ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ „ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ“ – БЪЛГАРИЯ
ГОДИШНИК, ТОМ V, 2026 – ПЕДАГОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
PAISII HILENDARSKI UNIVERSITY OF PLOVDIV – BULGARIA
ANNUAL, VOL. V, 2026 – FACULTY OF EDUCATION

DOI: 10.69085/afp20265059

STEM МОДЕЛ НА ОБУЧЕНИЕ, ОСНОВАН НА ПРИРОДНО-БАЗИРАНИ РЕШЕНИЯ В ЕКОСИСТЕМАТА НА АТАНАСОВСКОТО ЕЗЕРО

Ани Епитропова
epitropova@uni-plovdiv.bg

Резюме: *Съвременното STEM обучение поставя акцент върху интеграцията на научни знания, практически дейности и решаване на реални проблеми, свързани с устойчивото развитие. Особено значение в този контекст могат да имат природно-базираните решения, които предоставят възможности за свързване на учебното съдържание с реални екосистеми и екологични процеси. Целта на настоящото изследване е да се разработи и анализира STEM модел за обучение, основан на природно-базирани решения и приложим в началния етап на образованието чрез примера на Атанасовското езеро. Изследването е реализирано чрез описателно-аналитичен дизайн, който комбинира количествен анализ на студентски продукти и качествен анализ на рефлексивни отговори. Анализирани са STEM план-конспекти и презентации, разработени от 164 студенти в рамките на университетска подготовка на бъдещи начални учители. Получените резултати показват висока степен на методическа обоснованост и добра интеграция на природно-базираните решения, но същевременно разкриват затруднения при реализиране на инженерния компонент на STEM обучението. Изводите от изследването потвърждават, че природно-базираните решения представляват ефективен образователен контекст за развитие на интердисциплинарни компетентности, устойчиво мислене и практически ориентирано STEM обучение.*

Ключови думи: *STEM обучение; природно-базирани решения; Атанасовско езеро; начално образование*

STEM EDUCATIONAL MODEL BASED ON NATURE-BASED SOLUTIONS IN THE ECOSYSTEM OF ATANASOVSKO LAKE

Ani Epitropova
epitropova@uni-plovdiv.bg

Abstract: *Contemporary STEM education emphasizes the integration of scientific knowledge, practical activities, and real-world problem solving related to sustainable development. In this context, Nature-Based Solutions provide significant opportunities for connecting educational content with authentic ecosystems and ecological processes. The aim of the present study is to develop and analyse a STEM educational model based on Nature-Based Solutions and applicable in primary education through the example of Atanasovsko Lake. The study applies a descriptive-analytical research design combining quantitative analysis of students' educational products and qualitative analysis of reflective responses. STEM lesson plans and presentations developed by 164 university students preparing to become primary school teachers were analysed. The results demonstrate a high level of methodological validity and successful integration of Nature-Based Solutions, while also revealing difficulties in implementing the engineering component of STEM education. The findings confirm that Nature-Based Solutions represent an effective educational context for developing interdisciplinary competencies, sustainable thinking, and practically oriented STEM learning.*

Keywords: *STEM education; Nature-Based Solutions; Atanasovsko Lake; primary education*

Увод

Съвременното образование е изправено пред необходимостта да подготвя учениците за справяне с комплексни предизвикателства, които изискват интеграция на знания от различни научни области и умения за критическо мислене. В този контекст STEM обучението се утвърждава като ефективен подход, който съчетава научни знания с практически приложения и създава условия за активно и осмислено учене (Bybee, 2013). В началния етап на образованието то

има особено значение, тъй като подпомага изграждането на основите на научната грамотност и развива способността на учениците да свързват теорията с реални житейски ситуации (English, 2016). Допълнително, интегрираният характер на STEM обучението съдейства за формиране на системно мислене и разбиране на сложни взаимовръзки в природата (National Research Council, 2012).

