

UNION OF QUALITY EXPERTS IN BULGARIA
СЪЮЗ НА СПЕЦИАЛИСТИТЕ ПО КАЧЕСТВОТО В БЪЛГАРИЯ



**ИНСТИТУТ ЗА ГОРАТА – БЪЛГАРСКА
АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**



Национална научна програма „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“

Съюз на учените в България, Секция Лесотехнически науки



9 и 10 октомври 2024 г.

33 МЕЖДУНАРОДНА НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
„МЕНИДЖМЪНТ И КАЧЕСТВО“

Екология и управление на горските екосистеми

ДОКЛАДИ

REPORTS

33 INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE
"MANAGEMENT AND QUALITY"

Ecology and management of forest ecosystems

October 9 and 10, 2024

В Сборника са включени трудове, които са резултати от изследвания на млади учени и са докладвани на 9 и 10 октомври 2024 г. пред 33 Международна научна конференция „Мениджмънт и качество“ - Екология и управление на горските екосистеми

Публикуваните в сборника трудове са научно рецензирани от рецензенти, предложени от Редколегията и анонимни за авторите на докладите.

This selection publishes includes works that are the results of research of young scientists and have been reported October 9 and 10, 2024 of 33 INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE "MANAGEMENT AND QUALITY" - Ecology and management of forest ecosystems

Published in the collection works are scientifically reviewed by reviewers proposed by the Editor's Edition and anonymous to the authors of the reports.

Редакционно - научна колегия / Editorial - scientific board:

Председател / Chairman:

чл.-кор. дн Георги Георгиев / Art. Cor. Dr. Georgi Georgiev

Членове / Members:

проф. д-р Маргарита Георгиева / prof. Dr. Margarita Georgieva

проф. д.т.н. Георги Тасев / Prof. Georgi Tasev, DSc

проф. д-р Миглена Жиянски / prof. Dr. Miglena Zhiyanski

проф. дн Ирена Атанасова / Prof. Irena Atanasova

проф. д-р Михо Михов / Prof. Ph.D. Miho Mihov

проф. д-р Снежина Андонова / Prof. Ph.D. Snezhina Andonova

доц. д-р Светозар Маджов / Assoc. prof. Dr. Svetozar Madzhov

доц. д-р Невена Иванова / Assoc. Prof. Ph.D. Nevena Ivanova

д-р Марек Барта / Marek Barta, PhD

Това издание е финансирано от / This edition is funded by



Съюз на специалистите по качеството в България
Union of Quality Experts in Bulgaria

ISSN 2603-4395 (PRINT)

ISSN 2603-4409 (CD-ROM)

Българска, първо издание / Bulgarian, first edition

Тираж / Drawing 50

София, 2024 / Sofia, 2024

СЪДЪРЖАНИЕ

стр.

1. ГРЕШКИ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИТЕ МЕТОДИ ПРИ НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ
ERRORS IN THE USE OF STATISTICAL METHODS IN SCIENTIFIC RESEARCH
Георги Тасев / George Tasev 5
2. СРЕЩАЕМОСТ НА ПАРАЗИТИ И ПАТОГЕНИ В ШЕСТЪЗЪБИЯ КОРОЯД IPS SEXDENTATUS (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) В БОРОВИ НАСАЖДЕНИЯ ОТ БЪЛГАРИЯ
OCCURRENCE OF PARASITES AND PATHOGENS IN THE SIX-TOOTHED BARK BEETLE, IPS SEXDENTATUS (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) IN BULGARIAN PINE STANDS
Данаил Таков, Севдалин Белилов, Данаил Дойчев, Даниела Пиларска, Марек Барта / 18
Danail Takov, Sevdalin Belilov, Danail Doychev, Daniela Pilarska, Marek Barta
3. СЕМЕЙСТВО DOLICHOPODIDAE (DIPTERA, EMPIDOIDEA) ОТ СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА
DOLICHOPODIDAE (DIPTERA, EMPIDOIDEA) FROM NORTH MACEDONIA
Михаил Кечев, Решат Зеќири, Владимир Крпач / 25
Mihail Kechev, Reshat Zeqiri, Vladimir Krpach
4. ОЦЕНКА НА НАПАДЕНИЯТА ОТ CORYTHUCHA ARCUATA В СТРАНДЖА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДИСТАНЦИОННИ ДАННИ
MONITORING OF CORYTHUCHA ARCUATA ATTACKS IN STRANDZHA MOUNTAIN USING REMOTE SENSING DATA
Севдалин Белилов, Маргарита Георгиева, Пламен Мирчев, Боряна Катинова, Михаил 29
Кечев, Даниела Пиларска, Любомира Георгиева, Вяра Петрова, Георги Георгиев /
S. Belilov, M. Georgieva, P. Mirchev1, B. Katinova, M. Kechev,
D. Pilarska, L. Georgieva, V. Petrova, G. Georgiev
5. ЗАПЛАХИ ЗА ЗДРАВΟΣЛОВНОТО СЪСТОЯНИЕ НА СЪОБЩЕСТВАТА ОТ КЛЕК (PINUS MUGO TURRA) В СЕВЕРОЗАПАДНИЯ ДЯЛ НА РИЛА ПЛАНИНА
Васил Младенов / Vasil Mladenov 36
6. АБИОТИЧНИ ПОВРЕДИ В ГОРИТЕ НА БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2013-2023 Г.
ABIOTIC DAMAGE IN BULGARIAN FORESTS DURING THE PERIOD 2013-2023
Севдалин Белилов, Маргарита Георгиева, Георги Георгиев / 41
S. Belilov, M. Georgieva, G. Georgiev
7. СЪСТОЯНИЕ НА ИГЛОЛИСТНИ КУЛТУРИ ОТ ДУГЛАСКА (PSEUDOTSUGA MENZIESII) В РАЙОНА НА ДГС СВОГЕ
STATUS OF DOUGLAS-FIR (PSEUDOTSUGA MENZIESII) PLANTATIONS IN THE REGION OF STATE FOREST ENTERPRISE SVOGE
Стоян Тошев / S. Toshev 47
8. АГРОЛЕСОВЪДСТВОТО КАТО ЕКОЛОГИЧЕН ПОДХОД В УПРАВЛЕНИЕТО НА ГОРСКИТЕ РЕСУРСИ
AGROFORESTRY AS AN ECOLOGICAL APPROACH TO FOREST RESOURCE MANAGEMENT
Ваня Качова / V. Kachova 51
9. АНАЛИЗ НА ГОРСКИТЕ РЕСУРСИ В ЛУДОГОРИЕТО В БЪЛГАРИЯ
ANALYSIS OF THE FOREST RESOURCES IN THE LUDOGORIE, BULGARIA
Цветелин Миланов, Георги Георгиев, Севдалин Белилов / 57
T. Milanov, G. Georgiev, S. Belilov

10. ТЕХНОЛОГИЯ НА СЪЗДАВАНЕТО НА ПОЛЕЗАЩИТНИТЕ ГОРСКИ ПОЯСИ В ДОБРУДЖА В СРЕДАТА НА XX ВЕК
TECHNOLOGY OF CREATING FIELD PROTECTIVE FOREST BELTS IN DOBRUDZHA IN THE MID-XX CENTURY
Веселин Иванов, Йонко Додев, Георги Георгиев, Маргарита Георгиева / 62
V. Ivanov, Y. Dodev, G. Georgiev, M. Georgieva
11. ЕКОЛОГИЧНИ ПРИОРИТЕТИ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВЪЖЕНИТЕ ЛИНИИ
Антон Антонов, Сотир Глушков / 67
Anton Antonov, Sotir Glushkov
12. ЕКОЛОГИЧНИ И ИКОНОМИЧЕСКИ АСПЕКТИ НА ДЪРВОДОБИВА
ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF TIMBER PRODUCTION
Светослав Петров / S. Petrov 72
13. МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИЗВОЗА НА ДЪРВЕСИНА С ФОРВАРДЕРИ
TIMBER EXPORT RESEARCH METHODOLOGY WITH FORWARDERS
Светослав Петров, Сотир Глушков, Димитър Бояджиев / 82
S. Petrov, S. Glushkov, D. Boyadzhiev
14. КРАУЛЕРЪТ – ЕДНА НОВА МАШИНА ЗА ПОДВОЗ С НОВИ ВЪЗМОЖНОСТИ
MINI FORESTRY CRAWLER – A NEW MACHINE FOR HAULING WITH NEW POSSIBILITIES
Димитър Бояджиев, Светослав Петров, Сотир Глушков / 89
D. Boyadzhiev, S. Petrov, S. Glushkov
15. ПОДДЪРЖАНЕ И РЕМОНТ НА СТАБИЛИЗИРАНИТЕ ГОРСКИ ПЪТИЩА В ДОБРУДЖА
MAINTENANCE AND REPAIR OF STABILIZED FOREST ROADS IN DOBRUDZHA
Светозар Маджов, Георги Георгиев, Маргарита Георгиева, Йонко Додев, Веселин Иванов, Севдалин Белилов, Веселин Маринков, Любомира Георгиева / 97
G. Georgiev, M. Georgieva, Y. Dodev, V. Ivanov, S. Belilov, V. Marinkov, L. Georgieva
16. ПРОДУЦЕНТИ НА МАНА В БЪЛГАРИЯ / HONEYDEW PRODUCERS IN BULGARIA
Георги Цанков, Пламен Мирчев, Георги Георгиев / G. Tsankov, P. Mirchev, G. Georgiev 103
17. ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ЦИФРОВИ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕЛЕНЧУКОПРОИЗВОДСТВОТО
THE USE OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN VEGETABLE PRODUCTION
Станислав Станчев / Stanislav Stanchev 107
18. РОБОТИЗИРАНИ СИСТЕМИ В ЗЕЛЕНЧУКОПРОИЗВОДСТВОТО
ROBOTIC SYSTEMS IN VEGETABLE PRODUCTION
Станислав Станчев / Stanislav Stanchev 114
19. AVANT-GARDE MOVEMENT IN LANDSCAPE DESIGN
АВАНГАРДНО ДВИЖЕНИЕ В ЛАНДШАФТНИЯ ДИЗАЙН
Васка Сандева, Катерина Деспот, Виктория Сърпанова / 118
Vaska Sandeva, Katerina Despot, Viktorija Belakaposka Srpanova
20. ACCESSIBLE URBAN SPACE – CASE STUDY OF THE CITY OF SHTIP
ДОСТЪПНО ГРАДСКО ПРОСТРАНСТВО – КАЗУС ОТ ГРАД ШИП
Владика Николовска, Васка Сандева, Катерина Деспот / 124
Владица Николовска, Васка Сандева, Катерина Деспот
21. СТРОЕЖ ПО ВИСОЧИНА И ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТ НА ГОРСКИ НАСАЖДЕНИЯ
ОТ РАЗЛИЧНИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ
STRUCTURE IN HEIGHT AND PRODUCTIVITY OF FOREST STANDS OF DIFFERENT TREE SPECIES
Румен Петрин / R. Petrin 132

ГРЕШКИ ПРИ ИЗПОЛЗВАНЕ НА СТАТИСТИЧЕСКИТЕ МЕТОДИ ПРИ НАУЧНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ

Георги Тасев

Съюз на специалистите по качеството в България

Резюме: За новите и съществуващи модели, методи и резултати за научни изследвания младите учени, докторанти и специалисти научават главно от публикациите в научните списания, научните трудове на висшите училища и научно изследователските институти, сборниците доклади от научни конференции, симпозиуми и т.н. Познанията им в областта на статистическите методи обикновено са скромни, затова изводите на авторите се примат на доверие, като абсолютни истини. Това не би било така страшно, ако статистическите методи бяха правилно и коректно използвани и анализите прецизно извършени, а резултатите правилно използвани при изработване и вземане на решения. Без да се пита от къде са взети неправилно анализирани статистически резултати, кой е авторът и т.н. ще се посочи в какво се състои същността на допуснатата грешка, коя е причината за неправилното тълкуване и как трябва да се използва статистическия апарат.

Ключови думи: означение на числените характеристики, въображаеми повторения, ниво на значимост, доверителен интервал, проверка на хипотези, сила на критерия, коефициент на корелация.

ВЪВЕДЕНИЕ

Почти всяка научна публикация в научните списания и сборници с доклади от научни конференции е придружена от споменаване, че „...данните са статистически обработени...“. Освен това наличието на статистическа обработка често се възприема като вид толерантност (съгласие) към коректността на изследването. Най-често такава „статистическа обработка“ се свежда до изчисляване на основните числени характеристики от описателната статистика (Фиг. 1) без допълнително обсъждане на получените резултати. Подобна ситуация се наблюдава в миналото в много чуждестранни списания, но след публикации за необходимостта от по-строг редакционен контрол на входящите статии, например статията на Ричард Уебстър (Webster, 2001) (Hurlbert, 1984), ситуацията се променя към по-добро.



Фиг. 1. Класификация на числените характеристики на изследваните параметри (сл. величини): ХЦГ – характеристики на центъра на групиране; ХР – характеристики на разсейване; ХФ – характеристики на формата; СС – средна стойност; Мо – мода; Ме – медиана; Д – дисперсия; СКО – средноквадратично отклонение; KV – коефициент на вариация; Р – разсейване; Ka – коефициент на асиметрия; Ke – коефициент на експес

Fig. 1. Classification of the numerical characteristics of the studied parameters (s. values): HCG – characteristics of the center of grouping; HP – characteristics of scattering; HF – characteristics of the shape; CC – average value; Mo – modes; Me – median; D – dispersion; SKO – meansquared deviation; KV – coefficient of variation; R – dispersion; Ka – coefficient of skewness; Ke – coefficient of kurtosis

Целта на тази работа е да бъдат обсъдени неточности, грешки при тълкуване на резултатите от статистическата обработка и анализ на информацията от научните изследвания, често срещани в научните публикации. Проблемите, решавани от статистиката, се разделят на две големи групи: оценка на изследваните неизвестни параметри (характеризиращи състоянието на изследвания обект, неговият състав и т.н.) и проверка на хипотези.

1. Липса на единен стандарт за означаване на числените характеристики на изследваните параметри.

Не ясно и не разбираемо са описани използваните числените характеристики на изследваните параметри или „*Как он дышит, так и пишет...*” („Както диша, така и пише...”) Б. Окуджава. Несъответствие в означенията на статистическите характеристики на изследваните параметри на обекта (почва, дървесен вид и т.н.), с едно и също значение, не е толкова безобидна ситуация. Изглежда, че ако в статията е дадена разшифровка на означенията на числените характеристики на изследвания параметър, тогава не може да има претенции към автора/ите/, но употребата на различни означения водят до объркване на понятията, а много често има научни трудове, където не са дадени наименованията на използваните числени характеристики. И така, средно аритметичната стойност, например може да срещнем, че е означена като μ , x , M , $\bar{X}$ (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010). Буквите от гръцката азбука в статистиката са запазени за обозначаване на параметрите на генералната съвкупност [БДС 15887-85 Теория на вероятностите и приложна статистика. Термини, определения и означения]. Характеристиките на генералната съвкупност са по дефиниция постоянни величини. Така, че μ е постоянна стойност и служи за означаване на средна стойност на генералната съвкупност, и е неприемливо да се обозначава извадкова стойност с нея.

Поради факта, че оценката на определена статистическа характеристика винаги се определя от извадка, това е случайна стойност, чиито стойности варират от извадка до извадка. Буквата X е запазена за обозначаване на примерната случайна променлива. Означаването на средно аритметичното с буквата M е остаряло и не фигурира в стандарта БДС 15887-85.

Същото може да се каже и за характеристиките на разсейване, а именно: дисперсия и стандартно квадратичното отклонение. Означенията σ^2 и σ са характеристики на генералната съвкупност и са константи, а техните оценки трябва да се означават с s^2 и s (Таблица 1).

Таблица 1. Означения на основните числени характеристики на генералната и извадковата съвкупност
Table 1. Designations of the main numerical characteristics of the general and sample population

Генерална съвкупност		Извадкова съвкупност	
Числена характеристика	Означение	Числена характеристика	Означение
Средна стойност	μ	Оценка на средната стойност	$\bar{X}$
Дисперсия	σ^2	Оценка на дисперсията	S^2
Средно квадратично отклонение	σ	Оценка на средно квадратичното отклонение	S
Размах	R	Оценка на размаха	r

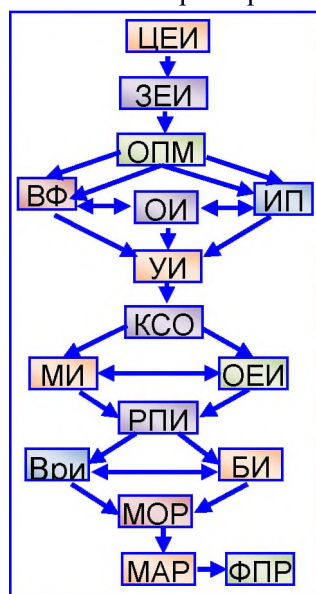
2. Описание на методиката на експеримента.

Често се срещат работи, които пестеливо описват експерименталната методика, което затруднява обобщаването на резултатите или само споменават, че изследването е проведено по разработена методика. Има научни трудове, където е дадена методика за провеждане на експериментални изследвания в почвостроението или горското стопанство, като се обръща внимание върху следните елементи на тази методика. Броят на повторенията, методът на поставяне на местата за вземане на проби, естеството на взетата проба (индивидуална или

смесена), нейният обем и форма могат значително да повлияят на крайните заключения. Така например думите „...повторение е три пъти“ могат да означават: 1) трикратно определяне на изследвания химически елемент от една индивидуална проба; 2) трикратно определяне на един и същ показател от смесена проба, съставена от три индивидуални проби; 3) еднократно определяне във всяка от три отделни проби, взети от един почвен хоризонт в един участък; 4) еднократно определяне във всяка от три проби, избрани в един почвен хоризонт от три участъка, разположени в изследваната площ.

Очевидно е, че резултатите от определянията в описаните случаи се отнасят до различни обекти на изследване. В първия случай се характеризира неравномерността на стойностите поради аналитични грешки, в третия се характеризира общата неравномерност на стойностите в рамките на опитния участък и аналитичната грешка, в последния случай общата аналитична грешка и пространствената разнородност на територията. Вторият случай е по-сложен, тъй като аналитичните и пространствените грешки също се наслагват от грешката, дължаща се на смесване. Ако не е посочено как точно е извършен експериментът, тогава не е ясно какво са имали предвид авторите, когато съобщават за трикратно повторение.

За да не възникват такива неясноти е необходимо да се разработи методика за експериментално изследване (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2022; Ангелова, Тасев, 2022), където да се даде взаимовръзката между елементите ѝ и тяхното съдържание (Фиг. 2), така че ако някой иска да повтори този експеримент да получи аналогични резултати с несъществена статистическа грешка на определяните числени характеристики на изследвания параметър.



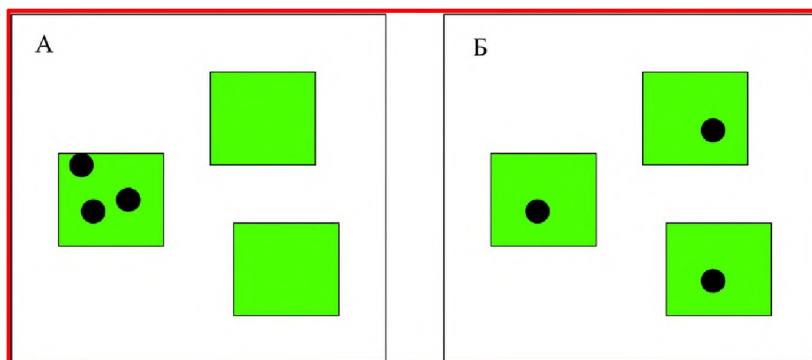
Фиг. 2. Методика за експериментално изследване: ЦЕИ – цел на експерименталното изследване; ЗЕИ – задачи на експерименталното изследване; ОПМ – общи положения на методиката; ВФ – входни фактори; ИП – изходни параметри; ОИ – обект на изследване; УИ – условия на изследване; КСО – критерии за състояние на обекта; МИ – методи за измерване; ОЕИ – оборудване и екипировка за измерване; РПИ – ред за провеждане на изследването; Ври – време за изследване; БИО – брой на изследваните обекти; МОР – методи за обработка на резултатите; МАР – методи за анализ на резултатите; ФПР – форма на представяне на резултатите от изследването

Fig. 2. Methodology for experimental research: CEI – purpose of the experimental research; ZEI – tasks of experimental research; OPM – general conditions of the methodology; VF – input factors; IP – output parameters; OI – research object; UI – research conditions; KSO – criteria for the condition of the object; MI – methods of measurement; OEI – equipment and equipment for measurement; RPI – order of carrying out the research; VRI – time for research; BIO – number of investigated sites; MOR – methods for processing the results; MAP – methods for analysis of results; FPR – form of presentation of research results

3. Въображаеми (мними) повторения.

Проблемът с псевдо повторенията широко се дискутира в биологичната литература. Това е проблем за определяне на популацията за изследване. Извън чисто математическите конструкции общата популация в горските стопанства, почвознанието в земеделието и други научни изследвания може да бъде представена като обект, за който се прави заключение въз основа на един или друг метод за изследване и определяне на неговите характеристики, физични, химични или други свойства. Този обект трябва да има ясни граници, които го отделят от подобни други обекти.

Методът на изпитване и методът за определяне на показателите поне не трябва да се различават твърде много, например размерите на пробите трябва да са приблизително еднакви, свойствата трябва да се определят по един метод, желателно е да има качествен контрол на определения и др. На Фиг. 3 е показана диаграма, обясняваща понятието „мними повторения“.



Фиг. 3. Илюстрация за обясняване на термина „мними повторения“. Малките черни кръгове са елементите на пробите (точки за вземане на проби, разрези и т.н.), малките квадрати – нееднородностите на 1-во ниво, големите квадрат – нееднородностите на 2-ро ниво. Относно нееднородността на 2-ро ниво на схемата А е представено с мними повторения, а на схема Б липсват

Fig. 3. Illustration for understanding the term „pseudoreplication“. Small circles represent sampling elements (sampling points, soil profiles, etc.), small squares represent heterogeneities of the 1st level, large squares represent heterogeneities of the 2nd level. Concerning the heterogeneities of the 2nd level, pseudoreplication is presented in scheme A, and they are absent in scheme B

При изучаване на обекти на схема А ще представлява въображаеми повторения, но схема Б – не. Например, ако характеристиките на определена класификационна почвена единица, например тип почва, означават подобни почвени профили, разпределени върху площ от стотици или хиляди km², тогава е ясно, че комбинацията от условия на почвообразуване в специфични точките ще доведат до образуването на няколко различни почвени профила и колкото по-далеч са тези профили един от друг, толкова по-големи са вероятностните разлики, при условие, че например пробите са взети по един и същи начин и анализът е извършен по същата методология. Следователно, ако около един почвен участък са направени 10 разрези (изкопи) и е посочено, че свойствата на почвата са измерени за определен тип почва с 10 повторение и този тип почва има такава променливост, тогава такова твърдение попада под дефиниция на въображаеми повторения, тъй като на големи разстояния свойствата на даден почвен обект, диагностициран като определен тип почва, могат да варират значително.

Разширяването на резултатите, получени в малка площ, до цялата площ на типа почва е проблематично. Като цяло, колкото по-голяма е площта, покрита от резултатите от точковото вземане на проби, толкова по-голяма е вероятността от отклонение от истинската стойност за всички статистически характеристики.

4. Необходими описателни статистически характеристики.

Като статистически характеристики в научните статии и доклади обикновено се представят средната аритметична стойност и една от характеристики на разсейване: стандартно квадратично отклонение, грешка на средната стойност, коефициент на вариация или дисперсия. Добавянето на информация в публикации за минималните и максималните стойности на изследвания параметър, както и за оценките на медианата и квартилите (Таблица 2), може значително да увеличи информацията за резултатите от експеримента и ще се улесни ползата от използването им при обобщаване и анализ на данни от проведеното експериментално изследване (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010).

Таблица 2. Препоръчителни статистики при описване на резултатите от почвените експерименти и техните означения

Table 2. Recommended statistic approaches for describing the results of soil experiments and their designation

Числени характеристики	Означение
Обем на извадката	n
Оценка на средната стойност	$\bar{X}$
Оценка на средноквадратичното отклонение	s
Оценка на минималната стойност	min
Оценка на долния квартил	Q_{25}
Оценка на медианата	Med или Q_{50}
Оценка на горния квартил	Q_{75}
Оценка на максималната стойност	max

5. Доверителен интервал на средната стойност.

Резултатите от анализите на обекти често се публикуват във вида:

$$\bar{X} \pm s, (1)$$

където $\bar{X}$ е оценката на средната стойност;

s – оценката на средноквадратичното отклонение на измервания параметър.

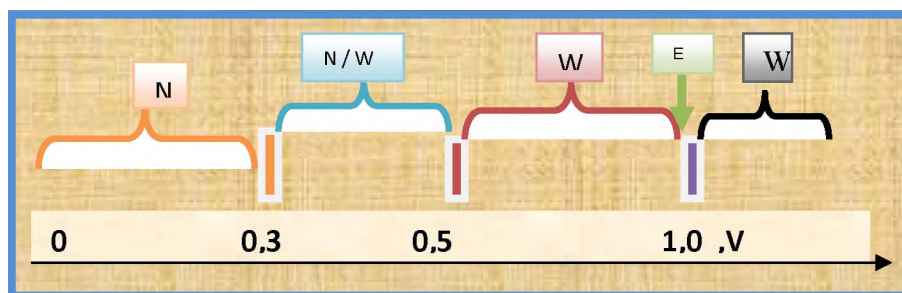
В зависимост от експерименталния план, стойността на s (стандартно отклонение) може да характеризира различни величини, но това почти винаги се премълчава. Освен това, често s се отнася до грешката на средната стойност $S_{\bar{X}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$, което е по-малко от стандартното отклонение в извадката $\sqrt{n}$ пъти, където n е обемът на извадката. Колкото по-голямо е повторението n , толкова по-малка е грешката на средната стойност и толкова по-точен е полученият резултат при експерименталното изследване. Все пак трябва да се има предвид, че точността на оценката се отнася до даден (фиксиран) метод на вземане на проби, в зависимост от n . В случай на нормално разпределение, вероятността да се намери средната стойност в интервала (1) е приблизително 67%, т.е. около една трета от възможната променливост на средната стойност е извън интервала и това се забравя. Изчисляването на доверителния интервал за средната стойност се извършва по формулата (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010):

$$\bar{X} \pm t_{\alpha, v} \cdot S_{\bar{X}}, (2)$$

с използването на t -критерия на Стюdent при различни нива на значимост на разширяване обхвата на възможните стойности на средната стойност, но е оправдано само ако параметърът има нормално разпределение (или не се различава твърде много от нормалното). В много научни трудове по горско стопанство не се определя вида на закона на разпределение на изследвания параметър, но се прилага критерия на Стюdent.

Това е грешка, тъй като по време на изчислението може да се получат абсурдни резултати, например отрицателни стойности на долната граница на характеристиката. Затова е

необходимо да се определи видът на закона на разпределение, като се използва схемата на Фиг. 4 (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010; Тасев и др., 2022) и тогава да се вземе решение дали да се използва формула 2.



Фиг. 4. Схема за предварително определяне вида на закона на разпределение на изследвания параметър: N-нормален закон на разпределение; N/W- нормален или вейбулов закон на разпределение; E- експоненциален закон на разпределение; W-вейбулов закон на разпределение

Fig. 4. Schematic diagram of a situation when an assessment of statistical significance is required

Важно значение при изчисление на доверителния интервал има доверителна вероятност P или свързаното с доверителната вероятност ниво на значимост $\alpha = 1 - P$. Колкото по-малко е нивото на значимост α , толкова по-широк е доверителният интервал, толкова по-малка е вероятността да се „пропуснат“ важни стойности. Обаче при малък брой повторения доверителният интервал ще бъде още по-широк. Увеличаване на α стеснява интервала, но увеличава възможността за неправилно решение. В стандартите по статистика и научната литература се препоръчва 95% доверителен интервал.

Доверителният интервал на оценката на средната стойност на измервания параметър при научни изследвания в горското стопанство и земеделието при закона на разпределение на Вейбул се определя по формулите (Тасев, Панчев, 2017; Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010):

$$\bar{t}_q = (\bar{t} - c) \sqrt[b]{r_3} + c; \bar{t}_g = (\bar{t} - c) \sqrt[b]{r_1} + c,$$

където b е параметърът на формата на закона на Вейбул; c -параметърът, който характеризира положението на кривата на разпределението и не оказва влияние на нейната форма; r_1 и r_3 са коефициенти и $r_1; r_3 = f(n, \alpha)$, чиито стойности се вземат от Тасев, Панчев, (2017).

$$\text{При } c = 0 \quad \bar{t}_q = \bar{t} \cdot \sqrt[b]{r_3}; \bar{t}_g = \bar{t} \cdot \sqrt[b]{r_1}.$$

6. Нормалност на разпределението.

Нормалността (подчинение на разпределението на случайна величина на нормалния закон) от генералната съвкупност, от която се извлича извадката, характеризираща обекта, е необходимо условие за повечето статистически методи за тяхната приложимост. Прост признак, че извадковите данни са извлечени от нормална съвкупност данни, е коефициентът на вариация. Ако определеният коефициент на вариация (за свойства, приемащи положителни стойности) $V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$ надвишава 70% (0,7 по Фиг. 4 е в диапазона на разпределение на Вейбул), тогава най-вероятно разпределението се различава от нормалното, т.е. то е вейбулово разпределение. По-строги насоки предполагат разпределението да се счита за различно от нормалното, ако коефициентът на вариация е повече от 35% (0,35 по Фиг. 4 разпределението е между нормално и вейбулово разпределение). За да се провери хипотезата за вида на разпространението, е необходим достатъчно голям брой повторения. Така, в съответствие с ISO 5725-6-2002, ако броят на повторенията е по-малък от 15, тогава не се извършват проверки и разпределението се приема за нормално, въпреки че в съответствие с предишната препоръка, за извадки с коефициент на вариация над 70%, все пак би си струвало поне да се

отхвърлят най-силно „различаващите се“ стойности, като се проверят за груби грешки по критерия на Ирвин (Тасев, Панчев, 2017). Хипотезата за нормалност на разпределението може да се провери с помощта на различни критерии, някои от които са дадени в Таблица 3, но само малка част се използва в горското стопанство и земеделието. Успехът на прилагането на критерия зависи не само от истинността на нулевата хипотеза (разпределението не противоречи на нормалното), но и от други причини – от обема на извадката и от алтернативата на обекти, за които се проверява хипотезата. По този начин статията Lemeshko, Rogozhnikov, (2012) (Hurlbert, 1984; Gurevitch, Hedges, 2001; Oldfield et al., 2019) показва, че критерият на Шапиро-Уилк (Shapiro-Wilk) (Gurevitch, Hedges, 2001) работи най-добре за логаритмично нормалния закон, а критерият на Шпигелхалтер (Spiegelhalter) (Webster, 2001) работи най-добре за логаритмично нормален закон. В книгата на Кобзарь, (2012) е предложена таблица с критерии във връзка с асиметрията и ексцеса на алтернативните съвкупности, спрямо които са най-добри за използване в горското стопанство и земеделието.

