

СТАНОВИЩЕ



върху дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен “доктор” по: област на висше образование 6.«Аграрни науки и ветеринарна медицина», професионално направление 6.1. „Растениевъдство“, научната специалност „Фуражно производство и ливадарство“

Автор на дисертационния труд: *Ивелин Димитров Марков*, редовен докторант към катедра „Растениевъдство“ при Аграрен университет, гр. Пловдив, с научен ръководител: Доц. д-р Атанас Севов

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

Рецензент: *проф. д-р Анелия Илиева Кътова*, Институт по фуражните култури – Плевен към ССА; област на висше образование «Аграрни науки и ветеринарна медицина», професионално направление 6.1. „Растениевъдство“, научната специалност „Селекция и семепроизводство на културните растения“, определена за член на научното жури със заповед № РД-16-209/02.02.2026 год. от Ректора на АУ.

1. Актуалност на проблема.

Създаден преди повече от 5 века върху обширните зелени земи на Шотландия, голфът заема едно от челните места на най-популярните спортове. С повече от 70 милиона любители в света, 26 милиона в САЩ и повече от 15 милиона в Европа, голфът се превърна в изключително печеливша индустрия. Преди две десетилетия голфът намери своето най-добро място на Българското Черноморие и през 2008 г. се открива "Блексирама Голф", първото шампионатно голф игрище в България, проектирано от известния голфър Гари Плеър, а вече има над 10 професионални игрища у нас. Изграждането на голф игрища изисква значителни ресурси, а устойчивото им управление и прилагането на екологични практики са от съществено значение за минимизиране на въздействието върху околната среда. Зелените площи могат да помогнат в борбата за намаляването на въглеродния диоксид, облекчават топлинния ефект, като намаляват консумацията на енергия и глобалното затопляне. Голф игрищата са част от зелената инфраструктура и са екосистеми, които включват тревна покривка (чим), почва, вода и околна флора и фауна. Пътинг грийновете са специално поддържани зони с много ниска трева, с изискване за изключителна прецизност, гладка повърхност и редовна поддръжка. Нарастващата загриженост относно климатичните промени, недостига на вода и оттока на хранителни вещества налага прилагането на прецизно управление на чима. Интегрирането на сензори в реално време за почва и метеорологични условия, вегетативни индекси от безпилотни летателни апарати (БЛА) или сателитни изображения и AI-базирани аналитични подходи създава възможност за повишаване на ефективността на напояването и торенето, намаляване на загубите на хранителни вещества и по-ранно и по-прецизно пространствено откриване на стрес в тревния чим, в сравнение единствено с визуалното наблюдение. Всичко това в съвкупност е обект на изследване на дисертационния труд и подчертава неговата актуалност като се прилагат най-съвременни прогнозни модели и системи за вземане на решения, с иновационен акцент.

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

Целта е да се проучи как различните практики за устойчиво управление на тревните площи влияят върху улавянето на въглерод в почвата върху интензивно

поддържани грийнове на пясъчна основа и как тези практики влияят на годишния въглероден бюджет. Дисертационният труд е организиран в пет взаимосвързани части: 1: Оптимизиране на азотното торене; 2: Оптимизиране на напояването; 3: Развитие на кореновата система; 4: Вегетационни индекси и дистанционни изследвания и 5: Изкуствен интелект (AI)-базирана Байесова система за подпомагане на вземането на решения (BN-DSS). Методологичният работен процес е обобщен схематично на фигура 3, която свързва основната цел с четири второстепенни цели. Изследването прилага наблюдателен дизайн, вместо контролируем, репликиран полски експеримент. Всяка локация представлява различен агроекологичен и управленски контекст, който отразява реалните ограничения при вземане на решения в поддръжката на две различни географски отдалечени голф игрища в България и Китай. Метеорологичните и евапотранспирационни (ET) данни са от автоматизирани метеорологични станции на всеки обект, регистрират се на 15-мин интервали, и генерират почасови и дневни обобщения. Тези данни подпомагат: растежен потенциал (GP), изчислен от температурата на въздуха за метаболитната активност на тревни видове на умерения климат, в случая издънкова полевица (*Agrostis stolonifera* L.), и моделиране на потребността от N; ET₀, и K_s стойности. Подробно са описани и приложени множество методи за изследване, прогнозиране и анализ в проучването за устойчивото управление на интензивно поддържани пясъчно-базирани пътинг грийнове и предоставят входни данни за интегрирана SMART система за подпомагане на вземането на решения (DSS).

3. Онагледеност и представяне на получените резултати.

Дисертацията съдържа 10 части: Увод - 8 стр., Литературен преглед - 55 стр., Цели и задачи – 3 стр., Материал и методи – 42 стр., Резултати и Обсъждане – 89 стр., Изводи -2 стр., Приноси – 4 стр., Бъдещи насоки – 5 стр., Литература – 25 стр. Изследванията са проведени през периода 2019 – 2025 година на две голф игрища в България и Китай. Дисертацията е на английски език, с обем 243 страници и съдържа 43 таблици и 94 фигури.

