УНИВЕРСИТЕТ ПО АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛСТВО И ГЕОДЕЗИЯ
ГЕОДЕЗИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА „УСТОЙЧИВО ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ И УПРАВЛЕНИЕ НА ИМОТИ“

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен „доктор“

ЕКОЛОГИЧЕН ПОДХОД ЗА УСТРОЙСТВЕНО ПЛАНИРАНЕ ПРИ ЕНЕРГИЙНИ ПРОЕКТИ ОТ ВЪЗОБНОВЯЕМИ ИЗТОЧНИЦИ

Професионално направление
5.7. „Архитектура, строителство и геодезия“
и научна специалност „Земеустройство и опазване на земеделските земи (вкл. Управление на имоти)“

Докторант: инж. Бисера Бисерова Иванова

Научен ръководител: проф. д-р инж. Маргарита Мондешка – Недялкова
Научен консултант: доц. д-р инж. Надежда Ярловска



СОФИЯ, 2026

Докторантът е зачислен в редовна, а след това прехвърлен в задочна форма на обучение по професионално направление 5.7. Архитектура, строителство и геодезия, научна специалност „Земеустройство и опазване на земеделските земи (вкл. управление на имоти)“ със заповед № 164 от 26.02.2021 г. на Ректора на УАСГ.

Докторантът е отчислен с право на защита със заповед № 296/01.04.2025 г. на Ректора на УАСГ.

Дисертационният труд е насочен за защита с решение на разширен катедрен съвет към катедра „Устойчиво земеползване и управление на имоти“, проведен на 30.06.2026 г.

Научен ръководител:
проф. д-р инж. Маргарита Моншедка – Недялкова

Научен консултант:
доц. д-р инж. Надежда Ярловска

Научно жури:
проф. д-р инж. Милена Мотева, УАСГ
доц. д-р инж. Сия Велева, УАСГ
проф. д-р Иван Палигоров, ЛТУ
проф. д-р Миглена Жиянски, Институт за гората – БАН
доц. д-р инж. Веселина Господинова, МГУ „Св. Иван Рилски“

Данни за дисертационния труд: Дисертационният труд съдържа 116 страници основен текст (стр. 8–123), 10 фигури и 12 таблици. Към труда са включени 6 приложения в общ обем 33 страници. Библиографията обхваща 135 литературни източника, от които 70 на кирилица и 65 на латиница, както и 6 източника на пространствени и статистически данни.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 17.09.2026 г. от 17:00 ч., зала 405, Ректорат на УАСГ.

СЪДЪРЖАНИЕ

I. ВЪВЕДЕНИЕ И ОСНОВНИ ПОСТАНОВКИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД . 5
1. Актуалност и значимост на научния проблем 5
2. Обект, предмет, цел, задачи 5
3. Хипотеза 6
4. Научна област 6
5. Методи и изследване 7
6. Обхват на изследването 7
II. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА НАУЧНИЯ ПРОБЛЕМ 8
1. Концепция за устойчиво развитие 8
1.1. Понятието *устойчивост* – произход и развитие 8
1.2. Устойчивост – новата посока за глобално развитие 8
2. Политики и стратегически решения за климатична адаптация и развитие на възобновяеми енергийни източници 8
2.1. Глобална рамка и международни споразумения 8
2.2. Европейски стратегии за климатична адаптация и устойчиво развитие 9
2.3. Европейски политики и регулации за насърчаване на възобновяемата енергия 9
2.4. Национални политики 9
3. Нормативни особености при изграждане на обекти на ВЕИ (ФЕЦ) 11
3.1. Правна рамка и ограничения при изграждане на ФЕЦ в земеделски земи 12
3.2. Анализ на съществуващи практики при планиране на ниво ОУП . 12
4. Потенциални въздействия върху околната среда от изграждане на ФЕЦ в земеделски земи 14
4.1. Въздействия върху почвите и водния режим 14
4.2. Въздействия върху биоразнообразието, местообитанията и екологичната свързаност 14
4.3. Въздействия върху локалния микроклимат и ландшафта 15
5. Изследване на практиката в други европейски държави при планиране на ФЕЦ 15
6. Обобщение и изводи от анализа на научния проблем 16
III. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕ 17
1. Екосистемен подход и екосистемни услуги 17
1.1. Концептуални основи на екосистемния подход 17

1.2. Екосистемни услуги като аналитична рамка 17
1.3. Приложимост на екосистемния подход в пространственото планиране…. 17
2. Концептуален модел DPSIR 18
2.1. Теоретична рамка 18
2.2. Проблеми при дефинирането на елементите на DPSIR 18
2.3. Динамични зависимости между компонентите 18
2.4. Критики към модела 18
3. Многокритериален анализ 19
3.1. Методи за многокритериален анализ 19
3.2. Процес на аналитична йерархия (AHP) 19
3.3. Класиране на алтернативите чрез интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI) 21
4. Обобщение и обосновка на интегрирания екологичен подход 22
IV. МЕТОДИЧЕСКИ УКАЗАНИЯ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИЯ ПОДХОД ПРИ ИЗБОР НА ТЕРИТОРИИ ЗА ФЕЦ В ОУП 23
1. Общи положения и обхват на методическите указания 23
2. Концептуална рамка на методическите указания 23
3. Основни етапи на методическите указания 24
4. Обобщение и условия за приложение 25
V. АПРОБИРАНЕ НА МЕТОДИЧЕСКИТЕ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА И ИЗБОР НА ТЕРИТОРИИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ФЕЦ ПРИ УСТРОЙСТВЕНО ПЛАНИРАНЕ…. 26
1. Общи положения и цели на апробирането 26
2. Условия, ограничения и изходни предпоставки за апробирането 26
3. Характеристики на изследваната територия 26
4. Състав и организация на експертната група 27
5. Процес на апробиране на методическите указания 27
5.1. Прилагане на Етап 1: Определяне на обхвата и териториалната допустимост 27
5.2. Прилагане на Етап 2: Структуриране на причинно-следствените зависимости чрез DPSIR 31
5.3. Прилагане на Етап 3: Дефиниране на критерии и подкритерии за оценка на екологичната устойчивост 32
5.4. Прилагане на Етап 4: Експертно определяне на относителните тежести на критериите чрез AHP 34
5.5. Прилагане на Етап 5: Конкретизиране на подкритериите чрез оценъчни показатели и скали 36

5.6. Прилагане на Етап 6: Остойностяване на алтернативите по показатели…. 36
5.7. Прилагане на Етап 7: Нормализиране на стойностите на алтернативите 36
5.8. Прилагане на Етап 8: Изчисляване на интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI) 37
5.9. Прилагане на Етап 9: Класиране на алтернативите и интерпретиране на резултатите 37
6. Анализ и обсъждане на резултатите от апробирането 38
6.1. Обобщени резултати от приложението на методиката 38
6.2. Анализ на чувствителността и устойчивостта на получените резултати…. 38
6.3. Частни изводи относно приложимостта и адаптивността на методиката. 39
6.4. Предложения за нормативно регламентиране на устройствените правила и норми за изграждане на ФЕЦ върху земеделски земи 39
VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД И НАСОКИ ЗА БЪДЕЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ 41
1. Обобщени изводи от дисертационния труд 41
2. Приноси на дисертационния труд 43
3. Насоки за бъдещи изследвания 43
ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА 45
ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ И ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД 52
БЛАГОДАРНОСТИ 53

I. ВЪВЕДЕНИЕ И ОСНОВНИ ПОСТАНОВКИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. АКТУАЛНОСТ И ЗНАЧИМОСТ НА НАУЧНИЯ ПРОБЛЕМ

Развитието на възобновяемите енергийни източници (ВЕИ) е основен инструмент на политиките за декарбонизация и преход към нисковъглеродна икономика. Същевременно изграждането на енергийни обекти е свързано и с въздействия върху природните ресурси, биоразнообразието, екосистемите и земеползването. При фотоволтаичните електрически централи (ФЕЦ) тези противоречия придобиват ясно пространствено измерение поради необходимостта от значителни площи за изграждане и нарастващия натиск върху земеделските територии. Това определя актуалността на прилагането на екологичен подход в устройственото планиране, чрез който развитието на ВЕИ да се съгласува с екологичните характеристики и устойчивото използване на територията.

2. ОБЕКТ, ПРЕДМЕТ, ЦЕЛ, ЗАДАЧИ

Обект на дисертационния труд са земеделските територии, подлежащи на урбанизиране, с цел изграждане на енергийни обекти от възобновяеми източници, като изследването се фокусира конкретно върху фотоволтаични електрически централи (ФЕЦ).

Предмет на изследването е приложението на екологичен подход при оценката и избора на земеделски територии за изграждане на ФЕЦ в процеса на устройственото планиране.

Целта на дисертационния труд е да се разработи екологично обоснован подход за оценка и избор на територии за енергийни проекти от възобновяеми източници в процеса на устройственото планиране, приложим на ниво общ устройствен план (ОУП). С оглед на пространствената значимост, нормативната специфика и нарастващия устройствен натиск върху земеделските земи, подходът е конкретизиран и апробиран чрез оценка и избор на териториални алтернативи за ФЕЦ.

За реализиране на поставената цел са формулирани следните **задачи**:

Задача 1: Да се разгледат политиките, стратегиите и тенденциите, свързани с развитието на енергията от възобновяеми източници, и тяхното отражение върху устройственото планиране в България.

Задача 2: Да се анализират нормативната уредба и устройствената практика, свързани с планирането и реализирането на ФЕЦ върху земеделски земи в България.

Задача 3: Да се изследват теоретичните и методологичните основи за прилагане на екологичен подход при вземане на устройствени решения за територии, предназначени за енергийни обекти от възобновяеми източници.

Задача 4: Да се разработи методика за оценка и избор на териториални алтернативи за ФЕЦ върху земеделски земи, приложима на ниво ОУП.

Задача 5: Да се апробира разработената методика върху реални териториални алтернативи и да се анализират получените резултати.

Задача 6: Да се формулират препоръки за по-прецизно устройствено планиране на ФЕЦ върху земеделски земи.

3. ХИПОТЕЗА

Приема се, че прилагането на екологичен подход при оценката и избора на земеделски територии за изграждане на ФЕЦ в процеса на устройственото планиране може да осигури по-обосновано вземане на устройствени решения. Съчетаването на причинно-следствен анализ на екологичните и пространствените зависимости с многокритериална оценка на териториалните алтернативи позволява да се отчетат техните природни, екологични, пространствени и ландшафтни характеристики, да се идентифицират по-благоприятни алтернативи и да се ограничат потенциалните конфликти между развитието на възобновяемата енергия, опазването на земеделските земи и устойчивото използване на територията.

4. НАУЧНА ОБЛАСТ

Научният труд е разработен в рамките на докторската програма „Земеустройство и опазване на земеделските земи (вкл. управление на имоти)“ към професионално направление 5.7 „Архитектура, строителство и геодезия“, област Технически науки.

5. МЕТОДИ И ИЗСЛЕДВАНЕ

За постигане на целта са използвани документален и сравнителен анализ на научна литература, нормативни, стратегически и планови документи; системен и причинно-следствен анализ чрез DPSIR; многокритериален анализ чрез AHP; експертна оценка; нормализиране и агрегиране на стойностите чрез интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI); ГИС-базирани пространствени анализи и апробиране на разработената методика върху реални територии.

6. ОБХВАТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Обхватът на изследването включва европейски и национални политики, стратегически и нормативни документи, свързани с развитието на ВЕИ и устройственото планиране, а приложната част е проведена на ниво община чрез оценка на териториални алтернативи за ФЕЦ върху земеделски земи. Апробирането се основава на устройствени решения, пространствени данни и териториални характеристики за периода 2015–2026 г.

