, в които да се извършат интервенциите за намаляване на вторичното разпращане чрез мерки за озеленяване в градска среда в община Бургас, НУЦГИТ, 2024.

Калчев, Й. 2018. Градове и техните функционални урбанизирани ареали в Република България 2010-2016. Национален статистически институт, Европейска комисия, София.

Жиянски, М. и кол. 2017. Методологична рамка за оценка и картиране на състоянието на екосистемите и екосистемните услуги в България. Методика за оценка и картиране на състоянието на урбанизираните екосистеми и техните услуги в България. <http://eea.government.bg/bg/ecosystems/BIURBANBGPRINT.pdf>

Попов, А., Ст. Димитров, Б. Борисова, Б. Кулов, М. Илиев, М. Атанасова. (2019). Проучване на добри практики за топлинните острови на територията на Столична община/ Изследване и картографиране на ефекта на градския топлинен остров на територията на София и проучване на добри практики за смекчаване на неговото проявление. София, DOI: [10.13140/RG.2.2.15518.48969](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15518.48969)

Aslam Ayman, Irfan Ahmad Rana, The use of local climate zones in the urban environment: A systematic review of data sources, methods, and themes, Urban Climate, Volume 42, 2022, 101120, ISSN 2212-0955, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101120>

Baro, F., Haase, D., Gomez-Baggethun, E., Frantzeskaki, N. (2015). Mismatches between ecosystem services supply and demand in urban areas: A quantitative assessment in five European cities, Ecological Indicators, Volume 55, p. 146-158, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.03.013>.

Baró, F., Palomo, I., Zulian, G., Vizcaino, P., Haase, D., Gómez-Baggethun, E., 2016. Mapping 396 ecosystem service capacity, flow and demand for landscape and urban planning: a case study 397 in the Barcelona metropolitan region. Land Use Policy 57, 405–417.

Baro, F., Gomez-Baggethun, E., Haase, D., (2017). Ecosystem service bundles along the urban-rural gradient: Insights for landscape planning and management. Ecosyst. Serv. 24, 147–159. doi:10.1016/j.ecoser.2017.02.021

Belton, V., Stewart, T.J., 2002. Multiple Criteria Decision Analysis: An Integrated Approach. Kluwer Academic Publishers, Boston.

Beninde, J., Veith, M., Hochkirch, A. 2015. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation, Ecology Letters, 18, 6, 1461-023X, <https://doi.org/10.1111/ele.12427>

Berry, P., Turkelboom, F., Verheyden, W. and Martín-López, B. (2016): Ecosystem Services Bundles. In: Potschin, M. and K. Jax (eds): *OpenNESS Ecosystem Services Reference Book*. EC FP7 Grant Agreement no. 308428. Available via: www.openness-project.eu/library/reference-book

Borisova, B., Semerdzhieva, L., Dimitrov, S., Valchev, S., Iliev, M., & Georgiev, K. (2024). Geospatial Prioritization of Terrains for “Greening” Urban Infrastructure. *Land*, 13(9), 1487. <https://doi.org/10.3390/land13091487>

Brusseleers, Leen and Nguyen, Giang Vu and Vu, Kim Chi and Dung, Han Huy and Somers, Ben and Verbist, Bruno, Assessment of the Impact of Local Climate Zones on Fine Dust Concentrations: A Case Study from Hanoi, Vietnam. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4291771> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4291771>

Buie, L., McSorley, C., Nieto, A. Creating Composite Indices Using ArcGIS: Best Practices, An ESRI technical paper, 2024 Esri. Налична на адрес: <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/en-us/media/technical-papers/creating-composite-indices-using-arcgis.pdf>

Burkhard, Benjamin & Maes, Joachim. (2017). Mapping Ecosystem Services. Pensoft Publishers, ISBN 978-954-642-830-1

Chan, K., Satterfield, T., Goldstein, J., 2012. Rethinking ecosystem services to better address and navigate cultural values. *Ecol. Econ.* 74, 8–18.

Chan, L., Hillel, O., Werner, P., Holman, N., Coetzee, I., Galt, R., and Elmquist, T. 2021 Handbook on the Singapore Index on Cities' Biodiversity (also known as the City Biodiversity Index). Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Singapore: National Parks Board, Singapore. 70 Pages.

