



РЕЦЕНЗИЯ

върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “доктор” по: област на висше образование 6.1. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление Растениевъдство, научна специалност “Фуражно производство, Ливадарство”

Автор на дисертационния труд: Ивелин Димитров Марков – редовен докторант към катедра „Растениевъдство” при Аграрен университет, гр. Пловдив

Тема на дисертационния труд: “Проучване влиянието на различни практики за устойчиво управление на тревната система върху секвенирането на С в почвата при интензивно поддържане на пътинг грийнове на пясъчна основа и върху годишния въглероден бюджет”

Рецензент: доц. д-р Емил Стойчев Василев, Институт по царевицата – Кнежа, област на висше образование 6.1. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление Растениевъдство, научна специалност “Фуражно производство, Ливадарство” и “Селекция и семепроизводство на културните растения”, определен за член на научното жури със заповед № РД-16-209/02.02.2026 год. от Ректора на АУ.

1. Кратко представяне на кандидата.

Ивелин Димитров Марков е роден на 25.03.1982 г. в гр. Варна. Висшето си образование завършва в Технически университет – Варна: 2001-2005 г. – образователно-квалификационна степен “Бакалавър” инженер “Автоматизация, информационни и управляващи компютърни системи”; 2014-2016 г. – образователно-квалификационна степен “Магистър” инженер “Автоматизация – програмиране на ПЛС на Siemens”. През периода 2006-2008 г. придобива квалификация Golf Course Design and Construction в University of Guelph, Canada; 2009-2018 г. работи като продуктов мениджър – поливно земеделие, голф техника в Мегатрон ЕАД – София; 2018-2023 г. е мениджър екип в Блексирама АД – Балчик; 2019 – Elements of AI, Artificial intelligence, Machine Learning, University of Helsinki; 2019-2021 г. и 2021-2023 г. придобива HNC (Higher National Certificate) за квалификация Golf Course Management в SRUC – Scotland’s Rural College; 2020-2021 г. online certification Digital Marketing; online certification Data Science; 2023-2025 г. Internship for PhD studies Tianjin Agricultural University; 2022 г. - Аграрен университет – Пловдив, където е зачислен в докторантура редовно обучение към катедра “Растениевъдство”, област на висше образование 6.1. Аграрни науки и ветеринарна медицина, професионално направление Растениевъдство, научна специалност “Фуражно производство, Ливадарство”, за срок от три години. За научен ръководител е определен доц. д-р Атанас Севов. В началото на 2026 г. е отчислен с право на защита, считано от 28.01. (заповед № РД-26-22/02.02.2026 год. от Ректора на АУ). Ивелин Марков владее отлично писмено и говоримо английски език, има богат опит като мениджър екип, както и ценни социални умения – резултат от многобройни служебни пътувания и обучения в чужбина.

2. Актуалност на проблема.

Разгледаната в дисертационния труд проблематика е с изключително висока научна и практическа стойност и в съответствие с предизвикателствата на устойчивото управление на тревните съобщества в условията на променящ се климат.

В проучването се засяга нов, съществен и значим проблем за интензивното поддържане и използване на голф кръговете върху пясъчна основа. Именно в тези зони на голф игрищата – голф кръговете е изключително необходимо съставянето на система от операции, осигуряващи оптимални условия за растежа и развитие на многогодишните тревни видове в съответствие с високите технически изисквания. Пясъчната основа на голф кръга е изискване, с което се осигурява гладка повърхност с равномерна плътност, и се постигат някои основни характеристики, необходими за движението на топката. При тази пясъчна среда многогодишните тревни видове при висока плътност (брой растения на единица площ) и изключително честото и много ниско покосяване, е другият основен жив елемент на голф кръга. Тези два основни елемента – пясъчната основа и многогодишните тревни видове при съответно поддържане, осигуряват техническите изисквания към повърхността на голф кръга. Съставянето на система за устойчивото управление на многогодишната тревна покривка, с фокус върху свързването на въглерода в пясъчната основа на голф кръга и годишния му обмен е важен екологичен въпрос и настоящото проучване предлага решение.