Паралелно с развитието на STEM обучението природно-базираните решения се налагат като съвременна концепция за устойчиво управление на природните ресурси, която съчетава екологични, социални и икономически ползи (European Commission, 2021). В образователен аспект те предоставят възможност за свързване на учебното съдържание с реални екосистеми и формиране на отговорно отношение към околната среда (IUCN, 2020). Това обуславя необходимостта от разработване на образователни модели, които да интегрират природно-базирани решения в обучението чрез практически ориентирани дейности.

Целта на настоящата статия е да представи и аргументира STEM модел за обучение на ученици в началния етап на основната образователна степен, базиран на изучаването на природно-базирани решения като контекстуален център за осъществяване на междупредметна интеграция. Разработеният модел предоставя условия за изследователска, интердисциплинарна и практически ориентирана учебна дейност, насочена към активно конструиране на знания чрез наблюдение, експериментиране, моделиране и решаване на реални екологични казуси. В съдържателно отношение моделът е ориентиран към постигане на очакваните резултати, свързани с изучаването на водната среда в солеводни басейни, биоразнообразието, адаптациите на организмите към специфични условия на средата, устойчивото управление на природните ресурси и взаимодействието между човешката дейност и екосистемите. В основата на модела е поставен примерът на Атанасовското езеро като реална солеводна лагунна екосистема, която предоставя възможност за интегриране на знания от областта на природните науки, технологиите, инженерното моделиране и математиката в контекста на природно-базираните решения и устойчивото развитие.

Теоретична рамка

Определението, което Европейската агенция за околната среда формулира, е следното: „Солеводните басейни и крайбрежните

лагуни представляват плитки крайбрежни екосистеми с променлива соленост и динамичен воден режим, частично или напълно отделени от морето чрез пясъчни коси, седиментни натрупвания или скални образувания. Те се характеризират с висока степен на биологично разнообразие и сложни взаимодействия между живата и неживата природа, обусловени от обмена между морски и сладководни води и от промените в солеността под влияние на валежи, изпарение и приливно-отливни процеси“ (European Environment Agency, 2024). Атанасовското езеро, което е пример за дефинирания вид водни басейни, предоставя възможности за изучаване на адаптациите на организмите към висока соленост, на ролята на водата за функционирането на екосистемите и на влиянието на човешката дейност върху природната среда. То е пример за реална природна система, в която се съчетават стопанска дейност и опазване на биоразнообразието. Този факт го превръща в подходящ обект за обучение, тъй като позволява на учениците да осмислят връзката между човешката дейност и природната среда. Езерото представлява уникална хиперхалинна лагунна екосистема с изключително високо биологично разнообразие, което създава богати възможности за интегриране на природно-базирани решения в STEM обучението. В този смисъл Атанасовското езеро може да бъде определено като комплексен модел на интегрирани природно-базирани решения, при който възстановяването и поддържането на влажни зони, басейните за добиване на сол и естествени хидрологични процеси подпомагат едновременно опазването на биоразнообразието, регулирането на водния режим и адаптацията към климатичните промени.

В езерото са установени над 233 вида висши растения, сред които характерни видове като солянка (Salicornia europaea), морски пелин (Artemisia maritima), тръстика (Phragmites australis) и тънколистен папур (Typha angustifolia), които демонстрират адаптации към специфичните условия на средата. Особено значим пример за природно-базирано решение е възстановяването на морската рупия (Ruppia maritima) – единствения халофит в акваторията на езерото, който подобрява качеството на водата чрез участие в циклите на азота и фосфора и чрез улавяне на въглерод от атмосферата, като същевременно създава местообитания за ракообразни, мекотели, риби и водолюбиви птици. Атанасовското езеро е и едно от

най-значимите орнитологични места в България с над 314 установени вида птици, сред които къдроглав пеликан (Pelecanus crispus), малък корморан (Phalacrocorax pygmeus), саблеклюн (Recurvirostra avosetta) и гривеста рибарка (Sterna sandvicensis). Плитките солени басейни създават условия за развитие на микроорганизми и водорасли, които формират естествена хранителна база за птиците.