Cohen DA, Marsh T, Williamson S, Derose KP, Martinez H, Setodji C, McKenzie TL (2010) Parks and physical activity: why are some parks used more than others? *Prev Med* 50(Suppl 1):S9-12. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.08.020>

Cortinovis, C.; Zulian, G.; Geneletti, D. Assessing Nature-Based Recreation to Support Urban Green Infrastructure Planning in Trento (Italy). *Land* 2018, 7, 112. <https://doi.org/10.3390/land7040112>

Czucz, B., Keith, H., Jackson, B., Maes, J., Driver, A., Nicholson, E., Bland, L., Discussion paper 2.3: Proposed typology of condition variables for ecosystem accounting and criteria for selection of condition variables. Paper submitted to the SEEA EEA Technical Committee as input to the revision of the technical recommendations in support of the System on Environmental-Economic Accounting. Version of 18 October 2019. 27 pp. (https://seea.un.org/sites/seea.un.org/files/documents/EEA/ec_discussionpaper23_typology-v22-clean.pdf)

de Groot, R.S., *et al.* (2010): Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity* 7(3): 260-272.

Dijkstra, L., Poelman, H., Veneri, P. (2019). "The EU-OECD definition of a functional urban area", OECD Regional Development Working Papers, No. 2019/11, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/d58cb34d-en>.

Dimitrov, Stelian & Popov, Anton & Nikolova, Mariyana. (2015). АНАЛИЗ И ОЦЕНКА НА РИСКА И УЯЗВИМОСТТА НА СЕКТОРИТЕ В БЪЛГАРСКАТА ИКОНОМИКА ОТ КЛИМАТИЧНИТЕ ПРОМЕНИ: ОБЩА ЧАСТ. 10.13140/RG.2.2.10384.71688.

Dimitrov Stelian, Bilyana Borisova, Martin Iliev, and Lidiya Semerdzhieva "Application of thermal photogrammetry in local climate zones definition for urban heat island effect assessment and mapping of the city of Burgas, Bulgaria", Proc. SPIE 12786, Ninth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2023), 127860V (21 September 2023); <https://doi.org/10.1117/12.2681776>

Durham E., Baker H., Smith M., Moore E. & Morgan V. (2014). The BiodivERsA Stakeholder Engagement Handbook. BiodivERsA, Paris (108 pp.)

Grêt-Regamey, A., M. van Strien. (2017). Multi-Criteria Decision Analysis (Script for course 103-0307-00L) https://irl.ethz.ch/education/courses/msc/multikriterielle_entscheidungsanalyse.html
<http://www.vvz.ethz.ch/Vorlesungsverzeichnis/lerneinheitPre.do?semkez=2017W&lerneinheitId=116914&ansicht=ALLE&lang=en>

Geneletti, D., Cortinovis, Ch., Zardo, L., Esmail, B.A. (2020). Planning for Ecosystem Services in Cities. Springer International Publishing. Springer Briefs in Environmental Science. DOI: 10.1007/978-3-030-20024-4, p. 3-5.

Gomez-Baggethun, E., Barton, D. 2013. Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, Volume 86, p. 235-245, ISSN 0921-8009, <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.08.019>.

Jiang, Y.; Menz, S. Green Infrastructure and Integrated Optimisation Approach Towards Urban Sustainability: Case Study in Altstetten-Albisrieden, Zurich. *Land* 2025, 14, 724. <https://doi.org/10.3390/land14040724>

Haase, D. (2012). The importance of ecosystem services for urban areas: Valuation and modelling approaches. *UGEC Viewpoints*, 7, 4–7

Haase D. (2021). Integrating Ecosystem Services, Green Infrastructure and Nature-Based Solutions—New Perspectives in Sustainable Urban Land Management. In: Weith T., Barkmann T., Gaasch N., Rogga S., Strauß C., Zscheischler J. (eds) *Sustainable Land Management in a European Context. Human-Environment Interactions*, vol 8. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50841-8_16

HAASE, D., LARONDELLE, N., ANDERSSON, E. et al. (2014). A Quantitative Review of Urban Ecosystem Service Assessments: Concepts, Models, and Implementation. *AMBIO* 43, 413–433, doi:10.1007/s13280-014-0504-0

Haase D. (2021). Integrating Ecosystem Services, Green Infrastructure and Nature-Based Solutions—New Perspectives in Sustainable Urban Land Management. In: Weith T., Barkmann T., Gaasch N., Rogga S., Strauß C., Zscheischler J. (eds) *Sustainable Land Management in a European Context. Human-Environment Interactions*, vol 8. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-50841-8_16

Haase, D., & Nuissl, H. (2010). The urban-to-rural gradient of land use change and imperviouscover: A long-term trajectory for the city of Leipzig. *Land Use Science*, 5(2), 123–142 (PDF) *Shrinking Cities, Biodiversity and Ecosystem Services*. Available from: https://www.researchgate.net/publication/285681292_Shrinking_Cities_Biodiversity_and_Ecosystem_Services

Han, J., Mo, N., Cai, J. et al. Advancing the local climate zones framework: a critical review of methodological progress, persisting challenges, and future research prospects. *Humanit Soc Sci Commun* 11, 538 (2024). <https://doi.org/10.1057/s41599-024-03072-8>

Hansen R, Pauleit S. 2014. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*. May;43(4):516-29. doi: 10.1007/s13280-014-0510-2. PMID: 24740622; PMCID: PMC3989511.