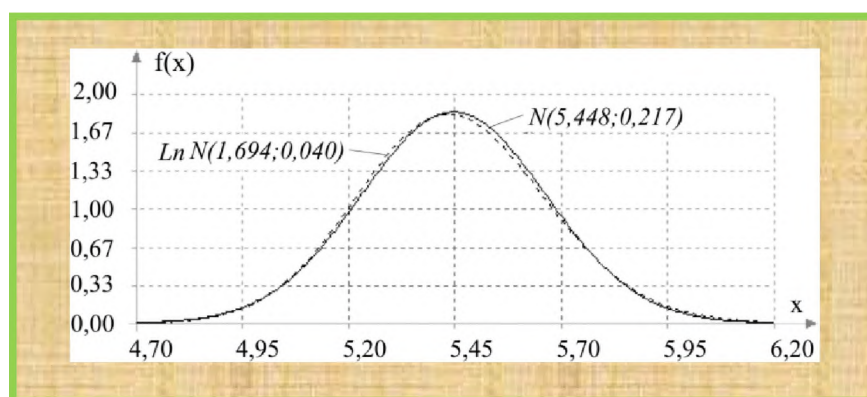
Таблица 3. Критерии за проверка на хипотезата за нормално разпределение

Table 3. Criteria for testing the normal distribution hypothesis

Забележка: Критериите със звезда (*) са най-често използвани

1	Критерий на Шапиро-Уилк*	11	Критерий на асиметрия и ексцес*
2	Критерий на Дарби	12	Критерий на Д'Агостино
3	Критерий на Васичек	13	Критерий на Дейвид-Хартли-Пирсън
4	Критерий хи-квадрат*	14	Критерий на Андерсон-Дарлин
5	Критерий на Филибен	15	Критерий на Колмогоров-Смирнов*
6	Критерий на Мартинс-Иглевич	16	Критерий на Лин-Мудхолкар
7	Критерий на Шпигелхалтер	17	Критерий на Саркади
8	Критерий на Смирнов-Крамер-фон Мизес	18	Критерий на Лока-Спуре
9	Критерий на Оя	19	Критерий на Хегаз-Грин
10	Критерий на Муроти-Такеучи		

В работата Лемешко, Рогожников (2012) също така е дадено, че за редица достоверни експериментални данни почти всички приложени критерии не отхвърлят хипотезата за нормално разпределение на грешките, но „...от друга страна, очевидно е, че за да се опишат грешките на измерване в тези експерименти е възможно да се изберат други параметрични модели на закони, които са не по-малко съвместими с резултатите от измерването“, илюстрирайки, защо може да има две различни статистически разпределения, са показани на Фиг. 5. При такава близост на кривите нито един от критериите не може да ги разграничи.



Фиг. 5. Илюстрация на близостта на нормално (N) и логаритмично нормално (Ln N) разпределение
Fig. 5. Illustration of the proximity of normal (N) and logarithmically normal (Ln N) distributions

За да се използва разпределение, което се подчинява на един или друг закон като теоретичен модел, трябва да има основателни причини. В противен случай може да се открие, че извадковите разпределения могат да бъдат апроксимирани по различни закони.

В научните изследвания в областта на горското стопанство и земеделието най-често се използват Критерия на Пирсън и Критерия на Колмогоров-Смирнов.

А) При прилагане на критерия на Пирсън χ^2 (ХИ-квадрат) за определяне вида на разпределението се допускат неточности, които се изразяват в следното:

а) Критерият на Пирсън се прилага без да се проверява дали са изпълнени условията:

$\nu_j \geq 5$; $m_j = 4$, където ν_j е опитната честота на j -тия клас на групиране на случайната величина; m_j – броят на класовете на групиране;

б) Степените на свобода се определят по формулата $k = m - s - l$ вместо по $k = m - \Delta - s - l$, където Δ е броят на присъединените класове на групиране при коригиране на статистическия ред; s – броят на параметрите на закона на разпределение (а, в) (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010).

в) При определяне на степените на свобода k неправилно в s се включва и параметъра на изместване (с) на плътността на разпределението, а трябва да се включат само параметрите (а, в). Следователно за най-често използваните разпределения s ще бъде: за нормален и вейбулов закон на разпределение $s = 2$, а за експоненциален закон на разпределение $s = 1$;

г) Когато се взема решение за вида на закона на разпределение е неправилно да се казва, че нулевата хипотеза се „приема“. Правилно е, че нулевата хипотеза „не се отхвърля“ или „се отхвърля“. Важно: Критериите в статистиката са категорични по отношение на отхвърлянето и никога не са категорични по „приемането“, затова се казва „не се отхвърля“. Тази грешка се среща и в някои учебници по приложение на статистическите методи в научните изследвания, в научните трудове на учените, но най-често в докторските дисертации.

Ако нулевата хипотеза H_0 не се отхвърля, това не означава, че тя е доказана, а че хипотезата е не опровергана, т.е. че за известно време тази хипотеза може да се приеме като работна и че получаването на по-пълни данни може в бъдеще да доведе до изменение на хипотеза или дори до отхвърлянето ѝ.

д) Не са редки случаите когато при избиране на равнището на значимост α се вземат неподходящи стойности.

Равнището на значимост α не трябва да се избира много ниско, тъй като чувствителността на критерия хи-квадрат се губи и може да не се отхвърли нулевата хипотеза H_0 , при лошо съответствие на теоретичния закон с емпиричното разпределение. Обратно, завишените стойности на α , водят до повишаване на изискванията към опитните данни и може да се отхвърли хипотезата при допустимо съответствие. Затова, обикновено, равнището на значимост се приема 0,1 (10 %); 0,05 (5 %) (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010).

Б) Неправилно се използва критерия на Колмогоров-Смирнов (λ) за определяне вида на закона на разпределение на изследвания параметър в горското стопанство и земеделието. Грешката се състои в следното:

а) Погрешно е да се групират данните преди използването на критериите λ , защото той е за не групирани данни;

б) Неправилно е да се използва критерия λ за проверка принадлежността на функцията на разпределение на наблюдаваната случайна величина към параметричните семейства, например към семейството на нормалното или други разпределения.

в) Неизвестните параметри се оценяват по параметрите, получени от извадката, а

трябва да се оценяват по параметрите на генералната съвкупност (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010).

Следователно, за проверка на вида на закона на разпределение се използва най-често критерия на Пирсън, но за практически нужди може да се използва и критерият на Романовски:

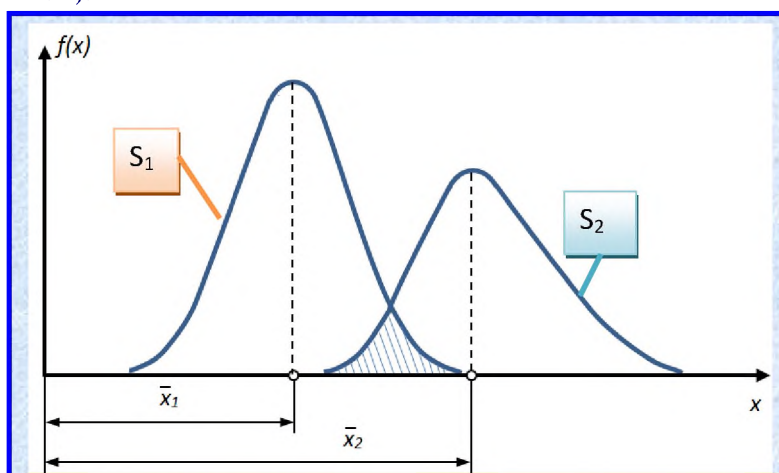
$$R = |\chi^2 - k| / \sqrt{2k}, \text{ където } k \text{ са степените на свобода.}$$

Ако $R \geq 3$, проверяваната хипотеза се отхвърля, и обратно, ако $R < 3$ – не се отхвърля.

8. Критерии за определяне на статистическата значимост на резултатите от изследване.

Много често при използване на различни технологии за отглеждане на растенията в растениевъдството, при провеждане на полеви опити за сравняване на различни сортове културни растения или за избор на ефективни препарати за борба с плевели и вредители, при изследване на ефективността на методи и подходи в горското стопанство и почвостроителството се налага да се оцени статистическата значимост на получените резултати, т.е. различията на изследваните параметри статистически значими ли са или не? (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010).

В научните трудове по почвостроителство много често сравнението на изследваните параметри между две или повече извадки се прави само по оценката на средната стойност ($\bar{X}$), а това е недостатъчно и трябва да се използват оценките на средната стойност и средноквадратичното отклонение, тъй като последната характеризира разсейването на параметрите и статистическата значимост на разликата зависи от площта на прекриване (общата площ) на двете разпределения (Фиг. 6).



Фиг. 6. Принципно схема на ситуация, когато се налага оценка на статистическата значимост

Fig. 6. Schematic diagram of a situation when an assessment of statistical significance is required

За аргументиран отговор и доказване на статистическите различия или не различия на резултатите се използват две групи критерии: параметрични и непараметрични.

От групата на параметричните критерии най-често се използва t-критерият на Стюdent за сравняване на статистическата значимост между две или повече извадки с еднакъв ($n_1 = n_2 = n_3 = \dots = n_m$) или различен обем ($n_1 \neq n_2 \neq n_3 \neq \dots \neq n_m$) на извадките.

Грешките, които се допускат при прилагане на критерия на Стюdent най-често се изразяват в следното:

А) Критерият е за сравняване на големи извадки ($n > 30$), нормално разпределени или близки до нормален (Гаусов) закон на разпределение.

Б) Зависимостта за определяне на изчислената стойност на критерия е различна за

извадки с еднакъв обем на извадките и за извадки с различен обем на извадката. Тази грешка се среща най-често и се използва само зависимостта за еднакъв обем на извадките и при условие, че обемът е различен.

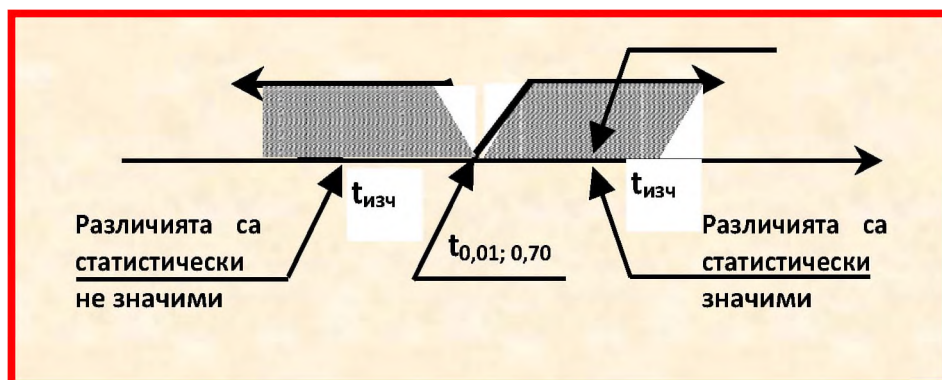
В) Неправилно се използва формулата за определяне на степените на свобода, а те са следните: за еднакви по обем извадки - $v = 2(n - 1)$, където n е обемът на всяка от извадките; за различен обем на извадките - $v = n_1 + n_2 - 2$, където n_1 и n_2 е съответно обемът на едната и другата извадка; за сравняване на повече от две групи с еднакъв обем на извадките ($n_1 = n_2 = n_3 \dots = n_m$) степените на свобода се определят по зависимостта $v = m(n - 1)$, където m е броят на групите, които се сравняват; за повече от две извадки с различен обем ($n_1 \neq n_2 \neq n_3 \neq \dots \neq n_m$) степените на свобода се определят по формулата $v = n_1 + n_2 - 2$ и сравнението се извършва, като се сравняват групите две по две.

Г) Не винаги се отчита поправката на Бонферон при сравняване на повече от две извадки. Поправката на Бонферон е $\frac{\alpha}{k}$, където k е броят на сравняваните извадки; α - вероятността поне един път да се сбърка при вземане решение за статистическо различие между сравняваните извадки (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010).

Преди прилагане на този критерия за сравняване на статистическите различия между средните стойности на изследвания параметър, за проверка на вида на закона на разпределение може да се използва Фиг. 4 или позоваване на априорна информация, т.е. на научни работи, където има информация, че е изследвано и установено, че оценките на този параметър се разпределят по нормален закон.

Ако обемът на извадките е малък и не може да се приложи критерия на Стюdent се използва непараметричният критерий на Ман-Утни. При него се допуска следната грешка: неправилно се определя рангът на две или повече еднакви стойности на параметъра в статистическия ред. Ако има две случайни величини с еднаква стойност, то рангът ще бъде $(N_1 + N_2)/2$, т.е. две стойности ще имат един и същ ранг; аналогично за три и повече еднакви случайни величини в статистическите редове на сравняваните извадки.

Решение за вида на статистическата значимост се взема по Фиг. 7.



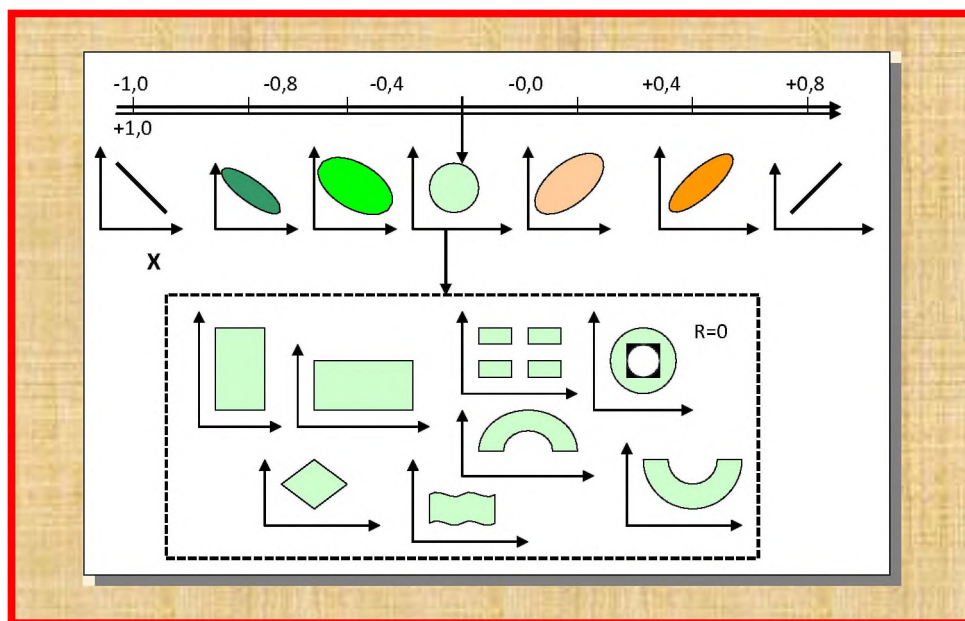
7. Коефициент на корелация на Пирсън.

Коефициентът на корелация на Пирсън (Pearson) е един от най-използваните показатели за оценка на силата на връзката между два параметъра (признака). Въпреки това често се забравя и се грешки, че: 1) коефициентът на корелация на Пирсън оценява степента на линейна връзка между нормално разпределени популации и 2) оценката на значимостта на „силата“ на връзката зависи не само от стойността на коефициента на корелация, но и от броя на повторенията (n), за които е изчислен този коефициент. Без да се посочва броят на повторенията, ако има твърдение, например, че „има тясна връзка между параметрите“, ако коефициентът на корелация е равен на $R = 0,8$, е безсмислен, тъй като при $n < 7$ и $\alpha = 0,05$ такъв

коэффициент е незначително различен от нула.

Най-широко използваният коефициент за праволинейна зависимост е коефициентът на корелация на Пирсън, в който две променливи са линейно свързани или зависими една от друга и се бележи коефициентът на корелация с R , който има стойност от (-1) до 1 . Когато $R = 0$, няма линейна връзка между променливите, т.е. няма никаква корелация. Когато $R = 1$ или $R = -1$, имаме функционална линейна връзка между двете променливи. Това означава, че диаграмата в тези случаи ще бъде права линия. Знакът пред R показва посоката на зависимостта между двете променливи. Когато R е с положителен знак има права зависимост между двете променливи, т.е. при нарастване на X , нараства и Y и обратно, когато знакът е отрицателен, има обратна зависимост, т.е. с нарастване на X , намалява Y (Благовещенский, 2009; ISO 5725-6-2002, 2009; ISO 50779.10-2000, 2005).

Ситуациите, показани на Фиг. 8 (Тасев и др., 2022; Тасев и др., 2010), при $R = 0$ затрудняват изследователите. Една част от тях се отказват от използването на регресионния анализ и пишат, че не съществува връзка между изследваните величини. Истината е, че връзка между X и Y съществува, но тя не е линейна. И нито един коефициент на корелация не може да улови зависимостта, ако кривата има формата дадена на Фиг. 8 при $R = 0$. Затова е най-добре преди да се изчислява R да се нанесат стойностите на Y в зависимост от X и да се очертае графиката и ако формата е от някои от посочените видове, е безсмислено да определя R , а трябва да се потърсят други методи за обработка и анализ.



Фиг. 8. Взаимовръзка между променливите X и Y
Fig. 8. Interrelationship between variables X and Y

Друга група изследователи не се съобразяват с вида на графичната зависимост, намират коефициента на Пирсън и правят заключение, че няма взаимовръзка между X и Y , което е пълна безсмислица, тъй като това се вижда от графичната зависимост.

Известно е, че R е по-лесен за работа, когато е повдигнат на квадрат. Така може да се представи зависимостта между двете променливи като процент от вариации между тях. Тогава се говори за коефициент на детерминация. Коефициентът на детерминация се нарича още коефициент на определеност и показва какъв процент от промените в едната променлива ще доведат до промени в другата променлива. Коефициентът на корелация и коефициентът на неопределеност се допълват до единица.

Тази втора група изследователи продължават и определят и коефициента на неопределеност, който не им носи никаква информация.

В заключение, дадените примери на грешка не изчерпват многообразието от неточности, но изразяват най-съществените и е направен опит да се дадат препоръки как да се избегнат.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кои са основните причини за появяване и живот на такива грешки?

♦ Авторите на публикациите и членовете на редакционните колегии нямат необходимата подготовка по теория на вероятности и математическа статистика, което не им позволява да осъзнаят грешните изводи, които са направили, използвайки статистическите методи и критерии.

♦ Не са редки случаите, когато целта на публикацията е не стремежа ученият да обнародва, легализира надежден, достоверен резултат от изследването си, а самият факт бърза публикация, дори с не надеждни изводи, като доказателство за „научността“ на резултатите от изследването.

♦ Ограниченост на достъпа на широка читателска аудитория до публикациите, съдържащи грешни изводи. Това е свързано с ограничения тираж на периодиката, а така също достъпа до дисертации.

♦ Читателите нямат достъп до изходните данни на автора на публикациите. Авторите знаят, че всеки читател, който се съмнява в истинността на авторските изводи, няма възможност незабавно (или след известно време) да получи тези данни и самостоятелно да провери тези изводи на автора. В американските и английски списания по медицина, биология и др. научни специалности при обсъждане на резултатите се изискват, в електронен вариант, изходните данни въз основа на които са изградени представените изводи и претенциите за приноси в научната област, което позволява всеки рецензент или член на редакционната колегия сам да се убеди в коректността и реалността на направените изводи. Не са редки случаите, когато се получават качествено нови изводи.

♦ В някои редакционни колегии на списанията, основно медицински, има специалисти по математическа статистика и той заедно със специалиста по проблематиката в научната работа проверява само правилността на прилагане на статистическия метод или критерии.

♦ Много редакционни колеги нямат желание на страниците на техните списания да се дискутират и коментират грешки на авторите. Всяка от описаните причини може да бъде обект на въздействие, но поради сложността на взаимодействията на изброените причини и тяхната, предимно социална природа, която е в основата ѝ, остава да се надяваме на добросъвестността на отделния учен, т.е. на това, че в историята на науката остават публикувани тези грешки, а стремежът трябва да бъде към ефективност на проведените изследвания и достоверни научни изводи.

ЛИТЕРАТУРА

- Ангелова П., Тасев Г. 2022. Основи на научните изследвания в агрономията. ISBN 978-619-239-745-6. София, 477 с.
- Благовещенский Ю.Н. 2009. Тайны корреляционных связей в статистике. Москва.
- Дмитриев Е.А. 1995. Математическая статистика в почвоведении. Москва, 320 с.
- Кобзарь А.И. 2012. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. Москва, 816 с.
- Козлов М.В. 2003. Мнимые повторности (pseudoreplication) в экологических исследованиях: проблема, не замеченная российскими учеными. Журнал общей биологии. Т. 64. № 4. с. 292–307.
- Кондрашкина М.И. 1991. Влияние размера и формы образца на информацию о почвенном объекте. Автореферат д.б.н. Москва, 24 с.
- Лемешко Б.Ю., Рогожников А.П. 2012. О нормальности погрешностей измерений в классических экспериментах и мощности критериев, применяемых для проверки отклонения от нормального закона. Метрология. № 5. с. 3–26.
- Тасев Г. и др. 2022. Методични основи на методологията на научните изследвания. ISBN 978-619-239-734-0. София, 697 с.

- Тасев Г., Михов М., Маджов С. 2021. Теоретични основи на надеждността, ISBN 978-619-239-565-0. София, 553 с.
- Тасев Г. и др. 2022. Основи на научните изследвания в растениевъдството. ISBN 978-619-239-735-7. София, 480 с.
- Тасев Г. и др. 2022. Статистически методи за анализ на експерименталните резултати от научните изследвания в земеделието и горите. ISBN 978-619-239-741-8. София, 639 с.
- Тасев Г., Ковачева С., Панчев Н. 2010. Ератология или как да се избегнат най-неприятните грешки при използване на статистическите методи в научните изследвания. София.
- Тасев Г., Панчев Н. 2017. Математически методи и модели. София.
- Тасев Г. и др. 2007. Приложение на статистическите методи в системите за управление на качеството. Шумен.
- Тасев Г. 2023. Методика за експериментално изследване в земеделието и грешки при анализа на резултатите. Сб. Доклади „Десет години световен ден на почвите и движение за тяхната защита и опазване“. София, 186-201 с.
- Gurevitch J., Hedges L.V. 2001. Meta-analysis. Combining the results of independent experiments // Design and analysis of ecological experiments / Schneider SM, Gurevitch J (eds). Oxford University Press. Oxford. USA. pp. 347–369.
- Hurlbert S.H. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecological Monographs. Vol. 54 (2). pp. 187–211.
- ISO 5725-6-2002. 2009. Точност (правилност и прецизионност) методов и результатов измерений. Москва, 58 с.
- ISO 50779.10-2000. 2005. Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения. Москва, 46 с.
- Oldfield E.E., Bradford M.A., Wood S.A. 2019. Global meta-analysis of the relationship between soil organic matter and crop yields // Soil. Vol. 5. Iss. 1. pp. 15–32.
- Webster R. 2001. Statistics to support soil research and their presentation // European Journal of Soil Science. Vol. 52. pp. 331–340.

ERRORS IN THE USE OF STATISTICAL METHODS IN SCIENTIFIC RESEARCH

G. Tasev

Съюз на специалистите по качеството в България

(Summary)

Young scientists, doctoral students and specialists learn about new and existing models, methods and results of scientific research mainly from publications in scientific journals, scientific works of higher schools and scientific research institutes, collections of reports from scientific conferences, symposia, etc. Their knowledge in the field of statistical methods is usually modest, therefore the conclusions of the authors are taken on trust, as absolute truths. This would not be so terrible if the statistical methods were correctly and correctly used and the analyses precisely performed and the results properly used in making and making decisions. Without citing where the misanalysed statistical results are taken from, who the author is, etc. we will take the liberty of pointing out what constitutes the essence of an error committed, what is the cause of the misinterpretation, and how the statistical apparatus should be used.

Key words: statistics designations, pseudo replication, significance level, confidence interval, hypothesis testing, criterion power, correlation coefficient.

OCCURRENCE OF PARASITES AND PATHOGENS IN THE SIX-TOOTHED BARK BEETLE, *IPS SEXDENTATUS* (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) IN BULGARIAN PINE STANDS

Danail Takov¹, Sevdalin Belilov², Danail Doychev³, Daniela Pilarska¹, Marek Barta⁴

¹Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences

² Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

³University of Forestry

⁴Institute of Forest Ecology, Slovak Academy of Sciences

Abstract: Specimens of the six-toothed bark beetle, *Ips sexdentatus*, were examined for the presence of parasites and pathogens. One hundred and ten adult beetles were collected from the bark of Scots pine and Black pine in three localities during the years 2023 and 2024. The findings of this study revealed the presence of several parasites and pathogens within the insect hosts, including the protozoan *Gregarina typographi*, nematode larvae, and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. The prevalence were determined to be 19% for the *Gregarina typographi*, 95% for nematodes, and 0.9% for the fungus *B. bassiana*, with only one infected specimen identified. The localization of these parasites and pathogens in the host was as follows: *Gr. typographi* was found in the gut lumen, nematodes were located in both the gut and hemocoel (body cavity), and the fungus was present throughout the entire body, evidenced by the development of a distinctive white mycelium on the insect's surface. In certain hosts, multiple trophozoites of the eugregarine were observed, with infection rates ranging from 15% to 53% in two of the sampled localities. Notably high levels of infestation with nematode larvae were recorded, ranging from 92% to 97% (average 95%). Additionally, phoretic nematodes were discovered beneath the elytra of the beetles, utilizing the insects for transportation between trees. The prevalence of infection with gregarine varied significantly between the newly emerged bark beetles (0% infected), collected in Vladimir locality, and the adult bark beetles in the other two localities that had survived over for a longer time span, which showed an infection rate 15% and 53%.

Key words: *Ips sexdentatus*, *Gregarina typographi*, *Beauveria bassiana*, nematodes, entomopathogens, insect parasites, phoresy

INTRODUCTION

Ips sexdentatus (Börner, 1767) is an insect pest and the largest bark beetle of its genus. It is a widespread species found in Europe and Asia, with its current distribution in Europe encompassing approximately 40 countries, including Bulgaria. In recent years, climate change has resulted in an increased frequency of extreme weather events, such as windstorms and severe droughts (Hroščo et al., 2020). These changing conditions have resulted in a rise in bark beetle outbreaks, which have a significant impact on European coniferous forests (Nikolov et al., 2014; Hlásny et al., 2014). Consequently, bark beetle population densities can rise, and during mass outbreaks, aggressive species may move from stressed and weakened trees to healthy ones; this behavior has been confirmed in the six-toothed bark beetle, *Ips sexdentatus* (Rossi et al., 2009). Although it is considered a secondary pest (Romero et al., 2007) and is less aggressive than *I. typographus* (L.) (Eppo Global Databae, 2020), the six-toothed bark beetle can still pose a more serious threat under certain conditions. In the favorable climatic conditions of Southern and Southeastern Europe, where there is a substantial availability of suitable food sources (stressed pines – hosts), populations of *I. sexdentatus* can increase rapidly.

In Northern Europe, *I. sexdentatus* is found on *Pinus sylvestris*, while in Central and Southern Europe it also infests *P. pinaster*, *P. heldreichii*, and *P. nigra*. In Turkey, Georgia, and southern Russia, it occurs on *Picea orientalis*. *Ips sexdentatus* reaches a length of 8 mm and prefers large trees with thick bark. Males attack trees by building a mating chamber beneath the bark. Typically, there are two generations per year, with adults emerging from April to May and again from July to August. In some Mediterranean regions, as many as three generations per year have been reported (Ciesla, 2001). The most effective control measure against this pest is the removal the infested trees before the new

generation of adult beetles emerges. If the control measures are not applied, their attacks may also extend to healthy trees of other pine species (Hlásny et al., 2019; Martín et al., 2013). Therefore, protecting these forests is essential for maintaining their social, ecological, and economic functions. Research on the pathogens and parasites associated with this pest is an important component of this protection, as it contributes to the control of the insect causing the damage. The aim of this study was to identify diversity of pathogens and parasites in specimens of six-toothed bark beetles collected in Bulgaria.

MATERIAL AND METHODS

One hundred and ten adult bark beetles were collected from three localities (the west region of Bulgaria): Staro selo village (42°29'42,27" N, 23°06'38,09" E), Vladimir vill. (42°26'44,47" N, 23°05'07,50" E) and Ablanitsa vill. (41°34'16,86" N, 23°53'41,13" E) on *Pinus sylvestris* and *P. nigra* trees during 2023 – 2024. The collected specimens were removed from the bark and then transferred to the laboratory, where they were stored at a temperature of 1–4°C. After dissecting each specimen, fresh preparations of the internal organs from the adult beetles were examined for the presence of pathogens and parasites using light microscopy (100× and 400× magnification) following the methodology outlined by Wegensteiner et al. (1996). Insect samples exhibiting symptoms of mycosis were placed in a humid chamber to promote the development of fungal pathogens, which were subsequently isolated into pure cultures on Sabouraud dextrose agar (SDA) supplemented with fungicides (250 mg/L cycloheximide and 500 mg/L dodine) and antibiotics (600 mg/L streptomycin sulfate and 50 mg/L tetracycline hydrochloride). The purified fungal strains were transferred to SDA slants and stored at 4°C. The fungal cultures were identified microscopically (500×) based on the morphology of their microstructures (Humber, 2012) and through a sequencing analysis of the internal transcribed spacer (ITS) region of ribosomal DNA (ITS1-5.8S-ITS2) as well as a partial sequence of the translation elongation factor (TEF1- α) gene (Barta et al., 2020).