II. АНАЛИЗ НА СЪСТОЯНИЕТО НА НАУЧНИЯ ПРОБЛЕМ

1. КОНЦЕПЦИЯ ЗА УСТОЙЧИВО РАЗВИТИЕ

1.1. Понятието *устойчивост* – произход и развитие

Понятието *устойчивост* възниква във връзка с рационалното използване на природните ресурси и постепенно се развива до концепция за балансиране на екологичните, икономическите и социалните аспекти на развитието (Велковска, 2014). На европейско равнище устойчивостта се свързва и с балансираното териториално развитие, достъпа до инфраструктура и опазването на природното и културното наследство (ЕС, 1999), а в енергетиката намира приложение чрез прехода към възобновяеми енергийни източници.

1.2. Устойчивост – новата посока за глобално развитие

От втората половина на XX в. устойчивото развитие постепенно се утвърждава като международен модел, свързващ опазването на околната среда със социалното и икономическото развитие. Конференциите в Стокхолм (1972), Рио де Жанейро (1992), Йоханесбург (2002) и Рио+20 (2012) последователно развиват тази концепция, като разширяват фокуса от глобалните екологични проблеми към конкретни действия, развитие на ВЕИ и механизми за практическо прилагане на устойчивото развитие (United Nations, 2012).

2. ПОЛИТИКИ И СТРАТЕГИЧЕСКИ РЕШЕНИЯ ЗА КЛИМАТИЧНА АДАПТАЦИЯ И РАЗВИТИЕ НА ВЪЗОБНОВЯЕМИ ЕНЕРГИЙНИ ИЗТОЧНИЦИ

2.1. Глобална рамка и международни споразумения

Глобалната рамка за устойчиво развитие и климатична политика се определя основно от Програмата на ООН до 2030 г. и Парижкото споразумение от 2015 г. Пряко значение за изследването имат целите за развитие на чистата енергия, ограничаване на климатичните промени и опазване на сухоземните екосистеми, които поставят необходимостта енергийният преход да бъде съгласуван с устойчивото управление на териториите и природните ресурси.

2.2. Европейски стратегии за климатична адаптация и устойчиво развитие

Европейските стратегии последователно разширяват политиката за нисковъглеродно развитие към интегриране на климатичната адаптация, ресурсната ефективност, биоразнообразието и устойчивото земеползване. От „Европа 2020“ и Стратегията за адаптация от 2013 г. до Европейския зелен пакт и новата Стратегия на ЕС за адаптация от 2021 г. се засилва ролята на екосистемния подход, научнообоснованото управление и териториалното измерение на климатичните политики. Особено значение за изследването има разглеждането на земята и почвата като ограничени ресурси, уязвими към деградация, фрагментация и трайни промени в предназначението.

2.3. Европейски политики и регулации за насърчаване на възобновяемата енергия

Европейският закон за климата и пакетът „Подготвени за цел 55“ превръщат стратегическите цели в конкретни ангажименти за намаляване на емисиите, увеличаване на дела на ВЕИ и ускоряване на процедурите за тяхното развитие. Наред с това нараства необходимостта от съгласуване на енергийните цели с опазването на екосистемите и устойчивото управление на земеползването, тъй като ускореното изграждане на ВЕИ създава допълнителен пространствен натиск върху територията.

2.4. Национални политики

Националните стратегически документи следват европейските цели за декарбонизация, енергийна сигурност и развитие на ВЕИ, като постепенно засилват връзката им с ресурсната ефективност, биоразнообразието и устойчивото земеделие. Националните програми „България 2020“ и „България 2030“ очертават преход от преимуществено секторен към по-интегриран модел, докато Интегрираният план в областта на енергетиката и климата 2021–2030 (ИНПЕК) предвижда значително ускоряване на развитието на възобновяемата енергия.

Актуализацията на ИНПЕК от 2024 г. повишава целта за дела на енергията от възобновяеми източници в крайното брутно потребление за 2030 г. и предвижда съществен ръст на слънчевата енергетика, като прогнозната нетна инсталирана мощност на ФЕЦ достига 6356 MW

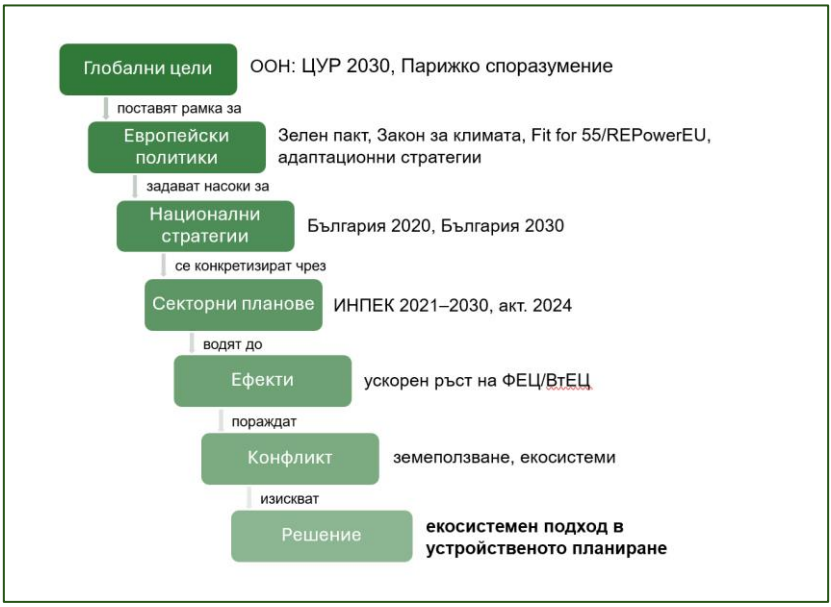
през 2030 г. Този ръст увеличава значението на устройственото планиране при определянето на територии за нови мощности. (*Таблица 2*)

Таблица 1. Промени в прогнозата за нетна инсталирана мощност на електрически централи на ВИ до 2030 г. при актуализацията на ИНПЕК (2020 – 2024)

Нетна инсталирана мощност на електрически централи на ВИ, MW				
ВИ	**2020**	**2025**	**2030 /ИНПЕК 2020/**	**2030 /ИНПЕК 2024/**
ВЕЦ	2508	2508	2508	2640
ВтЕЦ	699	749	948	2490
ФЕЦ	1042	1785	**3216**	**6356**
ЕЦ за биомаса	80	253	302	440
Общо	**4329**	**5295**	**6974**	**11926**

Източник: ИНПЕК (2020) и Актуализиран ИНПЕК (2024)

Логическата връзка между стратегическите цели, ускореното развитие на ВЕИ и произтичащите териториални конфликти е представена на *Фигура 1*. От анализа се установява, че ускореното развитие на ФЕЦ увеличава натиска върху земеделските територии, докато енергийните цели остават недостатъчно обвързани с инструментите на устройственото планиране.



Фиг. 1. Логическа верига на стратегическите зависимости и произтичащите конфликти при планирането на ФЕЦ
Източник: Авторска разработка

3. НОРМАТИВНИ ОСОБЕНОСТИ ПРИ ИЗГРАЖДАНЕ НА ОБЕКТИ НА ВЕИ (ФЕЦ)

Нормативната рамка за изграждане на ФЕЦ в земеделски територии се формира основно от Закона за енергията от възобновяеми източници, Закона за устройство на територията, Закона за опазване на земеделските земи и Закона за опазване на околната среда. Извън границите на урбанизираните територии ФЕЦ се реализират въз основа подробни устройствени планове (ПУП), съобразени с предвижданията на ОУП, а при несъответствие се налага неговото частично изменение. Липсата на специфични устройствени и екологични критерии за тези обекти ограничава възможностите за последователно отчитане на пространствения им обхват, конфликтите със земеползването и кумулативните въздействия върху околната среда.

3.1. Правна рамка и ограничения при изграждане на ФЕЦ в земеделски земи

Изграждането на големи фотоволтаични централи изисква значителни площи и изостря конфликта между производството на енергия и опазването на земеделските земи, включително обработваемите, висококатегорийните и поливните територии (Мондешка и Ярловска, 2018).

Измененията в Закона за опазване на земеделските земи от 2023 г. временно облекчават режима за изграждане на ВЕИ и въвеждат понятието „агрофотоволтаици“, без да определят достатъчно ясни критерии за тяхното разграничаване, допустимата им плътност и контрола върху въздействието им върху почвите и земеползването. Облекчената процедура създава предпоставки за поединично застрояване на продуктивни земеделски територии и за недостатъчно съгласуване на инвестиционните намерения с устройственото планиране.

С Решение № 3 от 23.04.2025 г. Конституционният съд обявява за противоконституционни разпоредбите относно агрофотоволтаиците и облекчената процедура, с което е възстановен двуетапният режим за промяна на предназначението на земеделските земи (ДВ, бр. 37 от 2025 г.). Последователните нормативни промени показват нестабилност на регулаторната рамка и липса на трайно решение за съгласуване на развитието на ВЕИ с опазването на земеделските ресурси и дългосрочното устройствено планиране.

3.2. Анализ на съществуващи практики при планиране на ниво ОУП

Липсата на нормативно определена устройствена зона за производство и съхранение на енергия от възобновяеми източници води до различни подходи при планирането на ФЕЦ в рамките на ОУП. Зоната Ппе се среща в отделни изменения на ОУП, но не е регламентирана в Наредба № 7, поради което се прилагат различни производствени зони и устройствени показатели (ОбС Община Средец, 2023; ОбС Община Стара Загора, 2023).

Анализът на частичното изменение на ОУП на община Пазарджик показва, че представянето на инвестиционното намерение като производствена и складова зона може да доведе до заобикаляне на ограниченията за изграждане на ФЕЦ върху земеделски земи от по-

висока категория (Иванова, 2024). Подобни изменения отслабват стратегическата функция на ОУП и създават предпоставки за поетапна промяна на предназначението и фрагментиране на териториалната структура, включително чрез довеждащата техническа инфраструктура (Ярловска, 2018).

Собственото проучване в землището на с. Крайници, община Дупница, установява поетапно разширяване на съществуваща ФЕЦ чрез последователни ПУП за отделни съседни имоти. (*Фигура 2)* Разглеждането на всяко инвестиционно намерение в самостоятелна процедура създава условия за подценяване на общия мащаб и на кумулативните въздействия върху земеползването, ландшафта и екосистемите.



Фиг. 2. Поетапно реализиране на ФЕЦ чрез последователни ПУП и пренебрегване на кумулативните ефекти в землището на с. Крайници, общ. Дупница
Източник: Авторска обработка по данни от КАИС и решения на РИОСВ – София

Анализираните случаи показват, че липсата на нормативно регламентирана устройствена зона за ВЕИ и на механизми за обща оценка на последователните инвестиционни намерения ограничава възможностите на ОУП да управлява кумулативните териториални и екологични въздействия.

4. ПОТЕНЦИАЛНИ ВЪЗДЕЙСТВИЯ ВЪРХУ ОКОЛНАТА СРЕДА ОТ ИЗГРАЖДАНЕ НА ФЕЦ В ЗЕМЕДЕЛСКИ ЗЕМИ

Стратегическата и нормативната рамка насърчава ускореното развитие на ВЕИ, но не осигурява достатъчно конкретни пространствени и екологични критерии за изграждането на ФЕЦ в земеделски земи. Това налага въздействията върху почвите, водния режим, биоразнообразието, микроклимата и ландшафта да бъдат отчитани още при избора на територии, а не само в рамките на процедурите за отделните инвестиционни намерения.

4.1. Въздействия върху почвите и водния режим

Строителството и експлоатацията на ФЕЦ могат да предизвикат нарушаване и уплътняване на почвената структура, промени в инфилтрацията, ерозионните процеси, почвената влажност и температура и условията за бъдещо земеделско използване на територията (Lambert et al., 2021; Welsh Government, 2023). Панелите изменят пространственото разпределение на валежите и формирането на повърхностния отток, като посоката и интензитетът на въздействията зависят от конфигурацията на съоръженията, релефа, почвените условия и управлението на терена (Wang and Gao, 2023; Alqadi et al., 2025).