Hristova D, Stoycheva V (2021) Mapping of ecosystems in Bulgaria for the needs of natural heritage assessment. *Journal of the Bulgarian Geographical Society* 45: 89-98. <https://doi.org/10.3897/jbgs.e76457>

Ihtimanski I, Nedkov S, Semerdzhieva L (2020) Mapping the natural heritage as a source of recreation services at national scale in Bulgaria. *One Ecosystem* 5: e54621. <https://doi.org/10.3897/oneeco.5.e54621>

Kabisch, Nadja & Korn, Horst & Stadler, Jutta & Bonn, Aletta. (2017). *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas—Linkages Between Science, Policy and Practice*. 10.1007/978-3-319-56091-5_1.

Kellert, S. 2005. *Building for Life: Understanding and Designing the Human-Nature Connection*. Washington, DC: Island Press.

Kellert, S, J. Heerwagen, M. Mador, eds. 2008. *Biophilic Design: the Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life*. Hoboken, NJ: John Wiley.

Kellert, S., B. Finnegan. 2011. *Biophilic Design: the Architecture of Life*. A 60 minute video. www.bullfrogfilms.com

Kellert, S., Calabrese, E. 2015. *The Practice of Biophilic Design*, <https://www.researchgate.net/publication/321959928> *The Practice of Biophilic Design*

Konijnendijk, C.C. 2023. Evidence-based guidelines for greener, healthier, more resilient neighbourhoods: Introducing the 3–30–300 rule. *J. For. Res.* 34, 821–830. <https://doi.org/10.1007/s11676-022-01523-z>

Kourounouli, CR., Jonnson, A. M. (2019). Urban ecosystem conditions and ecosystem services – a comparison between large urban zones and city cores in the EU, *Journal of Environmental Planning and Management*, DOI: 10.1080/09640568.2019.1613966

KREMER, P., Z. HAMSTEAD, D. HAASE, T. MCPHEARSON, N. FRANTZESKAKI, E. ANDERSSON, N. KABISCH, N. LARONDELLE, E. LORANCE RALL, A. VOIGT, F. BARÓ, C. BERTRAM, E. GÓMEZ-BAGGETHUN, R. HANSEN, A. KACZOROWSKA, J.-H. KAIN, J. KRONENBERG, J. LANGEMEYER, S. PAULEIT, K. REHDANZ, M. SCHEWENIUS, C. VAN HAM, D. WURSTER, AND T. ELMQVIST. (2016). Key insights for the future of urban ecosystem services research. *Ecology and Society* 21(2):29. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-08445-210229>

Langemeyer, J et al. (2016). Bridging the gap between ecosystem service assessments and land-use planning through Multi-Criteria Decision Analysis (MCDA), *Environ. Sci. Policy*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.envsci.2016.02.013>

LARONDELLE, N., HAASE, D. (2013). Urban ecosystem services assessment along a rural–urban gradient: A cross-analysis of European cities. *Ecological Indicators* 29 (2013) 179–190.

Leveau, L.M., Ruggiero, A., Matthews, T.J. *et al.* A global consistent positive effect of urban green area size on bird richness. *Avian Res* 10, 30 (2019). <https://doi.org/10.1186/s40657-019-0168-3>

Liquete, C., Kleeschulte, S., Dige, G., Maes, J., Grizzetti, B., Olah, B., Zulian, G. 2015. Mapping green infrastructure based on ecosystem services and ecological networks: A Pan-European case study, *Environmental Science & Policy*, Volume 54, Pages 268-280, ISSN 1462-9011, <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.07.009>.

Maes J, Teller A, Erhard M, Grizzetti B, Barredo JI, Paracchini ML, Condé S, Somma F, Orgiazzi A, Jones A, Zulian A, Vallecillo S, Petersen JE, Marquardt D, Kovacevic V, Abdul Malak D, Marin AI, Czúcz B, Mauri A, Löffler P, Bastrup-Birk A, Biala K, Christiansen T, Werner B (2018) Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An analytical framework for ecosystem condition. Publications office of the European Union, Luxembourg.

Maes J, Zulian G, Gunther S, Thijssen M, Raynal J. (2019). *Enhancing Resilience Of Urban Ecosystems through Green Infrastructure*. Final Report, EUR 29630 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg. doi:10.2760/689989, JRC115375.