4. Обсъждане на резултатите и използвана литература.

Цитираната литература включва 456 източника на латиница, 66 % от които са след 2010 г., в т.ч. 35 % - от последните 5 години, най-съвременни. Докторантът показва високо ниво на теоретични знания, умело интерпретира собствените резултати, в сравнение със световната научна литература. Научната и практическата цел да се дефинират поддържащи режими, които запазват елитно качество на тревния чим, като едновременно подобряват нетния почвен въглероден баланс и намаляват ненужното използване на ресурси е постигната на базата на концепцията за устойчиво развитие като „Развитие, което отговаря на нуждите на настоящето, без да компрометира способността на бъдещите поколения да задоволяват собствените си нужди“. По същество това означава да се използват най-добре ограничените ресурси (вода, земя, природни ресурси), за да се сведе до минимум изчерпването им, както и да се вземат предвид дългосрочните последици от използването им (какво може да бъде дългосрочното им въздействие). Работата се позиционира едновременно като научна рамка и като оперативен път към поресурсоефективно, въглеродно-осъзнато управление на пясъчно-базирани пътинг грийнове. Дисертацията интегрира четири управленски технологични звена: азотно торене, стратегия за напояване, развитие на кореновата система и състояние на тревната повърхност, в общо разбиране за почвеното отлагане на въглерод при интензивно управлявани пясъчно-базирани пътинг грийнове. В рамките на проведените експерименти, моделиране и анализ чрез дистанционно наблюдение, резултатите водят до 8 логични изводи, които приемам напълно.

5. Приноси на дисертационния труд.

Формулирани са 6 научни, 6 научно – приложни и 1 практически принос:

Научни приноси

1. Създадена е въглеродно-осъзната рамка за „тесен оперативен диапазон“ при пясъчно-базирани пътинг грийнове. Свързват се 4 контролируеми технологични звена (N, напояване, корени, състояние на тревната повърхност) с 2 въглеродни пътя: *въглеродно улавяне*, определяно от продукцията на окосен обем и оборота на корените, и *въглеродни загуби*, определяни от влагово-обусловена минерализация, разграждане на thatch и стрес ограничения.

2. Установена е времева динамика на напояване с приложими прагове за обем на водния капацитет (VWC) и ETc. Анализът на напояването определя влаговото поведение на пясъчните профили като тесен работен диапазон, с горно плато, обусловено от дренажа, и повишена нестабилност при изчерпване.

3. Установена е пространствена хетерогенност на напояването като диагностичен слой в рамките на грийна, която определя реалната експозиция на стрес, площните дялове по влагови класове и клъстеризацията на времеви редове разкриват устойчиви сухи и влажни зони и тяхната сезонна стабилност.

4. Създаден е модул за кореновата система за установяване на сезонни траектории на вкореняване и устойчиви йерархии на третиранията при контрастни режими на напояване. Дефицитно-ориентираното напояване поддържа по-дълбоки и по-персистиращи корени в периоди на топлинни вълни.

5. Създаден е защитим работен поток за дистанционни изследвания с turf-only AOs и интерпретируема компресия на VI чрез високо точен U-Net модул за семантична сегментация стандартизира turf-only AOs и елиминира замърсяване извън зоната на интерес от VI времевите редове, позволява последователен многогодишен мониторинг върху хетерогенни изображения от голф игрища. Многосезонната клъстеризация компресира обширни VI архиви до повторяеми режими на тревната повърхност, а анализът на сходство дефинира устойчиви функционални VI семейства (структурни NIR-базирани, цветово-стресови, почвено-коригирани, red-edge и нелинейни/наситени).

6. Вероятностна интеграция и валидация на Bayesian Network DSS. Установен е възпроизводим път „знание–модел. Байесовата мрежа се валидира върху независими данни от пътинг грийн чрез точност и метрики, отчитащи дисбаланса между класовете и калибрационни диагностични подходи. Рамката позволява контрафактни сценарии, осигурявайки интегриращ слой, който свързва воден режим, азотно торене, състояние на тревната повърхност и коренови ограничения в единен обект на решение.

Научно-приложни приноси

1. Въвежда се въглеродно-осъзната оперативна логика за вземане на решения при пясъчни грийнове, чрез създаден диагностичен списък с показатели за управление в дневен до седмичен мащаб: избягване на хронична влажност и свръхподаване на азот, ускоряващи разлагането и загубите; избягване на хроничен дефицит, водещ до срив на растежа и оборота на корените; проактивно управление на кратки стресови вълни; и защита на дълбочината на вкореняване като гаранция за устойчивост и въглеродно разпределение.