Комплексът от природно-базирани решения в езерото включва възстановяване и поддържане на диги, канали и водни връзки, екологично управление на движението на морска и сладка вода, възстановяване на местообитания и поддържане на солничната система като функционираща полуестествена екосистема. Чрез използване на естествените процеси на движение, филтрация и изпарение на водата се подпомага съхраняването на местообитанията и устойчивото функциониране на екосистемата. Поддържането на традиционния солодобив, регулирането на водното ниво и изграждането на гнездови острови и платформи са посочени в Плана за управление на Поддържан резерват „Атанасовско езеро“ като природно-базирани мерки, които подпомагат едновременно опазването на място–обитанията и устойчивото използване на територията (План за управление на Поддържан резерват „Атанасовско езеро“, 2021). По този начин комплексът от природно-базирани решения съчетава природозащитни, социални и икономически функции.

От образователна гледна точка Атанасовското езеро предоставя възможности за интегриране на научни знания за екосистемите и влажните зони, технологични и инженерни решения за управление на водите и дигите, както и математически дейности, свързани с измерване, анализ и интерпретация на екологични данни. В образователен контекст тези примери позволяват учениците да изследват връзките между биоразнообразието, човешката дейност и устойчивото управление на екосистемите чрез практически STEM дейности и моделиране на реални екологични процеси. По този начин комплексът от природно-базирани решения се превръща не само в обект на изучаване, но и в средство за формиране на умения за решаване на реални проблеми, критично мислене и развитие на компетентности за устойчиво развитие и GreenComp компетентности.

Цел и изследователски задачи

Настоящото изследване има за цел да разработи и анализира STEM модел за обучение, основан на природно-базирано решение, приложим в началния етап на образованието. В рамките на изследването се поставят задачи, свързани с конструирането на модел, описанието на неговите структурни компоненти, демонстрирането на възможности за интеграция на природно-базирани решения и анализ на неговата приложимост в университетската подготовка на бъдещи начални учители.

Изследването се основава на тезата, че включването на природно-базирани решения в STEM модел за обучение по теми, свързани с водната среда в соленоводни басейни, създава условия за интердисциплинарно, контекстуално и практически ориентирано обучение на учениците в началния етап.

Методологична рамка

Изследването е реализирано чрез описателно-аналитичен дизайн, който комбинира количествен анализ на продуктите на обучението и качествен анализ на рефлексивни отговори на студентите. Основният източник на емпирични данни са разработените от студентите STEM план-конспекти и презентации, създадени в рамките на академичната дисциплина „Методика на обучението по човека, природата и обществото“. В изследването са анализирани работите на 164 студенти от магистърска програма за подготовка на бъдещи начални учители, което осигурява достатъчна извадка за провеждане на описателно-аналитичен анализ и позволява формулиране на обосновани изводи.

Анализът на продуктите е осъществен чрез оценъчна рубрика, която включва критерии, свързани с научната коректност на съдържанието, степента на STEM интеграция, методическата обоснованост, интеграцията на природно-базираното решение и степента на активиране на учениците. Получените резултати са обработени чрез изчисляване на средни стойности, стандартно отклонение и процентно разпределение, което позволява да се идентифицират тенденции в представянето на студентите.

Допълнително, с цел задълбочаване на анализа, са използвани качествени данни, събрани чрез отворени въпроси, насочени към

разкриване на затрудненията при разработването на урока, възприемането на ролята на природно-базираните решения и възможностите за тяхното практическо приложение. Отговорите са анализирани чрез тематичен анализ, който позволява извеждането на основни категории и интерпретации.