Maes, J., Teller, A., Erhard, M., Condé, S., Vallecillo, S., Barredo, J.I., Paracchini, M.L., Abdul Malak, D., Trombetti, M., Vigiak, O., Zulian, G., Addamo, A.M., Grizzetti, B., Somma, F., Hagyo, A., Vogt, P., Polce, C., Jones, A., Marin, A.I., Ivits, E., Mauri, A., Rega, C., Czúcz, B., Ceccherini, G., Pisoni, E., Ceglaz, A., De Palma, P., Cerrani, I., Meroni, M., Caudullo, G., Lugato, E., Vogt, J.V., Spinoni, J., Cammalleri, C., Bastrup-Birk, A., San Miguel, J., San Román, S., Kristensen, P., Christiansen, T., Zal, N., de Roo, A., Cardoso, A.C., Pistocchi, A., Del Barrio Alvarelos, I., Tsiamis, K., Gervasini, E., Deriu, I., La Notte, A., Abad Viñas, R., Vizzarri, M., Camia, A., Robert, N., Kakoulaki, G., Garcia Bendito, E., Panagos, P., Ballabio, C., Scarpa, S.,

Montanarella, L., Orgiazzi, A., Fernandez Ugalde, O., Santos-Martín, F. 2020. Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: An EU ecosystem assessment, EUR 30161 EN, Publications Office of the European Union, Ispra, 2020, ISBN 978-92-76-17833-0, doi:10.2760/757183, JRC120383.

McPhearson, T., Steward T. A. Pickett, Nancy B. Grimm, Jari Niemelä, Marina Alberti, Thomas Elmqvist, Christiane Weber, Dagmar Haase, Jürgen Breuste, Salman Qureshi. 2016. Advancing Urban Ecology toward a Science of Cities, *BioScience*, Volume 66, Issue 3, Pages 198–212, <https://doi.org/10.1093/biosci/biw002>

McPhearson, Timon & Kabisch, Nadja & Frantzeskaki, Niki. 2023. Nature-Based Solutions for Cities. 10.4337/9781800376762

Mendoza, G.A., Martins, H., 2006. Multi-criteria decision analysis in natural resource management: a critical review of methods and new modeling paradigms. *For. Ecol. Manag.* 230, 1–22.

Nguyen PY, Astell-Burt T, Rahimi-Ardabili H, Feng X. 2021. Green Space Quality and Health: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.*, Oct 20;18(21):11028. doi: 10.3390/ijerph182111028. PMID: 34769549; PMCID: PMC8582763.

Newton, A.C., Hodder, K., Cantarello, Perella, L., Birch, J., Robins, J., Douglas, S., Moody, C., Cordingley, J., 2012. Cost-benefit analysis of ecological networks assessed through spatial analysis of ecosystem services. *J. Appl. Ecol.* 49 (3), 571–580.

Oke TR, Steward I. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bull. American Meteorological Society.*93:1879–1900)

Paracchini ML, Zulian G, Kopperoinen L, Maes J, Schägner JP, Termansen M, Zandersen M, Perez-Soba M, Scholefield P, Bidoglio G (2014) Mapping cultural ecosystem services: A framework to assess the potential for outdoor recreation across the EU. *Ecological Indicators* 45: 371-385. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.04.018>

RAYMOND, C. M., FRANTZESKAKI, N., KABISCH, N., BERRY, P., BREIL, M., NITA, M. R., ET AL. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, 15–24. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008>

Rocha, S. M., Grazia Zulian, Joachim Maes, Martijn Thijssen. 2015. Mapping and assessment of urban ecosystems and their services. EUR 27706 EN; doi:10.2788/638737

Saarikoski, H.; Barton, D.N.; Mustajoki, J.; Keune, H.; Gomez-Baggethun, E. and J. Langemeyer (2016): Multi-criteria decision analysis (MCDA) in ecosystem service valuation. In: Potschin, M. and K. Jax (eds): *OpenNESS Ecosystem Services Reference Book*. EC FP7 Grant Agreement no. 308428. Available via: www.opennessproject.eu/library/reference-book

Shanahan, D. F., Miller, C., Possingham, H. P. & Fuller, R. A. (2011). The influence of patch area and connectivity on avian communities in urban revegetation. *Biological Conservation*, 144, 722- 729.

SHEN, J., LI, SH., LIANG, ZE, LIU, L., LI, D, WU, S. (2020). Exploring the heterogeneity and nonlinearity of trade-offs and synergies among ecosystem services bundles in the Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration, *Ecosystem Services*, Volume 43, 101103, ISSN 2212-0416, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101103>

Syrbe, Ralf-Uwe, Walz, Ulrich. 2012. Spatial indicators for the assessment of ecosystem services: Providing, benefiting and connecting areas and landscape metrics. *Ecological Indicators*, Volume 21, Pages 80-88, ISSN 1470-160X, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.02.013>.