4.2. Въздействия върху биоразнообразието, местообитанията и екологичната свързаност

Изграждането на ФЕЦ се свързва с промяна и загуба на местообитания, фрагментация на земното покритие и смущение на различни групи организми, като рискът е по-висок в близост до защитени и екологично значими територии (Hernandez et al., 2015; Gómez-Catasús et al., 2024). Съоръженията, огражденията и обслужващата инфраструктура могат да създадат бариерен ефект и да ограничат придвижването на животински видове и екологичната свързаност. Посоката на въздействията зависи и от първоначалното състояние и последващото управление на терена, като в отделни случаи са възможни локално благоприятни условия за някои групи организми (Levin et al., 2023; Fleming, 2025; Schwarz and Ziv, 2025).

4.3. Въздействия върху локалния микроклимат и ландшафта

Наземните ФЕЦ могат да изменят локалните температурни условия, засенчването, въздушната циркулация, почвения микроклимат и растителната покривка, като проявлението на тези ефекти зависи от мащаба и конфигурацията на съоръженията и местните условия (Barron-Gafford et al., 2016; Lambert et al., 2021; Vervloesem et al., 2022). Ландшафтното въздействие се изразява в промяна на визуалния образ и пространствената структура на земеделските територии, поради което при избора на местоположение следва да се отчитат релефът, публичната видимост и чувствителните визуални коридори (Zorzano-Alba et al., 2022; Ioannidis et al., 2022).

5. ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПРАКТИКАТА В ДРУГИ ЕВРОПЕЙСКИ ДЪРЖАВИ ПРИ ПЛАНИРАНЕ НА ФЕЦ

Сравнителният преглед на европейския опит разглежда земята като ограничен стратегически ресурс и откроява необходимостта при планирането на ФЕЦ да се оценяват не само техническият и икономическият потенциал, но и ограниченията на земеползването, екологичната чувствителност и обществената приемливост (Calvert and Mabee, 2015; Wang et al., 2019; Chen, Kirkerud and Bolkesjø, 2022). Агрофотоволтаичните системи предоставят възможност за съвместяване на енергийното и земеделското производство, но приложимостта им зависи от природните условия, вида на земеделската дейност, нормативната рамка и взаимодействието между земеделски производители, инвеститори, институции и местни общности (Moore et al., 2022; Ott et al., 2022; Giri and Mohanty, 2022).

Европейските практики очертават три основни модела. Първият се основава на нормативно регулиране на агрофотоволтаичните системи чрез измерими изисквания. В Германия се изисква запазване на поне 66% от референтния земеделски добив и ограничаване на загубата на използваема площ до 10–15%, а в Италия най-малко 70% от територията следва да запази земеделската си функция и покритието с панели не може да надвишава 40% (Fraunhofer ISE, 2024; Tedioli, 2025). Вторият модел прилага пространствено зониране и оценка на земеделската и екологичната стойност на териториите, както показват практиките на Гърция, Испания и Португалия (Baltas and Dervos, 2012; Poggi, Firmino and Amado, 2018; Martínez-Medina et al., 2025). Третият

модел, представен от Полша, запазва общия режим за ФЕЦ при липса на специализирана нормативна рамка за агрофотоволтаичните системи (Polish Photovoltaics Association, 2023).

Съпоставката показва, че ефективното планиране изисква съчетаване на нормативни ограничения, пространствени критерии, мониторинг и участие на местните власти и общности. На тази основа са изведени следните принципи, приложими към българските условия:

- правно разграничаване на агрофотоволтаичните системи от конвенционалните наземни ФЕЦ и въвеждане на количествени критерии за запазване на земеделското производство;
- определяне на пространствени критерии за допустимост чрез оценка на земеделската стойност, екологичната чувствителност и визуалното въздействие;
- засилване на ролята на местната власт и общественото участие при съгласуване на енергийните и земеделските интереси;
- въвеждане на мониторинг и адаптивно управление на въздействията върху природните ресурси и земеползването.

6. ОБОБЩЕНИЕ И ИЗВОДИ ОТ АНАЛИЗА НА НАУЧНИЯ ПРОБЛЕМ

Установеното несъответствие между ускореното развитие на ВЕИ и механизмите за пространственото му управление в България се изразява в конфликти със земеползването, териториална фрагментация и рискове за екосистемите. Динамиката на нормативната уредба и частичните изменения на ОУП допълнително затрудняват отчитането на кумулативните въздействия и защитата на продуктивните земеделски земи.

Европейските практики открояват нормативното разграничаване на агрофотоволтаичните системи, количествени критерии за запазване на земеделската функция, пространствено зониране, обществено участие и мониторинг. Установените дефицити обосновават необходимостта от методика за оценка и избор на територии за ФЕЦ на ниво ОУП според техните екологични и пространствени характеристики, а анализът насочва към интегриране на принципите на екосистемния подход при разработването на екологичен подход.

III. МЕТОДОЛОГИЯ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

1. ЕКОСИСТЕМЕН ПОДХОД И ЕКОСИСТЕМНИ УСЛУГИ

1.1. Концептуални основи на екосистемния подход

Екосистемният подход представлява стратегия за интегрирано управление на земята, водите и живите ресурси, основана на взаимовръзките между биотичните и абиотичните компоненти и насочена към тяхното опазване и устойчиво използване (Мондешка, 2012). Прилагането му се основава на адаптивно и децентрализирано управление, отчитане на взаимодействията между съседни екосистеми и запазване на тяхната структура и функции при балансирано използване на природните ресурси (CBD, 2007).

1.2. Екосистемни услуги като аналитична рамка

Екосистемните услуги представляват ползите, които хората получават от функционирането на екосистемите, а в изследването те са систематизирани съгласно CICES V5.2 в материални; регулиращи и поддържащи; културни услуги (Николов, 2018; Haines-Young, 2023). Оценката им позволява структурирано проследяване на промените в природните компоненти и отражението им върху човешкото благосъстояние (ИАОС, 2017), като при промени в земеползването дава възможност да се отчитат компромисите между различните функции и ползи на територията.

1.3. Приложимост на екосистемния подход в пространственото планиране

Пространствената взаимосвързаност на екосистемите изисква при планирането да се отчитат взаимодействията между природните и антропогенните компоненти, структурата на ландшафта и възможните трансформации вследствие на човешката дейност (Мондешка, 2012). Оценката и картирането на екосистемните услуги чрез ГИС позволяват пространствено идентифициране на чувствителни територии и подпомагат анализа на екологичните процеси и управленските решения (Недков, 2018).

2. КОНЦЕПТУАЛЕН МОДЕЛ DPSIR

2.1. Теоретична рамка

DPSIR представлява рамка за интегрирана екологична оценка, чрез която се структурират причинно-следствените връзки между човешките дейности, промените в околната среда и управленските реакции. Моделът включва пет взаимосвързани елемента: движещи сили (D), натиск (P), състояние (S), въздействие (I) и отговор (R), чрез които се проследяват връзките между социално-икономическите предпоставки, екологичните промени и предприеманите мерки (Kristensen, 2004).

DPSIR се прилага като гъвкава рамка, която може да включва социални и екосистемни измерения и да се комбинира с количествени методи за оценка (Dolbeth et al., 2016; Malmir et al., 2021). В настоящото изследване моделът се използва за концептуално структуриране на зависимостите, свързани с планирането на ФЕЦ в земеделски територии.

2.2. Проблеми при дефинирането на елементите на DPSIR

Отнасянето на отделните фактори към движещи сили, натиск, състояние или въздействие не е еднозначно и зависи от контекста на изследваната система. Едновременното действие на социално-икономически, климатични и екологични фактори налага прилагането на ясни критерии и итеративен подход при класификацията (Dolbeth et al., 2016; Carnohan et al., 2023).

2.3. Динамични зависимости между компонентите

DPSIR не следва да се разглежда като строго линейна последователност, а като динамична система с обратни връзки, в която отделните причинно-следствени цикли могат да се преплитат (Dolbeth et al., 2016). При ФЕЦ промяната в земеползването може да действа като натиск върху почвите и водния режим, а възникналите изменения в почвената влажност, температурата и растителността да породят последващи въздействия и допълнителни форми на натиск.

2.4. Критики към модела

Основно ограничение на DPSIR е възможността едни и същи фактори да бъдат отнесени към различни компоненти в зависимост от

контекста, което може да доведе до различни интерпретации при сходни изследователски задачи (Robele Gari, Newton and Icely, 2015). Поради това рамката трябва да се адаптира към конкретната социално-екологична система, а не да се прилага като предварително фиксирана схема.

В настоящото изследване DPSIR се използва на концептуално ниво за структуриране на причинно-следствените зависимости и за извеждане на критериите и подкритериите за оценка. Не се разработва самостоятелна индикаторна фаза, тъй като количественото оценяване и сравнението на териториалните алтернативи се извършват чрез последващия многокритериален анализ.

3. МНОГОКРИТЕРИАЛЕН АНАЛИЗ

Многокритериалният анализ за вземане на решения (MCDA) позволява сравняване на алтернативи чрез разнородни количествени и качествени критерии, тяхното стандартизиране, претегляне и агрегиране в обобщена оценка (Wang et al., 2009; Zyoud and Fuchs-Hanusch, 2017). В настоящото изследване той се използва за интегрирана оценка на пространствените и екологичните характеристики на потенциални територии за ФЕЦ, като нормативните, техническите и икономическите условия се разглеждат като предварителни ограничения и предпоставки за планирането.

3.1. Методи за многокритериален анализ

Сред прилаганите MCDA методи за сравнение и избор на територии са TOPSIS, PROMETHEE и процесът на аналитична йерархия – AHP (Analytic Hierarchy Process). В настоящото изследване е избран AHP, тъй като позволява йерархично структуриране на проблема, преобразуване на експертните преценки в количествени тежести и проследимо сравнение на териториалните алтернативи.

3.2. Процес на аналитична йерархия (AHP)

Методът AHP структурира оценяването в последователни етапи: определяне на целта, критериите и подкритериите, сравнение по двойки, проверка на съгласуваността, изчисляване на относителните тежести за оценяване на алтернативите (Saaty, 1990). В разработения

модел алтернативите представляват отделни териториални единици, подлежащи на сравнителна оценка.

Относителните тежести на критериите и подкритериите се определят чрез експертни сравнения по двойки по деветстепенната скала на Саати. Оценяването се извършва на две йерархични нива – между основните критерии и между подкритериите в рамките на всеки критерий. Индивидуалните експертни оценки се обобщават в групова матрица, от която се извеждат локалните и глобалните тежести, като методът за обобщаване е адаптиран по методиката на Velev et al. (2017).

Съгласуваността на експертните оценки се проверява чрез коефициента:

$$CR = \frac{CI}{RI},$$

където CI е индексът на консистентност, а RI – случайният индекс. Стойности $CR \leq 0{,}10$ се приемат за допустими. Основните ограничения на AHP са свързани със субективността на експертните преценки и риска от несъгласуваност, поради което се прилагат проверка на консистентността и анализ на чувствителността.

Когато подкритерий не може да бъде оценен чрез един измерител, се използва система от оценъчни показатели. Те не формират самостоятелно йерархично ниво в AHP, а служат за количествено представяне на съответния подкритерий.

В настоящото изследване се препоръчва нормализиране на стойностите в безмерна скала от 0 до 1 до единна посока на предпочитание, при която по-високата нормализирана стойност съответства на по-благоприятна оценка на алтернативата (Triantaphyllou, 2005). В зависимост от посоката на предпочитание се разграничават показатели от тип полза, при които по-високите стойности са предпочитани, и показатели от тип разход, при които по-ниските стойности са по-благоприятни:

$R_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{i,min}}{X_{i,max} - X_{i,min}}$ за показатели тип *полза*;

$R_{ij} = \frac{X_{i,max} - X_{ij}}{X_{i,max} - X_{i,min}}$, за показатели тип *разход,*

където R_{ij} е нормализираната стойност на i-тия показател за алтернатива j;X_{ij} е реална стойност на показател i за алтернативата j; $X_{i,max}, X_{i,min}$ е максимална и минимална стойност в извадката. Качествените показатели се преобразуват чрез предварително дефинирани числови скали.