RESULTS AND DISCUSSION

Specimens of the six-toothed bark beetle, *I. sexdentatus*, were examined for the presence of parasites and pathogens. The findings of this study revealed several parasites and pathogens within the insect hosts, including the protozoan *Gregarina typographi*, nematode larvae, and the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill.

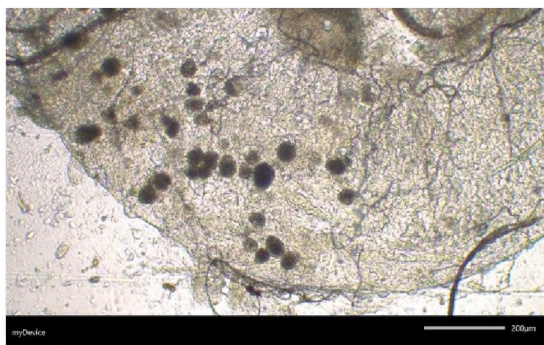


Fig. 1. Multiple trophozoites of *G. typographi* in gut lumen of *I. sexdentatus*



Fig. 2. Three trophozoites of *G. typographi* in *I. sexdentatus*

The overall mean infection rates were determined to be 19% for *G. typographi*, 95% for nematodes, and 0.9% for the fungus *B. bassiana*, with only one infected specimen identified. The localization of these parasites and pathogens within the host was as follows: *G. typographi* was found

in the gut lumen, nematodes were located in both the gut and hemocoel (body cavity), and the fungus was present throughout the entire body, as evidenced by the development of distinctive white mycelium on the insect's surface. In certain hosts, multiple trophozoites of the eugregarine were observed, with infection rates ranging from 15% to 53% in two of the sampled localities. Only newly emerged beetles were collected in the Vladimir locality. The gregarine was not detected in this sample group probably because in order the parasite to be transmitted and developed from an infected adult to uninfected one a longer period of time is needed.

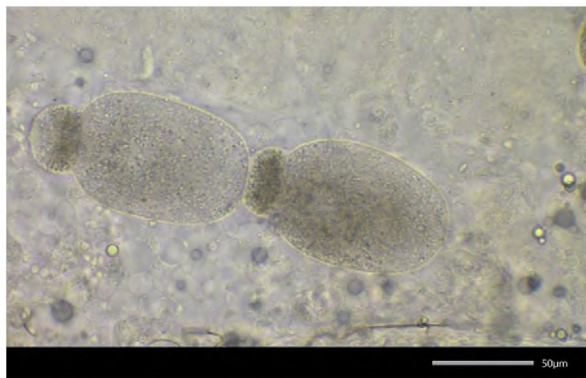


Fig. 3. Two mature gregarines pair in a process known as syzygy



Fig. 4. *B. bassiana* fungal culture in Petri dish, isolated from the bark beetle host

Notably high levels of infestation with nematode larvae were recorded, ranging from 92% to 97% (average 95%). Additionally, phoretic nematodes were discovered beneath the elytra of the beetles, utilizing these insects for transportation between trees. The prevalence of gregarine infection varied significantly between newly emerged beetles, which exhibited a 0% infection rate, and adult beetles that had survived for a longer duration, which showed an infection rate of 53%.

In Bulgaria, Takov et al. (2007) reported the presence of *G. typographi* and *B. bassiana* in adult *I. sexdentatus* from three localities, with the prevalence of the eugregarine varying between 15% and 54%. For the first time, a gregarine pathogen of *I. sexdentatus* has been reported in Turkey and identified as *G. typographi*. Yaman (2007) documented not only gregarine infections but also nematode parasitism. The parasitic nematodes *Parasitaphelenchus sexdentati* (found in the haemocoel and the gut lumen) and *Parasitorhabditis subelongati* (located in the gut lumen), as well as nematodes associated with *I. sexdentatus* – *Cryptaphelenchus diversispicularis* and *Rhodolaimus pini* (found in beetle galleries) – were recorded in Bulgaria (Nedelchev et al., 2008).



Fig. 5. Nematode larvae in the gut lumen of *I. sexdentatus*



Fig. 6. Nematode larvae under elytra of the six-toothed bark beetle

Grucmanová & Holuša (2013) summarized data on nematodes found in *I. sexdentatus* and listed the endoparasitic nematodes *Contortylenchus diplogaster* v. Linstow, 1890 in the hemocoel of the host (Ruhm, 1956; Tenkacova & Mituch, 1991; Balazy, 1966, 1968), *Parasitaphelenchus sexdentati* in the hemocoel and gut (Weiser & Mracek, 1988; Filipjev et al., 1959), and the associated nematodes (located under the elytra): *Bursaphelenchus sexdentati* (Ruhm, 1960) and *Plectus rhizophilus* (Vilagiova, 1990). According to Burjanadze & Goginashvili (2009), endoparasitic nematodes are commonly found in bark beetles, with infestation rates sometimes exceeding 50%. Although these nematodes rarely kill their hosts, they can alter host behavior; negatively impact host fertility, survival, and flight activity, and delay swarming (e.g., Coster & Hoffard, 1976; Kaya, 1984). Grucmanová & Holuša (2013) concluded that the most frequently observed endoparasitic nematodes in *Ips* species in Europe are *Parasitylenchus dispar* (Fuchs, 1915) and *C. diplogaster*. Phoresy is prevalent among nematodes and bark beetles, and phoretic nematodes are commonly found on the bodies of beetles. They are typically clustered under the elytra, on the wings, or between the individual segments of the body, particularly between the thorax and the abdomen and between abdominal tergites. These nematodes primarily feed on fungi, bacteria, and other microorganisms, and they are often found on the bodies of beetles undergoing anabiosis (Grucmanová & Holuša, 2013).

Beauveria bassiana is a well-known entomopathogenic fungus that affects various insect pests and is naturally found in populations of *Ips* spp. (Wegensteiner, 1992; Nierhaus-Wunderwald, 1993; Zimmerman, 2007; Sevim et al., 2012). Previous studies have demonstrated that this fungus exhibits high virulence against bark beetles, particularly *Ips* spp. (Wegensteiner, 1992; Kreutz et al., 2004; Steinwender et al., 2010; Tanyeli et al., 2010; Mudrončková et al., 2013; Kocacevik et al. 2016; Barta et al., 2018a). Some researchers have shown that *Beauveria* spp. are natural fungal pathogens of numerous forest insects, including *Dendroctonus micans*, *I. sexdentatus*, and *I. typographus* (Goettel et al., 1990; Batta 2007; Sevim et al., 2010; Steinwender et al., 2010; Tanyeli et al. 2010; Barta et al., 2018b, 2020). Ramanenka et al. (2023) identified four species of entomopathogenic fungi (11.4% of the total species count) responsible for disease and mortality of *I. sexdentatus* in Belarus: *Akanthomyces muscarius* (Petch) Spatafora, Kepler & B. Shrestha, *B. bassiana*, and *Purpureocillium takamizusanense* (Kobayasi) S. Ban, Azuma & Hirok. Sato. In Bulgaria, Draganova et al. (2010) isolated fungal strains from dead adults of *I. sexdentatus*, *I. typographus*, and *Dryocoetes autographus*, identifying them as *B. bassiana*, *B. brongniartii* (Sacc.) Petch, and *Isaria farinosa* (Holmsk.) Fries. *B. bassiana* was predominantly observed in the bark beetles and three isolates of *B. bassiana* were obtained from *I. sexdentatus*. In the same study, also were isolated and identified *B. bassiana* in two other bark beetle species (*I. typographus* and *D. autographus*).

CONCLUSION

Ips sexdentatus harbors a complex array of pathogens and parasites that are permanently established and widespread within its populations. The age of the imago is directly correlated with infection levels; specifically, newly emerged beetles exhibit lower level of the gregarines compared to their longer-lived counterparts. This difference can be attributed to the shorter duration of contact with other individuals among the newly emerged specimens. The presence of nematodes in the six-toothed bark beetle has been recorded at high levels. These nematodes not only parasitize the beetle but also utilize it for transport and dispersal (phoresy).

Acknowledgment: This work was supported by the Bulgarian Ministry of Education and Science, National Science Fund: Project KP-06-N51/1/18.08.2022.

REFERENCES

- Balazy S. 1966. Living organisms regulate population density of bark beetles in spruce forests, with special reference to entomopathogenic fungi. *Poznanskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk Wydział Nauk Rolniczych i Lesnych*, 21 (1): 3-48 (in Polish).
- Balazy S. 1968. Analysis of bark beetle mortality in spruce forests in Poland. *Ekologia Polska Seria A*, 16 (33): 657-687 (in Polish).
- Barta M., Takov D., Pilarska D., Doychev D., Kádasi Horáková M. 2020. Entomopathogenic fungi of the genus *Beauveria* and their pathogenicity to *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae) in the Vitosha National Park, Bulgaria. *Journal of Forest Science*, 66 (10): 420-435.
- Barta M., Kautmanová I., Čičková H., Ferenčík J., Florián Š., Novotný J., Kozánek M. 2018a. The potential of *Beauveria bassiana* inoculum formulated into a polymeric matrix for a microbial control of spruce bark beetle. *Biocontrol Science and Technology*, 28: 718-735.
- Barta M., Kautmanová I., Čičková H., Ferenčík J., Florián Š., Novotný J., Kozánek M. 2018b. Hypocrealean fungi associated with populations of *Ips typographus* in West Carpathians and selection of local *Beauveria* strains for effective bark beetle control. *Biologia*, 73: 53-65.
- Batta Y.A. 2007. Biocontrol of almond bark beetle (*Scolytus amygdali* Geurin-Meneville, Coleoptera: Scolytidae) using *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (Deuteromycotina: Hyphomycetes). *Journal of Applied Microbiology*, 103: 1406-1414.
- Burjanadze M., Goginashvili N. 2009. Occurrence of pathogens and nematodes in the spruce bark beetles, *Ips typographus* (Col., Scolytidae) in Borjomi Gorge. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, 3 (1): 145-150.
- Ciesla W. M. 2001. Exotic Forest Pest Information System for North America: *Ips sexdentatus*. North American Forestry Commission. caps.ceris.purdue.edu/webfm_send/1963.
- Coster J.E., Hoffard W. 1976. Endoparasitic nematodes of *Ips* bark beetles in Eastern Texas. *Environmental Entomology*, 5 (1): 128-132.
- Draganova S., Takov D., Doychev, D. 2010. Naturally-occurring entomopathogenic fungi on three bark beetle species (Coleoptera: Curculionidae) in Bulgaria. *Pesticidi i fitomedicina*, 25 (1): 59-63
- Eppo Global Databae. Available online: <https://gd.eppo.int/taxon/IPSEXSE/documents> (accessed on 10 December 2020)
- Filipjev I.N., J.M. Schuurmans Stekhoven Jr. 1959. A Manual of Agricultural Helminthology. 2nd Impression. Leiden (E. J. Brill), 880 p.
- Goettel M.S., Poprawski T.J., Vandenberg J.D., Li Z., Roberts D.W. 1990. Safety to nontarget invertebrates of fungal biocontrol agents. In: Laird M., L.A. Lacey, E.W. Davidson (eds). *Safety of Microbial Insecticides*. Boca Raton, FL, USA, CRC Press, 209-232.
- Gručmanová Š., Holuša J. 2013. Nematodes associated with bark beetles, with focus on the genus *Ips* (Coleoptera: Scolytinae) in Central Europe. *Acta zoologica bulgarica*, 65 (4): 547-556.
- Hlásny T., Mátyás C., Seidl R., Kulla L., Merganičová K., Trombik J., Dobor L., Barcza Z., Konôpka B. 2014. Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation? *Central European Forestry Journal*, 60 (1): 5-18.
- Hlásny T., Krokene P., Liebhold A., Montagné-Huck C., Müller J., Qin H., Raffa K., Schelhaas M.-J., Seidl R., Svoboda M., Viiri H. 2019. Living with bark beetles: impacts, outlook and management options. From Science to Policy 8. European Forest Institute. Joensuu, Finland, 51 p.
- Hroščo B., Mezei P., Potterf M., Majdák A., Blaženec M., Korolyova N., Jakuš R. 2020. Drivers of spruce bark beetle (*Ips typographus*) infestations on downed trees after severe windthrow. *Forests*, 11 (12): article № 1290.
- Humber R.A. 2012. Identification of entomopathogenic fungi. In: Lacey L.A. (ed.). *Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*. Amsterdam, Academic Press, 151-187.
- Kaya H.K. 1984. Nematode parasites of bark beetle. In: Nickle W.R. (ed.). *Plant and Insect Nematodes*. New York, USA (Marcel Dekker Inc), 727-754.
- Kocacevik S., Sevim A., Eroğlu M., Demirbağ Z., Demir I. 2016. Virulence and horizontal transmission of *Beauveria pseudobassiana* SA Rehner & Humber in *Ips sexdentatus* and *Ips typographus* (Coleoptera: Curculionidae), *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 40 (2): 241-248.
- Kreutz J., Vaupel O., Zimmermann G. 2004. Efficacy of *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. against the spruce bark beetle, *Ips typographus* L., in the laboratory under various conditions. *Journal of Applied Entomology*, 128: 384-389.
- Martín A., Etxebeste I., Pérez G., Álvarez G., Sánchez E., Pajares J. 2013. Modified pheromone traps help reduce bycatch of bark-beetle natural enemies. *Agricultural and Forest Entomology*, 15: 86-97.
- Mudrončeková S., Mazán M., Nemčovič M., Šalamon I. 2013. Entomopathogenic fungus species *Beauveria bassiana* (Bals.) and *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) used as mycoinsecticide effective in biological control of *Ips typographus* (L.). *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2 (6): 2469-2472.
- Nedelchev S., Takov D., Pilarska D. 2008. Parasitic and associated nematodes of bark beetles in Bulgaria. *Acta zoologica bulgarica*, 2: 83-991.
- Nierhaus-Wunderwald D. 1993. Die natürlichen Gegenspieler der Borkenkäfer. *Wald und Holz*, 1: 8-14 (in German).
- Nikolov C., Konôpka B., Kajba M., Galko J., Kunca A., Janský L. 2014. Post-disaster forest management and bark beetle outbreak in Tatra National Park, Slovakia. *Mountain Research and Development*, 34 (4): 326-335.
- Ramanenka M.O., Pantelev S.V., Sazonov A.A., Ivashchanka L.O. 2023. Mycobiota of *Ips sexdentatus* (Borner, 1776) (Coleoptera, Curculionidae: Scolytinae) in Belarus. *Entomological Review*, 103 (5): 545-556.
- Romero S.L., Ochoa P.R., Bilbao J.C.I., Lafuente A.G. 2007. Los Escolítidos de las Coníferas del País Vasco: Guía Práctica Para su Identificación y Control, 1st ed. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria-Gasteiz, Spain, 136-139.

- Rossi J.P., Samalens J.C., Guyon D., van Halder I., Jactel H., Menassieu P., Piou D. 2009. Multiscale spatial variation of the bark beetle *Ips sexdentatus* damage in a pine plantation forest (Landes de Gascogne, Southwestern France). *Forest Ecology and Management*, 257 (7): 1551-1557.
- Ruhm W. 1956. The Nematodes of Bark Beetles. *Parasitologische Schriftenreihe*, 6: 1-437 (In German).
- Ruhm W. 1960. A contribution to the nomenclature and systematics of some nematode species associate of the Scolytids. *Zoologischer Anzeiger Leipzig*, 164 (5-6): 201-213 (In German).
- Sevim A., Demir I., Tanyeli E., Demirbağ Z. 2010. Screening of entomopathogenic fungi against the European spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae). *Biocontrol Science and Technology*, 20 (1): 3-11.
- Sevim A., Höfte M., Demirbağ Z. 2012. Genetic variability of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* var. *anisopliae* isolates obtained from the Eastern Black Sea Region of Turkey. *Turkish Journal of Biology*, 36 (3): 255-265.
- Steinwender B.M., Krenn H.W., Wegensteiner R. 2010. Different effects of the insect pathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Deuteromycota) on the bark beetle *Ips sexdentatus* (Coleoptera: Curculionidae) and on its predator *Thanasimus formicarius* (Coleoptera: Cleridae). *Journal of Plant Diseases and Protection*, 117: 33-38.
- Takov D., Doychev D., Wegensteiner R., Pilarska D. 2007. Study of bark beetle (Coleoptera, Scolytidae) pathogens from coniferous stands in Bulgaria. *Acta Zoologica Bulgarica*, 59 (1): 87-96.
- Tanyeli E., Sevim A., Demirbağ Z., Eroglu M., Demir I. 2010. Isolation and virulence of entomopathogenic fungi against the great spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Kugelnann) (Coleoptera: Scolytidae). *Biocontrol Science and Technology*, 20: 695-701.
- Tenacova I., Mituch J. 1991. Nematodes of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) from Tatra National Park. *Zborník prác o Tatranskom národnom parku*, 31: 173-182 (in Slovak).
- Vilagiova I. 1990. Helminths of bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in Slovakia. PhD Thesis. Helminthological Institute of Slovak Academy of Sciences, Košice, 118 p. (in Slovak).
- Wegensteiner R. 1992. Untersuchungen zur Wirkung von *Beauveria* Arten auf *Ips typographus* (Col: Scolytidae). *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft fuer Allgemeine und Angewandte Entomologi*, 81 (3): 104-106 (in German).
- Wegensteiner, R., Weiser J., Fuhrer E. 1996. Observations on the occurrence of pathogens in the bark beetle *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 120: 199-204.
- Weiser J., Mracek Z. 1988. Parasitic nematodes of the insects. Prague, Czech Republic (Academia), 258 p.
- Yaman M. 2007. *Gregarina typographi* Fuchs, a gregarine pathogen of the six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* (Boemer) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 31 (4): 359-363.
- Zimmermann G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. *Biocontrol Science and Technology*, 17: 553-596.

СРЕЩАЕМОСТ НА ПАРАЗИТИ И ПАТОГЕНИ В ШЕСТЪЗЪБИЯ КОРОЯД *IPS SEXDENTATUS* (CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) В БОРОВИ НАСАЖДЕНИЯ ОТ БЪЛГАРИЯ

Данаил Таков¹, Севдалин Белилов², Данаил Дойчев³, Даниела Пиларска¹, Марек Барта⁴

¹Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания, Българска Академия на науките

²Институт за гората – София, Българска Академия на науките

³Лесотехнически университет

⁴Институт по горска екология, Словашка Академия на Науките

(Резюме)

Изследвани са екземпляри от шестъзъбия корояд *Ips sexdentatus* за наличие на паразити и патогени. Сто и десет възрастни бръмбари бяха събрани от кората на бял и черен бор от три находища през 2023 и 2024 г. Резултатите от проучването показаха наличието на няколко паразита и патогена в насекомите гостоприемници, а именно: протозоата *Gregarina typographi*, ларви на нематоди и ентомопатогенната гъба *Beauveria bassiana*. Екстензивността на заразяване беше определена, както следва: 19% за *G. typographi*, 95% за нематодите и 0,9% за гъбата *B. bassiana*, като с микозата беше идентифициран само един индивид. Локализацията на тези паразити и патогени в гостоприемника е следната: *G. typographi* е установена в лумена на червото, нематодите са намерени както в червото, така и в телесната празнина, а гъбата колонизира цялото тяло, характеризираща се с развитието на отличителен бял мицел по

повърхността на насекомото. При отделни индивиди са наблюдавани множество трофозоити на грегариата, като нивата на заразеност с протозойния паразит варират от 15% до 53%. Регистрирани са особено високи нива на заразеност с ларви на нематоди: от 92% до 97% (средно 95%). Освен това, под елитрите на бръмбарите са открити форетични нематоди, които използват насекомите за транспорт между дърветата. Екстензивността на заразяване с грегариата варира значително между новоимагиниралите корояди (0% заразени), събрани в находището с. Владимир, и при по-продължително преживелите възрастни бръмбари от другите две находища, при които е установена заразеност от 15% и 53%.

СЕМЕЙСТВО DOLICHOPODIDAE (DIPTERA, EMPIDOIDEA) ОТ СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА

Михаил Кечев¹, Решат Зекири², Владимир Крпач²

¹Институт за гората – София, Българска академия на науките

²Природонаучен музей на Република Северна Македонија

Абстракт: Статията представя списък на известните видове от семейство Dolichopodidae в Република Северна Македонија. Долихоподидите са слабо проучени в страната, като до момента са съобщени 42 вида. Броя на видовете от по-големите родове, като Dolichopus, Hercostomus и Medetera е все още малък. Имайки предвид, че в света са описани 8300 вида, а в Европа са около 800, при бъдещи проучвания на семейството в Северна Македонија броя на видовете в страната е вероятно да достигне около 180-200 долихоподида.

Ключови думи: Dolichopodidae, Северна Македонија, преглед.

DOLICHOPODIDAE (DIPTERA, EMPIDOIDEA) FROM NORTH MACEDONIA

Mihail Kechev¹, Reshat Zeqiri², Vladimir Krpach²

¹Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

²Macedonian museum of Natural History

Abstract: The paper presents summarized information for the known dolichopodid species in North Macedonia. Forty-two species are known in the country up to now.

Key words: Dolichopodidae, North Macedonia, review.

INTRODUCTION

The family Dolichopodidae belongs to the superfamily Empidoidea of the suborder Brachycera, order Diptera. The family is widespread in all zoogeographic areas of the planet, without Antarctic. Today approximately 8300 species from 261 genera are known. Most species of the family Dolichopodidae are found in humid habitats: on vegetation around rivers, lakes, streams, marshes, flooded forests, etc. As predators, the species of the family play an important role in the regulation of a number of pests in forests and other natural ecosystems.

The dolichopodid fauna of North Macedonia is not well studied and only scarce data could be found in the current literature. First records are given by Coe (1960, 1968) who reported 29 species. Next Tomeva & Anchev (2004) mentioned 2 other species and Kechev et al. (2020) – 11 species.

MATERIAL AND METHODS

For the present paper literature by Coe (1960, 1968) and Tomeva & Anchev (2004) was used. In the spring of 2018 and 2019 dolichopodids were collected from four localities in North Macedonia – Skopje, on the left bank of the Vardar River; Skopje, Town park; Štip, Bregalnica River and Radoviška River near Radoviš town. The material was collected by means of sweep net. After collecting the adults were put in tubes containing 95% ethanol (Kechev et al. 2020). The faunistic list contains following information: species name (arranged in alphabetical order) and author, subfamily in brackets, locality of collecting and author reported species for North Macedonia.

FAUNISTIC LIST

1. *Argyra leucocephala* (Meigen, 1824) (Diaphorinae)
Ohrid Lake (Coe 1960, 1968).
2. *Argyra vestita* (Wiedemann, 1817) (Diaphorinae)
Ohrid Lake (Coe 1960).
3. *Campsicnemus crinitarsis* Strobl, 1906 (Sympycninae)
Prespa Geul, Oteševo (Coe 1960).
4. *Campsicnemus curvipes* (Fallén, 1823) (Sympycninae)
Skopje, Town park (Kechev et al. 2020).
5. *Campsicnemus filipes* Loew, 1859 (Sympycninae)
Prespa Geul, Oteševo (Coe 1960).
6. *Campsicnemus simplicissimus* Strobl, 1906 (Sympycninae)
Prespa Geul, Oteševo (Coe 1960).
7. *Campsicnemus umbripennis* Loew, 1856 (Sympycninae)
Prespa Geul, Oteševo (Coe 1960, 1968).
8. *Chrysotimus molliculus* (Fallén, 1823) (Peloroepodinae)
Skopje, Town park (Kechev, et al. 2020).
9. *Chrysotus cilipes* Meigen, 1824 (Diaphorinae)
Kochani; Blatets (Tomeva & Anchev 2004).
10. *Chrysotus femoratus* Zetterstedt, 1843 (Diaphorinae)
Radoviška River near Radoviš town (Kechev et al. 2020).
11. *Chrysotus gramineus* (Fallén, 1823) (Diaphorinae)
Skopje, Vardar River (Kechev et al. 2020).
12. *Chrysotus pulchellus* Kowarz, 1874 (Diaphorinae)
Ohrid Lake (Coe 1960).
13. *Chrysotus suavis* Loew, 1857 (Diaphorinae)
Štip, Blatets (Tomeva & Anchev 2004).
14. *Diaphorus hoffmannseggii* Meigen, 1830 (Diaphorinae)
Skopje, Vardar River (Kechev et al. 2020).
15. *Dolichopus agilis* Meigen, 1824 (Dolichopodinae)
Prespa Geul, Oteševo near lake (Coe 1960).
16. *Dolichopus latilimbatus* Macquart, 1827 (Dolichopodinae)
Ohrid Lake (Coe 1960).
17. *Dolichopus nubilus* Meigen, 1824 (Dolichopodinae)
Ohrid Lake (Coe 1960).
18. *Dolichopus signifer* Haliday, 1838 (Dolichopodinae)
Štip, Bregalnica River (Kechev et al. 2020).
19. *Gymnopternus metallicus* (Stannius, 1831) (Dolichopodinae)
Ohrid Lake (Coe 1960).
20. *Hercostomus nigrilamellatus* (Macquart, 1827) (Dolichopodinae)
Ohrid Lake (Coe 1960).
21. *Hercostomus parvilamellatus* (Macquart, 1827) (Dolichopodinae)
Štip, Bregalnica River (Kechev et al. 2020).
22. *Hydrophorus balticus* (Meigen, 1824) (Hydrophorinae)
Ohrid Lake (Coe 1960).
23. *Medetera flavipes* Meigen, 1824 (Medeterinae)

Ohrid Lake, Prespa Geul, Oteševo near lake (Coe 1968).

24. *Medetera micacea* Loew, 1857 (Medeterinae)

Ohrid Lake, Prespa Geul, Oteševo (Coe 1968).

25. *Medetera petrophila* Kowarz, 1877 (Medeterinae)

Ohrid Lake, Prespa Geul, Oteševo (Coe 1960).

26. *Medetera truncorum* Meigen, 1824 (Medeterinae)

Prespa Geul, Oteševo near lake (Coe 1960).

27. *Micromorphus albipes* (Zetterstedt, 1843) (Peloroepodinae)

Ohrid Lake (Coe 1960, 1968).

28. *Poecilobothrus chrysozygos* (Wiedemann, 1817) (Dolichopodinae)

Ohrid Lake (Coe 1960, 1968).

29. *Poecilobothrus principalis* (Loew, 1861) (Dolichopodinae)

Ohrid Lake (Coe 1968).

30. *Poecilobothrus regalis* (Meigen, 1824) (Dolichopodinae)

Prespa Geul, Oteševo near lake (Coe 1960, 1968).

31. *Rhaphium caliginosum* (Meigen, 1824) (Rhaphiinae)

Skopje, Town park (Kechev et al. 2020).

32. *Rhaphium laticorne* (Fallén, 1823) (Rhaphiinae)

Štip, Bregalnica River (Kechev et al. 2020).

33. *Rhaphium penicillatum* Loew, 1850 (Rhaphiinae)

Štip, Bregalnica River (Kechev et al. 2020).

34. *Sciapus flavicinctus* (Loew, 1857) (Sciapodinae)

Ohrid Lake (Coe 1960).

35. *Sympycnus pulicarius* (Fallén, 1823) (Sympycninae)

Ohrid Lake, Prespa Geul, Oteševo (Coe 1960, 1968).

36. *Sympycnus simplicipes* Becker, 1908 (Sympycninae)

Ohrid Lake (Coe 1960).

37. *Syntormon fuscipes* (von Roser, 1840) (Sympycninae)

Ohrid Lake (Coe 1960).

38. *Syntormon metathesis* (Loew, 1850) (Sympycninae)

Ohrid Lake (Coe 1960, 1968).

39. *Syntormon pallipes* (Fabricius, 1794) (Sympycninae)

Ohrid Lake (Coe 1960).

40. *Teuchophorus monacanthus* Loew, 1859 (Sympycninae)

Skopje, Town park (Kechev et al. 2020).

41. *Teuchophorus spinigerellus* (Zetterstedt, 1843) (Sympycninae)

Ohrid Lake (Coe 1968).

42. *Xanthochlorus tenellus* (Wiedemann, 1817) (Xanthochlorinae)

Ohrid Lake (Coe 1960).

DISCUSSION

In this paper forty-two species from the family Dolichopodidae are reviewed for the fauna of North Macedonia.

The data show that the family is not well studied in North Macedonia. Most of the species listed above are trivial and widespread in Europe. There are still small records of some of the great genera of the family such as Dolichopus, Hercostomus and Medetera, which encompasses many European species.

In conclusion could be mentioned that deeper studies of the species composition of the family from North Macedonia, especially in the higher parts of the mountains, will provide many new and interesting species for the country's fauna. In future investigations the real number may reach 180-200 species.

REFERENCES

- Coe R.L. 1960. Diptera taken in Yugoslavia from May to July, 1955, with localities and notes. Part III. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, Serie B, 15, 153–173.
- Coe R.L. 1968. A further collection of Diptera from Yugoslavia, with localities and notes. Part III. Bulletin du Muséum d'Histoire Naturelle, Serie B, 23, 131–149.
- Kechev M., Naglis S., Tonguç A., Pollet M. 2020. Checklist of the Dolichopodidae (Diptera, Empidoidea) of the Balkan Peninsula, with first records for Bulgaria, Montenegro, North Macedonia, and for the European part of Turkey. Zootaxa 4819 (3): 436–472.
- Tomeva E., Anchev E. 2004. The comparative analysis of the Diptera-Brachycera at the rice growing regions in Republic of Macedonia. Proceedings of the 2nd Congress of Ecologists of the Republic of Macedonia with International Participation, 25–29.10.2003, Ohrid. Special Issues of Macedonian Ecological Society, 6, 484–491.