Thomas, I., Xavier Lecomte, Adrienne Grêt-Regamey, Philip Roche. 2025. D3.2 Derive a minimum set of key ecosystem condition indicators per ecosystem type, SELINA Project 2025 (<https://project-selina.eu/>), под печат

Qian, Y., Zhou, W., Pickett, S.T. et al. 2020. Integrating structure and function: mapping the hierarchical spatial heterogeneity of urban landscapes. Ecol. Process, 9, 59. <https://doi.org/10.1186/s13717-020-00266-1>

Zulian, Grazia, Erik Stange, Helen Woods, Laurence Carvalho, Jan Dick, Christopher Andrews, Francesc Baró, Pilar Vizcaino, David N. Barton, Megan Nowel, Graciela M. Rusch, Paula Autunes, João Fernandes, Diogo Ferraz, Rui Ferreira dos Santos, Réka Aszalós, Ildikó Arany, Bálint Czúcz, Joerg A. Priess, Christian Hoyer, Gleiciani Bürger-Patricio, David Lapola, Peter Mederly, Andrej Halabuk, Peter Bezak, Leena Kopperoinen, Arto Viinikka. 2018. Practical application of spatial ecosystem service models to aid decision support, Ecosystem Services, Volume 29, Part C, Pages 465-480, ISSN 2212-0416, <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.11.005>.

Интернет източници:

[Агенция по геодезия, картография и кадастър](#)

[Методика за картиране и биофизична оценка на състоянието на екосистемите и услугите, които те осигуряват за нуждите на градското планиране в Столична община, Софияплан, 2020.](#)

[Национален Статистически Институт](#)

[План за интегрирано развитие на община Бургас 2021-2027. Доклад от проведена анкета с граждани на община Бургас.](#)

[Програма за подобряване на качеството на атмосферния въздух в община Бургас за периода 2021-2027 г. проект BG16M1OP002-5.005-0003 „РАЗРАБОТВАНЕ НА ПРОГРАМА ЗА ПОДОБРЯВАНЕ КАЧЕСТВОТО НА АТМОСФЕРНИЯ ВЪЗДУХ НА ОБЩИНА БУРГАС 2021-2027“, финансиран по Оперативна програма "Околна среда 2014-2020 г.", ноември 2021 г.](#)

[Copernicus Land Monitoring Service - Urban Atlas \(2018\)](#)

[Copernicus Land Monitoring Service, CORINE Land Cover](#)

[European Union – European Strategy on Green Infrastructure](#)

[Toward better UNderstanding the Ecosystem Services in URBan environments trough assessment and mapping \(TUNESinURB\)](#)

[United Nations Sustainable Development Goals](#)

[United Nations/DESA, 2018: World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Online Edition. United Nations – Department of Economic and Social Affairs, Population Division](#)

[Urban Design Lab](#)

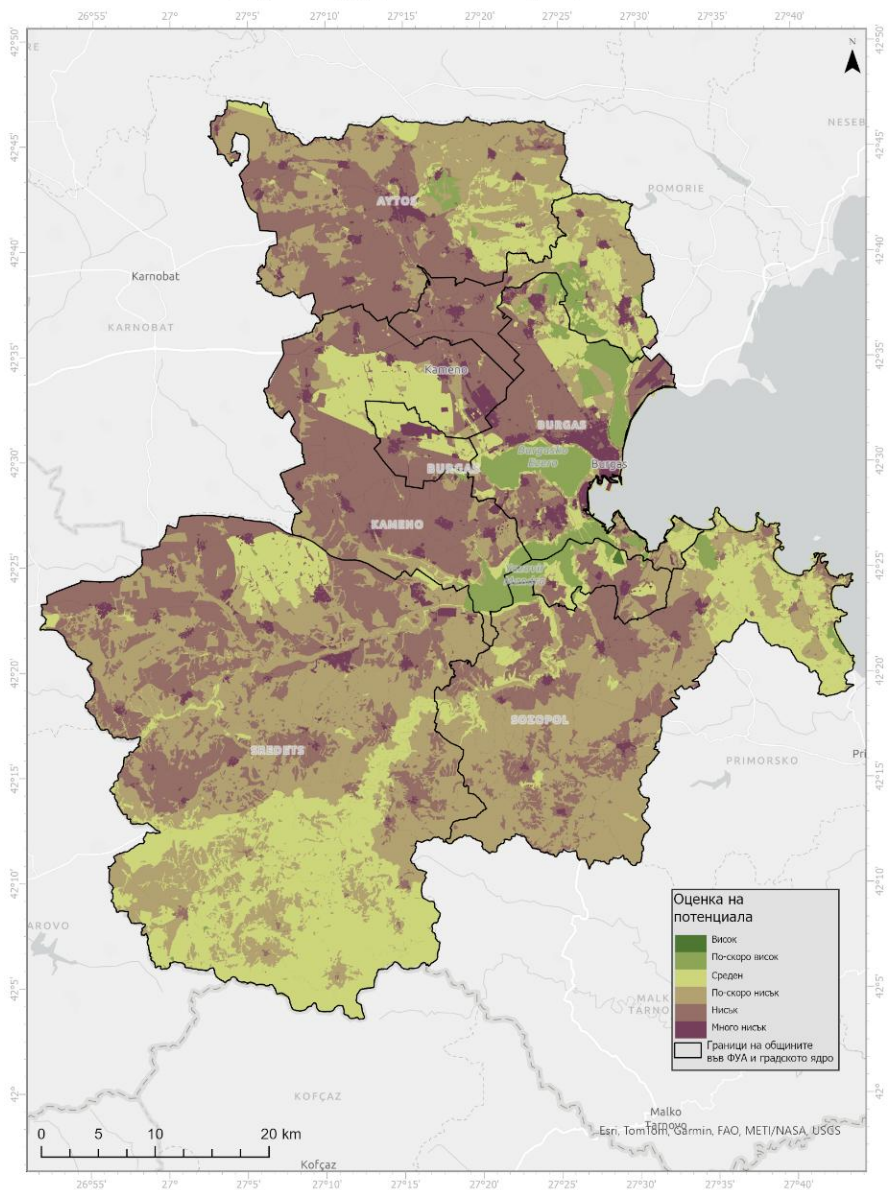
[UnaLab – Use of blue-green factors](#)