Когато подкритерий се оценява чрез повече от един показател, обобщената му стойност се определя като претеглена сума:

$$S_{ij} = \sum_{m=1}^{p} v_{im} * R_{imj},$$

където S_{ij} е обобщена стойност на i-тия подкритерий за алтернатива j; v_{im} – локална тежест на m-тия показател в рамките на i-тия подкритерий; R_{imj} – нормализирана стойност на m-тия показател, чрез който се оценява i-тият подкритерий за алтернатива j; p – брой показатели, чрез които се оценява подкритерият.

3.3. Класиране на алтернативите чрез интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI)

Крайната оценка на алтернативите се извършва чрез разработения и дефиниран от автора интегриран индекс на екологична устойчивост (Ecological Sustainability Index – ESI), който обединява глобалните тежести на подкритериите и техните обобщени оценки:

$$ESI_j = \sum_{i=1}^{n} w_{global,i} * S_{ij} ,$$

където $w_{global,i}$ е глобална тежест на i-тия подкритерий; S_{ij} – обобщена стойност на i-тия подкритерий за алтернатива j, получена чрез нормализиране и при необходимост агрегиране на съответните показатели; n – общ брой на подкритериите. Стойностите на ESI варират от 0 до 1, като по-високите стойности показват по-висока екологична устойчивост и по-голяма пригодност на територията за изграждане на ФЕЦ в рамките на разработения модел.

При разработването на ESI са отчетени общите принципи на композитните индекси на уязвимост, при които нормализирани

показатели се обединяват чрез претегляне в синтетична оценка. Конкретната структура на ESI е разработена от автора чрез съчетаване на обобщените оценки на подкритериите с експертно определените чрез AHP глобални тежести и се използва за количествено сравнение и класиране на териториалните алтернативи.

4. ОБОБЩЕНИЕ И ОБОСНОВКА НА ИНТЕГРИРАНИЯ ЕКОЛОГИЧЕН ПОДХОД

Проведеният методологичен анализ показва, че нито един от разгледаните подходи и методи самостоятелно не обхваща взаимовръзките между състоянието и функциите на екосистемите, земеползването, пространствените характеристики и управленските решения. Поради това разработеният екологичен подход съчетава принципите на екосистемния подход, концептуалното структуриране чрез DPSIR, определянето на тежести и многокритериалното оценяване чрез AHP и обобщаването на резултатите посредством разработения от автора интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI).

Интегрирането на тези елементи позволява преминаване от установяването на причинно-следствените зависимости към проследимо количествено сравнение на териториалните алтернативи и отчитане на екологичните и пространствените им характеристики още на ниво ОУП, преди конкретното инвестиционно проектиране. Така се осигурява аргументирана основа за избор на територии за ФЕЦ според тяхната екологична устойчивост и пространствена пригодност.

IV. МЕТОДИЧЕСКИ УКАЗАНИЯ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА ЕКОЛОГИЧНИЯ ПОДХОД ПРИ ИЗБОР НА ТЕРИТОРИИ ЗА ФЕЦ В ОУП

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБХВАТ НА МЕТОДИЧЕСКИТЕ УКАЗАНИЯ

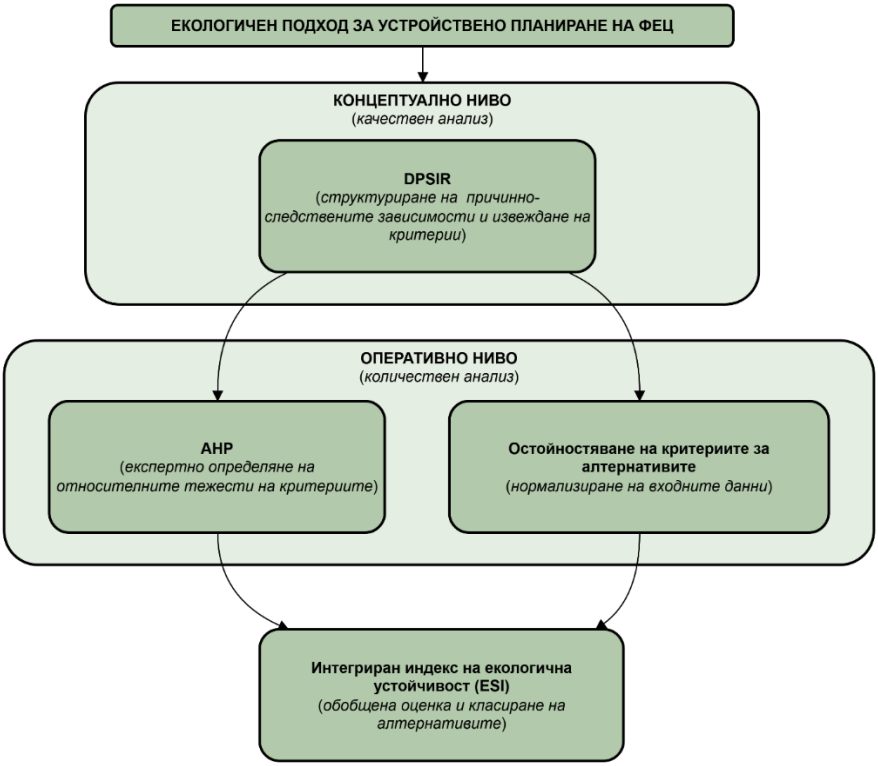
Разработените методически указания подпомагат избора и оценката на територии за ФЕЦ на ниво ОУП чрез систематизиране на техните екологични и пространствени характеристики и отчитане на нормативните, социалните, техническите и икономическите условия за планиране. Те не заместват процедурите по екологична оценка и оценка за съвместимост, а осигуряват предварителна аналитична основа за устройствените решения.

Указанията могат да се прилагат при разработване и изменение на ОУП и при тематични пространствени анализи за ВЕИ, като показателите и оценъчните скали се адаптират към спецификата на територията, наличните данни и целите на планирането.

2. КОНЦЕПТУАЛНА РАМКА НА МЕТОДИЧЕСКИТЕ УКАЗАНИЯ

Концептуалната рамка, представена на *Фигура 5*, обединява качествения и количествения анализ в последователна схема. DPSIR се използва за структуриране на причинно-следствените зависимости и извеждане на критерии и подкритерии, а чрез AHP се определят техните относителни тежести. Стойностите на показателите за отделните алтернативи се нормализират и при необходимост се агрегират до съпоставими оценки.

Съчетаването на глобалните AHP тежести и обобщените оценки на подкритериите формира разработения от автора интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI), чрез който териториалните алтернативи се сравняват и класират.



Фиг. 3. Концептуална рамка на методическите указания (DPSIR–AHP–ESI)

3. ОСНОВНИ ЕТАПИ НА МЕТОДИЧЕСКИТЕ УКАЗАНИЯ

Методическите указания включват девет последователни етапа, организирани на подготвително, концептуално и оперативно ниво, последвани от заключителен етап за класиране и интерпретиране на резултатите.

Подготвителното ниво включва етап 1 – определяне на обхвата и териториалната допустимост.

Концептуалното ниво обхваща етап 2 – структуриране на причинно-следствените зависимости чрез DPSIR, и етап 3 – дефиниране на критерии и подкритерии за оценка.

Оперативното ниво включва етап 4 – експертно определяне на относителните тежести чрез AHP; етап 5 – конкретизиране на подкритериите чрез показатели и оценъчни скали; етап 6 – остойностяване на алтернативите; етап 7 – нормализиране и агрегиране на стойностите; и етап 8 – изчисляване на интегрирания индекс на екологична устойчивост (ESI).

В заключителния етап 9 териториалните алтернативи се класират според стойностите на ESI, като се интерпретират резултатите и факторите, определящи тяхната позиция.

4. ОБОБЩЕНИЕ И УСЛОВИЯ ЗА ПРИЛОЖЕНИЕ

Прилагането на методическите указания изисква актуални, достоверни и съпоставими пространствени данни. Показателите и оценъчните скали могат да бъдат адаптирани към спецификата на разглежданата територия при запазване на общата структура и логика на подхода. Основните ограничения са свързани с наличността и точността на данните, участието на експертна преценка и динамиката на нормативните и териториалните условия.

V. АПРОБИРАНЕ НА МЕТОДИЧЕСКИТЕ УКАЗАНИЯ ЗА ОЦЕНКА И ИЗБОР НА ТЕРИТОРИИ ЗА ИЗГРАЖДАНЕ НА ФЕЦ ПРИ УСТРОЙСТВЕНО ПЛАНИРАНЕ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ И ЦЕЛИ НА АПРОБИРАНЕТО

Апробирането има за цел да провери практическата приложимост и вътрешната последователност на разработените методически указания при оценка и избор на територии за ФЕЦ. Чрез прилагането им върху конкретна територия се проверява възможността за разграничаване и класиране на алтернативите според тяхната екологична устойчивост, както и потенциалът на методиката за подпомагане на устройствени решения.

2. УСЛОВИЯ, ОГРАНИЧЕНИЯ И ИЗХОДНИ ПРЕДПОСТАВКИ ЗА АПРОБИРАНЕТО

Апробирането е проведено в условия на устройствено планиране, но извън официална процедура по разработване или изменение на ОУП. Използвани са пространствени данни с отворен достъп, картографски материали и експертни оценки, като основните ограничения са свързани с достъпността, актуалността и времевия обхват на данните, както и с ограниченото участие на заинтересовани страни.

Методическите указания се прилагат като предварителен аналитичен инструмент, който допълва, но не замества задължителните процедури по екологична оценка и оценка за съвместимост.

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ИЗСЛЕДВАНАТА ТЕРИТОРИЯ

За апробиране на методическите указания са избрани общините Раднево и Ракитово, които представят различни териториални условия. Раднево е равнинна община с преобладаващи земеделски земи (67%) и силно антропогенно трансформирана среда, свързана с въгледобива и енергетиката, докато Ракитово се характеризира с планинско-котловинен релеф, преобладаващи горски територии (79%), ограничен земеделски фонд (18%) и по-висока природна и ландшафтна чувствителност.

Изборът им позволява методиката да бъде проверена при два различни типа ограничения – конфликт между енергийно развитие и земеделско земеползване в Раднево и по-силно природно, ландшафтно и рекреационно ограничение в Ракитово.

4. СЪСТАВ И ОРГАНИЗАЦИЯ НА ЕКСПЕРТНАТА ГРУПА

За определяне на тежестите чрез АНР е сформирана интердисциплинарна група от експерти в областта на устройственото планиране, екологията и устойчивото земеползване. Всеки експерт извършва независимо сравнение по двойки на критериите и подкритериите, след което индивидуалните оценки се обобщават и се проверява тяхната съгласуваност.

5. ПРОЦЕС НА АПРОБИРАНЕ НА МЕТОДИЧЕСКИТЕ УКАЗАНИЯ

5.1. Прилагане на Етап 1: Определяне на обхвата и териториалната допустимост

Предварителното териториално филтриране има за цел да изключи териториите, несъвместими с екологичните, нормативните и пространствените изисквания за разполагане на ФЕЦ. За целта са дефинирани абсолютно и условно изключващи териториални филтри, както и категории територии, допустими за последваща многокритериална оценка, синтезирани в *Таблица 9*.