2. Създадени са правила за напоително планиране на база прагови състояния на VWC и ETc, приложими за пясъчни грийнове: поддържане на VWC в стабилен диапазон 18–26%, третиране на ~16–18% като граница на изчерпване („старт на напояване“) и третиране на ~28–30% като таван на дренаж/неблагоприятно напояване за избягване на излишно подаване и потенциално излужване под дълбочината на сензора.

3. Работен поток за пространствена ремедиация при неравномерна влага. Този вътрегрингов слой предоставя практичен път за редуциране на локализиран риск от стрес и насищане и за повишаване на увереността в напоителните решения.

4. Прогнозиране на риск от загуба на коренова маса за прецизиране на праговете на напояване и „азотните“ граници на безопасност чрез проактивно адаптиране на водните и азотните решения на база подземен капацитет, а не единствено на надземни симптоми.

5. VI доказателствени възли за рутинен мониторинг и интеграция в DSS. Предложен е компактен, интерпретируем набор от представители на VI семейства за доказателства в DSS: структурен индекс (NDVI или GNDVI), цветово-стресов индекс (MGVRI или VARI), почвено-коригиран индекс (MSAVI) и, при необходимост, red-edge индекс (NDRE), когато биохимичните градиенти са информативни.

6. BN-ориентирана подкрепа за решения с неопределеност и контрафактична оценка. BN-DSS превежда емпиричните резултати в оперативно вероятно разсъждение: обновява състоянията на обекта чрез сензорни и VI доказателства и поддържа контрафактична оценка на различни сценарии.

Практически принос: Разработено е функционално, модулно табло като потребителски слой за прилагане на SMART BN-DSS, което превежда праговете и дефинициите на състояния в оперативни решения в дневен до седмичен мащаб. Таблото консолидира метеорологични и сензорни доказателства, изчислява споделени производни драйвери, от всички модули (GP, ET/ETc, стрес индикатори), и представя съгласувани интерпретации на състоянията за напояване, торене, развитие на корените, мониторинг на тревната повърхност и динамика на органичната материя. Таблото позволява специфична за обекта историческа диагностика, краткосрочно планиране и сценарийно изследване, като същевременно поддържа следа на действия и резултати, която може да се проверява. Чрез интегриране на времеви правила (прагово-базирано планиране), пространствена диагностика (зонова интерпретация на влагата) и дистанционни доказателства (AOI-базирани VI траектории и топлинни карти), то предоставя кохерентен интерфейс за адаптивно управление и подпомага въглеродно-осъзната оптимизация в рамките на рутинните ограничения на поддръжката.

6. Критични бележки и въпроси.

➤ В дисертацията и автореферата липсва списък на използваните съкращения на български и английски език.

➤ В автореферата на български език има много чуждици и 50% български език, като заглавията на таблиците и фигурите са изцяло на английски език. Съществителното тор е от мъжки род!

➤ Таблица 3 в автореферата, така представена с 18 съкращения, в 18 клетки на английски език е неразбираема, касае вегетационни индекси от сателитни снимки.

1. Има ли информация какви сортове издънкова полевица (*Agrostis stolonifera* L.) са засяти и поддържани на двете голф игрища в България и Китай?

2. Имайки предвид дълготрайността на многогодишния житен тревен вид и годините на създаване и използване на двете проучвани голф игрища (16 и 20 години), прилагано ли е подсяване и с какво?

7. Публикувани статии и цитирания.

Във връзка с дисертационния труд са публикувани: 1 статия в съавторство с научния ръководител в научно издание, реферирано и индексирани в световна база данни с научна информация (Scopus) и 2 самостоятелни статии в научно списание и сборник. Публикациите са свързани с темата на дисертационния труд събират 35 точки и се покриват минималните точки, за придобиване на ОНС „Доктор“, съгласно ЗРАСРБ. Вероятно поради това, че статиите са публикувани преди по-малко от

година, все още не са забелязани техни цитирания.

Представеният автореферат отразява обективно структурата и съдържанието на дисертационния труд.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Въз основа на научените и приложените, от докторанта, многобройни съвременни, иновационни методи и подходи 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, с принос за дигитализацията и въвеждане на AI, при прецизно управление на зелени екосистеми, (голф игрища, пътинг грийнове, с интензивна поддръжка, с цел положителен C баланс), което ми дава основание да го оценя **ПОЛОЖИТЕЛНО**.

Впечатлена съм от професионалната подготовка и експертиза над 18 години опит в голф индустрията–изграждане на игрища и прецизната им поддръжка, паралелно с обучения и дипломи от Университети в Шотландия, Финландия, Китай, Канада и България – на три континента.

Позволявам си да предложа на почитаемото Научно жури също да гласува положително и да присъди на *Ивелин Димитров Марков* образователната и научна степен “**доктор**” по научната специалност „Фуражно производство и ливадарство“, професионално направление 6.1. „Растениевъдство“.

Дата: 05.03.2026 г.
гр. Плевен

ИЗГОТВИЛ

С1 Подписите в този документ са заличени

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

(Общ Регламент относно защитата на данни).