Приложение 1.

Критерия	Параметр	Индикатор	Допы	Аутричины															
				Белогорск	Буртас	Варна	Волково Гурново	Вопни	Врши	Добрич	Пазарлик	Плевен	Помпан	Руже	Сливен	София	Стара Загора	Хасково	Шумен
ЭКОЛОГИЧНА ИЛИ УСТОЙЧИВА ЖИВНОСТ	Качество на вода	Качество на атмосфера	ЕАОС	✓	✓			✓					✓	✓					
	Упамяност на климатични промени	Попмяняване на геодиверзитет на въздуха; Риск от замърсяване; Риск	ИИКАС; МОСБ; ДУРБ; ИУРБ	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Ефективност на земята	Индекс на хазартност	Итемс et al., 2018; Urban Atlas (2018)	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Щрицало на земята	Продсимпативност на земеделското производство	Системни индикатори	✓	✓	✓	✓				✓								
ГЕОГРАФСКИ ПРЕДНОСТИ	Отношение към „сериозни хазартности“	Круифорски, класически, традиционни територии	МРБ (ИКАР)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Икономически активи на площта	Брой	Бюджет	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ФУНКЦИОНАЛНИ	Привлекателност на територията	Брой	Бюджет	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Привлекателност на територията	Брой	Бюджет	✓	✓	✓	✓				✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ОБЩЕСТВЕНА ПРОСТРАНСТВЕНА СТРУКТУРА И ИНТЕРИОРНИ	Упамяност на земята	Упамяност на земята	Сорбентив		✓						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Упамяност на земята	Упамяност на земята	Сорбентив		✓						✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ДОБРИ ПРАКТИКИ, ИНОВАЦИОННИ ПРОЕКТИ, ИНИЦИАТИВИ	Привлекателност на земята	Привлекателност на земята	Индикатори за земята	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Привлекателност на земята	Привлекателност на земята	Индикатори за земята	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