Таблица 2. Териториални филтри за допустимост и резултати от прилагането им при предварителния подбор на територии за ФЕЦ

№	Териториален филтър/ категория допустимост	Пространствен признак	Нормативно/научно основание	Решение при терито-риално филтриране
I	Абсолютно изключващи пространствени филтри			
1	Земеползване	Поливни земеделски земи и неполивни земеделски земи от I до VI	Закон за опазване на земеделските земи, чл. 23	Изключва се от терито-риално допустимите алтернативи.

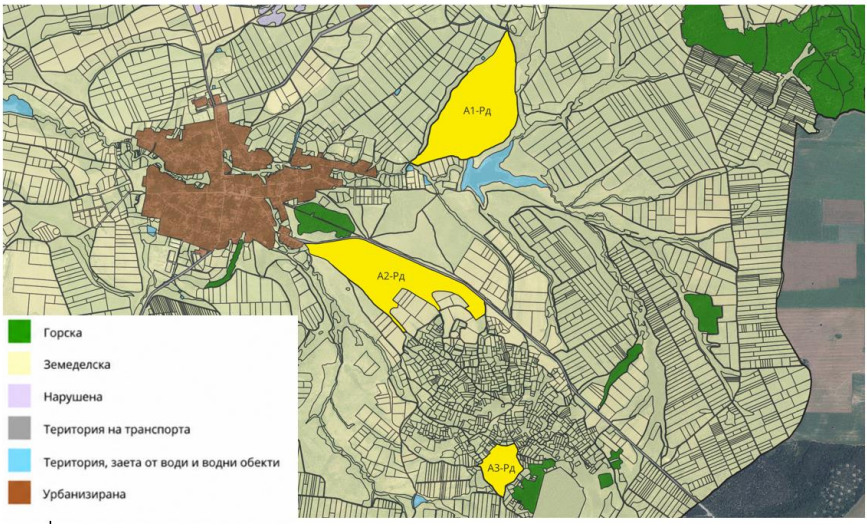
№	Териториален филтър/ категория допустимост	Пространствен признак	Нормативно/научно основание	Решение при терито-риално филтриране
		бонитетна категория		
2	Защитени територии	Резервати, поддържани резервати, национални паркове, природни паркове, защитени местности и природни забележителности	Закон за защитените територии, чл. 21–34	
3	Защитени зони	Защитени зони от екологичната мрежа Натура 2000	Закон за биологичното разнообразие, чл. 31	
4	Води	Водни обекти и санитарно-охранителни зони около водоизточници и водовземни съоръжения	Закон за водите, чл. 119; Наредба № 3/2000 г.	
5	Геодинамични процеси	Активни и потенциално активни свлачищни райони	ЗУТ, чл. 96	
6	Специални режими	Културно-исторически ценности, охранителни зони и сервитути на техническата инфраструктура	ЗКН; ЗУТ; специализирани закони	
II	Условно изключващи пространствени филтри			
7	Изложение	Северно, северозападно и североизточно	Инженерно-планова практика и литературен обзор	Изключват се терени с ниска степен

№	Териториален филтър/ категория допустимост	Пространствен признак	Нормативно/научно основание	Решение при терито-риално филтриране
8	Релеф	Терени с наклон над 12–15 %	Инженерно-планова практика и литературен обзор	на пригодност.
III	Допустими за по-нататъшна оценка територии (резултат от филтрирането)			
9	Земеползване	Неполивни земеделски земи от VII до X категория и некатегоризируеми земи	Закон за опазване на земеделските земи, чл. 23, ал. 3	Допустима за последваща многокри-териална оценка.
10	Състояние на териториите	Деградирали и необработваеми земеделски земи	Научна литература и утвърдени европейски практики	Приоритетна допустима територия.

Дефинираните териториални филтри са приложени последователно за общините Раднево и Ракитово в ГИС среда чрез QGIS, въз основа на пространствени данни с отворен достъп (КАИС, БД ИБР, ИАОС, ИПАЗР „Никола Пушкаров“ и МРРБ) и графични материали от действащите ОУП (Община Раднево, 2016; Община Ракитово, 2021). В рамките на установените допустими площи алтернативите са подбрани така, че да обхващат различни характеристики по отношение на начин на трайно ползване, площ и местоположение, с цел по-съдържателна проверка на последващата многокритериална оценка.

5.1.1. Прилагане на предварителните териториални филтри в община Раднево

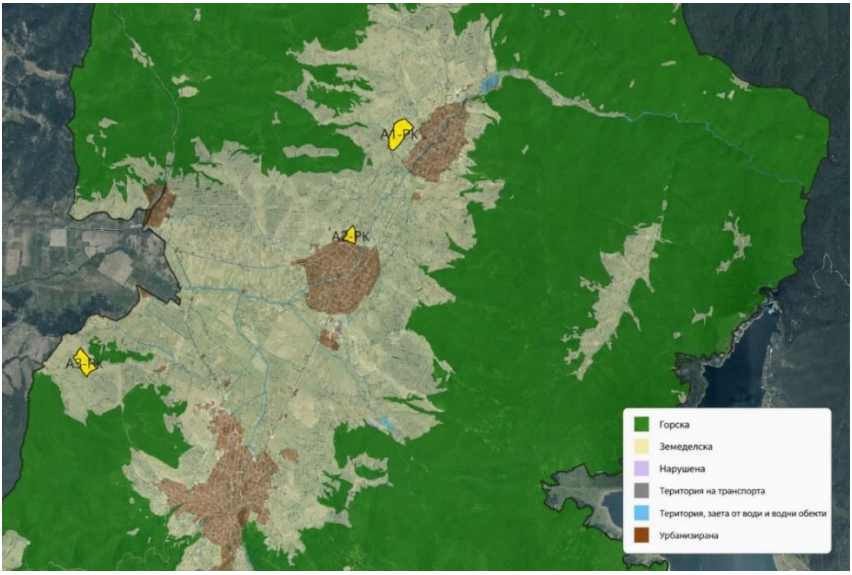
Прилагането на филтрите в община Раднево показва, че въпреки високия дял на земеделските земи, наличието на продуктивни почви и други ограничителни режими значително стеснява териториите, допустими за последваща оценка. В резултат трите алтернативи са обособени в землището на с. Полски Градец, където са установени подходящи земеделски площи с различен начин на трайно ползване, форма и площ. (*Фигура 7*)



Фиг. 4. Обособени териториални алтернативи за последваща оценка в землището на с. Полски Градец, общ. Раднево

5.1.2. Прилагане на предварителните териториални филтри в община Ракитово

При община Ракитово приложението на филтрите показва още по-ограничен избор на територии поради малкия дял на земеделския фонд, преобладаващите горски територии и по-сложния планинско-котловинен релеф. Поради това обособените алтернативи са с по-малка площ и са разположени в землищата на с. Дорково, гр. Костандово и гр. Ракитово, което позволява да бъдат представени различни локални условия при последващата оценка. (*Фигура 8*)

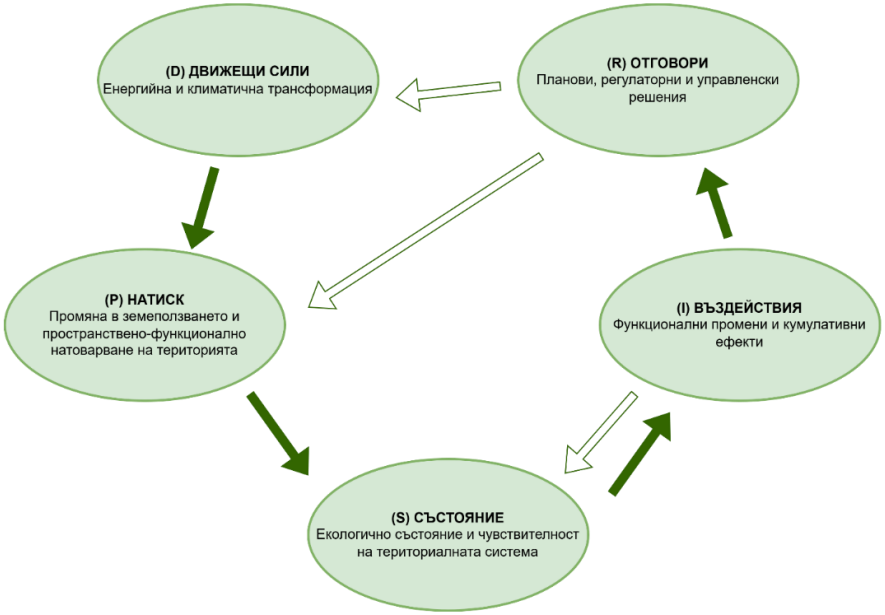


Фиг. 5. Обособени териториални алтернативи за последваща оценка в община Ракитово

5.2. Прилагане на Етап 2: Структуриране на причинно-следствените зависимости чрез DPSIR

DPSIR е приложен на концептуално ниво спрямо териториите, определени като допустими след предварителното филтриране, за структуриране на енергийната и климатичната трансформация като движеща сила; промяната в земеползването и пространствено-функционалното натоварване като натиск; екологичното състояние и уязвимостта на територията като състояние; потенциалните функционални и кумулативни последици като въздействие; и плановите, регулаторните и управленските мерки като отговор. Анализът има качествен характер и не включва количествени индикатори, а формира логическата основа за извеждане на

критериите и подкритериите в последващата многокритериална оценка. (*Фигура 9*)



Фиг. 6. Концептуална схема на DPSIR модела при устройствено планиране на ФЕЦ в земеделски територии

5.3. Прилагане на Етап 3: Дефиниране на критерии и подкритерии за оценка на екологичната устойчивост

На този етап установените чрез DPSIR причинно-следствени зависимости се привеждат към оперативна оценъчна структура чрез дефиниране на йерархична система от критерии и подкритерии за последващата многокритериална оценка.

5.3.1. Основни критерии за оценка на екологичната устойчивост (Ниво 1)

Ниво 1 на йерархичния модел включва шест основни критерия (К1–К6), които обхващат пространствените и екологичните характеристики, определящи чувствителността на територията към допълнителен антропогенен натиск и възможността за запазване на основните ѝ функции при промяна в земеползването.

К1. Пространствен критерий – обхваща общите териториални характеристики, които влияят върху мащаба и пространственото проявление на въздействията върху повече от един компонент на средата.

К2. Почвено-екологичен критерий – оценява значението и чувствителността на почвените ресурси към промени в земеползването, включително риска от нарушаване на тяхната структура, функции и възстановителен потенциал.

К3. Хидроекологичен критерий – отчита характеристиките на водния режим и чувствителността му към изменения в повърхностния отток, локалния воден баланс и условията за задържане и отвеждане на водата.

К4. Биотичен критерий – обхваща биоразнообразието, местообитанията и екологичната свързаност, включително чувствителността им към фрагментация и пространствена трансформация.

К5. Ландшафтен критерий – оценява структурата, пространствената цялост и визуалните характеристики на ландшафта и чувствителността им към изграждането на ФЕЦ.

К6. Климатичен критерий – отчита чувствителността към потенциални локални микроклиматични изменения, свързани с температурния режим, засенчването, въздушната циркулация и повърхностните условия.

Икономическите и техническите аспекти не се обособяват като самостоятелни критерии, а се разглеждат като предпоставки и ограничения при планирането. Физичните фактори също не формират отделен критерий, тъй като проявлението им зависи в значителна степен от конкретните проектни и технически решения.

5.3.2. Подкритерии към основните критерии за оценка на екологичната устойчивост (Ниво 2)

Подкритериите конкретизират различни аспекти на функционалната значимост, чувствителността и риска от промяна на територията и формират аналитичната основа за последващото им претегляне и оценяване:

- **К1. Пространствен критерий:** К1.1. Обхват на пространствената намеса; К1.2. Релефна чувствителност на територията.