ОЦЕНКА НА НАПАДЕНИЯТА ОТ *CORYTHUCHA ARCUATA* В СТРАНДЖА ЧРЕЗ ИЗПОЛЗВАНЕ НА ДИСТАНЦИОННИ ДАННИ

Севдалин Белилов¹, Маргарита Георгиева¹, Пламен Мирчев¹, Боряна Катинова¹, Михаил Кечев¹,
Даниела Пиларска², Любомира Георгиева³, Вяра Петрова¹, Георги Георгиев¹

¹Институт за гората – София, Българска академия на науките

²Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания – София, Българска академия на науките

³Софийски университет „Св. Климент Охридски“, Геолого-географски факултет

Абстракт: През 2022 г. е извършен мониторинг на нападенията от инвазивния вредител *Corythucha arcuata* (Heteroptera: Tingidae) на територията на Държавно горско стопанство (ДГС) Царево в Странджа чрез използване на NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) от мултиспектрални изображения, осигурени по два начина: заснемане на дъбови насаждения в района на Китен и Царево на 12.07.2022 г. с мултиспектрална камера „Parrot SEQUOIA“, интегрирана със специализирана професионална безпилотна летателна система (БЛС) „Autel Robotics EVO II“, използване на сателитни изображения в насажденията от *Quercus frainetto*, *Q. petraea* и *Q. cerris* на територията на ДГС Китен, заснети на 27.07.2022 г. от Sentinel-2 на Европейската космическа агенция. Поради ниската численост на *C. arcuata* към 12.07.2022 г., стойностите на NDVI в заснетите с БЛС горски територии са доста високи – от 0,70 до 0,95, с максимум около 0,90. Половин месец по-късно (27.07.2022 г.) след размножаване на вредителя и причиняване на щети на хранителните растения, при сателитните изображения стойностите на NDVI са значително по-ниски: 0,45-0,63 (максимум 0,58) при *Quercus frainetto*; 0,48-0,66 (максимум 0,59) при *Q. petraea*; 0,35-0,65 (максимум 0,55) при *Q. cerris*.

Ключови думи: дъбова коритуха, *Quercus* spp., мултиспектрални изображения, безпилотна летателна система, Sentinel-2, Странджа

ВЪВЕДЕНИЕ

Дъбовата коритуха, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) е широко разпространен вид в източната и централна част на САЩ (Osborn, Drake, 1917; Gibson, 1918) и Южна Канада (Still et al., 1974; Emond, Still 1974). Представителите на рода, който е най-многоброен в сем. Tingidae (68 вида), обитават Западното полукълбо (Neal, Douglass, 1990). В естествения си ареал *C. arcuata* се храни основно с различни видове дъб (*Quercus muehlenbergii* Engelm., *Q. bicolor* Willd., *Q. alba* L., *Q. macrocarpa* Michx., *Q. prinoides* Willd., *Q. prinus* L., *Q. rubra* L.) (Osborn, Drake, 1917; Drake, Ruhoff, 1965; Drew, Arnold, 1977), но не се проявява като сериозен вредител (Csóka et al., 2019).

В Европа *C. arcuata* е съобщен за първи път в Италия през 2000 г. (Bernardinelli, Zandigiacomo, 2000). През 2002 г. видът е намерен в Швейцария (Forster et al., 2005), през 2003 г. – в азиатската част на Турция (Mutun, 2003), а през 2005 г. – в Иран (Samin, linnavuori, 2011).

На Балканския полуостров *C. arcuata* е установена за първи път през 2012 г. в две находища в Южна България (Пловдив и Симеоновград) (Dobrev et al., 2013). В следващите години видът разширява своя ареал и се разпространява в много райони на страната, където се развива по 8 вида дъб (*Quercus robur* L., *Q. petraea* (Matt.) Liebl., *Q. pubescens* Willd., *Q. cerris* L., *Q. frainetto* Ten., *Q. hartwissiana* Steven, *Q. pedunculiflora* K.Koch, *Q. polycarpa* Schur), питомен кестен (*Castanea sativa* Mill.) и 5 вида случайни гостоприемници (*Lysimachia punctata* L., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Rubus* sp., *Acer platanoides* L.) (Georgiev et al., 2017; Simov et al., 2018). Дъбовата коритуха прониква и в много страни в Югоизточна и Централна Европа (Csóka et al., 2019).

Corythucha arcuata развива 2-3 поколения годишно (Csepelényi et al., 2017). Женските снасят на групи по 10-100 яйца от долната страна на листата. Ларвите и възрастните смучат сок от долната листна повърхност, което води до появата отначало на малки (1-3 mm), а по-късно увеличаващи се и сливащи се сиво-жълти петна по горната листна повърхност. Силните

нападения водят до пълна депигментация (обезцветяване) на листата най-често във втората половина на вегетационния сезон през есента, а понякога дори и през лятото, към края на юни (Csepelényi et al., 2017; Simov et al., 2018; Paulin et al., 2020).

Депигментацията на листата на дъба в резултат на храненето на ларвите и възрастните на *C. arcuata* позволява разработване и прилагане на система за ранна диагностика и мониторинг на огнищата на нападение на вида чрез използване на изображения, заснети с мултиспектрални камери и генерирани от тях картни мозайки с вегетационни индекси. В България са апробирани дистанционни методи за оценка на здравословното състояние на растителността в зелени градски системи (Dimitrov et al., 2018) и горски насаждения (Dimitrov et al., 2019; Georgiev et al., 2022a,b; Georgieva et al., 2022).

Целта на настоящото изследване е да се проучи възможността за прилагане на дистанционни методи за мониторинг на нападенията от *C. arcuata* в Странджа, където се намират едни от основните дъбови насаждения в страната.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е извършено през 2022 г. на територията на Държавно горско стопанство Царево. Картирането на дъбовите гори е извършено в ГИС по данни на Географския портал на Изпълнителната агенция по горите.

Оценката на нападенията от *C. arcuata* е извършено по данни от изображения, заснети с безпилотна летателна система (БЛС) и сателитни снимки.

Изображения от безпилотна летателна система

На 12.07.2022 г. в района на Китен и Царево са заснети две дъбови насаждения с мултиспектрална камера „Parrot SEQUOIA“, интегрирана със специализирана професионална БЛС „Autel Robotics EVO II“. Мултиспектралната камера осигурява изобразяване на изследваната зона в пет канала – четири канала на електромагнитния спектър и стандартен RGB канал, със следните параметри: зелен (Green) (530-570 nm дължина на вълната, 1,2 мегапиксела); червен (Red) (640-680 nm дължина на вълната, 1,2 мегапиксела); червен ръб (Red Edge) (730-740 nm дължина на вълната, 1,2 мегапиксела); близък инфрачервен (Near-Infrared) (770-810 nm дължина на вълната, 1,2 мегапиксела); RGB (16 мегапиксела). Камерата е оборудвана със сензор за слънчева радиация, който служи за калибриране на получените рефлексни изображения.

Оценката на здравословното състояние на горската дървесна растителност е извършена с помощта на нормализиран разликов вегетационен индекс (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index), получен чрез цифрово смесване на изображения, заснети в червения диапазон (RED, 660 nm) и близкия инфрачервен диапазон (NIR, 790 nm), изчислен по следната формула:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

NDVI позволява изследване на жизнеността на растенията чрез улавяне на количеството светлина, което се абсорбира и отразява от тях. NDVI варира между -1,0 и +1,0 и показва състоянието на растителността поради способността на хлорофила да абсорбира специфични дължини на вълната на светлината в червения спектрален диапазон и да отразява светлината в близкия инфрачервен спектрален диапазон.

Сателитни изображения

Използвани са сателитни изображения, заснети на 27.07.2022 г. от SENTINEL-2 на

Европейската космическа агенция (ESA). Разделителната способност е 10, 20 и 60 m, в зависимост от използваната честота на вълната. Заснемането се извършва в 13 спектрални ленти във видимата и близката инфрачервена част на електромагнитния спектър (VNIR от 400 до 1100 nm) и късовълновата инфрачервена част (SWIR от 1100 до 3000 nm).

Анализът на NDVI е извършен диференцирано в насажденията от *Quercus frainetto*, *Q. petraea* и *Q. cerris* на цялата територия на ДГС Царево след картиране в ГИС.

В сателитните изображения NDVI е математическа комбинация от червената лента (B4) и NIR лентата (B8), която дава стойности между -1 до +1, съгласно следния израз:

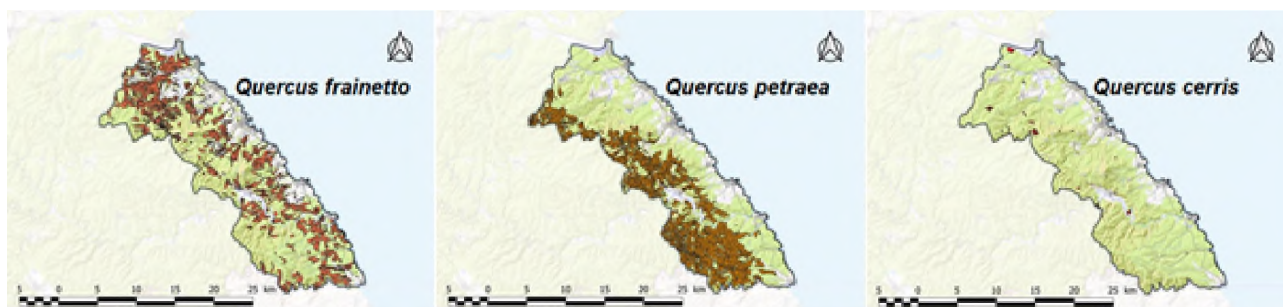
$$NDVI = \frac{B8 - B4}{B8 + B4}$$

където B4 - спектрална лента на Sentinel-2 с дължина на вълната 665 nm; B8 - спектрална лента на Sentinel-2 с дължина на вълната 842 nm.

Данните от проучването са обработени със специализирана платформа Pix4D за получаване на ортофото мозайка и NDVI растрерна карта на изследваните площи.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

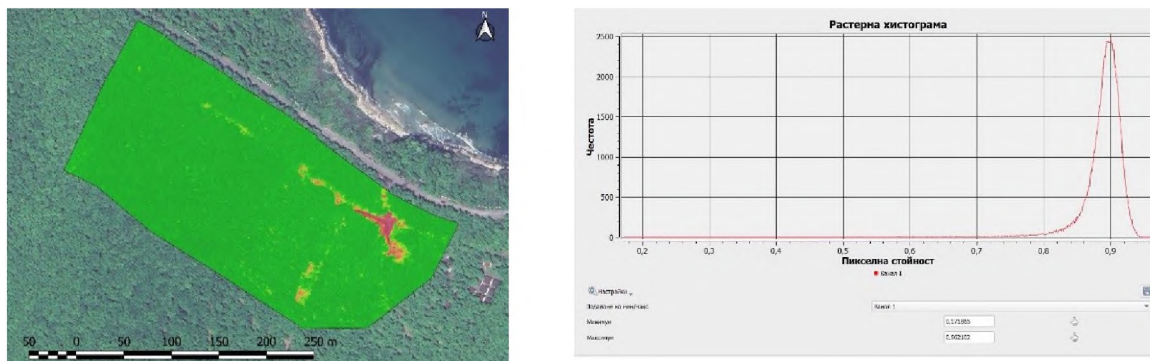
Дъбовите гори в ДГС Царево заемат 23 760 ha. Сред тях най-разпространени са *Quercus frainetto* (51,2%) и *Quercus petraea* (47,9%), а *Quercus cerris* е с незначителен относителен дял (0,9%) (Фиг. 1).



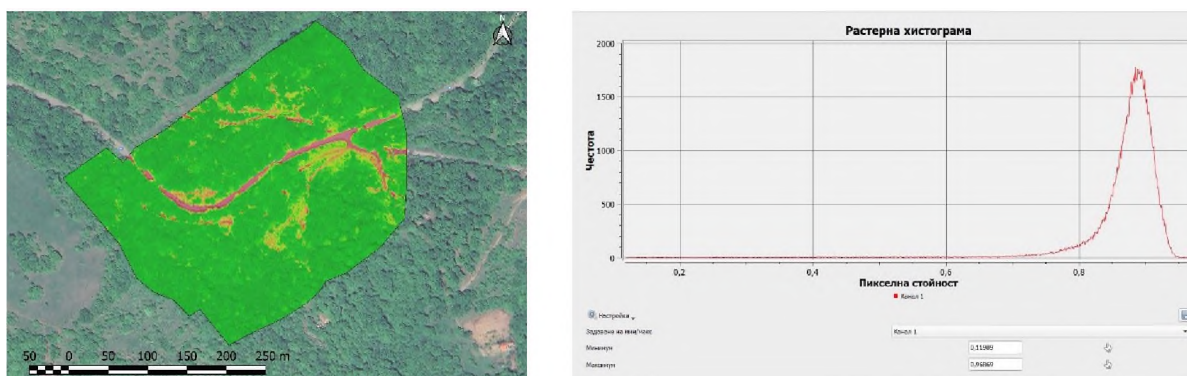
Фиг. 1. Разпространение на основните видове дъб на територията на ДГС Царево

Анализ на изображенията от безпилотна летателна система

Анализът на NDVI моделите показва, че изследваните дъбови насаждения в района на Китен (Фиг. 2) и Царево (Фиг. 3) са в много добро състояние. И в двата обекта NDVI има доста високи стойности – от 0,70 до 0,95, с максимум около 0,90.



Фиг. 2. Анализ на NDVI в района на Китен: заснета територия (вляво);
растрерна хистограма (вдясно)



Фиг. 3. Анализ на NDVI в района на Царево: заснета територия (вляво);
растрна хистограма (вдясно)

Високите стойности на NDVI се дължат на сравнително ниската плътност на популацията на вредителя към момента на обследването (Фиг. 4). Поради продължителното захлаждане през пролетта на 2022 г., към средата на юли *C. arcuata* все още не успява да се размножи масово.



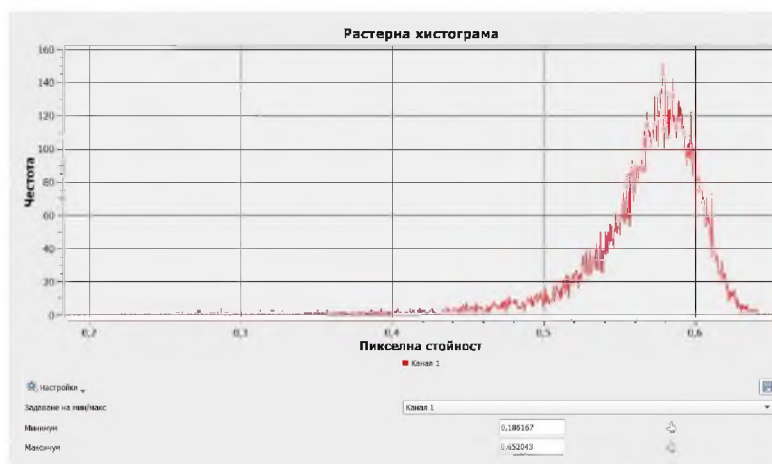
Фиг. 4. *Corythucha arcuata* по *Quercus petraea* (Китен, 12.07.2022 г.)

Теренното обследване на 12.07.2022 г. показва, че вредителят напада най-силно горите по периферията на насажденията и около пътя Царево – Малко Търново, който е транспортен коридор между България и Турция.

Анализ на сателитните изображения

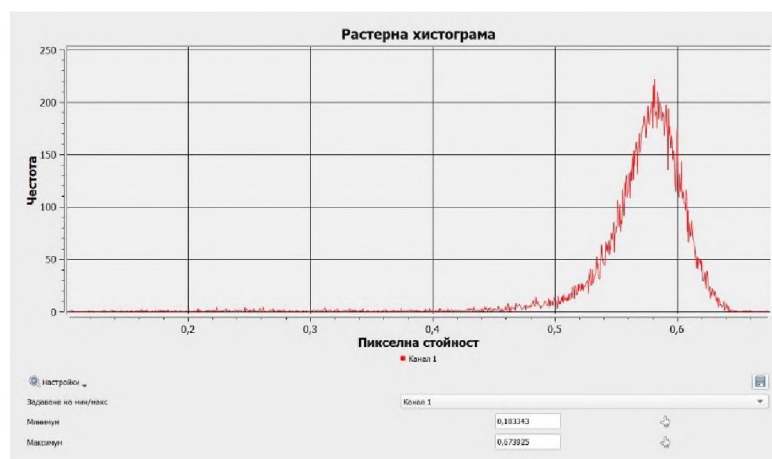
Стойностите на NDVI от сателитните снимки от 27.07.2022 г. са значително по-ниски, в сравнение със стойностите на NDVI от изображенията, заснети с БЛС половин месец по-рано (12.07.2022 г.). В насажденията от *Quercus frainetto* стойностите на NDVI варират между 0,45 и 0,63, при максимум от 0,58 (Фиг. 5).

Отчитайки способността за бързо развитие на *C. arcuata*, логично е да се предположи, че за периода 12-27.07.2022 г. популационната плътност на вредителя е нарастнала значително и са нанесени значими щети на хранителните растения.

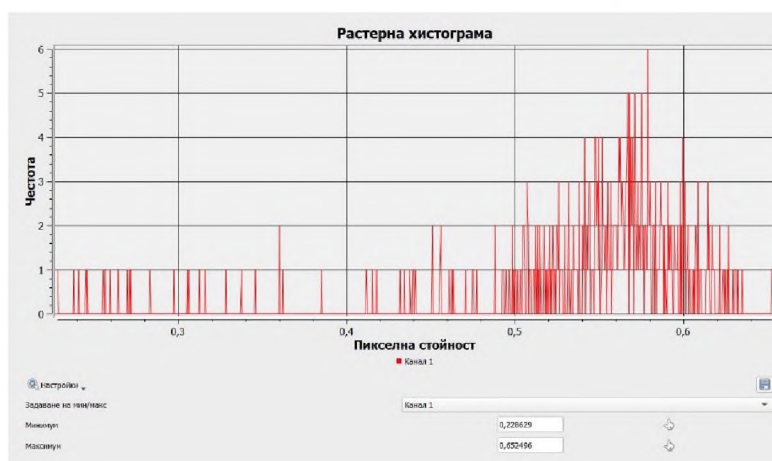


Фиг. 5. Растрна хистограма на NDVI в насаждения от *Quercus frainetto*

По-ниски стойности на NDVI са отчетени и при *Quercus petraea* (0,48-0,66, при максимум 0,59) (Фиг. 6) и *Quercus cerris* (0,35-0,65, при максимум 0,55) (Фиг. 7).



Фиг. 6. Растрна хистограма на NDVI в насаждения от *Quercus petraea*



Фиг. 7. Растрна хистограма на NDVI в насаждения от *Quercus cerris*

В района на Китен и Приморско е наблюдавана много висока плътност на *C. arcuata* през 2014 г. (Георгиев, непубликувано). Това показва, че вредителят най-вероятно е проникнал в Странджа няколко години по-рано, преди първата му регистрация в района на

Горнотракийската низина през 2012 г. (Dobreva et al., 2013).

В заключение следва да се отбележи, че особеностите в храненето на *C. arcuata* и въздействието на вида върху хранителните растения са благодатни обстоятелства за успешно използване на дистанционни данни от мултиспектрални изображения за мониторинг и оценка на нападенията от вредителя.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Договор № КП-06-Австрия/1 от 11.08.2021 г. между Фонд „Научни изследвания“ и Институт за гората – БАН и Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-27/06.02.2024).

ЛИТЕРАТУРА

- Bernardinelli I., Zandigiacomo P. 2000. Prima segnalazione di *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) in Europa. *Informatore Fitopatologico* 50, 47–49.
- Csepelényi M., Hirka A., Szénási Á., Mikó Á., Szócs L., Csóka Gy. 2017. Rapid area expansion and mass occurrences of the invasive oak lace bug (*Corythucha arcuata* (Say, 1932) in Hungary. *Erdészettudományi Közlemények* 7, 127–134.
- Csóka G., Hirka A., Mutun S., Glavendekić M., Mikó Á., Szócs L., Paulin M., Eötvös C.B., Gáspár C., Csepelényi M., Szénási Á., Franjević M., Gninenko Y., Dautbašić M., Muzejinović O., Zúbrík M., Netoiu C., Buzatu A., Bălăcenoiu F., Jurc M., Jurc D., Bernardinelli I., Streito J.-C., Avtziš D., Hrašovec B. 2019. Spread and potential host range of the invasive oak lace bug [*Corythucha arcuata* (Say, 1832) – Heteroptera: Tingidae] in Eurasia. *Agricultural and Forest Entomology*. DOI: 10.1111/afe.12362.
- Dimitrov S., Georgiev G., Georgieva M., Glushkova M., Chepishcheva V., Mirchev P., Zhiyanski M. 2018. Integrated assessment of urban green infrastructure condition in Karlovo region by in-situ observations and remote sensing. *One ecosystem* 3, e21610. <https://doi.org/10.3897/oneeco.3.e21610>.
- Dimitrov S., Georgiev G., Mirchev P., Georgieva M., Iliev M., Doychev D., Bencheva S., Zaemdzhikova G., Zaphirov N. 2019. Integrated model of application of remote sensing and field investigations for sanitary status assessment of forest stands in two reserves in West Balkan Range, Bulgaria. *Proceedings of SPIE*, 11174, Seventh International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2019), Paphos, Cyprus, 1117404, doi: 10.1117/12.2532313.
- Dobreva M., Simov N., Georgiev G., Mirchev P., Georgieva M. 2013. First Record of *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) on Balkan Peninsula. *Acta zoologica bulgarica* 65 (3), 409–412.
- Drake C.J., Ruhoff F.A. 1965. Lacebugs of the world: a catalog (Hemiptera: Tingidae). Smithsonian Institution, United States National Museum, Washington, Bulletin 243, 1–634.
- Drew W.A., Arnold D.C. 1977. Tingoidea of Oklahoma (Hemiptera). *Proceedings of the Oklahoma Academy of Science* 57, 29–31.
- Emond F.J., Still G.N. 1974. Forest insect and disease conditions in Manitoba provincial parks, 1973. Information Report NOR-X-91, Canadian Forestry Service, Northern Forest Research Centre, Edmonton, Alberta, Canada, 17 pp.
- Forster B., Giacalone I., Moretti M., Dioli P., Wermelinger B. 2005. Die amerikanische Eichennetzwanze *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera, Tingidae) hat die Südschweiz erreicht. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft* 78, 317–323.
- Georgiev G., Georgieva M., Mirchev P., Zhiyanski M. 2017. Main insect pests and fungal pathogens on tree and shrub vegetation in urban ecosystems. Hlorind Ltd., 54 pp.
- Georgiev G., Georgieva M., Dimitrov S., Iliev M., Trenkin V., Mirchev P., Belilov S. 2022a. Remote Sensing Assessment of the Expansion of *Ips typographus* Attacks in the Chuprene Reserve, Western Balkan Range. *Forests* 13, 39. <https://doi.org/10.3390/f13010039>.
- Georgiev G., Georgieva M., Belilov S., Mirchev P., Deliyanchev S., Mladenov V., Kropov K., Haydarova S. 2022b. Early detection of *Ips typographus* infestations by using Sentinel-2 satellite images in windthrow affected Norway spruce forests in Smolyan region, Bulgaria. *Silva Balcanica* 23 (2), 27–34. <https://doi.org/10.3897/silvabalcanica.22.e98314>.
- Georgieva M., Belilov S., Dimitrov S., Iliev M., Trenkin V., Mirchev P., Georgiev G. 2022. Application of Remote Sensing Data for Assessment of Bark Beetle Attacks in Pine Plantations in Kirkovo Region, the Eastern Rhodopes. *Forests* 13, 620. <https://doi.org/10.3390/f13040620>.
- Gibson E.H. 1918. The genus *Corythucha* Stal (Tingidae; Heteroptera). *Transactions of the American Entomological Society* (1890-) 44 (1), 69–104.
- Mutun S. 2003. First report of the oak lace bug, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Heteroptera: Tingidae) from

- Bolu, Turkey. Israel Journal of Zoology 49, 323–324.
- Neal J.J., Douglass L.W. 1990. Seasonal dynamics and the effect of temperature in *Corythucha cydoniae* (Heteroptera: Tingidae). Environmental Entomology 19 (5), 1299–1304.
- Osborn H., Drake C.J. 1917. Notes on American Tingidae with descriptions of new species. The Ohio Journal of Science 17 (8), 295–307.
- Paulin M., Hirka A., Eötvös Cs.B., Gáspár Cs., Fürjes-Mikó Á., Csóka Gy.. 2020. Known and predicted impacts of the invasive oak lace bug (*Corythucha arcuata*) in European oak ecosystems – a review. Folia Oecologica 47 (2), 131–139.
- Samin N., Linnavuori R.E. 2011. A contribution to the Tingidae (Heteroptera) from North and Northwestern Iran. Entomofauna 32 (25), 373–80.
- Simov N., Grozeva S., Langourov M., Georgieva M., Mirchev P., Georgiev G. 2018. Rapid expansion of the oak lace bug *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) in Bulgaria. Historia naturalis bulgarica 27, 51–55.
- Still G.N., Tidsbury R.C., Melvin J.C.E. 1974. Forest insects collected in Riding Mountain National Park, 1948–1971. Information Report NOR-X-106, Canadian Forestry Service, Northern Forest Research Centre, Edmonton, Alberta, Canada, 58 pp.

MONITORING OF *CORYTHUCHA ARCUATA* ATTACKS IN STRANDZHA MOUNTAIN USING REMOTE SENSING DATA

S. Belilov¹, M. Georgieva¹, P. Mirchev¹, B. Katinova¹, M. Kechev¹, D. Pilarska², L. Georgieva³,
V. Petrova¹, G. Georgiev¹

¹Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

²Institute of Biodiversity and Ecosystem Research – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

³Sofia University „St. Kliment Ohridski“, Faculty of Geology and Geography

(Summary)

In 2022, monitoring of attacks by the invasive pest *Corythucha arcuata* (Heteroptera: Tingidae) was carried out on the territory of the Tsarevo State Forest Enterprise (SFE) in Strandzha Mountain using NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) from multispectral images, provided in two ways: capturing of oak stands in the land of Kiten and Tsarevo on 12.07.2022 with a multispectral camera ‘Parrot SEQUOIA’, integrated with a specialised professional unmanned aerial system (UAS) ‘Autel Robotics EVO II’; use of satellite images in *Quercus frainetto*, *Q. petraea* and *Q. cerris* stands on the territory of SFE Kiten, obtained on 27.07.2022 by Sentinel-2 of the European Space Agency. Due to the low abundance of *C. arcuata* as of 12.07.2022, the NDVI values in the captured forest areas with UAVs are quite high - from 0.70 to 0.95, with a maximum of about 0.90. Half a month later (27.07.2022) after the pest had increased in density and caused damage to food plants, the NDVI values in the satellite images are significantly lower: 0.45-0.63 (maximum 0.58) for *Quercus frainetto*; 0.48-0.66 (maximum 0.59) for *Q. petraea*; 0.35-0.65 (maximum 0.55) for *Q. cerris*.

Keywords: oak lace bug, *Quercus* spp., multispectral images, Unmanned Aerial System, Sentinel-2, Strandzha Mt.

E-mail: ggeorgiev.fri@gmail.com

ЗАПЛАХИ ЗА ЗДРАВΟΣЛОВНОТО СЪСТОЯНИЕ НА СЪОБЩЕСТВАТА ОТ КЛЕК (*PINUS MUGO TURRA*) В СЕВЕРОЗАПАДНИЯ ДЯЛ НА РИЛА ПЛАНИНА

Васил Младенов

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Съобществата от клек (*Pinus mugo* Turra) са важен компонент от естествените горски екосистеми в горния пояс на Рила планина, изпълняващи водоохранни, водозадържащи и противоерозионни функции. В настоящето изследване е направен преглед на потенциалните заплахи за здравословното състояние на клековите съобщества, растящи в северозападния дял на планината. Най-сериозни заплахи за вида представляват инфекции от гъбните патогени, причиняващи кореново гниене и от интродуцираните агресивни патогени, развиващи се в стъблата, клоните и иглиците. Повредите от високоагресивни ксилофаги, преди всичко корояди, водят до съхнене на заселените дървета и поява на короядни огнища. Наличието на суха стояща и лежаща дървесина съществено увеличава горимото натоварване и повишава пожарната опасност в иглолистния пояс.

Ключови думи: *Pinus mugo*, заплахи, здравословно състояние, северозападен дял на Рила планина

Клекът (*Pinus mugo* Turra) е дървесен вид със специфичен храстовиден хабитус на короната, формирана от няколко стъбла (Панайотов и др., 2016). От европейските видове бор (*Pinus spp.*), той е смятан като най-толерантен към студен климат, адаптиран към скалисти местообитания във високите части на планините в Централна и Източна Европа, достигайки до 2700 m надм. в. (San-Miguel-Ayanz et al., 2016; Alexandrov et al., 2019). Видът е най-широко разпространен в субалпийския пояс на Източните Алпи и Карпатите между 1600 m и 2200 m надм. в. В България се среща на голяма надморска височина в планините Рила, Пирин и Родопи, и в по-малка степен в западните части на Стара планина, и изолирани находища в Западните Родопи и Витоша (Панайотов и др., 2016). Най-високите находища на клека са разпространени в зоната на горната граница на гората около 2200 m надм. в. (Юруков, 1988). Образува чисти съобщества в горната граница на гората.

Към настоящия момент клековите съобщества в България заемат над 19000 ha, като през последните десетилетия площта се увеличава в резултат на самозалесяване на терени, които са били интензивно използвани в миналото като високопланински пасища (Панайотов и др., 2016). Общата площ на територията, заета от клековите съобщества в северния дял на Рила планина е близо 13000 ha (НП Рила, 2015). Клековите съобщества играят основна роля в защитата на планинските почви от ерозия във високопланинските участъци, силно засегнати от човешка дейност в миналото.

По силата на Директивата на Съвета на Европейската Общност 92/43/ ЕЕС за опазване на природните местообитания и на дивата флора и фауна, съобществата от *Pinus mugo* в България са класифицирани с код 4070 „Храстови съобщества с *Pinus mugo*“. Сред най-значимите антропогенни заплахи за клековите насаждения са предизвиканите пожари, при които се унищожават или влошават техните хабитати.