Проучването в дисертационния труд разглежда важни за практиката въпроси, касаещи ефективното използване на водата и минералните торове в условията на сезонни и климатични промени за изготвяне на усъвършенстван режим на поддържане в съответствие с Природата – въглеродния обмен.

Особено актуален е съчетаващият подход, който включва класически агрономически измервания с дистанционни изследвания за установяване настъпването на прагови стойности на ключови показатели (Байесови мрежи) при взимането на конкретни поддържащи решения. Това съответства на съвременните тенденции за въвеждане на цифрови технологии и изкуственото познание за прецизно управление на тревните площи.

Темата е значима и от гледна точка на устойчивото управление на органичното вещество и въглерода в пясъчните профили на голф кръга, който се характеризира с ограничена възможност за задържане на вода и хранителни елементи.

Разработената система за управление на влагата и азота на основата на прагови нива предлага възможност за ефективното им използване чрез намаляване на загубите и повишаване на екологичната устойчивост на интензивно поддържаните тревни системи.

В този смисъл дисертационният труд отговаря на съвременните научни и практически направления в областта на управлението на тревни площи за устойчивото им поддържане, като резултатите имат потенциал за приложение не само за условията на България, но и в международно измерение.

3. Цел, задачи, хипотези и методи на изследване.

Цели се включването на опитни данни, установени чрез дистанционни методи за създаване на системни решения при постоянно променящи се условия на средата, състояние на многогодишния тревостой над и под повърхността, водния и хранителния режим, както и на въглеродния баланс за управление на техническото състояние на голф кръга.

За постигане на тази цел в дисертацията са формулирани следните основни задачи:

- анализ на влиянието на различни режими на напояване и азотно торене върху растежа и развитието на многогодишната тревна покривка на пясъчна основа в **голф кръга**;
- оценка на динамиката на кореновата система и връзката ѝ с водния и хранителния режим;
- изследване на промените във въглеродните запаси и възможността за въглеродно усвояване в пясъчния профил на **голф кръга**;
- прилагане на дистанционни методи (вегетационни индекси, сензорни данни) за наблюдение на физиологичното състояние на тревните видове:

- Прилагане на методи, включващи данни от спектрални измервания за установяване гъстотата, жизнеността, и фотосинтетичната активност на тревната покривка

- Прогнозиране и вземане на решения за оптимизирано поддържане на многогодишната тревна покривка в голф кръга чрез прилагане на Изкуственото познание на основата на изчисления за вероятността на настъпване на съответни промени в елементите на средата.

– оценка на устойчивостта на системата за поддържане при различни управленски сценарии.

Дисертационният труд е представен в пет взаимосвързани части, които разглеждат системното устойчиво управление на интензивно поддържани голф кръгове с пясъчен профил на основата на входни данни за взаимосвързана SMART система при вземането на решения (Решения за Системно Поддържане - DSS).

Част 1: Оптимизиране на азотното торене. Потребността от азот се определя чрез растежната способност (GP) на многогодишния тревен вид в зависимост от температурните условия, предполагаемия вегетационен индекс (VI), и променливите стрес-условия на средата, с цел планиране от дневен до седмичен времеви диапазон за торене в съответствие с Решенията за Системно Поддържане - DSS.

Част 2: Оптимизиране на напояването. Напояване по установен график се сравнява с режими на основата на изпарението (ET), в зависимост от равномерността на водата в повърхностния слой на голф кръга (DU), водния обем на задържане (VWC) на тревния чим и ефективността на водопотребление (WUE). Резултатите определят прагове със съответни стойности при планирането за напояване и е в съответствие с Решенията за Системно Поддържане (DSS).

Част 3: Развитие на кореновата система. Този модел се определя количествено и е свързан с условията на средата в зависимост от управлението за Системно Поддържане, включващ и крайни варианти за напояване. Целта е да се установят стойности, които могат да определят прогнозни състояния на растежа на корените и да актуализират решенията за торене и напояване.