- **К2. Почвено-екологичен критерий:** К2.1. Функционална роля на почвените ресурси; К2.2. Уязвимост на почвените ресурси към деградационни процеси.
- **К3. Хидроекологичен критерий:** К3.1. Степен на изменение на повърхностния отток; К3.2. Уязвимост на територията към промяна на водния режим.
- **К4. Биотичен критерий:** К4.1. Риск за биологичното разнообразие; К4.2. Риск от нарушаване на местообитанията.
- **К5. Ландшафтен критерий:** К5.1. Степен на ландшафтна трансформация; К5.2. Визуална експозиция и видимост.
- **К6. Климатичен критерий:** К6.1. Потенциал за локални микроклиматични изменения; К6.2. Уязвимост на територията към микроклиматични изменения.

Системата е разработена като отворена рамка, позволяваща адаптиране към особеностите на конкретната територия при запазване на основната йерархична структура.

5.4. Прилагане на Етап 4: Експертно определяне на относителните тежести на критериите чрез AHP

Относителните тежести на критериите и подкритериите са определени въз основа на четири независими експертни оценки, обобщени чрез геометрично осредняване (*Таблица* 10). Получената групова матрица за основните критерии е с допустима консистентност. За проверка на устойчивостта на резултатите е приложен и алтернативен подход чрез аритметично осредняване на крайните тежести, получени от всеки експерт поотделно. Сравнението между двата подхода показва минимални отклонения – до 0,01 при критериите и до 0,02 при подкритериите, което потвърждава устойчивостта на получените приоритети.

Таблица 3. Окончателни AHP тежести на критериите и подкритериите

Основен критерий	Тежест на основния критерий	Подкритерий	Локална тежест на подкритерия	Глобална тежест на подкритерия
	w_{parent}		$w_{local,i}$	$w_{global,i}$
К1. Пространствен критерий	**0,07**	К1.1. Обхват на пространствената намеса	0,67	**0,05**

Основен критерий	Тежест на основния критерий	Подкритерий	Локална тежест на подкритерия	Глобална тежест на подкритерия
	w_{parent}		$w_{local,i}$	$w_{global,i}$
		К1.2. Релефна чувствителност на територията	0,33	**0,02**
К2. Почвено-екологичен критерий	**0,29**	К2.1. Функционална роля на почвените ресурси	0,46	**0,13**
		К2.2. Уязвимост на почвените ресурси към деградационни процеси	0,54	**0,15**
К3. Хидроеколо-гичен критерий	**0,21**	К3.1. Степен на изменение на повърхностния отток	0,40	**0,08**
		К3.2. Уязвимост на територията към промяна на водния режим	0,60	**0,13**
К4. Биотичен критерий	**0,28**	К4.1. Риск за биологичното разнообразие	0,59	**0,16**
		К4.2. Риск от нарушаване на местообитанията	0,41	**0,11**
К5. Ландшафтен критерий	**0,09**	К5.1. Степен на ландшафтна трансформация	0,70	**0,06**
		К5.2. Визуална експозиция и видимост	0,30	**0,03**
К6. Климатичен критерий	**0,07**	К6.1. Потенциал за локални микроклиматични изменения	0,40	**0,03**
		К6.2. Уязвимост на територията към микроклима-тични изменения	0,60	**0,04**

5.5. Прилагане на Етап 5: Конкретизиране на подкритериите чрез оценъчни показатели и скали

Подкритериите са конкретизирани чрез един или повече количествени, бинарни и порядкови показатели, подбрани съобразно мащаба на ОУП, наличната пространствена информация и възможността за съпоставима оценка на алтернативите. За всеки показател са определени източник на данни, мерна единица или оценъчна скала и посока на влияние, необходими за последващото нормализиране.

При структурирането на системата е избегнато двойното отчитане на едни и същи пространствени характеристики, като отделните показатели изпълняват различна аналитична функция в рамките на съответните подкритерии. При подкритерии с повече от един показател са използвани вътрешни локални тежести, конкретизирани според спецификата на територията и качеството на наличните данни.

5.6. Прилагане на Етап 6: Остойностяване на алтернативите по показатели

Шестте териториални алтернативи са остойностени по дефинираните показатели чрез количествени стойности, порядкови степени и бинарни оценки, определени въз основа на кадастрални и пространствени данни и резултати от ГИС анализи. Оценяването е извършено поотделно за общините Раднево и Ракитово, при еднакви правила за съпоставяне на алтернативите.

При показатели, зависещи от отстояния, съседство или наличие на релевантни пространствени елементи, са отчетени и данни извън административните граници на съответната община, когато това е необходимо за коректна интерпретация. Получените стойности са обобщени в оценъчна матрица, използвана като вход за последващото нормализиране и агрегиране.

5.7. Прилагане на Етап 7: Нормализиране на стойностите на алтернативите

Стойностите на показателите са приведени в интервала от 0 до 1 чрез min-max нормализация съобразно посоката им на влияние, като процедурата е приложена поотделно за всяка от двете общини. Стойност 1 съответства на най-благоприятната, а 0 – на най-неблагоприятната относителна позиция на алтернативата; при еднакви

първични стойности е присвоена еднаква нормализирана оценка 1. Получените резултати служат като вход за изчисляване на интегрирания индекс на екологична устойчивост.

5.8. Прилагане на Етап 8: Изчисляване на интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI)

След нормализирането за всяка алтернатива е изчислен интегрираният индекс на екологична устойчивост (ESI) чрез агрегиране на претеглените оценки по подкритериите. При подкритерии с повече от един показател първо се формира обобщена оценка чрез съответните локални тежести, която след това се включва в крайния индекс чрез глобалната тежест на подкритерия. (*Таблица 11*)

Таблица 4. Стойности на интегрирания индекс на екологична устойчивост (ESI) за разглежданите алтернативи

Община	Алтернатива	ESI
Раднево	А1-Рд	**0,36**
	А2-Рд	**0,46**
	А3-Рд	**0,81**
Ракитово	А1-Рк	**0,50**
	А2-Рк	**0,69**
	А3-Рк	**0,66**

Получените стойности служат за последващо класиране на алтернативите в рамките на съответната община.

5.9. Прилагане на Етап 9: Класиране на алтернативите и интерпретиране на резултатите

5.9.1. Класиране на алтернативите и интерпретиране на резултатите в община Раднево

В община Раднево А3-Рд (ESI=0,81) се откроява ясно пред А2-Рд (0,46) и А1-Рд (0,36). Предимството ѝ се формира от по-благоприятната съвкупност от релефни, хидроекологични, почвени и пространствени характеристики. Контролна проверка чрез промяна на стойността за площта на А3-Рд не изменя водещата ѝ позиция, което потвърждава устойчивостта на класирането. Поради това А3-Рд се

определя като приоритетна алтернатива за последващо устройствено разглеждане.

5.9.2. Класиране на алтернативите и интерпретиране на резултатите в община Ракитово

В община Ракитово водеща е А2-Рк (ESI=0,69), следвана непосредствено от А3-Рк (0,66) и А1-Рк (0,50). Малката разлика между първите две алтернативи показва по-балансирано класиране и липса на ясно изразено преимущество. А2-Рк има по-благоприятна комбинация от релефни и пространствени характеристики, докато А3-Рк остава конкурентна алтернатива, но с по-изразени ограничения, свързани с близостта до горски територии, ландшафтната чувствителност и инфраструктурното обезпечаване. Следователно А2-Рк е водеща за последващо устройствено разглеждане, но двете алтернативи следва да се разглеждат сравнително при следващ етап на планиране.

6. АНАЛИЗ И ОБСЪЖДАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ АПРОБИРАНЕТО

6.1. Обобщени резултати от приложението на методиката

Апробирането показва, че разработените методически указания осигуряват последователно, проследимо и аргументирано сравнение на териториални алтернативи и позволяват ясно разграничаване на техните предимства и ограничения.

6.2. Анализ на чувствителността и устойчивостта на получените резултати

Устойчивостта на резултатите е проверена в две направления: чрез сравнение на различни начини за обобщаване на експертните оценки и чрез проследяване на чувствителността на крайното класиране към промени в стойностите на отделни показатели. Получените резултати показват, че установените приоритети се запазват и не се определят едностранно от начина на агрегиране на експертните оценки или от непропорционалното влияние на отделен показател.

6.3. Частни изводи относно приложимостта и адаптивността на методиката

Апробирането потвърждава, че методическите указания са приложими на ниво ОУП, тъй като позволяват работа с налични пространствени данни и сравнителна оценка на териториални алтернативи при запазване на последователна аналитична структура. Тяхната адаптивност се изразява във възможността показателите, оценъчните скали и предварителните териториални филтри да бъдат конкретизирани според особеностите на територията, наличните данни и приложимия нормативен контекст.

Общата логика на подхода позволява адаптиране и към други пространствени задачи, включително планиране на други видове ВЕИ, при съответно преформулиране на DPSIR зависимостите, критериите, показателите и техните тежести. Практическото използване на резултатите следва да бъде съобразено с действащите инструменти и правила на устройственото планиране.

6.4. Предложения за нормативно регламентиране на устройствените правила и норми за изграждане на ФЕЦ върху земеделски земи

Резултатите от изследването и апробирането на разработената методика дават основание за формулиране на предложение за въвеждане на нова устройствена зона Ппе за производство и съхранение на електроенергия от възобновяеми източници върху земеделски земи и на съответни устройствени правила и норми. Предложението конкретизира условията за прилагане на зона Ппе и е насочено към отчитане на екологичните ограничения и пространствените характеристики на територията още на етапа на устройственото планиране, включително чрез ограничаване на степента на запечатване на терена. (*Таблица 12*)

Таблица 5. Предложени устройствени правила и норми за зона Ппе

Устройствена категория	Индекс	Макс. плътност на застрояване	Макс. почвено запечатване	Мин. незапечатана почвена повърхност	Предназначение, основни и допълващи функции, ограничения
Предимно производствена устройствена зона за производство и съхранение на електроенергия от възобновяеми енергийни източници	**Ппе**	до 10%	до 20%*	не по-малко от 80%*	За наземни обекти за производство и съхранение на електроенергия от ВЕИ и необходимите за тяхната експлоатация обслужващи сгради, съоръжения и техническа инфраструктура. Почвеното запечатване се ограничава до технологично необходимия минимум. Осигуряват се запазване на почвената повърхност и нейната водопропускливост, буферно озеленяване, демонтаж на съоръженията и рекултивация на терена след прекратяване на експлоатацията.

* Стойностите имат ориентировъчен характер

Източник: Авторско предложение; структурата на таблицата е адаптирана по образеца на Приложението към чл. 3, ал. 2 към ЗУЗСО

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД И НАСОКИ ЗА БЪДЕЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

1. ОБОБЩЕНИ ИЗВОДИ ОТ ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Въз основа на теоретичния, нормативния, методологичния и приложния анализ се формулират следните основни изводи:

- **Установено е несъответствие между ускореното развитие на възобновяемата енергия и възможностите на устройственото планиране да управлява произтичащите териториални промени.** Количествените цели за развитие на ВЕИ не са достатъчно обвързани с опазването на земеделските земи, екосистемите и ландшафта и с координацията между енергийната, земеделската, екологичната и устройствената политика.
- **Установена е липса на цялостен подход при планирането на ФЕЦ върху земеделски земи.** Частичните изменения на ОУП и отделните ПУП създават предпоставки за фрагментирано планиране и недостатъчно отчитане на кумулативните въздействия, а липсата на специфични устройствени правила и норми за наземните ФЕЦ ограничава възможностите за регулиране на застрояването, почвеното запечатване и последващото възстановяване на територията.
- **Разработен е интегриран екологичен подход за устройствено планиране на ФЕЦ върху земеделски земи**, който обединява принципите на екосистемния подход, концепцията за екосистемните услуги, рамката DPSIR и многокритериалната оценка чрез AHP. За обобщаване и класиране на териториалните алтернативи е разработен авторски интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI).
- **Екологичният подход е конкретизиран в методика за оценка и избор на териториални алтернативи на ниво ОУП**, включваща териториално филтриране, DPSIR анализ, система от критерии и подкритерии, експертно определяне на тежести, показатели и оценъчни скали, нормализиране на стойностите и изчисляване на ESI. Системата позволява съвместно отчитане на пространствени, почвено-екологични, хидроекологични, биотични, ландшафтни и микроклиматични характеристики.
- **Апробирането в две общини с различни териториални характеристики потвърждава приложимостта на методиката за сравнение и избор на териториални алтернативи.** Проверките за

чувствителност и устойчивост показват, че класирането не се определя от влиянието на отделен показател.