Наличието на стресови фактори през последните години като продължителни засушавания през вегетационните сезони намаляват жизнените процеси на дърветата и тяхната устойчивост към гъбни патогени и насекоми вредители. Загиващите и загинали иглолистни дървета върху обширни територии в резултат на възникнали епифитотии на заболявания или каламитети на насекоми вредители, представляват лесно горими материали и притежават висок риск от възникване на пожари в тях. Голямата гъстота и храстовиден хабитус на клековите съобщества също благоприятстват за бързото разпространение на пожарите. Това е и причината клекът да изчезне в няколко планини в Централна Европа и на Балканския

полуостров, въпреки че през последните десетилетия се наблюдава обратен процес на естествено възобновяване на вида върху изоставени пасища (San-Miguel-Ayanz et al., 2016).

Невъзможността за прилагане на лесовъдски мероприятия в зоните с висока консервационна значимост, които да подобрят състоянието на горите и да ограничат вредното въздействие на появили се абиотични или биотични повреди, обуславя свободното и нерегулируемо разпространение на гъбни патогени и насекомни вредители в тях. В повечето случаи това са гори, разположени в горната граница на гората, където атмосферните условия са по-сурови и тежки, а вегетационният сезон е по-кратък. Всички тези фактори създават условия за поява на по-сериозни повреди от биотични фактори.

Продължителните периоди с високи температури и намалените количества на валежи през вегетационния сезон оказват негативно влияние на физиологичното състояние на горите, повишавайки уязвимостта им към нападения от болести и вредители (Lindner et al., 2008; ЕЕА, 2012; Santini, Ghelardini, 2015). Стресът от летните засушавания засилва податливостта на иглолистните насаждения към инфекции с патогени, причиняващи гниене на корените като *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref. и *Armillaria* sp. Липсата на снежна покривка през зимните месеци води до повишаване на зоната на разпространение на агресивни инвазивни гъбни патогени, причиняващи съхнения на иглици, леторасли и клони.

Целта на настоящето проучване е да представи информация за основите заплахи за здравословното състояние на съобществата от клек (*Pinus mugo*), растящи в северозападния дял на Рила планина. Представен е комплексът от по-важните гъбни патогени и насекомни вредители по видове от род *Pinus*, установени на територията на Рила планина (Фиг. 1).



Фиг. 1. Клекови съобщества в района на х. Мальовица, северен дял на Рила планина

През последните години се наблюдават интензивни съхнения в насажденията особено на видовете от род *Pinus*. Продължителните засушавания и високите температури през пролетта и лятото, меките зими с недостатъчни количества на снеговалежи, водят до намаляване на водните запаси в почвата, до изключително ниска въздушна влажност и физиологично отслабване на дърветата. Това създава предпоставка за засилено развитие на гъбни патогени и тяхното разпространение в по-високите части на планините, обхващайки нови територии и гостоприемници. Загубите на стопански значими дървесни видове често настъпва в резултат на промяната в динамиката на екосистемите, дължаща се на силно повреждащото въздействие на инвазивни видове (Ellison et al., 2005).

Наличието на заболявания по видове от род *Pinus* като бял бор (*P. sylvestris*) и бяла мура (*Pinus peuce* Griseb.), представлява риск от възникване на епифитотии и в насажденията от клек (*P. mugo*). Най-застрашаващи за вида са кореновото гниене, гниене на стъблата, съхнене на клони и леторасли, при които инфекциите се развиват след влошаване на физиологичното

състояние на гостоприемника или при силното разпространение на причинителите. През 2022 г. за първи път в България е идентифициран гъбният патоген *Sirococcus conigenus* (de Candolle) Cannon & Minter, причинител на съхненето на летораслите на бялата мура (*P. peuce*), която расте съвместно с клека във високите части на планината, между 1400 и 2100 m надм. в. (Georgieva et al., 2023).

Кореновата гъба (*Heterobasidion annosum*) причинява едни от най-значимите загуби по иглолистните видове (Роснев и др., 2008). При белия бор гъбата се развива само в корените и причинява тяхното загиване. Като факултативен паразит, *H. annosum* е в състояние да съществува сапрофитно върху мъртвата дървесина, след което, при благоприятни условия, да причини гниене на живите дървета.

В резултат на физиологичното отслабване на дърветата, някои заболявания, причинени от инвазивни гъбни патогени, могат да станат унищожителни, обхващайки обширни територии гори. При част от патогените, по-високите средни температури могат да доведат до повишаване на агресивността им и да благоприятстват разпространението им в по-високите части на планините.

Появата и разпространението интродуцирани и инвазивни гъбни патогени влияе върху структурата и състава на горските екосистеми. Те имат потенциал да унищожат голям брой дървета от местни дървесни видове (Георгиева, 2020). Широкото разпространение и интензивно развитие на инвазивния чужд патоген *Diplodia sapinea* (Fries) Fuckel води до унищожаване на голям брой дървета на местни видове от род *Pinus*. Развива се с по-голяма интензивност в насаждения с физиологично отслабени и възприемчиви на заболявания гостоприемници, при наличие на благоприятни климатични условия (повишена температура и въздушна влажност, мека зима и влажна пролет), и при повреди от насекомни вредители и абиотични фактори. Причинява изсъхване на леторасли и клони и оказва негативно влияние върху растежа и развитието на дърветата и причиняващ тяхното загиване. Високите нива на патогенната активност на *D. sapinea* най-вероятно ще продължат да увреждат все по-големи площи от боровите насаждения в страната, ако условията на околната среда не се подобрят и не намалеят негативните въздействия от абиотични и биотични стресови фактори.

На второ място по разпространение, но с по-голяма интензивност на развитие на патологичен процес, са патогените от род *Dothistroma*, причиняващи заболяването „червени петна по иглиците“. Силното развитие на заболяването с причинител *Dothistroma septosporum* (Dorogin) Morelet е констатирано по *Pinus nigra*, *P. sylvestris* и *P. contorta*. Патогенът проявява силна вирулентност и е причинил влошаване на здравословното състояние на засегнатите дървета. Силно развитие на болестта се наблюдава при наличие на по-високи количества на валежите по време на инфекцията. Силното разпространение на заболяването нарушава екологичната роля на иглолистните гори, както и стопанската им функция и рекреационно предназначение. През последните години патогенът проявява все по-висока вирулентност и нанася сериозни повреди както и върху местните видове.

Заболяването „кафяви петна по иглиците“, причинено от гъбния патоген *Lecanosticta acicola* (von Thümen) Sydow е установено в страната ни през 2017 г. (Стаменова и др., 2017). Причинява загиване на иглиците на видовете от род *Pinus*. Патогенът представлява реална опасност за влошаване на състоянието на клека, тъй като намира подходяща среда и при по-високи надморски височини, особено при наличие на меки и безснежни зими (Georgieva, 2020). При многократно повтаряща се инфекция загиват клоните или цялото дърво. Новоустановеният инвазивен патоген е смятан за силно адаптивен към различни условия на околната среда и към нови гостоприемници, заплашвайки естествено разпространените видове *Pinus* в нашата страна.

Наблюдавани са напълно загинали дървета в резултат на развитие на гъбните патогени *Gremeniella abietina* (Lagerb.) Morelet и *Phacidium infestans* Karst. По иглиците на дърветата са отчетени повреди от по-слаби паразити като *Lophodermella sulcigena* и *Lophodermium pinastri* (Schrad. ex Hook) Chev. Повреди от *Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel е установена по единични клонки и шишарки (Младенов и др., 2023) (Фиг. 2).



Фиг. 2. Повреди от гъбни патогени по клека в северния дял на Рила планина:
А - *Phacidium infestans*; В - *Diplodia sapinea*

Изсипването на иглиците с причинители *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar и *Lophodermium pinastri* (Schrad. ex Hook) Chev. е широко разпространено заболяване у нас. Заболяването е установено по всички видове от род *Pinus* в т.ч. и по клека. Боровата стъблена ръжда (*Cronartium flaccidum* (Alb. & Schwein) Winter) се смята за едно от най-опасните заболявания по двуиглените борове в Европа. Разпространено е повсеместно в ареала на гостоприемници от род *Pinus* в т.ч. и по *P. mugo* (Роснев и др., 2006).

Повредите по иглолистните дървесни видове се причиняват главно от насекоми-ксилофаги, които се изхранват с кора, лико и беловина в корените, стъблата и клоните на дърветата. Тези тъкани са невъзобновими или трудно възобновили, поради което при висока численост на ксилофагите, заселените дървета най-често загиват.

Заболените и отслабнали дървета се заселват от различни стъблени вредители като *Ips acuminatus*, *Tomicus minor*, *T. piniperda*, *Pityogenes* sp. и др. В Рила по иглолистни видове са установени общо 35 вида корояди, което съставлява близо една трета (28,9%) от известните представители на групата в България (общо 121 вида) (Дойчев, 2014). От тях 6 вида (*Pityogenes bistridentatus*, *P. chalcographus*, *P. conjunctus*, *P. quadridens*, *Pityophthorus knoteki*, *P. pityographus*) са извеждани от клек.

От короядите най-агресивен е върховият корояд (*Ips acuminatus*), който при наличие на свежа повалена дървесина много лесно се размножава масово, заселва здрави дървета и причинява тяхната гибел. Развива се предимно по отслабнали, пречупени, отсечени и свежоповалени дървета. След първоначално размножаване напада и здрави дървета. Видът е способен да формира каламитети и да причинява стопански загуби (Abgrall, Soutrenon, 1991).

Възникналите пожари за периода 2012 – 2021 г. на територията на Национален парк Рила са засегнали горски площи върху 147,31 ha, като по северния дял на Рила планина засегнатите клекови формации са на площ от 17,21 ha. Като причина за възникването на горските пожари

най-често е човешка небрежност от оставени незагасени огнища от преминаващи туристи. Отчетени са и пожари, възникнали от паднала мълния.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Силното разпространение на инвазивните патогени и насекомни вредители в иглолистните насаждения нарушава тяхната екологична роля, както и стопанската им функция и рекреационно предназначение. Най-сериозни заплахи за клека представляват инфекции от гъбните патогени, причиняващи кореново гниене (*Heterobasidion annosum*), и от интродуцираните агресивни патогени, развиващи се в стъблата, клоните и иглиците. Повредите от високоагресивни ксилофаги, преди всичко корояди, водят до съхнене на заселените дървета и поява на короядни огнища. Наличието на суха стояща и лежаща дървесина съществено увеличава горимото натоварване и повишава пожарната опасност в иглолистния пояс.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС №577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01-27/06.02.2024).

ЛИТЕРАТУРА

- Георгиева М. 2020. Инвазивни гъбни патогени по горскодървесните видове в условия на климатични промени в България. Наука за гората, 56, Специално издание, 105–116.
- Дойчев Д. 2014. Корояди (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) в култури от бял бор (*Pinus sylvestris* L.) в Югозападна България – видов състав, разпространение и повреди. Дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“, Лесотехнически университет, София, 250 с.
- Младенов В., Георгиева М., Георгиева Л. 2023. Гъбни патогени, причиняващи болести по клека (*Pinus mugo*) в Северозападния дял на Рила планина. Наука за гората, 59, Специално издание, 95–100.
- Панайотов М., Цветанов Н., Гогушев Г., Цавков Е., Златанов Ц., Анев С., Иванова А., Неделин Т., Зафиров Н., Александров Н., Дунчев А., Василева П., Шишкова В., Стоянов Б., Сотирова Н., Вътов А., Беби П., Юруков С. 2016. Планински иглолистни гори на България – структура и природна динамика. Лесотехнически Университет, София, 332 с.
- Роснев Б., Мирчев П., Петков П., Георгиев Г., Цанков Г., Матова М., Георгиева М. 2008. Изменения в здравословното състояние на култури от бял бор (*Pinus sylvestris* L.) в района на Югозападна България през периода 1986-2005 г. Растениевъдни науки. 45, 393–397.
- Юруков С. И. 1988. Проучване екологията и биологията на клека (*Pinus mugo* Turra) в някои популации на Рила планина. Докторска дисертация, Лесотехнически Университет, София.
- Abgrall J.F., Soutrenon A. 1991. La forêt et ses ennemis. Paris, France: Centre National du Machinisme Agricole du Genie Rural des Eaux et des Forêts (CEMAGREF), 399 pp.
- Alexandrov A., von Wühlisch G., Vendramin G. 2019. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for mountain pine (*Pinus mugo*). European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN), European Forest Institute. 6 pages.
- EEA. 2012. Climate change, impacts and vulnerability in Europe. An indicator-based report. 304 pp.
- Ellison A.M., Bank M.S., Clinton B.D., Colburn E.A., Elliott K.F., Chelcy R., Foster D.R., Kloeppel B.D., Knoepp J.D., Lovett G.M., Mohan J., Orwig D.A., Rodenhouse N.L., Sobczak W.V., Stinson K.A., Stone J.K., Swan C.M., Thompson J., Holle H.V., Webster J.R. 2005. Front Ecology Environmental, 3(9), 479-486.
- Georgieva, M., G. Georgiev, P. Mirchev, S. Belilov. 2023. First records of *Sirococcus conigenus* causing shoot blight on *Pinus peuce* in Bulgaria. Historia naturalis bulgarica 45(6), 163–168. <https://doi.org/10.48027/hnb.45.062>.
- Georgieva M. 2020. Spread of new invasive pathogen *Lecanosticta acicola* on *Pinus* species in Bulgaria. Silva Balcanica 21(1), 83–89. <https://doi.org/10.3897/silvabalcanica.21.e54610>.
- Linder M., Garcia-Gonzalo J., Kolström M., Green T., Reguera R., Maroschek M., Seidl R., Lexer M.J., Netherer S., Schopf A., de Génétique E., Kremer A., Delzon S., Barbati A., Marchetti M., Corona P. 2008. Impacts of Climate Change on European Forests and Options for Adaptation. AGRI-2007-G4-06 Report to the European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development. 174 pp.
- San-Miguel-Ayanz J., de Rigo D., Caudullo G., Houston Durrant T., Mauri A. (Eds.). 2016. European Atlas of Forest Tree Species. Publication Office of the European Union, Luxembourg, 204 pp.
- Santini A., Ghelardini L. 2015. Plant pathogen evolution and climate change, CAB Reviews, vol.10, 1–35.

АБИОТИЧНИ ПОВРЕДИ В ГОРИТЕ НА БЪЛГАРИЯ ПРЕЗ ПЕРИОДА 2013-2023 Г.

Севдалин Белилов, Маргарита Георгиева, Георги Георгиев

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Размерът на аботиичните повреди в горите на България за периода 2013-2023 г. е анализиран по данни от Информационната система на Изпълнителната агенция на горите. За този период повредите обхващат общо 919 763 ha, като преобладават тези, причинени от биотичен характер – 58% (насекомни вредители, гъбни патогени и др.). От аботиичните фактори най-големи щети са нанесени от паднал мокър сняг през 2015 г. (90 232 ha, 23,3%), през 2018 г. (39 461 ha, 10,2%) и 2022 г. (36 674 ha, 9,5%). По Регионални дирекции на горите (РДГ) най-големи повреди са регистрирани в РДГ Смолян – 35,8%, следвани от повредите в РДГ Пазарджик (22,0%), РДГ Кърджали (12,4%) и РДГ Благоевград (9,3%). Площта на опожарените насаждения е най-голяма в РДГ Ловеч (1 782 ha), следвана от РДГ Благоевград (1 547 ha), РДГ Стара Загора (830 ha) и РДГ Кърджали (783 ha).

Ключови думи: аботиични повреди, горски пожари, България

ВЪВЕДЕНИЕ

През последните десетилетия честота на проява на екстремни аботиични явления в България се е увеличила значително (Национална стратегия за адаптация към изменението на климата и План за действие, 2020). Най-често срещаните хидрометеорологични и природни бедствия са екстремни валежи и температури, бури, наводнения, горски пожари, свлачища и суша. При тези условия съществува вероятност горските насаждения да бъдат обект на чести и интензивни стресове, дължащи се на климатични екстреми и развитие на патологичен процес, най-често в резултат на вредното въздействие на биотични и аботиични фактори.

Аботиичните повреди в горите на България най-често са свързани с кратковременната проява на неблагоприятни аботиични фактори като ветровал, ветролом, снеговал, снеголом, градушка, наводнения и др. (Роснев и др., 2006). Въздействието им зависи от характера на релефа, както и от лесовъдските характеристики на насажденията (състав, произход, възраст, пълнота и др.).

Продължителните неблагоприятни въздействия като липса на валежи и недостиг на почвена и въздушна влага през вегетационните периоди причиняват влошаване на физиологичното състояние на горските екосистеми, повишавайки тяхната податливост към нападения от насекомни вредители и развитие на инфекциозни болести, както и увеличават риска от възникване на мащабни пожари в тях.

Настоящото изследване представя резултати от анализ на данните, въведени в Информационната система на Изпълнителната агенция по горите (ИАГ) за настъпили аботиични увреждания в горите на България за периода 2013-2023 г.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Аботиичните повреди в горите на България са анализирани по регистрираните сигнални листове в информационната система на Изпълнителна агенция по горите (ИАГ) (<https://system.iag.bg/>) за периода 2013-2023 г.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

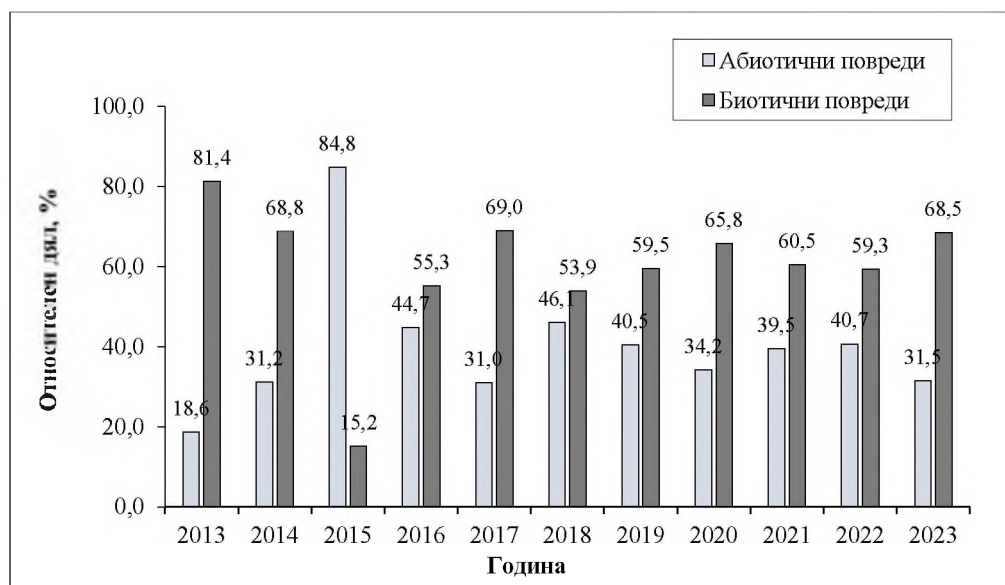
Към края на 2023 г. залесената горска площ в България е 35,43% (близо 4,3 млн. ha) от територията на страната. Преобладават широколистните гори 71,4% (3,1 млн. ha), а иглолистните гори са 28,6% (1,2 млн. ha) (МЗХ, ИАГ, 2014). Площта на залесените горски култури е 17,6% (754 906 ha), от тях иглолистните са 83,9%, а широколистните съответно 26,1%.

В периода 2013-2023 г. общата площ на регистрираните повреди от абиотични и биотични фактори в България възлиза на близо 919 763 ha (Таблица 1), което средно годишно е 83 614,8 ha, или 1,9% от територията на всички горски насаждения. Най-голяма площ с отчетени повреди е регистрирана през 2015 г. (106 382,3 ha), а най-малка – през 2013 г. (50 598,3 ha). През последните години се очертава ясно изразена тенденция на увеличаване на площите с констатирани повреди.

Таблица 1. Повреди в горите на България за периода 2013-2023 г.

Година	Абиотични повреди		Биотични повреди		Общо, ha
	ha	%	ha	%	
2013	9428,5	2,4	41169,9	7,7	50598,3
2014	26246,1	6,8	58007,9	10,9	84253,9
2015	90232,2	23,3	16150,1	3,0	106382,3
2016	35041,5	9,1	43295,4	8,1	78337,0
2017	27845,0	7,2	62094,2	11,6	89939,2
2018	39461,0	10,2	46156,6	8,7	85617,6
2019	32907,2	8,5	48274,1	9,1	81181,3
2020	25359,2	6,6	48739,3	9,1	74098,5
2021	34420,4	8,9	52777,1	9,9	87197,6
2022	36674,1	9,5	53431,6	10,0	90105,6
2023	29008,1	7,5	63043,6	11,8	92051,7
Общо	386 623,2	100,0	533 139,8	100,0	919 763,0

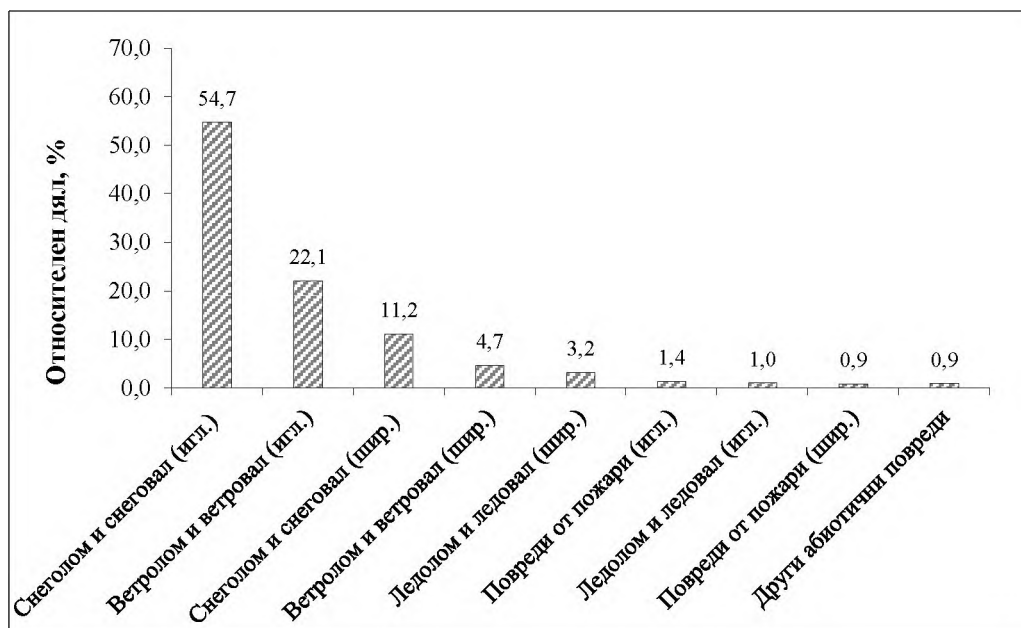
За изследвания период е установено, че преобладават повредите от биотичен характер (58%), които включват нападения от насекомни вредители и заболявания от гъбни патогени, а останалите са свързани с повреди от абиотичен характер (ветровали, ветроломи, снеговали, снеголоми и др.). През отделните години се наблюдава вариране в площите, засегнати от биотични фактори – от 15,2% (2015 г.) до 81,4% (2013 г.) (Фиг. 1).



Фиг. 1. Процентно разпределение на абиотичните и биотични повреди в България за периода 2013-2023 г.

Факторите, имащи най-голяма тежест при абиотичните повреди, са снеголоми и снеговали и ветроломи и ветровали в иглолистни насаждения (съответно 54,7% и 22,1%), следвани от снеголоми и снеговали и ветроломи и ветровали в широколистни насаждения (11,2% и 4,7%) (Фиг. 2). Участието на останалите фактори е незначително и включва ледоломи и ледовали в

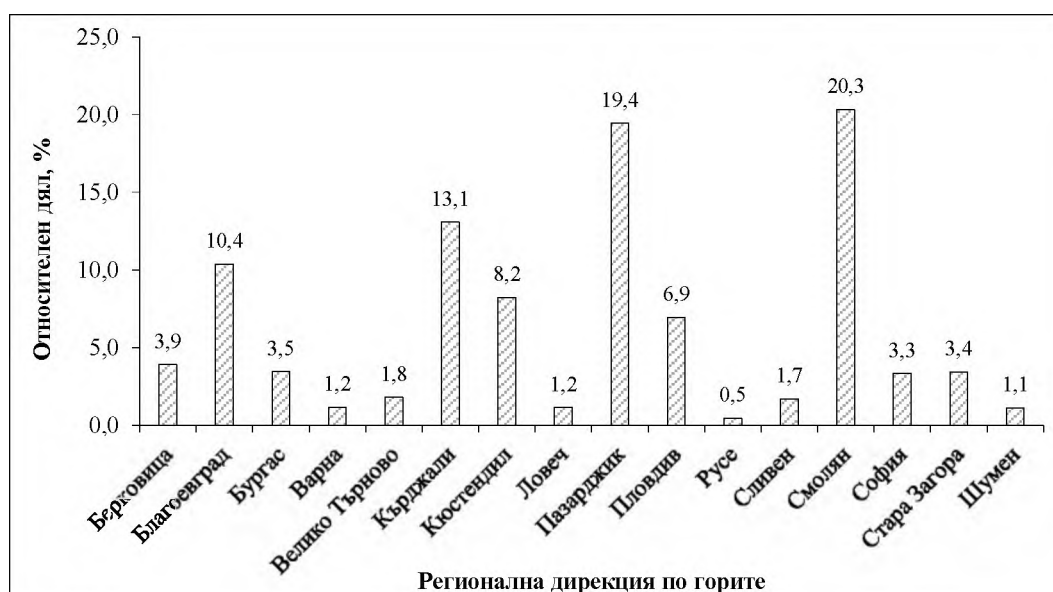
широколистни гори (3,2%), пожари в иглолистни гори (1,4%), ледоломи и ледовали в иглолистни гори (1,0%), пожари в широколистни гори (0,9%) и други повреди (0,9%).



Фиг. 2. Относителен дял на факторите причиняващи абнотични повреди в горите на България за периода 2013-2023 г.

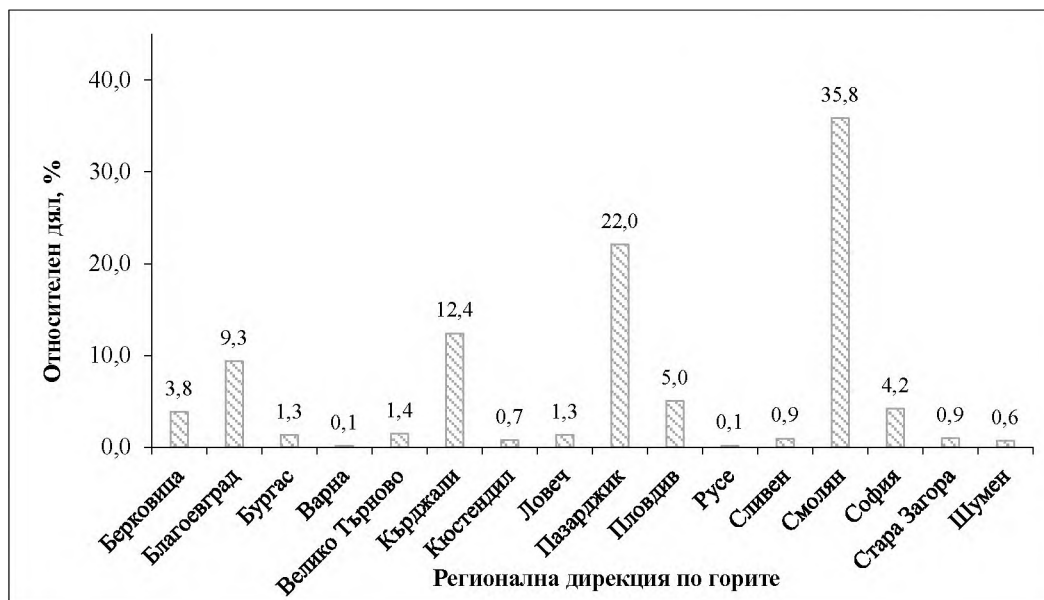
При площите, увредени от абнотични фактори също се наблюдава вариране като най-висок процент (84,8%) е отчетен през 2015 г., което се дължи на падналия обилан и мокър сняг през месец март (Фиг. 1).

Разпределението на общите площи с констатирани повреди по Регионални дирекции на горите (РДГ) показва, че те са най-големи в Смолян – 190 хил. ха, или 20,3% от общите повреди в страната (Фиг. 3), следвани от Пазарджик (180 хил. ха, 19,4%), Кърджали (120 хил. ха, 13,1%) и Благоевград (90 хил. ха, 10,4%). В останалите дирекции уврежданията се колебаят между 42 хил. ха (Русе) и 80 хил. ха (Кюстендил).



Фиг. 3. Процентно разпределение на увредени площи в горите на България по РДГ за периода 2013-2023 г.

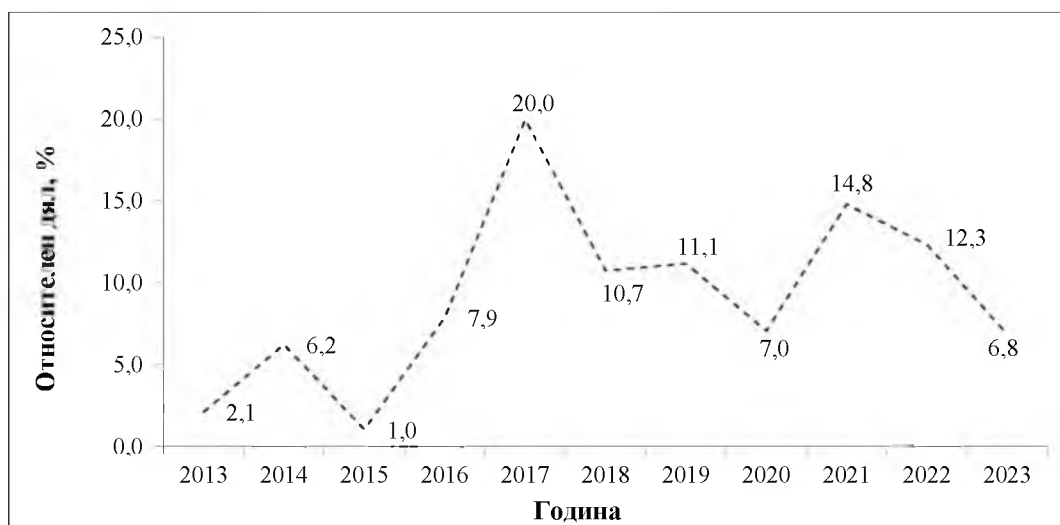
Абиотичните повреди са най-големи в РДГ Смолян – 35,8% от общите повреди в страната, следвани от РДГ Пазарджик – 22,0%, РДГ Кърджали – 12,4% и РДГ Благоевград – 9,3% (Фиг. 4). При останалите дирекции уврежданията от абиотични фактори се колебаят между 0,1% (РДГ Варна и Русе) и 5,0% (РДГ Пловдив).