Описание на STEM модела

Разработеният модел представлява интегрирана STEM образователна рамка, насочена към формиране на ключови компетентности чрез свързване на природни науки, технологии, инженерство и математика в контекста на реален пример от българската природозащитна практика, свързан с устойчивото управление и опазването на уникалната екосистема на Атанасовското езеро. Чрез анализ на реални казуси, свързани с поддържането на водния режим, солеността на басейните и изграждането на изкуствени острови и платформи за гнездене, учениците изследват как устойчивото управление подпомага опазването на едно от най-значимите места по миграционния път Via Pontica. Особено внимание се отделя на мерките за създаване и поддържане на подходящи местообитания за видове като къдроглавия пеликан (Pelecanus crispus), саблеклюна (Recurvirostra avosetta) и гривестата рибарка (Sterna sandvicensis), чието гнездене и миграция зависят от поддържането на плитки солени басейни, стабилни островни участъци и ограничаването на човешката намеса в местата за гнездене и почивка на птиците. Анализът на тези успешно реализирани природозащитни и инженерно-екологични мерки позволява на учениците да разберат как природно-базираните решения могат едновременно да подпомагат биоразнообразието, устойчивото управление на влажните зони и адаптацията на екосистемите към екологични промени.

Моделът е разработен за приложение в началния етап на основната образователна степен, като използва компетентностите и учебното съдържание по учебния предмет човекът и природата като научна и образователна основа за реализиране на интердисциплинарно обучение, ориентирано към изследване, анализ, моделиране и решаване на практически значими проблеми.

Концептуалната основа на модела се базира на разбирането, че науката е водещ структуриращ компонент на STEM обучението,

тъй като именно научното изследване създава условия за изграждане на компетентности за наблюдение, анализ, интерпретация и аргументирано вземане на решения. В този контекст природно-базираните решения не се използват единствено като тематично съдържание, а функционират като интеграционна среда.

Моделът е изграден върху използването на реален български екологичен контекст – екосистемата на Атанасовското езеро, разглеждана като комплекс от взаимосвързани природно-базирани решения. Изборът на този природен обект е обусловен от възможността в рамките на една реална екосистема да бъдат анализирани взаимовръзките между биоразнообразието, човешката дейност, устойчивото управление на природните ресурси и екологичното равновесие. В този смисъл опазването и поддържането му може да бъде разглеждано като значимо постижение на българската природозащитна и екологична практика.

Моделът е съобразен с компетентностния подход в обучението и създава условия за развитие на способности за наблюдение, анализ и интерпретация на обекти и процеси от живата природа. В процеса на работа учениците разпознават и групират животни според особеностите на тяхното устройство и средата им на живот, анализират видовото разнообразие и установяват връзки между организмите и условията на средата. Чрез изследване на реални примери от екосистемата на Атанасовското езеро се формират компетентности за анализиране на адаптациите на растенията и животните към специфичните условия на живот, както и за интерпретиране на хранителните взаимоотношения в естествени и изкуствени съобщества.

Съществен акцент в модела е поставен върху развитието на компетентности, свързани с разбиране на въздействието на човешката дейност върху природната среда и с търсене на устойчиви решения за опазване на екологичното равновесие. Чрез анализ на реални казуси, свързани с поддържането на водния режим, соленост на басейните и изграждането на изкуствени острови и платформи за гнездене, учениците изследват как устойчивото управление на Атанасовското езеро подпомага опазването на едно от най-значимите места по миграционния път Via Pontica. Анализът на тези успешно реализирани природозащитни и инженерно-екологични мерки позволява на обучаваните да разберат как природно-

базираните решения могат едновременно да подпомагат биоразнообразието, устойчивото управление на влажните зони и адаптацията на екосистемите към екологични промени. В този контекст Атанасовското езеро функционира като реална образователна среда, която позволява свързване на учебното съдържание с практически ориентирани дейности и с актуални екологични казуси.

Изследователският характер на модела се реализира чрез наблюдение на природни обекти и процеси, работа с изображения, карти и дигитални ресурси, провеждане на експерименти и анализ на взаимовръзки, което позволява да се формулират изводи, основани на доказателства. Събраната и обработена информация е подходящо да се представя чрез модели, таблици, схеми и графики. По този начин се развиват компетентности за работа с данни, за интерпретация на информация и за използване на математически инструменти при анализ на реални природни процеси.