- **Методиката има адаптивен характер**, като при запазване на общата аналитична последователност териториалните филтри, критериите, показателите и експертните тежести могат да бъдат прецизирани според конкретната устройствена задача. При разработване на съответстващ DPSIR модел подходът може да бъде адаптиран и към други видове ВЕИ и пространствени задачи.
- **Методиката е предназначена за приложение на ниво ОУП** като аналитична основа за оценка, сравнение и избор на територии за последващо устройствено зониране, без да замества необходимите последващи екологични и технически проучвания.
- **Предложена е разновидност на производствена устройствена зона за производство и съхранение на електроенергия от ВЕИ – Ппе**, със съответни устройствени правила и норми за ограничаване на застрояването и почвеното запечатване, запазване на водопропускливостта на почвената повърхност, осигуряване на буферни зони, демонтаж и рекултивация.

В обобщение, изследователската хипотеза е потвърдена в границите на проведения анализ и апробиране. Последователното прилагане на DPSIR и AHP и обобщаването на резултатите чрез разработения в изследването ESI осигуряват проследима и аргументирана основа за включване на екологичните и пространствените характеристики на територията при избора между устройствени алтернативи.

2. ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

В резултат на извършеното изследване могат да бъдат формулирани следните претенции за научни и научно-приложни приноси:

1. Установен и систематизиран е конфликтът между ускореното развитие на ФЕЦ, опазването на земеделските земи и действащите инструменти на устройственото планиране, като е обоснована ролята на ОУП за неговото ограничаване.
2. Разработен е интегриран екологичен подход за устройствено планиране, свързващ екосистемния подход, концепцията за екосистемните услуги, DPSIR рамката и многокритериалната оценка чрез метода AHP в единна логическа последователност за подпомагане на устройствените решения.
3. Разработена е методика за оценка и избор на териториални алтернативи за ФЕЦ, включваща териториални ограничения, йерархия от критерии и подкритерии, показатели, оценъчни скали, нормализиране на стойностите и дефиниран от автора интегриран индекс на екологична устойчивост (ESI).
4. Потвърдена е приложимостта на разработената методика за оценка, сравнение и избор на териториални алтернативи на ниво общ устройствен план (ОУП) като аналитичен инструмент за обосноваване и подпомагане на процеса на вземане на устройствени решения чрез апробиране в две общини с различни териториални характеристики.
5. Предложена е разновидност на производствена устройствена зона за производство и съхранение на електроенергия от ВЕИ – Ппе, със съответните устройствени правила и норми, определящи условията за ограничаване на почвеното запечатване, запазване на почвените функции, демонтаж и рекултивация на територията след преустановяване на дейността.

3. НАСОКИ ЗА БЪДЕЩИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Разработената методика представлява отворена рамка, която може да бъде допълнително проверявана, прецизирана и адаптирана. Основните насоки за бъдещи изследвания са:

- Разширяване на териториалния обхват на апробирането чрез прилагане на методиката в по-голям брой общини с различни природни, пространствени и инфраструктурни характеристики.
- Задълбочаване на анализа на чувствителността на резултатите спрямо промени в експертно определените тежести и стойностите на отделните показатели.
- Разработване на ГИС-базиран модел, позволяващ пространствено изчисляване и представяне на ESI за цялата изследвана територия и идентифициране на зони с различна степен на екологична устойчивост.
- Прецизиране и допълване на системата от показатели, включително по отношение на почвеното запечатване, обратимостта на земеползването, кумулативните въздействия и възстановяването на територията след експлоатацията на ФЕЦ.
- Адаптиране на методиката към агрофотоволтаични системи чрез разработване на специфични критерии и показатели и нормативно разграничаване от конвенционалните наземни ФЕЦ.
- Доразвиване и нормативно конкретизиране на предложената разновидност на производствена устройствена зона и съответните устройствени правила и норми, включително по отношение на допустимото почвено запечатване, водопропускливата повърхност, буферните пространства, демонтажа и рекултивацията.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Велковска, М. (2014) „Устойчивост – понятие и употреба“, *Social Work,* 2(1), с. 80–93.
2. Европейска комисия (2010) *Европа 2020: Стратегия за интелигентен, устойчив и приобщаващ растеж*.
3. Европейска комисия (2013) *Стратегия на ЕС за адаптация към изменението на климата*.
4. Европейска комисия (2019) *Европейският зелен пакт*.
5. Европейска комисия (2021) *Изграждане на устойчива на климатичните изменения Европа – новата стратегия на ЕС за адаптация към изменението на климата*.
6. Европейска комисия (2021) *„Подготвени за цел 55“ („Fit for 55“): Постигане на целта на ЕС в областта на климата до 2030 г. по пътя към неутралност по отношение на климата*.
7. Европейска комисия (2022) *План REPowerEU*.
8. Европейски парламент и Съвет на Европейския съюз (2021) *Регламент (ЕС) 2021/1119 от 30 юни 2021 г. за създаване на рамката за постигане на неутралност по отношение на климата и за изменение на регламенти (ЕО) № 401/2009 и (ЕС) 2018/1999 (Европейски закон за климата)*.
9. Закон[1] за биологичното разнообразие, обн., ДВ, бр. 77 от 9 август 2002 г.; доп., ДВ, бр. 70 от 20 август 2024 г.
10. Закон за водите, обн., ДВ, бр. 67 от 27 юли 1999 г.; изм. и доп., ДВ, бр. 104 от 5 декември 2025 г.
11. Закон за енергията от възобновяеми източници, обн., ДВ, бр. 35 от 3 май 2011 г.; изм. и доп., ДВ, бр. 14 от 18 февруари 2025 г.
12. Закон за защитените територии, обн., ДВ, бр. 133 от 11 ноември 1998 г.; изм., ДВ, бр. 102 от 8 декември 2023 г.
13. Закон за културното наследство, обн., ДВ, бр. 19 от 13 март 2009 г.; изм., ДВ, бр. 16 от 10 февруари 2026 г.
14. Закон за опазване на земеделските земи, обн., ДВ, бр. 35 от 24 април 1996 г.; изм., ДВ, бр. 41 от 10 май 2024 г.
15. Закон за опазване на околната среда, обн., ДВ, бр. 91 от 25 септември 2002 г.; доп., ДВ, бр. 70 от 20 август 2024 г.
16. Закон за устройството и застрояването на Столичната община, обн. ДВ, бр. 106 от 27 декември 2006 г., в сила от 28 януари 2007 г., посл. изм. ДВ, бр. 61 от 2 август 2022 г.
17. Закон за устройство на територията, обн., ДВ, бр. 1 от 2 януари 2001 г.; доп., ДВ, бр. 86 от 13 октомври 2023 г.

[1] Нормативните актове са цитирани в редакциите, използвани при извършване на изследването.

18. Иванова, Б. (2024) „Влияние на европейските политики за зелена енергия върху устройственото планиране на територията“, *Геодезия, картография, земеустройство*, бр. 1–2.
19. Изпълнителна агенция по околна среда (2017) *Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда през 2017 г.*
20. Конституционен съд на Република България (2025) *Решение № 3 от 23 април 2025 г. по конституционно дело № 18/2023*. ДВ, бр. 37 от 2 май 2025 г.
21. Министерски съвет на Република България (2012) *Национална програма за развитие: България 2020*.
22. Министерски съвет на Република България (2020b) *Национална програма за развитие „България 2030“*.
23. Министерство на енергетиката и Министерство на околната среда и водите (2020) *Интегриран план в областта на енергетиката и климата на Република България 2021–2030 г.*
24. Министерство на енергетиката и Министерство на околната среда и водите (2024) *Проект на актуализиран Интегриран план в областта на енергетиката и климата на Република България 2021–2030 г.*
25. Министерство на околната среда и водите и Изпълнителна агенция по околна среда (2025) *Национален доклад за състоянието и опазването на околната среда в Република България за 2023 г.*
26. Мондешка, М. (2012) *Екология и опазване на околната среда*. София: Авангард Прима.
27. Мондешка, М. и Ярловска, Н. (2018) „Фотоволтаичните паркове – конфликтът между зелената енергия и загубата на поземлени ресурси“, *Годишник на Университета по архитектура, строителство и геодезия*, 51(9), с. 255–265.
28. Наредба № 3 от 16 октомври 2000 г. за санитарно-охранителните зони, обн., ДВ, бр. 88 от 27 октомври 2000 г.
29. Наредба № 7 от 22 декември 2003 г. за правила и нормативи за устройство на отделните видове територии и устройствени зони, обн., ДВ, бр. 3 от 13 януари 2004 г.; изм. и доп., ДВ, бр. 84 от 21 октомври 2022 г.
30. Недков, С. (2018) „ГИС приложения и модели за оценка и картографиране на екосистемни услуги“, *Известия на Българското географско дружество*, 39, с. 17–24.
31. Николов, С. (2018) „Екосистемни услуги и тяхното оценяване – кратък преглед“, *Известия на Българското географско дружество*, 39, с. 51–54.
32. Община Средец (2023) *Докладна записка № 93-00-103 от 15 май 2023 г. до Общински съвет – Средец*.

33. Общински съвет – Стара Загора (2023) *Решение № 2338 от 23 февруари 2023 г.*
34. Община Раднево (2016) *Общ устройствен план на община Раднево: Предварителен проект. Обяснителна записка и графични части „Опорен план“, М 1:25 000, и „Схема недвижимо културно наследство“, М 1:50 000*.
35. Община Ракитово (2021) *Общ устройствен план на община Ракитово: Окончателен проект. Обяснителна записка и графични части „Опорен план“, М 1:20 000, и „Схема недвижимо културно наследство и туристическа инфраструктура“, М 1:40 000*.
36. Организация на обединените нации (2015b) *Парижко споразумение*.
37. РИОСВ – София (2023) *Решение № СО-110-ЕО от 19 юли 2023 г. относно преценка на необходимостта от извършване на екологична оценка на ПУП–ПЗ за ПИ 39339.134.129, землище на с. Крайници, община Дупница*.
38. РИОСВ – София (2023) *Решение № СО-111-ЕО от 19 юли 2023 г. относно преценка на необходимостта от извършване на екологична оценка на ПУП–ПЗ за ПИ 39339.130.29, землище на с. Крайници, община Дупница*.
39. РИОСВ – София (2024) *Решение № СО-19-ЕО от 12 февруари 2024 г. относно преценка на необходимостта от извършване на екологична оценка на ПУП–ПЗ за ПИ 39339.134.149, землище на с. Крайници, община Дупница*.
40. РИОСВ – София (2024) *Решение № СО-20-ЕО от 12 февруари 2024 г. относно преценка на необходимостта от извършване на екологична оценка на ПУП–ПЗ за ПИ 39339.134.150, землище на с. Крайници, община Дупница*.
41. РИОСВ – София (2025) *Решение № СО-5-ЕО от 27 януари 2025 г. относно преценка на необходимостта от извършване на екологична оценка на ПУП–ПЗ за ПИ 39339.129.29, землище на с. Крайници, община Дупница*.
42. Ярловска, Н. (2018) „Роля на общите устройствени планове при планиране на земеделски територии“, *Годишник на Университета по архитектура, строителство и геодезия*, 51(12), с. 162–169.
43. Alqadi, M., Zaharieva, S., Commichau, A., Disse, M., Koellner, T. and Chiogna, G. (2025) ‘Developing and implementing a decision support system-integrated framework for evaluating solar park effects on water-related ecosystem services’, *Sustainability*, 17(7), article 3121.
44. Baltas, A.E. and Dervos, A.N. (2012) ‘Special framework for the spatial planning and the sustainable development of renewable energy sources’, *Renewable Energy*, 48, pp. 358–364.