Част 4: Вегетационен индекс (VI) и изследвания от разстояние. Вегетационните индикси се определят в зависимост нивата на торене, напояване, развитието на кореновата система, установени на място (in-situ), както и честотата на покосяване и височината на тревостоя. Специално е разработен цифрово-зрителен модел (UNet) за определяне състоянието на елементите от голф кръга и предоставянето на тази информация при вземането на прецизни решения към системата за поддържане.

Част 5: Изкуственото познание на основата на Байесова система при определяне решенията за системно поддържане (BN-DSS). Частите от 1 до 4 се включват в модулна Байесова мрежа подпомагаща Решенията за Системно Поддържане (DSS). Определяне на вероятността за настъпване на минимална стойност на конкретен показател и с помощта на Изкуственото познание се прогнозира бъдещо настъпване на дадено състояние на тревния чим в голф кръга AI (SHAP). Така се препоръчват конкретни операции за прилагане с цел желано поддържане на тревостоя и съхраняване на ресурсите и улавяне на въглерода в повърхностния слой.

Методологичният работен процес е схематично представен на фигура, която обслужва основната цел улавяне на въглерода и годишния му обмен в повърхностния пясъчно-тревен слой на голф кръга при интензивно поддържане с четири второстепенни цели:

- Оптимизиране на N торене
- Оптимизиране нормата на напояване
- Проследяване развитието на кореновата система на многогодишния тревостой
- Дистанционни изследвания на вегетационния индекс на тревостоя (VIs)

- Определяне на решения за системно поддържане на тревостоя при оптимизиране на азотното торене и напоителната норма и улавяне на въглерода в повърхностния слой на голф кръга.

Проучването е извършено на два обекта със съответни климатични условия, като единият е в Европа – България, а другият е в Азия – Китай с относително близка географска ширина. Приложеният метод на изследване е наблюдателен върху тези два конкретни обекта вместо полски опити, пресъздаващи условията на голф игрище. И в двата обекта е използван многогодишният тревен вид издънкова полевица (*Agrostis stolonifera* L.) но със съответен режим на поддържане на повърхностния слой (тревостой и пясъчна основа) и прилагане на операции на основата на достигане на ограниченията (лимита) на факторите (торене, овлажняване и състояние на тревостоя). Голф кръговете са подбрани така, че да има различия в характеристиките на повърхностния слой със съответен релеф и история на поддържане. Чрез прилагането на този метод на проучване на обекти с установени различия, от получените резултати се дава възможност за изготвяне на универсално управление при поддържане на повърхностния слой на голф игрище на основата на Байсова система и Изкуственото познание.

В проучването са проследени три групи показатели:

Метеорологични и Транспирационни

Съдържание на азот, фосфор и калий в коренообитаемия пясъчен слой

Тревостой

Посочените в изследването показатели са методично правилно проследени с множество съвременни уреди и методи, и напълно отговарят на поставената цел и задачи. Получените данни от двата обекта са оригинални и са използвани за съответни режими на поддържане през вегетацията на тревната повърхност през сезоните с различни метеорологични условия и стрес периоди.

4. Онагледеност и представяне на получените резултати.

Получените в дисертационния труд резултати са представени ясно, систематично и в логична последователност. Това улеснява тяхното проследяване, възприемане като данни и оценка. Авторът използва подходяща комбинация от таблици, графики и фигури, чрез които се осигурява добра онагледеност на получените от изследването данни. Този подход създава условия за обективно възприемане на установените взаимовръзки и зависимости.

Табличният материал от 43 броя е добре подреден, като в повечето случаи съдържа основните статистически показатели, необходими за оценка на достоверността на резултатите. Таблиците позволяват сравняване между отделните варианти на управление (режими на напояване, норми на торене, различни управленски решения) между различни времеви периоди и опитни условия. Това допринася за ясно очертаване на ефекта на проучваните фактори върху развитието на многогодишната тревна повърхност, кореновата система и въглеродния баланс в повърхностния пясъчен слой.