Важен елемент на модела е интеграцията на инженерни и технологични дейности като проектиране и конструиране на модели, работа в екип, критично мислене и решаване на технологични проблеми. Използването на дигитални устройства и електронни ресурси подпомага формирането на дигитална компетентност чрез търсене, анализиране и представяне на информация, свързана с природната среда и биоразнообразието.

Иновативността на предложения модел се изразява в интегрирането на STEM обучението с комплекс от природно-базирани решения, чрез които обучаваните осмислят връзките между природните процеси, човешката дейност и устойчивото развитие. В традиционното обучение природата често се разглежда основно като обект на наблюдение и описание. В този модел природната среда функционира като активен механизъм за анализиране на казуси, свързани с устойчивото развитие, а природно-базираните решения се превръщат в средство за интеграция между отделните STEM компоненти. Фокусът е поставен на наблюдението, разбирането и моделирането на процесите, използвани за управление на водите, опазване на местообитанията и поддържане на екологичното равновесие. Именно тази трансформация на природата от „обект на изучаване“ в „източник на решения“ определя иновативния характер на модела и неговата приложимост.

Резултати

Количественият анализ на продуктите показва, че студентите демонстрират високо ниво на научна коректност и добра степен на разбиране на съдържанието. STEM интеграцията е реализирана успешно, като най-силно представени са научният и технологичният компонент. В същото време се наблюдават затруднения при включването на инженерни дейности, което се проявява като по-слабо развит компонент в разработените уроци.

Качественият анализ разкрива, че студентите възприемат природно-базираните решения като ефективен инструмент за свързване на учебното съдържание с реалната среда. В същото време те посочват като основно затруднение необходимостта от интегриране на различните STEM компоненти и постигане на баланс между теоретичното съдържание и практическите дейности.

Разпределение на резултатите по нива на представяне

За по-задълбочен анализ на резултатите е извършено групиране на студентските постижения в три нива – високо, средно и ниско. Данните са представени в Таблица 1.

Таблица 1. Процентно разпределение на студентите по нива на представяне (N = 164)

Критерий	Високо ниво	Средно ниво	Ниско ниво
Научна коректност	59	26	15
STEM интеграция	57	14	29
Методическа обоснованост	79	17	4
Интеграция на природно-базирани решения	65	26	9

Анализът на данните показва съществени различия между отделните критерии. Най-висок дял на студентите, достигнали високо ниво, се наблюдава при методическата обоснованост (79%), което свидетелства за добре формирани умения за структуриране и планиране на учебния процес. Сравнително високи стойности се регистрират и при интеграцията на природно-базирани решения (65%), което

показва, че студентите успешно осмислят концепцията за природно-базирани решения и я прилагат в контекста на обучението.

По-нисък дял на високи постижения се наблюдава при научната коректност (59%) и STEM интеграцията (57%), което предполага, че част от студентите изпитват затруднения както при прецизното представяне на научното съдържание, така и при осъществяването на пълноценна интердисциплинарна връзка между отделните компоненти на STEM.

Особено показателен е относително високият процент на ниско ниво при STEM интеграцията (29%), което я очертава като най-проблемна област в разработените уроци. Това потвърждава, че интегрирането на научни, технологични, инженерни и математически елементи в единна дидактическа структура представлява съществено предизвикателство за бъдещите учители.

При научната коректност делът на студентите с ниски резултати (15%) също не е пренебрежим, което насочва към необходимост от допълнително задълбочаване на предметната подготовка и работа с научно съдържание.

Съпоставка с компонентите на STEM

Получените резултати кореспондират с анализа на отделните STEM компоненти, представен в Таблица 2.

Таблица 2. STEM компоненти – съпоставителен анализ

STEM компонент	Средна стойност (M)	Стандартно отклонение (SD)
Наука	4.61	0.44
Технологии	4.29	0.57
Инженерство	3.72	0.81
Математика	4.05	0.63

Данните показват ясно изразен дисбаланс между отделните компоненти на STEM. Най-високи резултати се наблюдават в научния компонент, което е в съответствие с относително добрите показатели по научна коректност. Технологичният и математическият компонент също са добре представени, което показва, че студентите успешно използват визуализации, модели и елементарни количествени зависимости.