45. Barron-Gafford, G.A., Minor, R.L., Allen, N.A., Cronin, A.D., Brooks, A.E. and Pavao-Zuckerman, M.A. (2016) 'The photovoltaic heat island effect: Larger solar power plants increase local temperatures', *Scientific Reports*, 6, article 35070.
46. Calvert, K. and Mabee, W. (2015) 'More solar farms or more bioenergy crops? Mapping and assessing potential land-use conflicts among renewable energy technologies in eastern Ontario, Canada', *Applied Geography*, 60, pp. 20–29.
47. Carnohan, S.A., Trier, X., Liu, S., Clausen, L.P.W., Clifford-Holmes, J.K., Hansen, S.F., Benini, L. and McKnight, U.S. (2023) 'Next-generation application of DPSIR for sustainable policy implementation', *Current Research in Environmental Sustainability*, 5, article 100201.
48. Chen, Y., Kirkerud, J.G. and Bolkesjø, T.F. (2022) 'Balancing GHG mitigation and land-use conflicts: Alternative Northern European energy system scenarios', *Applied Energy*, 311, article 118557.
49. Convention on Biological Diversity (2007) *Ecosystem Approach: Principles*. Available at: https://www.cbd.int/ecosystem/principles.shtml (Accessed: 29 September 2025).
50. Dolbeth, M., Stålnacke, P., Alves, F.L., Sousa, L.P., Gooch, G.D., Khokhlov, V., Tuchkovenko, Y., Lloret, J., Bielecka, M., Różyński, G., Soares, J.A., Baggett, S., Margonski, P., Chubarenko, B.V. and Lillebø, A.I. (2016) 'An integrated Pan-European perspective on coastal lagoons management through a mosaic-DPSIR approach', Scientific Reports, 6(19400).
51. European Commission (1999) *ESDP: European Spatial Development Perspective – Towards Balanced and Sustainable Development of the Territory of the European Union*.
52. Fleming, P.A. (2025) 'All that glitters – Review of solar facility impacts on fauna', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 224, article 115995.
53. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE (2024) *Agrivoltaics: Opportunities for Agriculture and the Energy Transition – A Guideline for Germany*. 3rd edn. Freiburg: Fraunhofer ISE.
54. Giri, N.C. and Mohanty, R.C. (2022) 'Agrivoltaic system: Experimental analysis for enhancing land productivity and revenue of farmers', *Energy for Sustainable Development*, 69, pp. 63–74.
55. Gómez-Catasús, J., Morales, M.B., Giralt, D., González del Portillo, D., Manzano-Rubio, R., Solé-Bujalance, L., Sardà-Palomera, F., Traba, J. and Bota, G. (2024) 'Solar photovoltaic energy development and biodiversity conservation: Current knowledge and research gaps', *Conservation Letters*, 17(4), article e13025.
56. Haines-Young, R. (2023) *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.2 and Guidance on the Application of the Revised Structure*. Nottingham: Fabis Consulting Ltd.

57. Hernandez, R.R., Hoffacker, M.K., Murphy-Mariscal, M.L., Wu, G.C. and Allen, M.F. (2015) ‘Solar energy development impacts on land cover change and protected areas’, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(44), pp. 13579–13584.
58. Ioannidis, R., Mamassis, N., Efstratiadis, A. and Koutsoyiannis, D. (2022) ‘Reversing visibility analysis: Towards an accelerated a priori assessment of landscape impacts of renewable energy projects’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 161, article 112389.
59. Kristensen, P. (2004) *The DPSIR Framework*. Paper presented at the UNEP Workshop on a Comprehensive Assessment of the Vulnerability of Water Resources to Environmental Change in Africa Using a River Basin Approach, Nairobi, Kenya, 27–29 September 2004.
60. Lambert, Q., Bischoff, A., Cueff, S., Cluchier, A. and Gros, R. (2021) ‘Effects of solar park construction and solar panels on soil quality, microclimate, CO2 effluxes and vegetation under a Mediterranean climate’, *Land Degradation & Development*, 32(18), pp. 5190–5202.
61. Levin, M.O., Kalies, E.L., Forester, E., Jackson, E.L.A., Levin, A.H., Markus, C., McKenzie, P.F., Meek, J.B. and Hernandez, R.R. (2023) ‘Solar energy-driven land-cover change could alter landscapes critical to animal movement in the continental United States’, *Environmental Science & Technology*, 57, pp. 11499–11509.
62. Malmir, M., Abrishamchi, A. and Tajrishy, M. (2021) ‘A new combined framework for sustainable development using DPSIR approach and groundwater modeling’, *Geoscience Frontiers*, 12(2), pp. 101–115.
63. Martínez-Medina, R., Sánchez-Zamora, P., Cánovas-García, F. and García-Marín, R. (2025) ‘Changes in land use due to the development of photovoltaic solar energy in the Region of Murcia’, *Land*, 14(5), article 1083.
64. Moore, S., Graff, H., Ouellet, C., Leslie, S. and Olweean, D. (2022) ‘Can we have clean energy and grow our crops too? Solar siting on agricultural land in the United States’, *Energy Research & Social Science*, 91, article 102731.
65. Ott, E.M., Kabus, C.A., Baxter, B.D., Hannon, B. and Celik, I. (2022) ‘Environmental analysis of agrivoltaic systems’, in *Comprehensive Renewable Energy*. 2nd edn., vol. 9, pp. 127–139.
66. Poggi, F., Firmino, A. and Amado, M. (2018) ‘Planning renewable energy in rural areas: Impacts on occupation and land use’, *Energy*, 155, pp. 630–640.
67. Polish Photovoltaics Association (2023) *AgriPV in Poland: Modern Solar-Powered Agriculture*. Warsaw: Polish Photovoltaics Association.
68. Robele Gari, S., Newton, A. and Icely, J.D. (2015) ‘A review of the application and evolution of the DPSIR framework with an emphasis on coastal social-ecological systems’, *Ocean & Coastal Management*, 103, pp. 63–77.

69. Saaty, T.L. (1990) ‘How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process’, *European Journal of Operational Research*, 48(1), pp. 9–26.
70. Schwarz, R. and Ziv, Y. (2025) ‘Shedding light on biodiversity: Reviewing existing knowledge and exploring hypothesised impacts of agrophotovoltaics’, *Biological Reviews*, 100, pp. 855–870.
71. Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennett, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., de Vries, W., de Wit, C.A., Folke, C., Gerten, D., Heinke, J., Mace, G.M., Persson, L.M., Ramanathan, V., Reyers, B. and Sörlin, S. (2015) ‘Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet’, *Science*, 347(6223), article 1259855.
72. Tedioli, F. (2025) ‘Advanced agrivoltaics in Italy: Innovation, sustainability and regulation for the future of rural energy’, *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 14(1), pp. 31–48.
73. Triantaphyllou, E. (2005) ‘Impact of aggregating benefit and cost criteria in four MCDA methods’, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52(2), pp. 213–226.
74. United Nations (1993) *Report of the United Nations Conference on Environment and Development, Rio de Janeiro, 3–14 June 1992. Volume 2: Proceedings of the Conference*. New York: United Nations.
75. United Nations (2002) *Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August–4 September 2002*. New York: United Nations.
76. United Nations (2012) *United Nations Conference on Sustainable Development – Rio+20*. (Accessed: 15 February 2021).
77. United Nations (2015) *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development* (Resolution A/RES/70/1).
78. Velev, M., Veleva, S. and Semenova, E.S. (2017) ‘Evaluation of company competitiveness’, in *Неделя науки СПбПУ*, pp. 287–290.
79. Vervloesem, J., Marcheggiani, E., Choudhury, M.A.M. and Muys, B. (2022) ‘Effects of photovoltaic solar farms on microclimate and vegetation diversity’, *Sustainability*, 14(12), article 7493.
80. Wang, F. and Gao, J. (2023) ‘How a photovoltaic panel impacts rainfall–runoff and soil erosion processes on slopes at the plot scale’, *Journal of Hydrology*, 620, article 129522.
81. Wang, J.J., Jing, Y.Y., Zhang, C.F. and Zhao, J.H. (2009) ‘Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making’, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), pp. 2263–2278.
82. Wang, N., Verzijlbergh, R.A., Heijnen, P.W. and Herder, P.M. (2019) ‘A spatially explicit planning approach for power systems with a high share of renewable energy sources’, *Applied Energy*, 247, pp. 63–77.
83. Welsh Government (2023) *The Impact of Solar Photovoltaic Sites on Agricultural Soils and Land Quality: Summary*.

84. Zorzano-Alba, E., Fernandez-Jimenez, L.A., Garcia-Garrido, E., Lara-Santillan, P.M., Falces, A., Zorzano-Santamaria, P.J., Capellan-Villacian, C. and Mendoza-Villena, M. (2022) 'Visibility assessment of new photovoltaic power plants in areas with special landscape value', *Applied Sciences*, 12(2), article 703.
85. Zyoud, S.H. and Fuchs-Hanusch, D. (2017) 'A bibliometric-based survey on AHP and TOPSIS techniques', *Expert Systems with Applications*, 78, pp. 158–181.

Източници на пространствени и статистически данни:

1. Агенция по геодезия, картография и кадастър (б.д.). Кадастрална административна информационна система (КАИС)
2. Басейнова дирекция „Източнобеломорски район“ (б.д.). Надградена ГИС на БД ИБР
3. Изпълнителна агенция по околна среда (2026). Регистър на защитените територии и защитените зони в България
4. Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкаров“ (б.д.). Почвена карта на България
5. Министерство на регионалното развитие и благоустройството (2025). Пространствени данни за геоложки опасности.

ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ДЕЙНОСТ И ПУБЛИКАЦИИ, СВЪРЗАНИ С ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

Иванова, Б. (2024). „Влияние на европейските политики за зелена енергия върху устройственото планиране на територията“. *Геодезия, картография, земеустройство*, бр. 1–2, ISSN 0324-1610.

Иванова, Б. (2025). „Прилагане на многокритериален анализ за устойчиво планиране на територииte“. *Геодезия, картография, земеустройство*, бр. 5–6, ISSN 0324-1610.

Ivanova, B. and Stoyanov, L. (2026). ‘Balancing Renewable Energy Expansion and Sustainable Land Use: The Case of Agricultural Land in Bulgaria’. In: *Proceedings of the XVII International Scientific Conference “E-Governance and E-Communications” (EGEC), 23–25 June 2025, Sozopol, Bulgaria*. Sofia: Technical University of Sofia, ISSN 2815-4525

БЛАГОДАРНОСТИ

Изказвам искрената си благодарност на своя научен ръководител проф. д-р инж. Маргарита Мондешка – Недялкова за проявеното отношение, търпението и ценните насоки в процеса на разработване на дисертационния труд.

С особена признателност благодаря на научния си консултант доц. д-р инж. Надежда Ярловска за гласуваното доверие и значимия принос към моето научно и професионално развитие.

Сърдечно благодаря на проф. д-р Младен Велев за оказаната подкрепа и конструктивните препоръки, които имаха съществено значение за реализирането на настоящото изследване.

Благодаря на академичния състав на катедра „Устойчиво земеползване и управление на имоти“ за оказаното съдействие и колегиалното отношение. Искрено съм признателна на настоящия ръководител на катедрата доц. д-р инж. Сия Велева за личната ангажираност, разбирането и постоянната подкрепа през периода на докторантурата.

Не на последно място благодаря на своето семейство и на близките ми хора за тяхното търпение, разбиране и обич, както и за това, че бяха моя неизменна опора през годините, посветени на работата по дисертационния труд.