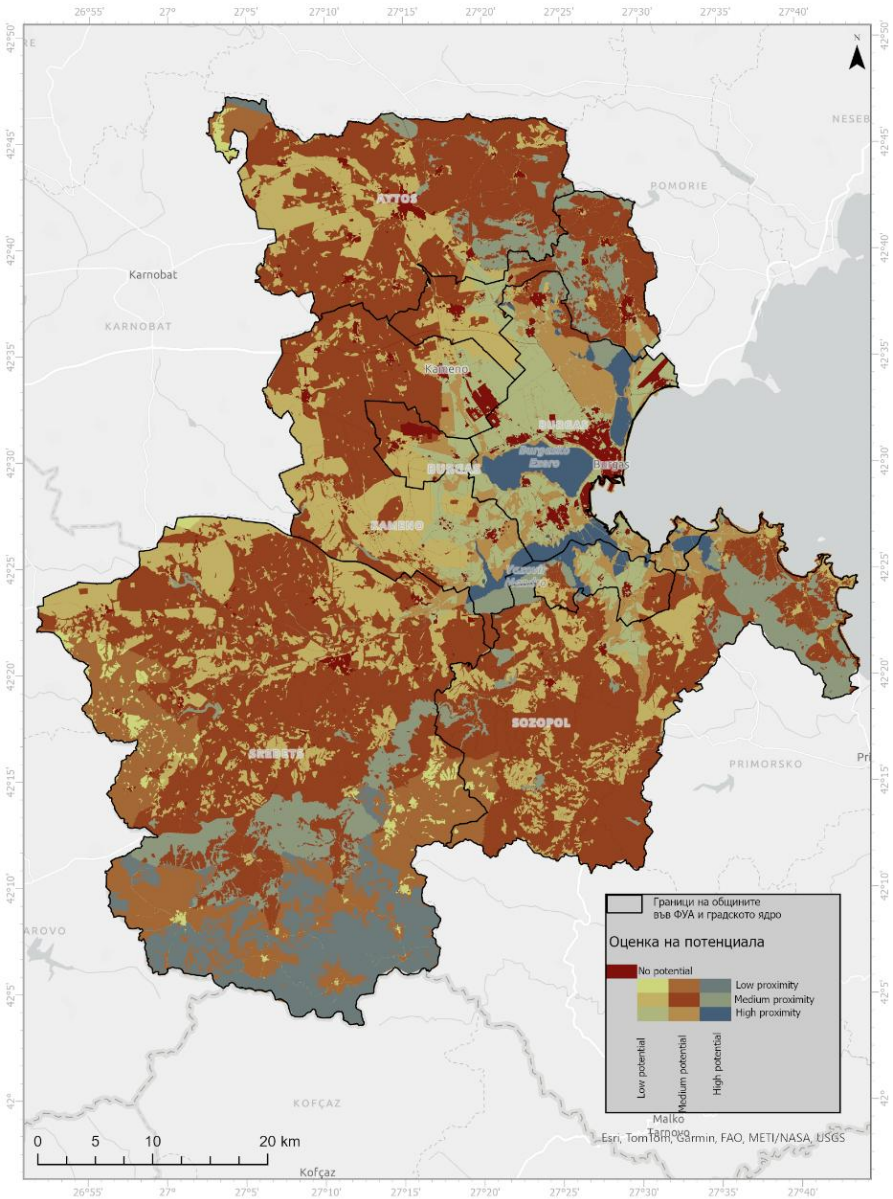
Приложение 2.

Потенциал на екосистемите във ФУА-Бургас за предоставяне на екосистемната услуга "поддържане на популации и местообитанията им"



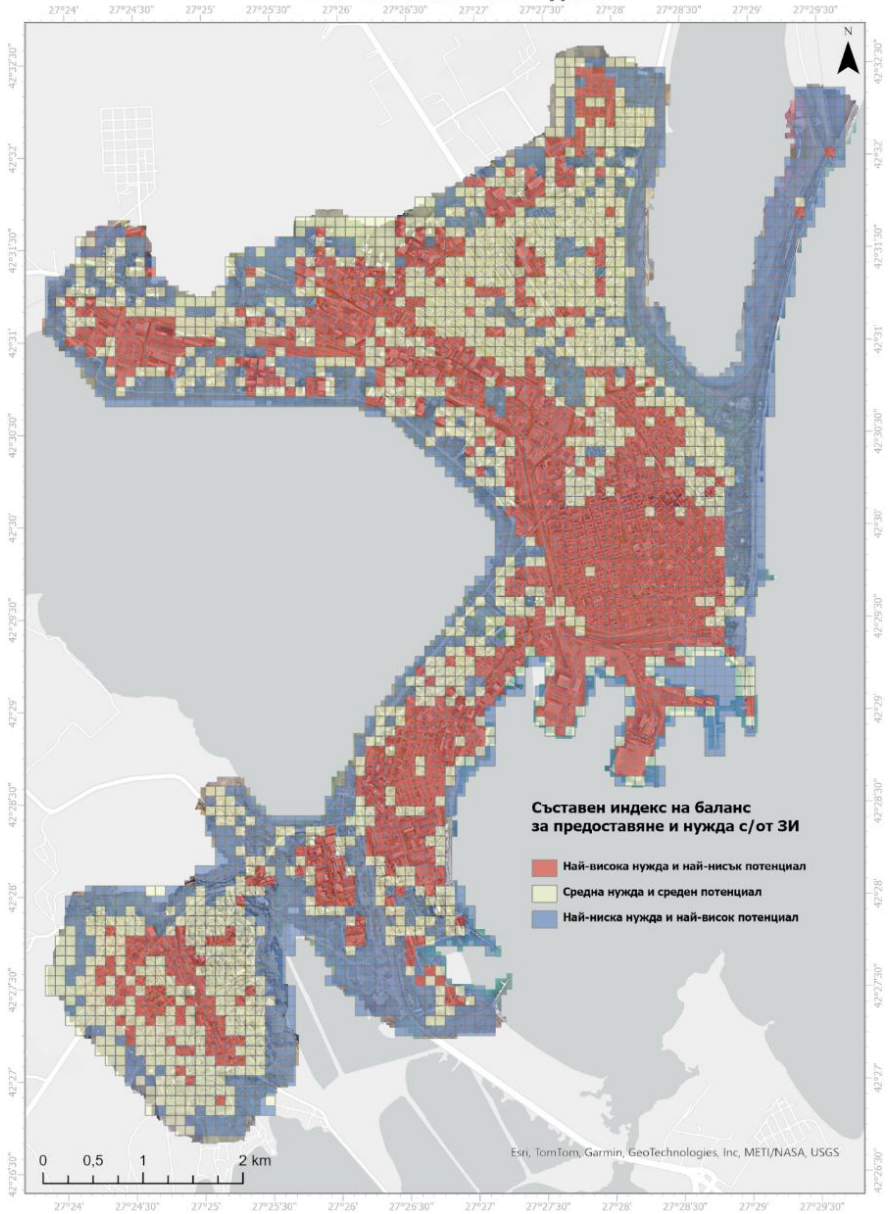
Приложение 3.