В същото време най-ниска средна стойност се отчита при инженерния компонент (M = 3.72), съчетана с най-високо стандартно отклонение (SD = 0.81), което показва както по-ниско общо ниво, така и значителна вариативност в представянето. Това означава, че част от студентите изобщо не успяват да включат инженерни елементи, докато други ги интегрират частично.

Тази констатация пряко обяснява високия процент на ниско ниво при STEM интеграцията и потвърждава, че инженерното мислене остава най-слабо развитият компонент в подготовката на бъдещите начални учители.

Обобщение на резултатите и дискусия

В обобщение може да се заключи, че студентите демонстрират достатъчни методически умения и добро разбиране на концепцията за природно-базирани решения, но срещат затруднения при реализиране на пълна STEM интеграция, най-вече по отношение на инженерния компонент. Получените резултати показват добра подготовка в областта на научното съдържание и използването на изследователски подходи, докато инженерното проектиране и моделиране остават по-слабо застъпени в разработените STEM дейности. Тези резултати съответстват на установени тенденции в изследванията върху STEM обучението (English, 2016) и очертават необходимост от по-целенасочена подготовка на бъдещите учители за интегриране на инженерни практики в обучението.

Природно-базираните решения се утвърждават като ефективен инструмент за контекстуализиране на учебното съдържание, като подпомагат осмислянето на връзките между природните процеси и човешката дейност. Те създават условия за развитие на екологично съзнание и за повишаване на мотивацията за учене. В педагогически план моделът подпомага развитието на умения за проектиране на уроци, интердисциплинарно мислене и прилагане на изследователски подход, което го прави подходящ инструмент в подготовката на бъдещи начални учители.

Заключение

Разработеният STEM модел показва висока степен на приложимост в началното образование и демонстрира потенциал за ин-

тегриране на природно-базирани решения в обучението. Резултатите от изследването показват, че моделът подпомага развитието на интердисциплинарни умения и създава условия за осмисляне на учебното съдържание в реален контекст.

В същото време се установява необходимост от допълнително развитие на инженерния компонент в подготовката на бъдещите учители, което следва да бъде обект на бъдещи изследвания и методически разработки.

Настоящото изследване допринася за развитието на методиката на обучението по природни науки, като предлага модел за интегриране на природно-базирани решения в рамките на STEM обучението. То предоставя емпирични данни от реална образователна практика, демонстрира възможностите за развитие на интердисциплинарно обучение в подготовката на бъдещи начални учители и потвърждава ефективността на природно-базираните решения като образователен контекст за формиране на устойчиво мислене.

Литература

1. План за управление на Поддържан резерват „Атанасовско езеро“ 2021 – 2030. (2021). Министерство на околната среда и водите. (Plan za upravlenie na Poddarzhan rezervat „Atanasovsko ezero“ 2021 – 2030 [Management Plan of Atanasovsko Lake Maintained Reserve 2021 – 2030]. (2021). Ministerstvo na okolnata sreda i vodite.) https://biodiversity.bg/files/modules/243/eCAM-bw-bg-mplan-atanasovsko-670.pdf
2. Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA Press. eISBN 978-1-938946-92-9
3. English, L. D. (2016). STEM education K–12: Perspectives on integration. *International Journal of STEM Education, 3*(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1
4. European Commission. (2021). *Evaluating the impact of nature-based solutions: Appendix of methods*. Publications Office of the European Union. https://doi.org/10.2777/11361
5. European Environment Agency. (2024). *Coastal lagoons*. EUNIS Habitat Classification. https://eunis.eea.europa.eu/habitats/10007

6. IUCN. (2020). *Global standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS* (1st ed.). International Union for Conservation of Nature. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en
7. National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies Press. ISBN 978-0-309-21441-4