Фиг. 4. Процентно разпределение на абиотичните повреди в горите на България по РДГ за периода 2013-2023 г.

Уврежданията от абиотични фактори са определящи за общото здравословно състояние на иглолистните насаждения, защото се явяват предпоставка за размножаване на високо агресивни каламитетни насекоми (Мирчев и др., 2017) и физиологично отслабване на дърветата, които стават податливи на заболявания, причинени от инвазивни гъбни патогени (Георгиева, 2020).

Една пета от пожарите са възникнали през 2017 г., следвани от 2021 г. (14,8%), 2022 г. (12,3%) и 2019 г. (11,1%). През останалите години процентното разпределение на пожарите варира от 1,0% през 2015 г. до 10,7% през 2019 г. (Фиг. 5)



Фиг. 5. Годишно разпределение на горските пожари в България за периода 2013-2023 г.

Най-много опожарени площи са отчетени в РДГ Ловеч (1782,1 ha, или 20,6%), следвана от РДГ Благоевград (1546,5 ha, или 17,9%), РДГ Стара Загора (830,2 ha, или 9,6%) и РДГ Кърджали (783,1 ha, или 9,0%). В останалите дирекции площта на опожарените горски насаждения варира между 46,1 ha, или 0,5% (РДГ Варна) и 674,9 ha или 7,8% (РДГ Пловдив).

Свежо повалената и повредена от абиотични фактори дървесина е предпоставка за размножаване на високоагресивни ксилофаги – *Ips typographus* (Linnaeus, 1758), *Ips acuminatus* (Gyllenhal, 1827), *Ips sexdentatus* (Boerner, 1776), *Tomicus piniperda* (Boerner, 1776), *Tomicus minor* (Hartig, 1834) и др. Те повреждат невъзобновимите и трудновъзобновими тъкани и органи на дърветата, формират каламитети и причиняват гибел на нападнатите насаждения (Мирчев и др., 2017). Влошеното физиологично състояние на дърветата след абиотични увреждания намалява устойчивостта им и към нападения от листогризещи насекоми вредители. В България най-опасен вредител в широколистните гори е *Lymantria dispar* (Linnaeus, 1758), а в иглолистните гори – *Thaumetopoea pityocampa* (Denis & Schiffermüller, 1775) (Мирчев и др., 2003; Заемджикова и др., 2019).

След продължителни засушавания през вегетационния сезон и повреди от абиотични фактори, през последните години е констатирано нарастване на площите, обхванати от инвазивни гъбни патогени (Георгиева, 2020). При част от тях по-високите температури водят до повишаване на вирулентността им и до разпространението им в по-високите части на планините. В резултат на физиологично отслабване на дървета, някои заболявания могат да станат унищожителни, обхващайки обширни територии горски насаждения. При иглолистните видове, инвазивните патогени *Dothistroma pini* Hulbari, *Dothistroma septosporum* (Dorogin) Morelet, *Diplodia sapinea* (Fr.) Fuckel, *Cyclaneusma minus* (Butin) Dicosmo *Lecanosticta acicola* (von Thümen) Sydow се проявяват като силно повреждащи в България (Георгиева, Хлебарска, 2018; Георгиева, 2020; Georgieva et al., 2019; Georgieva, 2020). Гъбните патогени, причиняващи деструктивни заболявания като ендотиев рак по кестена (*Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr.), трахеомикоза по дъбовете (*Ceratocystis roboris* Georgescu & Teodoru) potl.), хипоксилонов рак по цера (*Hypoxylon mediterraneum* (De Not.) Mill.), холандска болест по бряста (*Ophiostoma novo-ulmi* Brasier) и др., се проявяват след продължителни периоди на засушаване и имат способността да променят функционалната структура на широколистните насаждения.

ЛИТЕРАТУРА

- МЗХ, ИАГ. 2024. Годишен отчетен доклад на Изпълнителна агенция по горите за 2023 г., София, ISSN 3033-0572, 81 стр.
- Белилов С., Георгиев Г. 2019. Ентомологични проблеми в горите в Ихтиманска Средна гора през периода 2017-2019 г. В: Сборник 150 години Българска академия на науките, проф. Марин Дринов, 41-46.
- Белилов С., Георгиев Г. 2020. Абиотични повреди и нападения от корояди в боровите култури в България през периода 2013-2019 г. Наука за гората 56, Специално издание, 91-97.
- Георгиев Г. 2018. Микроскопична гъба атакува гъботворката. Природа, 1, 76-82.
- Георгиева М. 2020. Инвазивни гъбни патогени по горскодървесни видове в условия на климатични промени в България. Наука за гората 56, Специално издание, 105-116.
- Георгиева М., Хлебарска С. 2018. Видов състав и разпространение на интродуцирани гъбни патогени, причиняващи повреди по видове от род *Pinus* в Южна България. Наука за гората, 18 (1), 77-91.
- Добрева М., Георгиева М., Дерменджиев П., Начев Р., Велинов В., Терзиев П., Георгиев Г. 2016. Гъбни патогени по видове от род *Pinus* в района на лесозащитна станция пловдив през периода 2013-2016 г. Наука за гората, 1-2, 103-116.
- Дойчев Д. 2014. Корояди (Coleoptera, Curculionidae, Scolytinae) в култури от бял бор (*Pinus sylvestris* L.) в Югозападна България – видов състав, разпространение и повреди. Дисертационен труд за получаване на образователната и научна степен „Доктор“, София, 192 стр.
- Заемджикова Г., Мирчев П., Георгиев Г. 2019. Стопански значими насекоми вредители в горите на България през периода 2003-2018 г. Наука за гората, 2, 105-113.
- Мирчев П., Георгиев Г., Бенчева С., Георгиева М., Дойчев Д., Зафиров Н. 2017. Лесозащитни проблеми при иглолистните култури в България. В: Национално съвещание с международно участие „Перспективи и насоки за стопанисване на изкуствено създадените иглолистни гори“, 28-29.01.2016 г., гр. Кюстендил, 89-112.
- Мирчев П., Цанков Г., Балов С. 2003. Стопански значими насекоми вредители в горското стопанство на България за периода 1990-2002 година. В: международна научна конференция „75 години Институт за гората при Бан“,

- София, 1-5, октомври 2003 г., II, 225-230.
- Роснев Б., Мирчев П., Петков П., Георгиев Г., Найденов Я., Цанков Г., Овчаров Д., Мирчев С., Пенчева А., Дойчев Д., Матова М., Георгиева М. 2006. Ръководство по защита на горите. Част I – Болести, насекоми и други повреди по горскодървесните и храстови видове. София, 192 стр.
- Georgiev G., Mirchev P., Rossnev B., Petkov P., Georgieva M., Pilarska D., Golemansky V., Pilarski P., Hubenov Z. 2013. Potential of *Entomophaga maimaiga* for suppressing *Lymantria dispar* outbreaks in Bulgaria. *Comptes rendus de l'académie bulgare des sciences*, 66 (7), 1025-1032.
- Georgieva M. 2020. Spread of the invasive pathogen *Lecanosticta acicola* on species of *Pinus* in Bulgaria. *Silva Balcanica*, 21(1), 83-89. doi.org/10.3897/silvabalcanica.21.e54610
- Georgieva M., Mirchev P., Georgiev G., Zaemdzhikova G., Matova M., Filipova E., Petkov P. 2019. Health status of pine stands observed in the extensive monitoring network in Bulgaria. In: Book of Proceeding X International Scientific Agriculture Symposium "AGROSYM 2019", Faculty of Agriculture, East Sarajevo, 2019, 1896-1903.

ABIOTIC DAMAGE IN BULGARIAN FORESTS DURING THE PERIOD 2013-2023

S. Belilov, M. Georgieva, G. Georgiev

Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

Abiotic damage to the forests of Bulgaria for the period 2013-2023 has been analyzed based on data from the Information System of the Executive Forestry Agency. The extent of damage covers a total of 919,766 ha. In 2013-2023, biotic damage prevailed (58%), with abiotic damage accounting for 42%. The most abiotic damage was caused in 2015 (90,232 ha, 23.3%), 2018 (39,461 ha, 10.2%) and 2022 (39,461 ha, 9.5%) or 43% of the total damage in the country. By Regional Forest Directorates (RFD), the largest damage is in Smolyan - 35.8% of the total damage in the country, followed by Pazardzhik (22.0%), Kardzhali (12.4%) and Blagoevgrad (9.3%). In the remaining RFDs, damage from abiotic factors fluctuates between 0.1% (Varna and Ruse) and 5% (Plovdiv). The area of burned plantations is the largest in RFD Lovech 20.6% (1,782 ha), followed by RFD Blagoevgrad 17.9% (1,546 ha), RFD Stara Zagora - 9.6% (830 ha) and RFD Kardzhali 9.0% (783 ha).

Key words: abiotic damage, forest fires, Bulgaria

E-mails: wea.sevdo@gmail.com; margaritageorgiev@gmail.com; ggeorgiev.fri@gmail.com

СЪСТОЯНИЕ НА ИГЛОЛИСТНИ КУЛТУРИ ОТ ДУГЛАСКА (*PSEUDOTSUGA MENZIESII*) В РАЙОНА НА ДГС СВОГЕ

Стоян Тошев

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Изследван е растежният отговор на дугласката в създадени горски култури на територията на ДГС Своге. Извършен е анализ на разпределението по диаметри, който показва, че към 2024 г. културите остават хомогенни по своята структура. Индексът на Gini позволява при достатъчно голям набор от данни да се разработи модел за изследвания регион.

Ключови думи: иглолистни култури, дугласка, структура на популацията

ВЪВЕДЕНИЕ

Дугласката (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) е ценен иглолистен вид с бърз растеж, висока производителност и добри качества на дървесината. Естественят ареал на вида обхваща западните области на Северна Америка, където той заема обширни територии. Ареалът се простира на разстояние повече от 4500 km – от Мексико достига на север до провинция Британска Колумбия в Канада. Западната половина на ареала обхваща протежението на Тихоокеанската планинска верига, а на изток – склоновете на Скалистите планини. От многото видове, интродуцирани от Северна Америка в Европа, дугласката (*P. menziesii*) е вид, придобил голямо значение за горското стопанство. В началото на миналия век лесовъдите осъзнават, че разнообразието в изискванията на дугласката към месторастенията – топография, климатични и почвени условия и др., се обуславят от генетичните разновидности на този дървесен вид (Hermann, Ching, 1973).

Първи залесявания с дугласка в България са извършени през 1908 г. в м. Димовец край гр. Шипка върху ерозирано буково месторастение (Попов, 1991). Създадени са горски култури с основен фокус към производство на дървесина. При опитите, направени у нас за култивиране на дугласката, площите не навсякъде са били подбирани сполучливо. Този вид е бил развъждан главно в софийските разсадници, където не е показвал задоволителни резултати поради продължителните летни засушавания. В началото на XX век са създадени култури от дугласка в Копривщица в местностите Св. Димитър и Градище на 1000 m н. в., м. Бели бряг на Витоша на 1200 m н. в., в Княжевската гора край гр. София в смес с черен бор и веймутов бор на 750 m н. в., парк „Врана“, Рилски манастир – 1400 m н. в., Петрохан – 1400 m н. в. и др.

Културите от дугласка в района на ДГС Своге заемат площ от 9,7 ha. Те са на 40-45-годишна възраст, с равномерен строеж и в добро състояние. Създадени са на 600-650 m н.в., на склонове със северно и северозападно изложение, на канелена излужена песъчливо-глинеа почва, средно каменлива, рохка, средно дълбока, свежа върху глинести шисти, среднобогата.

Целта на настоящето проучване е да се изследва растежният отговор на дугласката в създадени горски култури на територията на Държавно горско стопанство Своге.

ОБЕКТИ И МЕТОДИ

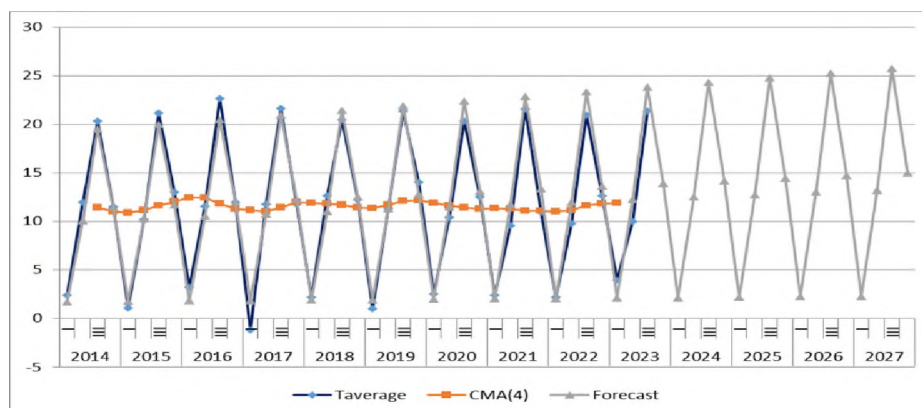
Пробните площи от дугласка са заложили в подотдели 494з и 494о на ДГС Своге. Методите на изследване включват таксационни и дендробиометрични измервания, позволяващи прилагането на три различни подхода за анализ на данните:

1. Анализ на разпределението по диаметри по Tjurin;
2. Анализ на разпределението по диаметри Gini index и крива на Lorenz;

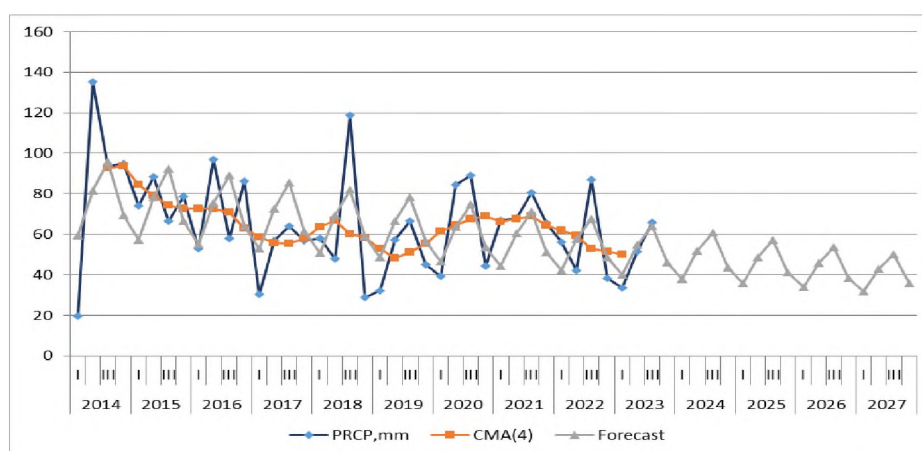
3. Дескриптивна статистика и плаваща средна за анализ на климатичните данни.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Климатът в района е умереноконтинентален. Средните сезонни температури за периода 2013-2023 г. показват ясна тенденция към нарастване (Фиг. 1). Затоплянето е най-добре изразено през летните месеци, както и със забавеното нарастване на сезонната температура на пролетта и есента. Най-слабо е изменението на сезонната температура през зимните месеци. Количеството паднали валежи през отделните сезони за периода 2013-2023 г. също демонстрират ясна тенденция към намаляване ($p < 0,0247$), особено през летния и есенен сезон. Пример за сухи и топли есен и зима е 2019 г.



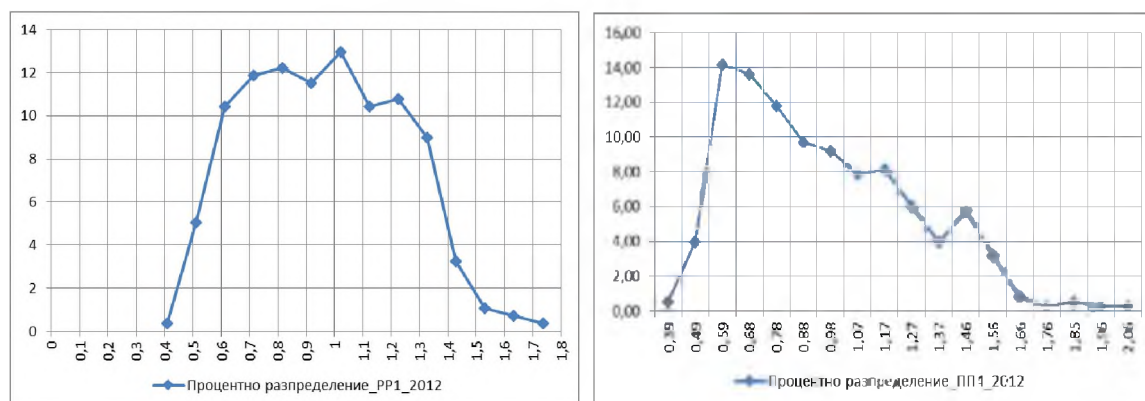
Фиг. 1. Изменение на средната сезонна температура за периода 12.2013-10.2023 г.



Фиг. 2. Изменение на сезонното количество паднали валежи (mm) за периода 12.2013-10.2023 г.

Двете опитни площи се различават значително по своята структура на диаметъра на гърдна височина. В ОП1 единните степени на дебелина са концентрирани в интервала от 0,41 до 1,74, което кореспондира на абсолютните степени на дебелина в интервала от 8 cm до 34 cm. Ходът на вариационната крива е асиметричен. Тестът за нормалност на данните на Shapiro-Wilk показва, че те не са нормално разпределени ($W = 0.96924$, $p\text{-value} = 1.121e-05$). Средният диаметър на гърдна височина, установен през кръговата площ, е 19,596 cm. Процентното участие на екземплярите преди горния диаметър е 51,439% и доминира над участието на индивидите с диаметър, по-висок от средния – 35,612%. Това показва, че броят на по-тънките екземпляри преобладава в проучената популация. Коефициентът на вариране е 28,034%. Подобно е наблюдаваното изменение на вариационната крива в ОП4, но асиметричният ход се характеризира с ясен ляв пик. При това отново тестът на Shapiro-Wilk за нормалност на данните

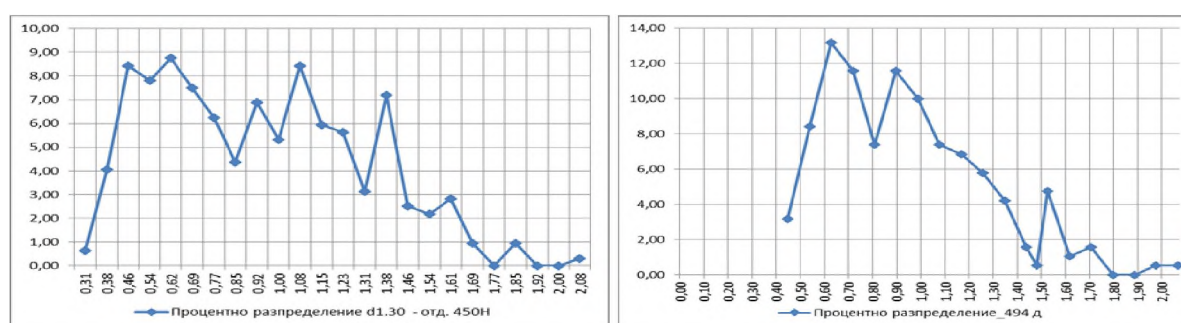
показа, че е налично ненормално разпределение ($W = 0.94323$, $p\text{-value} = 6.671e-11$). Налице е влошена структура на тази популация, показател за което е установеният висок коефициент на механична стабилност – 1,17. Още през 2012 г. тази култура е следвало да се дефинира като застрашена. Този коефициент е близък до същия, установен за ОП1 – 1,12. В този смисъл и двете опитни площи още към 2012 г. са били изключително чувствителни на ветрове и снегове.



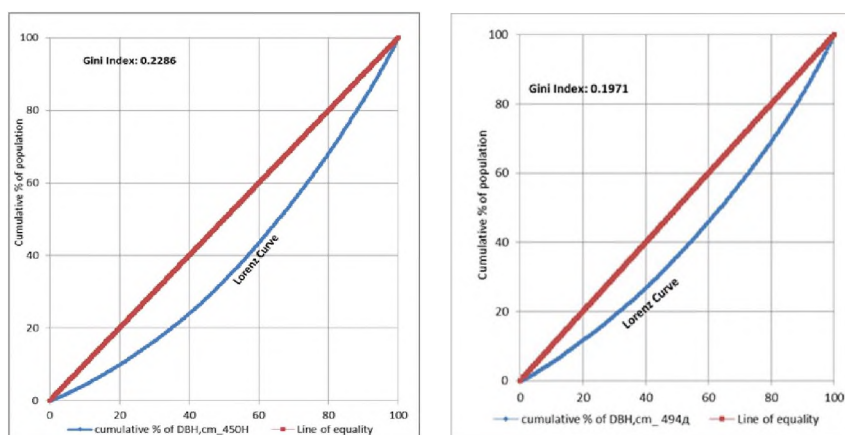
Фиг. 3. Изменение на сезонното количество паднали валежи (mm) за периода 12.2013-10.2023 г. (София)

Двете опитни площи се различават отново по своята структура на диаметъра на гърдна височина. В първата пробна площ единните степени на дебелина са концентрирани в интервала от 0,31 до 2,08, а това кореспондира на абсолютните степени на дебелина в интервала от 8 до 54 cm. Ходът на вариационната крива е асиметричен. Тестът за нормалност на данните на Shapiro-Wilk показва, че те не са нормално разпределени ($W = 0.95971$, $p\text{-value} = 1.013e-07$). Средният диаметър на гърдна височина, установен през кръговата площ, е 26,007 cm. Процентното участие на екземплярите преди горния диаметър е 54,688% и доминира над участието на индивидите с диаметър, по-висок от средния – 40 %. Увеличава се броят на по-дебелите екземпляри. Средният диаметър на гърдна височина е $24,213 \pm 24,21$ cm ($n=320$).

Коефициентът на вариране вече е по-висок – 39,77%. Подобно е наблюдаваното изменение на вариационната крива във втората опитна площ, като асиметричният лав ход се запазва. При това отново тестът на Shapiro-Wilk за нормалност на данните показва, че е налично ненормално разпределение ($W = 0.94583$, $p\text{-value} = 1.347e-06$). Средният ѝ диаметър е $21,037 \pm 7,31$ cm ($n=190$) и е незначително по-нисък от горния. Коефициентът на вариране остава също по-нисък – 34,75%. Влошената структура на тази популация, показател за което е установеният по-висок от 1 коефициент на механична стабилност, се запазва с времето. Понастоящем културата също се дефинира като застрашена. В този смисъл и двете опитни площи понастоящем са изключително чувствителни на ветрове и снегове.



Фиг. 4. Вариационни криви на разпределение на индивидите от дугласка в ОП1 и ОП4, разположени на територията на ДГС Своге, 2024 г.



Фиг. 5. Индекс на Gini и Lorenz Curve в двете анализирани опитни площи за 2024 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- ❖ Наблюдава се влошена структура на популацията от зелена дугласка, показател за което е установеният висок коефициент на механична стабилност – 1,17. Двете опитни площи още към 2012 г. са били изключително чувствителни на ветрове и снегове.
- ❖ В резултат на изследванията през 2024 г. е установено, че влошената структура на тази популация се запазва с времето. Двете опитни площи понастоящем остават изключително чувствителни на ветрове и снегове.

Анализът на двете култури чрез двата критерия показва, че към 2024 г. те остават хомогенни по своята структура. Индексът на Gini позволява при достатъчно голям набор от данни да се разработи модел за изследвания регион.

ЛИТЕРАТУРА

- Попов Е. 1991. Проучване върху резултата от интродукцията на зелената дугласка (*Pseudotsuga menziensis* (Mirb.) Franco) у нас. Кандидатска дисертация, София, 162.
- Hermann R., Ching K. 1973. Paleohistory of the genus *Pseudotsuga* and biosystematics of Douglas-fir. IUFRO S2.02-05 working party of Douglas-fir provenances, Göttingen, 3-5 September.

STATUS OF DOUGLAS-FIR (*PSEUDOTSUGA MENZIESII*) PLANTATIONS IN THE REGION OF STATE FOREST ENTERPRISE SVOGE

S. Toshev

Forest Research Institute - Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

The growth response of the Douglas-fir has been studied in plantations on the territory of State Forest Enterprise Svoге. Analysis was carried out on diameters, which showed that towards 2024 plantations remain homogenous in their structure. The Gini index allows to make a model for the investigated region using large database.

Key words: coniferous plantations, Douglas-fir, population structure

E-mail: s.toshev_rdg@abv.bg

АГРОЛЕСОВЪДСТВОТО КАТО ЕКОЛОГИЧЕН ПОДХОД В УПРАВЛЕНИЕТО НА ГОРСКИТЕ РЕСУРСИ

Ваня Качова

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Агролесовъдството е форма на многофункционално, екологосъобразно и устойчиво управление на земите и може да осигури екологични и икономически ползи в много неблагоприятни селски, планински и крайбрежни райони. Агролесовъдството се признава от световната научна и политическа общност като едно възможно решение за съхраняването и увеличаването на биологичното разнообразие. Освен това агролесовъдството подобрява почвените свойства и водния режим в екосистемата. В тази публикация се прави анализ на научната литература и се дават примери за възможностите на агролесовъдството да запази и подобри природните ресурси. Застъпва се тезата, че агролесовъдството е екологичен подход в управлението на природните ресурси и ако се практикува правилно води до оптимизиране и устойчивост на околната среда. Това е форма на земеползване, която би облагодетелства много податливи на суша, бедни на почва и вода райони в страната.

УВОД

Агролесовъдството (АЛ) е форма на мултифункционално, природосъобразно и устойчиво стопанисване на земните ресурси, особено подходящо за по-неблагоприятните условия на природната среда. Това е система на земеползване, в която дърветата растат в комбинация със селскостопански култури и/или животни върху една и съща площ. В този смисъл АЛ се практикува, както на земеделски, така и в горски земи. В горските земи се развиват агролесовъдски практики, като: земеделско ползване в млади култури; полезащитни пояси; алейни насаждения; засяване на тревни видове в бързорастящи енергийни горски култури; горско фермерство. Последното е много слабо развито в България, но с голям потенциал за развитие в необлагодетелстваните и планински райони на страната.

В ерата на глобалните климатични промени агролесовъдските практики се признават за възможност, както за оптимизиране, така и за подобряване на стабилността, екологичната устойчивост и жизнеспособност на екосистемите (Raj et al., 2020). На фона на факта, че 45% от земите на страните-членки на ЕС имат ниско и много ниско съдържание на органичен въглерод, ФАО признава, че АЛ е едно от най-добрите средства за повишаване съдържането на въглерода в екосистемата и трябва да се насърчава на политическо ниво (Buttoud, 2013). Освен секвестрирането на въглерода другите екологични ползи от развитието на АЛ са свързани с подобряване на почвеното плодородие поради по-добрия баланс на хранителни елементи в системата, защита срещу ерозия и опустиняване, предоставяне на повече хабитати за повече видове и др. (Burgess, 1999; Станчева и кол. 2015; Trichkov and Kachova, 2016). Според Shibu (2009) могат да се разграничат четири най-важни екосистемни услуги предоставяни от АЛ системи: (1) секвестриране на въглерод, (2) съхраняване на биоразнообразието, (3) обогатяване на почвите и (4) поддържане качеството на въздуха и водата. Тези екологични ползи предоставяни от АЛ са предпоставка за по-машабното му практикуване в Европа. По настоящем общата площ под АЛ ползване в Европа се оценява на 15,4 милиона ha, което е около 3,6% от общата площ на Съюза и 8,8% от използваната земеделска земя (Buttoud, 2013). В България използвайки също LUCAS база данни, площта под АЛ системи се оценява на 0,9 милиона ha, включващо и пасищни системи с дървесен компонент, и трайните насаждения. Това нарежда страната на 7-мо място в Европа.

Целта на настоящата обзорна работа е да се предоставят примери, подкрепящи твърдението, че АЛ е система за екологично управление на земите в горските стопанства.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Обект на изследване са съществуващи и прилагани агролесовъдски практики в Европа и по света, които предоставят добри примери за екологичен мениджмънт на горските екосистеми. Главен източник на информация са научни публикации по въпроса, ревюта и мета-анализи предоставяни от Sciencedirect, при залагане на ключова дума „Agroforestry“. От многобройните публикации по въпроса са подбрани 40 съвременни литературни източника, за подкрепа на застъпената теза. Индикативен и дедуктивен методологически подход е използван при анализа на научната литература, като е застъпено и мнението на авторите по въпроса.

ОБСЪЖДАНЕ И ДИСКУСИЯ

Екологичният подход в управлението на ресурсите се изразява най-вече в предоставянето на екосистемни услуги, т.е. ползите от практикуването на определения подход. От екологичните ползи предоставяни от АЛ са подбрани най-важните, а именно: защита на биоразнообразието; подобряване водния режим в екосистемата и подобряване на почвените свойства.

Защита на биоразнообразието

Биологичното разнообразие играе ключова роля за поддържането на здравето и стабилността на екосистемите. Деградацията на биоразнообразието води до влошаване на тяхното качество и устойчивост. Ето защо такива практики за земеползване, които запазват и подобряват биоразнообразието се търсят и приветстват от световната общност.