Графичното представяне на резултатите в 94 броя е целенасочено подбрано и допринася за по-добро онагледяване на резултатите. С него лесно се възприемат измененията на основните показатели, включително за растежа на многогодишните тревни видове, водното и азотното наличие в повърхностния слой на голф кръга при съответните режими, както и измененията във въглеродното съдържание. Фигурите подпомагат разкриването на тенденции и закономерности, които трудно биха се възприели само чрез таблични данни, и по този начин засилват обосновката на направените изводи.

Положително впечатление прави използването за онагледяване, касаещо дистанционните методи и моделирането, които показват приложимостта на съвременни подходи за наблюдение и анализ. Представянето на резултатите на основата на изчисления за вероятността на настъпване на съответни промени в елементите на средата и чрез прилагането на Изкуственото познание позволява предвидимост на проследяваните показатели.

В тази точка искам да отправя и забележка към докторанта. В таблици 4 и 9, както и при фигурите 19 и 20 използваните съкращения не са обозначени. Дисертационния труд трябва да бъде разбираем от читателя без необходимостта от използване на други приложения, които не са включени в съдържанието.

5. Обсъждане на резултатите и използвана литература.

В дисертационния труд са включени редица (много) показатели, които изцяло обслужват набелязаните задачи в проучването. Получените резултати съвсем целенасочено и ефективно са приложени при установяване на моментното състояние на тревостоя и повърхностния пясъчен слой. Чрез определяне на праговите стойности на отделните показатели, включени в Байесовата мрежа с прилагане на Изкуственото познание се постигат прогнозни състояния, което веднага актуализира Решенията за Системно Поддържане на терена. Отбелязвам, че тази актуализация е в зависимост от постоянно променящите се параметри следствие на метеорологичните условия от много ранна пролет до средата на есента и въздейства на други елементи на голф терена, като тревостой и повърхностен пясъчен слой. Този подход е приложен към всяка включена част на дисертацията, а именно за оптимизиране на азотното торене, напояването, растежа и развитието на тревостоя и изготвянето на Решенията за Системно Поддържане.

Резултатите на отделните показатели са обсъдени задълбочено и в тясна връзка със съвременните научни постижения в областта на устойчивото управление и използване на водните и хранителни ресурси при многогодишните тревни съобщества, както и за въглеродно поглъщане в повърхностния слой. Авторът умело съпоставя собствените опитни данни с публикувани вече резултати от други изследователи извън България, което позволява коректна интерпретация на установените зависимости и поставя резултатите в по-широк научен контекст.

Обсъждането е структурирано логично, като за всеки основен резултат интерпретация се търсят причинно-следствени връзки и се прави критичен анализ на възможните механизми, обуславящи наблюдаваните ефекти. Особено внимание е отделено на връзката между режимите на напояване и азотното торене, развитието на кореновата система и динамиката на въглеродните запаси, като резултатите са разгледани както от физиологична, така и от екологична гледна точка. Това допринася за по-задълбочено разбиране на функционирането на тревостоя на пясъчна основа и ролята на управленските практики за тяхната устойчивост.

Положителна черта на автора е посочването на малкия брой обекти на изследването и многообразните експериментални условия, което показва критично отношение към получените резултати, като осъзнава сложността на изследваните процеси, тяхното взаимодействие и влиянието им върху състоянието на голф терена. Тази проява говори за правдив изследователски начин на работа и обективност на направените изводи.

Използваната литература е съвременна и много обемна. Подбрани са източници, свързани с темата на проучване и са включени значителен брой рецензирани научни публикации, международни източници и авторитетни монографии. Посочените източници отразяват съвременното състояние на проблема и представляват сериозна теоретична и методологична основа на дисертационния труд. Основният брой цитирани източници са отразени в литературния обзор, което показва много добрата осведоменост на автора, както за установеното по проблема, така и за новите насоки в тази област.

Имайки предвид естеството на научния проблем и конкретните два обекта на проучването, авторът посочва не малко литературни източници при обсъждането на резултатите. Така отразеният труд в дисертацията е обоснован, а направените изводи са с високата научна стойност.

6. Приноси на дисертационния труд.