Потенциал на екосистемите във ФУА-Бургас за предоставяне на екосистемната услуга "природно-базирана рекреация"



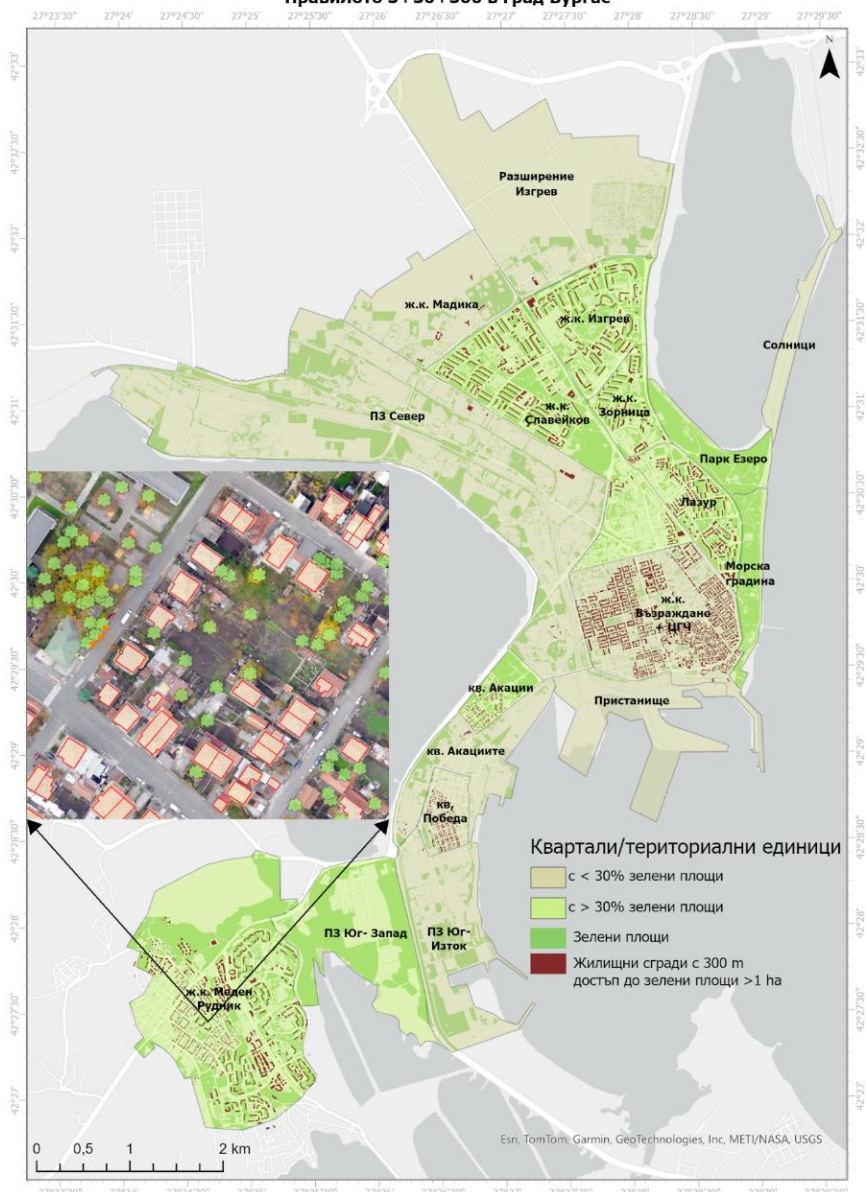
Приложение 4.

Финален съставен индекс



Приложение 5.

Правилото 3+30+300 в град Бургас



Приложение 6.

Статистически анализ на ниво квартали в град Бургас