Агролесовъдството има тази способност, като агролесовъдските системи се отличават с уникално биоразнообразие поради комбинацията от различни дървесни, селскостопански и тревни видове. Съществува връзка между АЛ и опазването на биоразнообразието (McNeely and Schroth, 2006). Именно АЛ се признава от световната научна общност, като едно възможно частично решение за съхраняването и подобряването на така необходимото биоразнообразие (Udawatta, et al., 2019). Същите автори, чрез анализ на събраната научна литература показват, че флората, фауната и почвената микробиота са значително повече и по-разнообразни в агролесовъдските системи, в сравнение с монокултурата. Това се отнася за земеделските земи, алейните насаждения и някои гори. Сред почвените микроорганизми микоризните гъбички, бактериите и ензимите са значително повече в агролесовъдските системи, отколкото при културите. Това по-високо биоразнообразие се дължи на по-разнообразната растителност и подобрените почвени свойства. Нещо повече, подходящата комбинация дърво-храст-трева (земеделска култура) може да е подход за подобряване дефицита на хранителни вещества в почвата. Прилагането на АЛ увеличава значително видовото растително биоразнообразие. Zhu et al (2024) използвайки сателитни данни и данни от LiDAR оценяват функционалното и структурно биоразнообразие на обширни райони от Колумбия и Танзания заети от гори, пасища и земеделски земи. По-високо биоразнообразие има в Колумбия, където съществуват множество агролесовъдски системи при отглеждането на кафето, в сравнение с Танзания, където повечето земи са заети от савани и храсталаци. Bhardwaj et al (2017) съобщават за 60% по-голямо богатство на таксоните в АЛ системи в сравнение с горите. Разбира се има и други твърдения, като това на Murepele et al (2021), които твърдят че АЛ показва по-високо растително биоразнообразие в сравнение с конвенционалното земеделие, но не и с чисти гори. От АЛ системи крайречните буферни ивици и полезащитните пояси подпомагат биоразнообразието на селскостопанските земи (Elliot and Vose, 2016), а пасищните АЛ системи подпомагат биоразнообразието на горските територии (Orefice et al., 2017). С особено растително богатство се отличават алейните насаждения. Така при изграждането на алейни насаждения са използвани 410 дървесни вида от 192 рода (Wolz, and DeLucia, 2018).

Положително е влиянието на АЛ и върху биоразнообразието на фауната. Мета-анализа осъществен от Torralba et al. (2016) въз основа на 54 публикации и 365 сравнения показва положителния ефект на АЛ върху фауната, в сравнение с горите, пасищата и конвенционалното земеделие. Позитивен ефект има АЛ върху гъбите и членестоногите, но безспорно е неговото влияние върху видовото разнообразие и изобилието на птиците. Така Gibbs et al. (2016) установяват почти двойно нарастване на видовото разнообразие на птиците за 14 години в горски култури с междинно отглеждане на зеленчуци в Канада. Според Bauer and Hoyer (2014) АЛ влияе благоприятно върху миграционните процеси, които стават по-динамични, чрез осигуряване на местообитания и коридори свързващи тези местообитания. Именно чрез предоставяне на местообитания и коридори АЛ осигурява своята роля за подпомагане на животинското биоразнообразие (Jose, 2012). Тези нови местообитания и коридори подпомагат и опрашващите насекоми (Bentrup et al., 2019), което е още едно положително влияние на АЛ върху доброто функциониране на екосистемата.

Положително влияние има АЛ и върху почвените микроорганизми. Така Chiffot et al. (2009) наблюдават значително по-голямо разнообразие на микоризни гъби в почвите на култури с междуредово отглеждане на зеленчуци в сравнение с монокултурата. Kremer, and Kussman (2011) също показват повишаване на микоризните гъби при дългосрочната агролесовъдска практика на овощни дървета с многогодишна местна растителност в Канада в сравнение с плодни и едновидови монокултури. Повишава се също и ензимната и бактериална активност в агролесовъдските системи в сравнение с монокултурите (Banarjee et al., 2015). По-голямо бактериално изобилие и до известна степен видово богатство в АЛ системи се свързва с по-богата на хранителни вещества почва и с пространственото разпределение на културите, пасищата, храстите и дърветата в АЛ системи, различно от монокултурата, с което се повлиява качеството и количеството на органичната материя, свойствата на почвата, и микроклимата, като по този начин се засилва и биологичната дейност на почвата.

До сега всички събрани данни от мета-анализи и други публикации опитващи се да отговорят на въпроса дали агролесовъдството повлиява благоприятно биоразнообразието и екосистемните услуги предоставяни от екосистемите водят да положителен отговор. Почти единодушно от научната общност се приема, че АЛ е устойчива селскостопанска система в сравнение с конвенционалното земеделие и горско стопанство водеща до опазване на биоразнообразието и подобряване на предоставянето на екосистемни услуги, без да се правят компромиси с производителността (Torralba et al., 2016).

Подобряване на водния режим

Агролесовъдските практики играят много ключова роля при запазване на почвените и водните ресурси. Комбинациите на дървета и земеделски култури в агролесовъдните системи имат много предимства за подобряване на водния дефицит в системата и за увеличаване скоростите на инфилтрация на водата. Въпреки че значението на агролесовъдството за опазването на водата е добре признато, проучванията върху аспектите на опазването водата при агролесовъдството са много ограничени (Kaushala et al., 2021). Дърветата в агролесовъдството се грижат както за излишната вода, така и за недостиг на вода по време на суши. Със сянката, която хвърлят дърветата редуцират евапотранспирацията, понижавайки температурата на въздуха. Също така, чрез дълбоките си корени подпомагат порестата структура на почвата подобрявайки възможностите на почвата за съхранение на водата. Освен това чрез дълбоките си корени дърветата извличат водата от по-дълбоките слоеве подпомагайки растежа на културите през засушливите периоди. Мета-анализ, проведен от Kuyah et al. (2019) в 12 страни разкрива, че съдържанието на влага в почвата и инфилтрацията са се подобрили в агролесовъдството в сравнение с контролата. Hiraoka and Onda (2012) отбелязват, че повишения инфилтрационен

капацитет, който е пропорционален на образуването на макропори, се дължи на по-голямата кореновата система в системите с агролесовъдство. Dass et al. (2011) съобщават, че агролесовъдски системи с Lemongrass, Vetiver, и Sambuta са запазили 15,3%, 22,7% и 26,6% по-висока влажност на почвата в сравнение с контролни площи (13,5%). Изследвайки три района с карстово засушаване в Китай, Wu and Wang (2024) показват, че в различна степен агролесовъдството носи ползи за околната среда, включително намаляване на повърхностния отток, увеличаване на инфилтрацията на почвата, понижаване скоростта на транспирация и намаляване на изпарението на почвата, като по този начин се постига ефективно използване на водните ресурси. Разбира се между дървесния и земеделския компонент в агролесовъдската система съществува конкуренция за водата от почвата. В тези случаи подходящия избор на дървесни видове и добрите отгледни практики (резитба, полиране, подрязване на издънки и т.н.) могат да бъдат полезни за намаляване на конкуренцията за влага в почвата (Siriri et al., 2013; Chandrashekara, 2007).

Подобряване на почвените свойства

Агролесовъдството е широко признато за подобряване на качеството на почвата и производителността, като това зависи от типа култура която се интегрира, климата и местоположението (Udawatta et al., 2014; Nair, 2011; Castle et al., 2022). Интегрирането на дървета върху земеделски земи увеличава съдържанието на органична материя в почвата (Chatterjee et al., 2018; Kachova and Ferezliev, 2020), както и наличието на калий (K), фосфор (P) и органичен въглерод (C) (Maharjan et al., 2024). Изследвайки АЛ системи от маслинови овощни градини, Zayani et al. (2023) показват, че те съхраняват приблизително 1,2 пъти повече органичен въглерод в почвата в сравнение с монокултурните системи. В допълнение, горния почвен слой съдържа 1,5 пъти повече органичен въглерод в сравнение с подпочвата. В Танзания местните агролесовъдни практики от млади и стари АЛ системи са идентифицирани като интересен начин за улавяне на въглерода и подобряване на почвеното плодородие в дребни ферми от тропическите гори (Kimaro et al., 2024). В агролесовъдски системи с отглеждане на селскостопански животни урината от животните подобрява почвеното плодородие (Maharjan et al., 2024). Също при паша на добитък в агролесовъдски системи Zoungwana et al. (2024) отчитат високо съдържание на C, N и хранителни елементи. При прилагането на агролесовъдство, чрез отглеждане на зеленчуци в междуредията на млади горски култури от тополи се подобрява структурата на почвеното органично вещество, като количеството на по-стабилните хуминови киселини е в повече, а количеството на по-мобилните фулво-киселини, включително „агресивните фулво-киселини“ се намалява, в сравнение с контролите, където горските култури се отглеждат без агролесовъдство (Kachova et al., 2019; Kachova and Ferezliev, 2020). В агролесовъдски системи с местни дървесни видове Gota et al. (2024) показват, че около и под короната на тези дървета всички изследвани почвени свойства са по-добри, в сравнение с отдалечените от дървесните видове зони. Това предполага за изграждането на АЛ системи да се използват преди всичко местни дървесни видове.

ИЗВОДИ

Агролесовъдството е екологично средство за управление на земните ресурси. Съществуват много научни данни показващи, че практикуването на агролесовъдство води до подобряване на биоразнообразието, до положителен ефект върху почвите и водния режим на екосистемата. Изграждането на полезащитни пояси, алеини насаждения и буферни защитни ивици, полета с комбинирано отглеждане на зеленчуци и дървесни видове и др., подобрява екологичното състояние на ландшафтите и съхранява природните ресурси. Ето защо, тази форма на земеползване е препоръчителна и належаща за развитие в страната, за да се създадат

устойчиви и жизнеспособни екосистеми, можещи да се справят с последиците от климатичните промени и други неблагоприятни явления, които в съвременния свят стават все по-чести и широкомащабни.

ЛИТЕРАТУРА

- Станчева Й., Петкова К., Бенчева С., 2015. Агроресовъдство. ИК „Авангард Прима“, София, 225 с.
- Banarjee S., Baah-Acheamfour M., Carlyle C.M., Bissett A., Richardson A.E., Siddique T., Bork E.W., Chang S.X. 2015. Determinants of bacterial communities in Canadian agroforestry systems. *Environmental Microbiology*, 18, 1805–1816.
- Bauer S., Hoyer B.J. 2014. Migratory animals couple biodiversity and ecosystem functioning worldwide. *Science* 344, 1242552. <https://doi.org/10.1126/science.1242552>.
- Bentrop G., Hopwood J., Adamson N.L., Vaughan M. 2019. Temperate agroforestry systems and insect pollinators: a review. *Forests* 10, 981. <https://doi.org/10.3390/f10110981>.
- Burges P. 1999. Effects of agroforestry on farm biodiversity in UK. *Scottish Forestry* 53(1): 24–27.
- Buttoud G. 2013. Advancing agroforestry on the policy agenda. A guide for decision-makers. <http://www.fao.org/3/a-i3182e.pdf>.
- Cardinael R., Chevallier T., Cambou A., Béal C., Barthès B. G., Dupraz Ch., Durand C., Kouakoua E., Chenu C. 2017. Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 236, 243–255.
- Castle S.E., Miller D.C., Merten N., Ordonez P.J., Baylis K. 2022. Evidence for the impacts of agroforestry on ecosystem services and human well-being in high-income countries: a systematic map. *Environ. Evid.* 11 (1), 1–27.
- Chandrashekhara U.M. 2007. Effects of pruning on radial growth and biomass increment of trees growing in homegardens of Kerala, India. *Agroforestry Systems*, 69, 231–237.
- Chiffot V., Rivest D., Olivier A., Cogliastro A., Khasa D. 2009. Molecular analysis of arbuscular mycorrhizal community structure and spores distribution in tree-based intercropping and forest systems. *Agricultural Ecosystem Environment*, 131, 32–39.
- Dass A., Sudhishri S., Lenka N.K., Patnaik U.S. 2011. Run-off capture through vegetative barriers and planting methodologies to reduce erosion and improve soil moisture, fertility and crop productivity in southern Orissa, India. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 89(1), 45–57.
- Elliot K., Vose J.M. 2016. Riparian area harvesting impacts on vegetation composition and diversity: Headwaters to Estuaries. In *Advances in Watershed Science and Management*; Younos, T., Parece, T.E., Eds.; Springer:Berlin/Heidelberg, Germany, 2016; p. 104.
- Gibbs S., Koblenz H., Coleman B., Gordon A., Thevathasan, N., Williams, P. 2016. Avian diversity in a temperate tree-based intercropping system from inception to now. *Agroforestry Systems*, 90, 905–916.
- Gota H., Madalcho A., Kerse B., Szwagrzyk J., Solomon T. 2024. The impact of native trees, *Cordia africana* and *Ficus sur*, and the economically valuable *Manihot esculenta* on soil chemical properties in an agroforestry system. *Forests and People*, 15, 100471 <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2023.100471>.
- Herder M., Moreno G., Mosquera-Losada R.M., Palma J.H.N., Sidiropoulou A., Santiago Freijanes J.J., Crous-Duran J., Paulo J.A., Tomé M., Pantera A., Papanastasis V.P., Mantzanas K., Pachana P., Papadopoulos A., Plieninger T., Burgess P.J. 2017. Current extent and stratification of agroforestry in the European Union. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 241, 121–132. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.005>.
- Hiraoka M., Onda Y. 2012. Factors affecting the infiltration capacity in bamboo groves. *Journal of Forestry Research*, 17, 403–412.
- Huang W., Luukkanen O., Johanson S., Kaarakka V., Räisänen S., Vihemäki H. 2002. Agroforestry for biodiversity conservation of nature reserves: functional group identification and analysis. *Agroforestry Systems* 55, 65–72. <https://doi.org/10.1023/A:1020284225155>.
- Jose S. 2012. Agroforestry for conserving and enhancing biodiversity. *Agroforestry System* 85, 1–8. <https://doi.org/10.1007/s10457-012-9517-5>.
- Kachova V., Popov E., Hinkov G. 2019. Agroforestry riparian plantations with *Populus* sp. and soil quality improvement. *Silva Balcanica*, 20, 2, 49–56, DOI:10.6084/m9.figshare.9929093.
- Kachova V., Ferezliev A. 2020. Improved characteristics of *Populus* sp. ecosystems by agroforestry practices. Sumarski list, 1-2, *Journal of Forestry Society of Croatia*, 2020, DOI:<https://doi.org/10.31298/sl.144.1-2.5>, 45–51.
- Kaushala R., Mandala D., Panwar P., Rajkumar, Kumara P., Tomara J.M.S., Mehta H. 2021. Forest Resources Resilience and Conflicts, Chapter 20 - Soil and water conservation benefits of agroforestry, 259–275.
- Kimaro O. D., Vancampenhout K., Desie E., Verbist B., Feger K., Kimaro D. N. 2024. Soil organic carbon stocks and fertility in smallholder indigenous agroforestry systems of the North-Eastern mountains, Tanzania. *Geoderma Regional* 36 (2024) e00759 <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2024.e00759>.
- Kremer R.J., Kussman R.D. 2011. Soil quality in a pecan–kura clover alley cropping system in the Midwestern USA. *Agroforestry Systems*, 83, 213–223.
- Kuyah S., Whitney C. W., Jonsson M., Sileshi G.W., Öborn I., Muthuri C.W. et al. 2019. Agroforestry delivers a win-win solution for eco-system services in sub-Saharan Africa. A meta-analysis. *Agronomy for Sustainable Development*, 39, 47–64.
- McNeely J.A., Schroth G. 2006. Agroforestry and biodiversity conservation – Traditional practices, present dynamics, and lessons for the future. *Biodivers. Conserv.* 2006, 15, 549–554.

- Maharjan M., Thapa N., Ayer S., Timilsina S., Timilsina Y., Lama S., Ghimire P., Kumar Yadav V., Okolo C. 2024. Impact of agroforestry intervention on carbon stock and soil quality in mid-hills of Nepal. *Soil Security* 16 (2024) 100164.
- Mupepele A.C., Keller M., Dormann C.F. 2021. European agroforestry has no unequivocal effect on biodiversity: a time-cumulative meta-analysis. *BMC Ecol. Evo.* 21, 193. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01911-9>.
- Nair P.K.R. 2011. Agroforestry systems and environmental quality: introduction. *J. Environ. Qual.* 40 (3), 784–790. <https://doi.org/10.2134/jeq2011.0076>.
- Orefice J., Carroll J., Conroy D., Ketner L. 2017. Silvopasture practices and perspectives in the Northeastern United States. *Agroforestry Systems*, 91, 149–160.
- Raj A., Jhariya M.K., Yadav D.K., Banerjee A. 2020. *Climate Change and Agroforestry Systems: Adaptation and Mitigation Strategies*. Apple Academic Press Inc., CRC Press- a Taylor and Francis Group, US & Canada, 383 p. <https://doi.org/10.1201/9780429286759>. ISBN: 9781771888226.
- Shibu J., 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview. *Agroforestry Systems*, <https://www.researchgate.net/publication/227309053>, DOI: 10.1007/s10457-009-9229-7.
- Siriri D., Wilson J., Coe R. et al. 2013. Trees improve water storage and reduce soil evaporation in agroforestry systems on bench terraces in SW Uganda. *Agroforestry Systems*, 87, 45–58.
- Torralba M., Fagerholm N., Burgess P.J., Moreno G., Plieninger T. 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 230, 150–161. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.06.002>.
- Trichkov L., Kachova V. 2016. Necessity, opportunities and priorities for development of agroforestry in Bulgaria, *Forestry Ideas*, Vol. 22., №1, (51): 3-15.
- Udawatta R.P., Kremer R.J., Nelson K.A., Jose S., Bardhan S. 2014. Soil quality of a mature alley cropping agroforestry system in temperate North America. *Commun. Soil. Sci. Plant Anal.* 45 (19), 2539–2551. <https://doi.org/10.1080/>.
- Udawatta R.U., Rankoth L., Jose S. 2019. Agroforestry and biodiversity. *Sustainability* 11, 2879. <https://doi.org/10.3390/su11102879>.
- Wolz K.J., DeLucia E.H. 2018. Alley cropping: Global patterns of species composition and functions. *Agricultural Ecosystems Environment*, 252, 61–68. DOI: 10.1016/j.agee.2017.10.005.
- Zayani I., Ammari M., Ben Allal L., Bouhafa K. 2023. Agroforestry olive orchards for soil organic carbon storage: Case of Saiss, Morocco. *Heliyon*, 9, 12, e22910 <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22910>.
- Zhu X., Luleva M., van Helfteren S. P., Gou Y., Gajda W., Neinavaz E. 2024. Comparison of functional and structural biodiversity using Sentinel-2 and airborne LiDAR data in agroforestry systems. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 35 (2024) 101252.
- Zougrana A., Cissé M., Traoré M., De Cannière C., André Bationo B., Visser M., Traoré S. 2024. Influence of agroforestry systems on earthworm diversity and soil properties in a Sudano-Sahelian landscape. *Geoderma Regional* 37(2024)e00786.

AGROFORESTRY AS AN ECOLOGICAL APPROACH TO FOREST RESOURCE MANAGEMENT

V. Kachova

Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

Agroforestry is a form of multifunctional, environmentally friendly and sustainable management of lands and could provide environmental and economic benefits in many less favorable rural, mountainous and coastal areas. Agroforestry is recognized by the global scientific and political community as a possible solution for the preservation and enhancement of biological diversity. In addition, agroforestry improves soil properties and the water regime in the ecosystem and is a tool of soil erosion control. This publication analyzes the scientific literature and gives examples of the possibilities of agroforestry in the preservation and improvement of natural resources. It is argued that agroforestry is an ecological approach to the management of natural resources and if practiced correctly leads to optimization and sustainability of the environment. It is a form of land use that would benefit many drought-prone, soil- and water-poor areas of the country.

E-mail: vania_kachova@abv.bg

АНАЛИЗ НА ГОРСКИТЕ РЕСУРСИ В ЛУДОГОРИЕТО В БЪЛГАРИЯ

Цветелин Миланов, Георги Георгиев, Севдалин Белюлов

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Горите в Лудогорието се стопанисват от 9 Държавни горски стопанства (ДГС) и 6 Държавни ловни стопанства (ДЛС), попадащи в три Регионални дирекции по горите (РДГ): ДГС Суворово, ДЛС Тервел (РДГ Варна), ДГС Бяла, ДЛС Воден-Ирихисар, ДЛС Дунав-Русе, ДЛС Каракуз-Дулово, ДГС Разград, ДГС Сеслав-Кубрат, ДГС Силистра, ДГС Тутракан (РДГ Русе), ДГС Нови пазар, ДГС Омуртаг, ДЛС Паламара, ДГС Търговище, ДЛС Черни Лом (РДГ Шумен). Общата горска площ е 299 671,7 ha, повече от половината от която се намира на територията на РДГ Русе (155 221,1 ha), следвана от РДГ Шумен (116 253,5 ha) и РДГ Варна (28 197,1 ha). Общият запас съставлява 33 867 758 m³ дървесина. Най-голям запас имат ДГС Омуртаг (4 082 905 m³), ДЛС Черни Лом (3 967 675 m³) и ДГС Сеслав (3 687 829 m³), а най-малък – ДЛС Тервел (1 249 285 m³), ДГС Нови пазар (1 195 895 m³) и ДГС Бяла (109 270 m³). Планираното ползване на дървесина за десет годишен период възлиза на 6 323 373 m³ и варира в отделните стопанства от 13 270 m³ в ДГС Бяла до 706 875 m³ в ДГС Разград. Преобладават младите насаждения до 30 години (88 881,1 ha), следвани от насажденията във възраст 61-70 години (53 493,3 ha), 51-60 години (42 904,0 ha), 31-40 години (26 932,8 ha), 41-50 години (26 233,1 ha), 71-80 години (25 972,0 ha) и над 80 години (17 640,0 ha). Най-висок запас имат насажденията във възраст 61-70 години (7 778 995 m³), следвани от 51-60 години (5 728 075 m³), под 30 години (5 654 830 m³), 71-80 години (4 140 695 m³), 31-40 години (4 120 303 m³), 41-50 години (3 983 565 m³) и над 80 години (2 461 295 m³). Запасът на насажденията е формиран основно от *Quercus cerris* (18 459 017 m³), *Tilia* spp. (11 869 353 m³), *Quercus frainetto* (6 663 510 m³), *Quercus petraea* (5 683 205 m³), *Carpinus orientalis* (1 185 500 m³) и *Quercus pubescens* (1 056 479 m³). Природните и лесорастителни характеристики на Лудогорието предоставят изключително благоприятни възможности за развитие на високоефективно горско и ловно стопанство. Наличието на фрагментирани широколистни гори сред плодородни обработваеми селскостопански земи осигурява убежища и храна и допринася за формиране на високочислени популации от дребен и едър дивеч, обект на ловен туризъм. С особена ценност се отличава популацията на благородния елен (*Cervus elaphus* L.), която има най-добри генетични и трофейни качества в района на изследването.

Ключови думи: Лудогорие, дъбови гори, запас, ползване

ВЪВЕДЕНИЕ

Лудогорието е обширно плато в източната част на Дунавската хълмиста равнина, заемащо 2 637,6 km². Релефът и структурно-литоложките различия на субстрата обуславят наличието на четири района в него: Лудогорско-Добруджански плата; Шуменско-Провадийски циркумденудационни плата; Причерноморски ниски плата и низини; Крайдунавски ниски плата и крайречни низини (Гълъбов, 1982).

Надморската височина на Лудогорието не надхвърля 350 m и то изцяло попада в пояса на ксеротермните дъбови гори (до 600-700 m) (Стоянов, 1966; Велчев и др., 1982). Растителната покривка в него е формирана основно от формации на цер (*Quercus cerris* L.), благун (*Quercus frainetto* Ten.), космат дъб (*Quercus pubescens* Willd.), мъждряк (*Fraxinus ornus* L.), източен габър (*Carpinus orientalis* Mill.) и други дървесни и храстови видове (Велчев, Бондев, 1982).

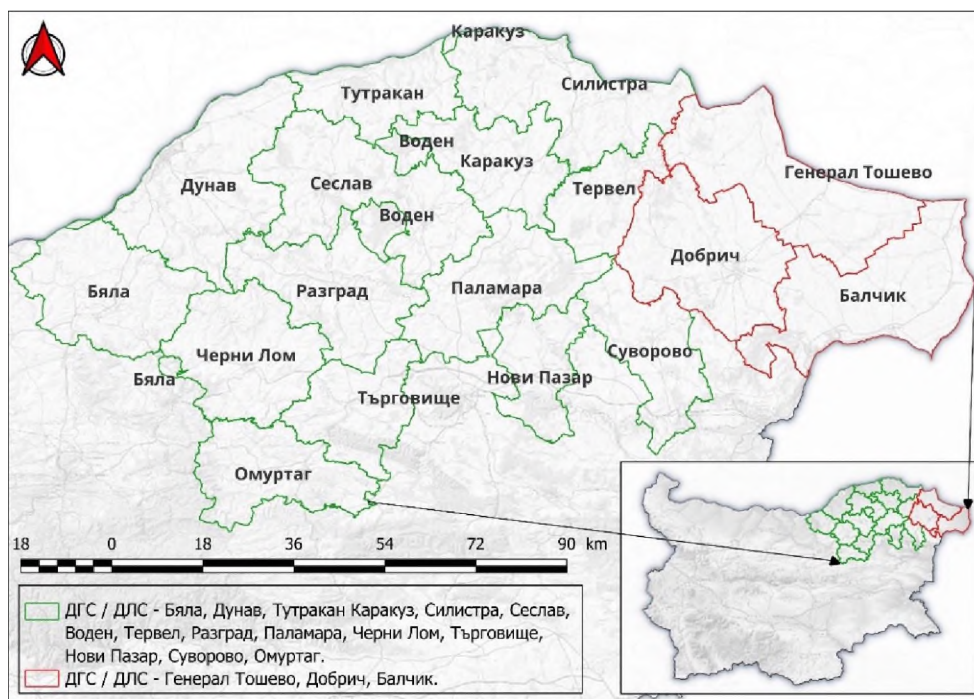
Целта на настоящото изследване е да се анализират основните характеристики на горските ресурси в Лудогорието.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Изследването е извършено по данни на Географския портал на Изпълнителната агенция по горите.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Горите в Лудогорието се стопанисват от 9 Държавни горски стопанства (ДГС) и 6 Държавни ловни стопанства (ДЛС), попадащи в три Регионални дирекции по горите (РДГ): ДГС Суворово, ДЛС Тервел (РДГ Варна), ДГС Бяла, ДЛС Воден-Ирихисар, ДЛС Дунав-Русе, ДЛС Каракуз-Дулово, ДГС Разград, ДГС Сеслав-Кубрат, ДГС Силистра, ДГС Тутракан (РДГ Русе), ДГС Нови пазар, ДГС Омуртаг, ДЛС Паламара, ДГС Търговище, ДЛС Черни Лом (РДГ Шумен) (Фиг. 1).



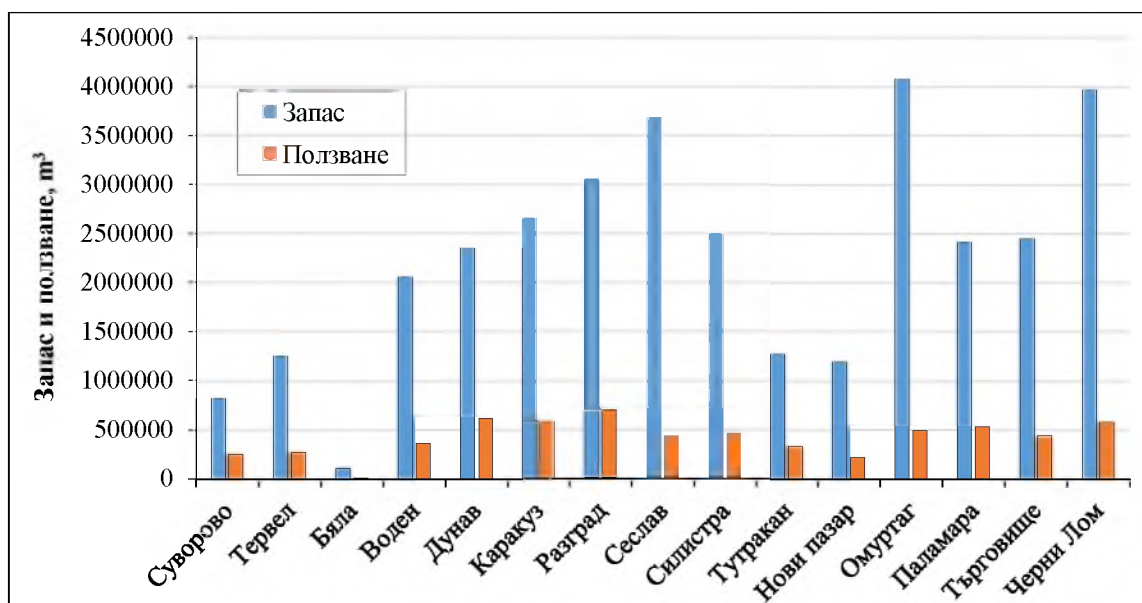
Фиг. 1. Държавни горски и ловни стопанства в Лудогорието

Територията на Лудогорието частично включва и части от ДГС Добрич, ДГС Генерал Тошево и ДЛС Балчик (Фиг. 1). Дървесната растителност там е формирана основно от полезащитни горски пояси, поради което трите стопанства не фигурират в настоящия анализ.

Общата площ на горските и ловни стопанства в Лудогорието е 299 671,7 ha. Повече от половината (51,8%) от площта се намира на територията на РДГ Русе (155 221,1 ha), следвана от 38,8% в РДГ Шумен (116 253,5 ha) и 9,4% в РДГ Варна (28 197,1 ha). При отделните стопанства най-голяма площ заемат ДГС Сеслав (31 742,9 ha), ДГС Омуртаг (31 731,5 ha) и ДЛС Черни Лом (28 992,0 ha), а най-малка – ДГС Суворово (12 977,8 ha), ДГС Тутракан (11 447,2 ha) и ДГС Бяла (891,8 ha).