Научни приноси

- Установена е ефективна оперативна система за интензивно поддържане на тревостой на пясъчна основа в зоната на голф кръговете, регулиращ (ограничаваш) въглеродния обмен. Елементи на системата са азотното торене, поддържаната влага, стрес проявите и състоянието на тревостоя над и под повърхността.

- Проследява се пътят на въглерода при тревостой на пясъчна основа, като придобиване от окосена зелена биомаса и от развитието на кореновата система, и на отделяне на въглеродни емисии, следствие на разграждането на отпадналата нежизнена тревна маса на самата повърхност и минерализацията на част от корените във влажна среда под повърхността.

- Оперативната система за интензивно поддържане на тревостоя е следствие на дистанционни проследявания на редица показатели за установяване на предпрагови нива и се прогнозира бъдещо настъпване на дадено състояние на тревния чим чрез Байесови мрежови решения и Изкуственото познание, и се предприемат конкретни операции за оптимизиране на азотното торене, напоителната норма в пясъчния субстрат и височина на тревостоя.

- Пространственото разнообразие на влажността и наличие на азот в пясъчния субстрат се определя чрез действителните данни за стрес отчитащи сезонните прояви на микрорелефа и повърхността. Това осигурява научно аргументирано разпределение и диагностиране на отчитаните показатели за постигане на оптимално овлажняване без преразход на торове и вода.

- Развитие на кореновата система в тревостоя е показател за приложената интензивна система за поддържане през отделните сезони. Съществени различия се установяват при контрастни режими и метеорологични условия, като торенето и особено напояването влияят съществено на кореновата маса.

- Високоточен U-Net модул за значимо разпределение като стандартизира тревостоя (turf-only) върху конкретната площ (AOIs) и отстранява странични влияния извън зоната на вегетационните индекси (VI), което позволява последователен многогодишен мониторинг върху хетерогенни изображения от голф игрища. Многосезонната клъстеризация обобщава обширни VI архиви до повторяеми режими на тревната повърхност, а анализът на сходство определя устойчиви действени вегетационните индекси (VI) в групи (структурни NIR-базирани, цветово-стресови почвено-коригирани, red-edge и нелинейни/наситени). Това представлява принципна стратегия за поддържането на тревостоя в желаното състояние чрез повърхностни обекти.

- С проучванията в дисертацията се установява приложим модел, при който предишни събрани данни на основата на Байесова Мрежа (BN) в предходни таблици за условията (CPT) се обновяват с актуалните за обекта и се изгражда система на приложение. Байесова Мрежа се активира върху независими данни от голф кръга чрез отчетени показатели, отчитащи дисбаланса между стойностите, а калибрационните диагностични подходи квантифицират вероятностната надеждност. Системата позволява крайни сценарии и прави решенията недвусмислени при неопределеност, като осигурява съчетание на азотното осигуряване с необходимата влажност на тревостоя в неговата цялост – над и под повърхността.

Научно-приложни приноси

Разработена е практическа система за взимане на управленските решения за интензивно поддържане на голф тревни площи на пясъчна основа, която съчетава данни от сензори, дистанционни методи и полски наблюдения и предоставя научно обосновани препоръки за азотно торене, напояване и покосяване с оглед оптимизиране на въглеродния баланс.

Предлагат се конкретни варианти за управление за торене и напояване, които намаляват разходите на вода и минерални торове без компромис с качеството на тревната покривка, като същевременно се ограничава риска от загуби на азот и се подобрява ефективността на използване на ресурсите.

Въведени са дистанционни индикатори (вегетационни индекси и прокси-показатели) като практически инструмент за ранна диагностика на стрес, хранителен недостиг и промени във физиологичното състояние на тревната покривка, което позволява навременни и точни коригиращи действия.

Разработени са практически приложими стойностни нива за управление на влагата в голф профила (VWC), които могат да се използват като отправна точка за прилагане на напояване при недостиг с цел повишаване устойчивото дълготрайно въглеродно свързване.

Създадена е методология за интегриране на научни знания и теренни данни в приложим модел, който може да бъде прилаган към различни обекти, климатични условия и типове тревни системи.

Дисертационният труд предоставя научно обоснована рамка за устойчиво управление на голф игрища, която може да бъде използвана от изпълнители, консултанти и проектантите за намаляване на въглеродните емисии, екологичния отпечатък и подобряване на общественото възприемане към голф индустрията.

6. Критични бележки и въпроси.

Бележки:

Обектът на проучването е голф кръга на пясъчна основа. Основен, при това жив елемент е тревният вид *Agrostis Stolonifera* L. Всички фактори и показатели в проучването са свързани с този тревен вид, за постигане на поставената основна цел и задачи, обслужващи целта. В дисертацията липсва описание на този вид и неговите биологични особености. Обосновка защо е масово използван за голф кръга на пясъчна основа. Каква е дълготрайността му на едно място при съответно поддържане. Какво е органообразуването му през четирите сезона и кои фактори от проследените влияят най-съществено.

Една от забележките, които отправям към кандидата е за неправилното използване на израза „почва“, както като самостоятелно приложение, така и в съставни значения. Същността на думата „почва“ като обект в това проучване не съществува. Създаденият изкуствен повърхностен слой (съставен най-вече от пясък, тревна покривка и нещо друго в нищожни обеми) за целите на спортно-техническото съоръжение не е почва.

В автореферата съчетанието на Български език с множество ненужно използвани чуждици заедно с още повече думи на латиница правят текста трудно разбираем. Вярно е, че много от изразите в тази тревно-техническо спортно съоръжение и приложени показатели, методи и системи на проследяване, не са на Български, но тук би могъл докторантът да ги въведе на разбираем Български език според негово тълкуване и в следствие в скоби да се посочи на латиница. Това би било един допълнителен и много съществен принос на автора за възприемане на проблематиката.

Въпроси:

Плътноста и равномерността на тревостоя в съответствие с изискванията на голф кръга са следствие засяването на многогодишния житен вид преди 16 и 20 години и приложената система за поддържане, съответно за голф игрището А и Б. Прилагано ли е допълнително подсяване със семена през годините след сеитбата?

Установените промени в дължината (или дълбочина) на кореновата система през сезоните 2023 и 2024 г. на какво се дължат? Броят на дните без стрес през 2019 и 2024 г., касаещи повърхностната влага са повече спрямо останалите, и най-вече спрямо 2023. Това ли е единствената причина за по-късите корени, установени в тревостоя през 2019 и 2024 г.? Означава ли това, че кореновата система на многогодишния житен вид достигнала по-долни слоеве от повърхностния хоризонт през вегетация с повече дни на воден стрес през следващата година в условия на по-малко стрес дни, корените се скъсяват и заемат по-плитки слоеве?

8. Публикувани статии и цитирания.

Докторантът е публикувал 3 научни статии във връзка с дисертацията. Една от статиите е в съавторство с научния ръководител. Тя е публикувана в International Conference on Energy Efficiency and Agricultural Engineering (EE&AE) - научно издание, реферирано и индексирано в световноизвестни бази данни с научна информация (Scopus). Две статии са самостоятелни. Публикационната дейност напълно отговаря на минималните наукометрични показатели за придобиване на образователната и научна степен “доктор”.

Представеният автореферат отразява обективно структурата и съдържанието на дисертационния труд. Достатъчен е по обем, както и добре онагледен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Въз основа на научените и приложените, от докторанта, различни методи на изследване, правилно изведените експерименти, направените обобщения и изводи считам, че представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на ЗРАСРБ и Правилника на Аграрния университет за неговото приложение, което ми дава основание да го оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Предлагам на уважаемото Научно жури също да гласува положително и да присъди на Ивелин Димитров Марков – редовен докторант към катедра „Растениевъдство” при Аграрен университет, гр. Пловдив, образователната и научна степен **“доктор”** по научната специалност “Фуражно производство, Ливадарство”.

Подписите в този документ са заличени

в връзка с чл.4, т.1 от Регламент (ЕС) 2016/679

(Общ Регламент относно защитата на данни).

Дата: 05.03.2026 г.
гр. Пловдив