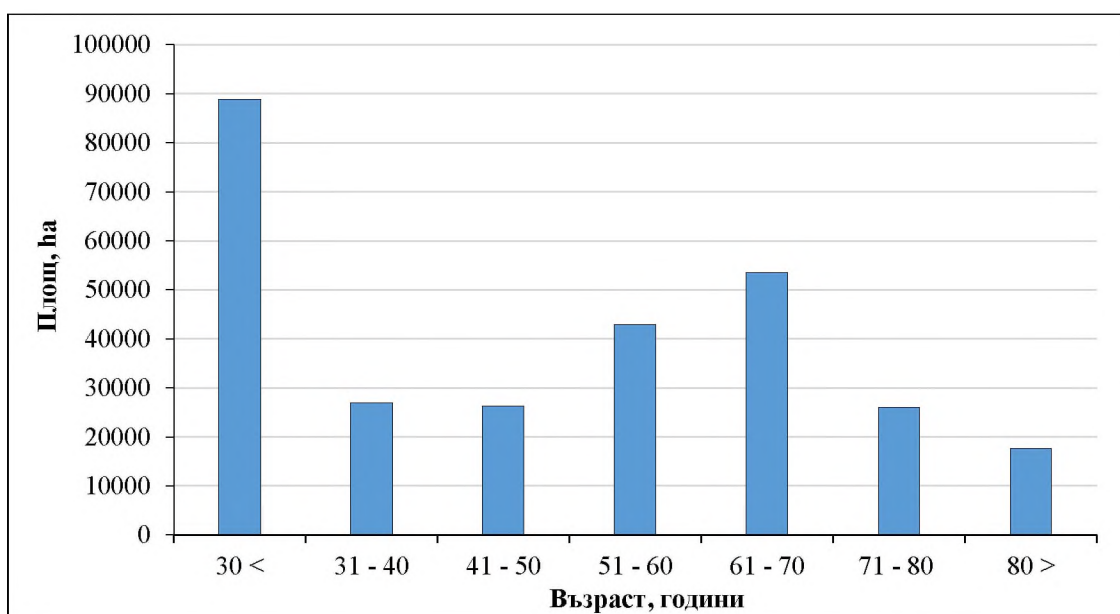
Общият запас съставлява 33 867 758 m³ дървесина. Най-голям запас имат ДГС Омуртаг (4 082 905 m³), ДЛС Черни Лом (3 967 675 m³) и ДГС Сеслав (3 687 829 m³), а най-малък – ДЛС Тервел (1 249 285 m³), ДГС Нови пазар (1 195 895 m³) и ДГС Бяла (109 270 m³) (Фиг. 2).

Планираното ползване на дървесина за десетгодишен период в Лудогорието възлиза на 6 323 373 m³. Най-голямо ползване имат ДГС Разград (706 875 m³), ДЛС Дунав (621 135 m³) и ДЛС Черни Лом (581 535 m³), а най-малко – ДГС Суворово (256 300 m³), ДГС Нови пазар (220 980 m³) и ДГС Бяла (13 270 m³) (Фиг. 2).



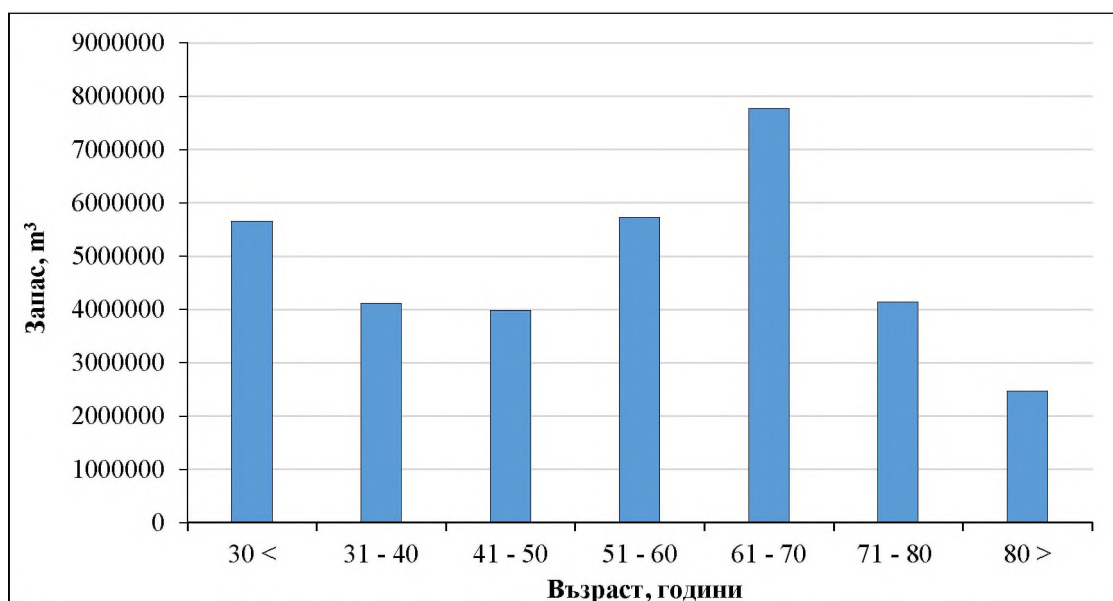
Фиг. 2. Запас и ползване на дървесина за десетгодишен период по стопанства

Най-голяма площ заемат младите насаждения до 30 години (88 881,1 ha), следвани от насажденията във възраст 61-70 години (53 493,3 ha), 51-60 години (42 904,0 ha), 31-40 години (26 932,8 ha), 41-50 години (26 233,1 ha), 71-80 години (25 972,0 ha) и над 80 години (17 640,0 ha) (Фиг. 3).



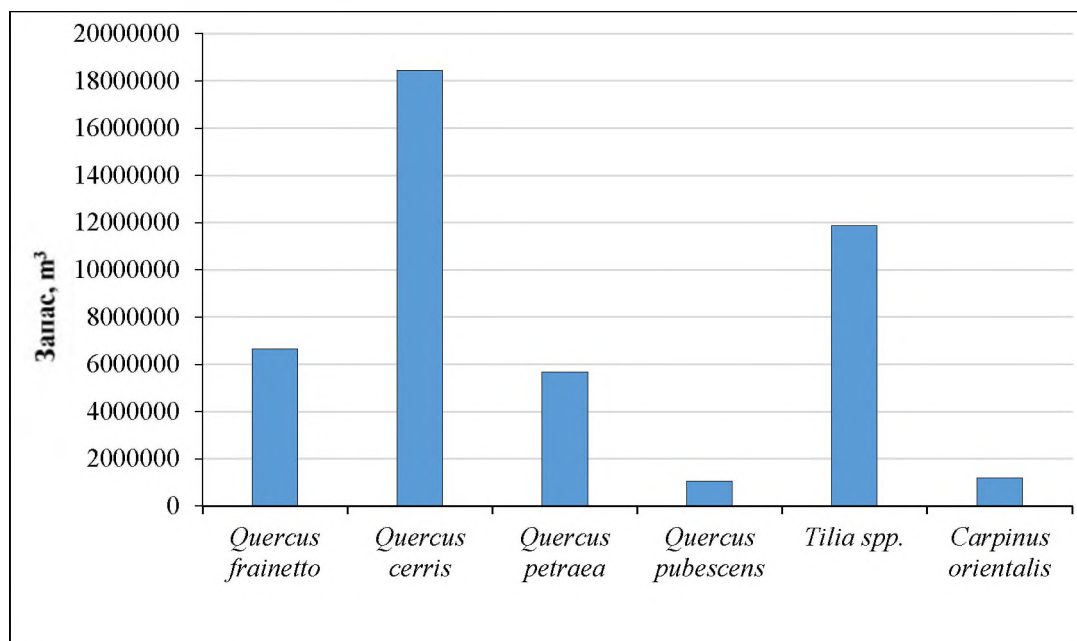
Фиг. 3. Площ по възраст на насажденията

Най-висок запас имат насажденията във възраст 61-70 години (7 778 995 m³), следвани от 51-60 години (5 728 075 m³), под 30 години (5 654 830 m³), 71-80 години (4 140 695 m³), 31-40 години (4 120 303 m³), 41-50 години (3 983 565 m³) и над 80 години (2 461 295 m³) (Фиг. 4).



Фиг. 4. Запас по възраст на насажденията

Запасът на насажденията е формиран основно от *Quercus cerris* (18 459 017 m³), *Tilia* spp. (11 869 353 m³), *Quercus frainetto* (6 663 510 m³), *Quercus petraea* (5 683 205 m³), *Carpinus orientalis* (1 185 500 m³) и *Quercus pubescens* (1 056 479 m³) (Фиг. 5).



Фиг. 5. Запас на основните дървесни видове

В заключение следва да се подчертае, че природните и лесорастителни характеристики на Лудогорието предоставят изключително благоприятни възможности за развитие на високоефективно горско и ловно стопанство. Наличието на фрагментирани широколистни гори сред плодородни обработваеми селскостопански площи осигурява убежища и храна и допринася за формиране на високочислени популации от дребен и едър дивеч, обект на ловен туризъм. С особена ценност се отличава популацията на благородния елен (*Cervus elaphus* L.), която има най-добри генетични и трофейни качества в района на изследването.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01- 27/06.02.2024).

ЛИТЕРАТУРА

- Велчев В., Бондев И. 1982. Пояс на ксеротермните дъбови гори. В: Гълъбов Ж. (Ред.). География на България. 1. Физическа география. София, Издателство на БАН, 440.
- Велчев В., Ганчев С., Бондев И. 1982. Растителни пояси. В: Гълъбов Ж. (Ред.). География на България. 1. Физическа география. София, Издателство на БАН, 439–440.
- Гълъбов Ж. 1992. Геоморфоложки райони. В: Гълъбов Ж. (Ред.). География на България. 1. Физическа география. София, Издателство на БАН, 150–159.
- Стоянов Н. 1966. Растителна покривка. В: Бешков А. (Ред.): География на България. 1. Физическа география. София, Издателство на БАН, 447–482.

ANALYSIS OF THE FOREST RESOURCES IN THE LUDOGORIE, BULGARIA

T. Milanov, G. Georgiev, S. Belilov

Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

The forests in the Ludogorie are managed by 9 State Forest Enterprises (SFEs) and 6 State Hunting Enterprises (SHEs), falling under three Regional Forest Directorates (RFDs): SFE Suvorovo, SHE Tervel (RFD Varna), SFE Byala, SHE Voden-Irihisar, SHE Dunav-Ruse, SHE Karakuz-Dulovo, SFE Razgrad, SFE Seslav-Kubrat, SFE Silistra, SFE Tutrakan (RFD Ruse), SFE Novi Pazar, SFE Omurtag, SHE Palamara, SFE Targovishte, SHE Cherni Lom (RFD Shumen). The total forest area is 299,671.7 ha, more than half of which is located on the territory of the RFD Ruse (155,221.1 ha), followed by RFD Shumen (116,253.5 ha) and RFD Varna (28,197.1 ha). The total wood stock is 33,867,758 m³. The largest wood stock is in the SFE Omurtag (4,082,905 m³), SHE Cherni Lom (3,967,675 m³) and SFE Seslav (3,687,829 m³), and the smallest is in the SHE Tervel (1,249,285 m³), SFE Novi Pazar (1,195,895 m³) and SFE Byala (109,270 m³). The planned use of wood for a ten-year period amounts to 6,323,373 m³ and varies in individual enterprises from 13,270 m³ (SFE Byala) to 706,875 m³ (SFE Razgrad). Young stands up to 30 years old (88,881.1 ha) predominate, followed by stands aged 61-70 years (53,493.3 ha), 51-60 years (42,904.0 ha), 31-40 years (26,932.8 ha), 41-50 years (26,233.1 ha), 71-80 years (25,972.0 ha) and over 80 years (17,640.0 ha). The highest wood stock is in stands aged 61-70 years (7,778,995 m³), followed by 51-60 years (5,728,075 m³), under 30 years (5,654,830 m³), 71-80 years (4,140,695 m³), 31-40 years (4,120,303 m³), 41-50 years (3,983,565 m³) and over 80 years (2,461,295 m³). The wood stock is formed mainly by *Quercus cerris* (18,459,017 m³), *Tilia* spp. (11,869,353 m³), *Quercus frainetto* (6,663,510 m³), *Quercus petraea* (5,683,205 m³), *Carpinus orientalis* (1,185,500 m³) and *Quercus pubescens* (1,056,479 m³). The natural and forest vegetation characteristics of the Ludogorie provide extremely favourable opportunities for the development of highly efficient forestry and hunting. The presence of fragmented broadleaf forests among fertile arable agricultural lands provides shelter and food and contributes to the formation of high populations of small and large game, the object of hunting tourism. The population of red deer (*Cervus elaphus* L.) is of particular value, as it has the best genetic and trophy qualities in the study area.

Keywords: Ludogorie, oak stands, wood stock, wood use

E-mail: ggeorgiev.fri@gmail.com

ТЕХНОЛОГИЯ НА СЪЗДАВАНЕТО НА ПОЛЕЗАЩИТНИТЕ ГОРСКИ ПОЯСИ В ДОБРУДЖА В СРЕДАТА НА XX ВЕК

Веселин Иванов, Йонко Додев, Георги Георгиев, Маргарита Георгиева

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Проучена е технологията, по която са създадени полезащитните горски пояси в Североизточна България в средата на XX-ти век. Описани са основните съставляващи я процеси – проектиране, почвоподготовка, залесяване и отглеждане. Планирането и проектирането на полезащитната система е направено на база комплексни научни проучвания в региона. Поясите в Добруджа са създавани върху свободни земеделски земи без наличие на дървесна и храстова растителност върху тях. Прилаганата почвоподготовка е основно дълбока есенна оран (на дълбочина 30–40 cm). Направен е преглед на използваните дървесни и храстови видове. При създаването на полезащитните пояси са използвани различни схеми – групово-гнездови, коридорен, дървесно-сенчест и дървесно-храстов тип смесване. Новосъздадените пояси обикновено са отглеждани комбинирано – ръчно в редовете и механизирено в междуредиите. Отглеждани са до 3–4-годишна възраст като общият брой на отглежданията е между 12 и 17. Проучването и анализът на прилаганата в близкото минало технология са от съществено значение за разработването на съвременна, ефективна и рентабилна технология за презалесяване (реконструкция) на деградирани пояси в наши дни.

Ключови думи: полезащитни горски пояси, агролесовъдство, горско стопанство, залесяване, Добруджа

ВЪВЕДЕНИЕ

Полезащитните горски пояси (ППП) в Добруджа са създадени с цел повишаване на добивите от селскостопански култури в „житницата на България“. Те спомагат за равномерното разпределение на естествените валежи през зимния период и предпазват почвата от ветрова ерозия, създавайки благоприятни микроклиматични условия за развитието и растежа на растенията. Селскостопанските култури, засети на черноземни почви, особено добре реагират на подобрения воден режим на почвата, който се получава в резултат на защитното влияние на поясите (Георгиев, 1960; Димитров, Кукуларов, 1977; Lur, Miron, 2014).

Мрежата от ППП в Североизточна България е създадена за сравнително кратък период от време – основно през 50-те години на миналия век. ППП са създавани и преди това, но тяхната площ е малка и почти не запазени до наши дни (Dodev et al., 2023a). Масовото създаване на ППП започва след приемането на постановлението на Министерски съвет „За развитие на селското стопанство, водоснабдяването и електрификацията на Добруджа“ от 08.03.1951 г. В него се предвижда изграждането на държавни горски пояси и полезащитни горски пояси в цялостна мрежа върху земи на ТКЗС и ДСЗ, свързани в единен държавен план. До есента на 1959 г. са засадени 96500 dka от предвидените за залесяване 132000 dka (Георгиев, 1960). В рамките на по-малко от едно десетилетие са създадени над 90% от съществуващите в наши дни 10695,5 ha ППП (Матева, Кирилова, 2022). Създаването на ППП продължава и през следващото десетилетие, но с много по-малки темпове, като след средата на 60-те години на практика приключва (Додев и др., 2023).

Технологията на създаването на ППП през онзи период включва четири основни дейности – планиране и проектиране на полезащитната система, почвоподготовка, залесяване и отглеждане на младите пояси. При тяхното изпълнение са спазвани редица агротехнически условия, съобразени с почвено-климатичните особености на Североизточна България, наличните техника, човешки ресурс и посевен материал.

ПЛАНИРАНЕ И ПРОЕКТИРАНЕ

Проектирането, планирането, организирането и изпълнението на дейностите по създаване на системата от ППП се оказва много сложна и трудоемка задача. Още от 1950 г. започват комплексни проучвания и обосноваване на необходимостта от цялостни агролесомелиоративни мероприятия в района. През 1952 г. Министерството на земеделието организира специална научна експедиция по полезащитните пояси в Добруджа. В нея участват учени от различни направления (лесовъди, метеоролози, почвоведи, хидролози, аграрикономисти), които в продължение на шест месеца извършват проучвателни дейности на терен. В помощ на експедицията се включват и руски учени. Експедицията проучва растежните условия в Добруджа, прави списък на подходящи главни и съпътстващи дървесни и храстови видове, които да се използват, изработва проект за полезащитната система и последователния ред за изграждане на поясите (БАН, 1955).

Поясите са проектирани така, че да оформят цялостна система (мрежа). В нея главните пояси са ориентирани перпендикулярно на преобладаващите североизточни ветрове, а второстепенните са разположени перпендикулярно на главните.

Създаването на ППП е възложено на ТКЗС-та и ДЗС-та в региона, тъй като от една страна почвоподготовката и залесяванията са извършвани върху земеделски земи, а от друга – било е необходимо пълно синхронизиране с основните селскостопански дейности.

За нуждите на залесяването са създадени разсадници за производство на необходимия посадъчен материал, организирано е събиране на жълъди и други семена.

ПОЧВОПОДГОТОВКА

Полезащитните горски пояси в Добруджа са създавани върху свободни земеделски земи без наличие на дървесна и храстова растителност върху тях. Прилаганата почвоподготовка е основно дълбока есенна оран (на дълбочина 30-40 cm). При есенните залесявания оранта е извършвана до края на месец август, най-късно до началото на септември. При пролетните залесявания тя се е извършвала до късна есен.

Важен момент преди залесяването е почвата да бъде изчистена от коренищни плевели като трескот и други. Борбата със силно заплевени почви е осъществявана чрез селскостопанска обработка в продължение на 1-2 години преди залесяването. Засявани са ранни окопни култури (обикновено бостани), които са окопавани поне 3-4 пъти през вегетацията. След прибиране на продукцията са провеждани една или две пълни обработки на почвата (оран, дисковане, култивиране), съпроводени с брануване за събиране на плевелите. Опитът показва, че ако залесяването се извърши директно на зачимена с трескот почва, тя отново силно се затревява 2-3 седмици след отглеждане на младата култура, дори и през засушлив вегетационен период. В тези случаи е необходимо често да се извършва окопаване, култивиране и наораване на почвата, което води до оскъпяване на културата средно с 50-80%, без да се постига нужният ефект (Георгиев, 1960). Икономически по-изгодно е да се закъснее със залесяването с една или две години, но то да бъде извършено върху почистена от коренищни плевели почва.

ЗАЛЕСЯВАНЕ

Залесяването на ППП включва маркиране на редовете по дължина и широчина и самото залесяване (посев на жълъди или садене на фиданки). За големи площи маркирането на редовете е осъществявано с приспособена тракторна сцепка, а за малки площи е извършвано ръчно с въже и ръчен маркир.

Залесяването е извършвано ръчно, чрез сеене на жълд в копки, или механизирано – в бразди. Значително по-добри резултати са постигнати при ръчно сеене на жълд и при садене на фиданки с меч на Колесов. Площите за залесяване за една година за отделните стопанства не са били големи и залесяването е приключвало до началото на април без особени затруднения.

За главни дървесни видове са използвани дъбове (цер, летен дъб, червен дъб, благуи и зимен дъб), ясени (планински, полски и американски), гледичия, бяла акация, обикновен орех, брястове (полски и дребнолистен), тополи (евроамерикански, бяла и пржевалска) и много рядко други видове. Като съпътстващи дървесни видове са използвани явори (мекиш, полски клен, шестил, обикновен и ясеноволистен явор), липи (сребролистна и едролитна), плодни видове (махалебка, зарзала, дива круша, киселица, черница, джанка, кайсия, череша, праскова, турска леска), софора и др. От храстовите видове са използвани смрадлика, аморфа, глог, черен бър, птиче грозде, трънка, кучи дрян и др. (Додев и др., 2023). Посочените дървесни и храстови видове имат различно участие в състава на поясите и обикновено се намират в смеси помежду си.

Схемите на залесяване са много разнообразни и е трудно да бъдат точно класифицирани. При създаването на ППП са използвани различни методи – групово-гнездови, коридорен, дървесно-сенчест и дървесно-храстов тип смесване.

Групово-гнездовият метод се отличава с това, че дъбовият жълд е засяван по ъглите на квадратна площадка със страна 60-70 cm, като по ъглите на квадрата и в средата му са правени общо 5 гнезда. Във всяко гнездо са поставяни по 7-8 жълда. Междуредовото разстояние е 5 m, а разстоянието между площадките в реда е 3 m. Така се получават 67 площадки на декар. При този метод през първите години след създаването на пояса в него са отглеждани окопни селскостопански култури, като дини, фасул, соя и др.

Коридорният метод за създаване на ППП се характеризира със засяване на дъбови жълди в чисти редове, ръчно, в копки на дълбочина 6-8 cm. Съседните редове отстоят на 1,5 m и в тях са засаждани бавнорастящи дървесни видове или храсти. В следващия ред, който е на разстояние 3 m от първия, се залесяват бързорастящи дървесни видове. Целта на този тип смесване е да се осигури на дъба да расте с „открито чело, но в шуба“. Схемата на залесяване е разстояние между редовете 1,5 m, разстояние в реда 0,6-0,7 m, което означава средна гъстота от около 1025 бр./дка.

При дървесно-сенчестия тип смесване дъбовите жълди се засаждат както при коридорния метод – само в четните редове, а в нечетните редове се засаждат сенкоиздръжливи спътници – липа, клен, шестил, габър и др. При по-тесни пояси дъбът е редуван със спътници във всички редове.

При дървесно-храстовия тип смесване дъбовите жълди се засаждат по същия начин като разликата е, че в нечетните редове се засаждат редуващи се спътници и храсти.

ОТГЛЕЖДАНЕ

Новосъздадените ППП са отглеждани до тяхното склопяване, обикновено до третата или четвъртата година. Разходите за отглеждане представлявали от 74% до 80% от общите разходи за създаване на пояса (Георгиев, 1960). Окопаването на редовете с дървесни видове е извършвано ръчно с мотика, а междуредията са култивирани механизирано с леки трактори. При праволинейно засаждане на редовете 60-65% от площта е отглеждана механизирано. Тракторно култивиране е провеждано най-късно до тригодишна възраст в зависимост от дървесния състав. Повторяемостта на отгледните дейности (ръчни и механизирани) зависела от необходимостта и вариала в следния диапазон: 4-5 отглеждания през първата година; 4-5 отглеждания през втората година; 2-4 отглеждания през третата година; 1-2 отглеждания през

четвъртата година; 1 отглеждане през петата година. Общият брой отглеждания е между 12 и 17.

В по-голяма част от ПГП не са водени своевременни и системни отгледни сечи за толериране на главните дървесни видове и за поддържане на продухваема конструкция, която е с най-висок мелиоративен ефект. Причините могат да се обобщят с факта, че ПГП не са били част от горския фонд и горското ведомство не ги е стопанисвало. Поради недоброто стопанисване от земеделските стопанства и активната позиция на Регионалните управления по горите, лесовъди и природозащитни организации през 1978 г. ПГП са включени в Държавния горски фонд, а през 1980 г. е извършена първата горска инвентаризация в тях (Yordanova, 2018).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въпреки липсата на опит, сухия климат и многото стопански трудности, българската държава успява в средата на миналия век, за по-малко от десетилетие, да изгради цялостна система от ПГП в Добруджа. Тя е от национално значение, тъй като гарантира продоволствената сигурност на страната и е съществен принос в борбата с климатичните промени и остепняването на Североизточна България.

Първоначално създадените ПГП вече са на 70 г. и състоянието им бързо се влошава (Dodev et al., 2023b; Georgieva et al., 2024). Голяма част от тях вече са деградирали, не изпълняват пълноценно предназначението си, и трябва да се презалесят (реконструират). Необходимо е на базата на вече натрупания опит, анализирайки неговите силни и слаби страни, и стъпвайки на съвременните реалности в сферата на агролесовъдството, механизацията и екологията да се разработи съвременна, ефективна и рентабилна технология за своевременно презалесяване (реконструиране) на деградиралите ПГП.

Освен това, би било грешен подход да се разчита единствено на местните горски и ловни стопанства да се справят с този сериозен проблем. Важно е неговото разрешаване отново, както преди 70 г., да се припознае като национална политика и в реализирането ѝ да се ангажира целия капацитет на държавата (политически, научен и стопански).

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на проект „Влошаване на здравословното състояние на полезащитни горски пояси в Североизточна България и възможности за подобряване и реконструкция“, финансиран от Фонд „Научни изследвания“ (Договор № КП-06-Н66/9 от 13.12.2022 г.).

ЛИТЕРАТУРА

- БАН (Българска академия на науките). 1955. Сборник на Експедицията по полезащитните горски пояси в Добруджа. Издание на БАН, София, 405 с.
- Георгиев Д. 1960. Полезащитни горски пояси в страната. Държавна издателство Варна, 206 с.
- Димитров Х., Кукуларов П. 1977. Влагозапасяване на излужените черноземи под влияние на полезащитните горски пояси и въздействието му върху добивите на селскостопанските култури. Горскостопанска наука XIV(5), 25–32.
- Додев Й., Георгиев Г., Георгиева М., Маджов С., Белилов С., Иванов В., Маринков В., Георгиева Л. 2023. Основни характеристики на полезащитните горски пояси в Североизточна България. Наука за гората, Специално издание, 17–31.
- Матева П., Кирилова М. 2022. Състояние на защитните горски пояси в Добруджа. Гора 8, 12–14.
- Georgieva M., Georgiev G., Mirchev P., Ivanov V., Hristova M., Belilov S., Dodev Y., Madzhov S., Georgieva L. 2024. Health status deterioration in field-protective forest belts in northeastern Bulgaria. Silva Balcanica, 25, 3, Pensoft, 99–112.
- Dodev Y., Georgiev G., Belilov S., Ivanov V., Georgieva M., Madzhov S., Georgieva L. 2023a. Creation and management of field protective forest belts in northeastern Bulgaria – history, problems and gained experience. Ecologia Balkanica 15, 2, 154–161.
- Dodev Y., Georgiev G., Georgieva M., Belilov S., Ivanov V., Madzhov S., Georgieva L. 2023b. Health status of the field protective forest belts in Dobrudzha – results from the monitoring carried out in 2022. Silva Balcanica, 24, 3, Pensoft, 17–26.

- Lup A., Miron L. 2014. Fighting against drought in Dobrogea by protective forest belts. Munich Personal RePEc Archive, 61724. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/61724/>
- Yordanova F. 2018. Characteristic of forest protection belts. Journal of International Scientific Publications, 12, 35–359.

TECHNOLOGY OF CREATING FIELD PROTECTIVE FOREST BELTS IN DOBRUDZHA IN THE MID-XX CENTURY

V. Ivanov, Y. Dodev, G. Georgiev, M. Georgieva

Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

The technology of creating field protective forest belts in Northeastern Bulgaria in the mid-20th century has been studied. The main processes are described – planning, soil preparation, afforestation and cultivation of young belts. The planning and design of the belts system have been based on comprehensive scientific studies in the region. The forests belts in Dobrudzha have been created on unprocessed agricultural lands without presence of woody and shrub vegetation on them. The soil preparation applied has been mainly deep autumn plowing (to a depth of 30-40 cm). An overview of the tree and shrub species used is made. Different schemes have been used for creation of the forest belts – group-nest, corridor, tree-shade and tree-shrub type of mixing. The newly created forest belts have been usually cultivated in a combined manner – manually in the rows and mechanized in the inter-rows. They have been cultivated until they were 3-4 years old, with the total number of cultivation activities between 12 and 17. The study and analysis of the technology applied in the near past are of essential importance for development of a modern, effective and inexpensive technology for reforestation (reconstruction) of degraded belts nowadays.

Key words: field protective forest belts, agroforestry, forestry, afforestation, South Dobrudzha

E-mail: vesko_gti@mail.ru

ЕКОЛОГИЧНИ ПРИОРИТЕТИ И УПРАВЛЕНИЕ НА ВЪЖЕНИТЕ ЛИНИИ

Антон Антонов, Сотир Глушков

Институт за гората – София, Българска академия на науките

УВОД

Научните изследвания и анализът на българския и световния опит показват, че интензификацията на социалните функции на горите трябва съществено да измени своя характер. Главните социални функции на гората са свързани с добива на дървесина и други суровини, с водоснабдяването, с поддържането и защитата на жизнената среда, с животновъдството, с възстановяването и поддържането на околната среда и др. (Матеев и др., 1981).

При добива на дървесина години наред значително място се отделя главно на комплексната механизация на производствените операции, без да се обръща достатъчно внимание на екологичния ефект. Антропогенното въздействие при сечта, както и използването на енергийни, материално-технически и биологични ресурси нараства значително. Необходимо е мултипликационният резултат от дейностите, свързани с горите, да се оцени в рамките на цялостния общественно-икономически живот на страната чрез последователно използване на приложения системен анализ. Това не може да стане, без да се вземат предвид особеностите на системата „природа-общество“ в процеса на социално-икономическото развитие на страната.

Първо, територията на България попада в твърде различни по своя екологичен ефект климатични зони. За разлика от географските граници, границите на климатичните зони не са точно фиксирани, а варират през отделните сезони и години с твърде голяма и различна амплитуда.

Второ, в по-голямата част на страната валежите често са неблагоприятни за развитието на дървесната растителност.

Трето, преобладаваща част от горите в България са в планински и в хълмисти райони. Надморската височина и изложението в съчетание с променливия климат формират извънредно сложна мозайка от растежни условия.

Четвърто, страната ни е близо до обезлесеното Средиземноморие, поради което у нас са се развили в широки мащаби горянството и животновъдството, които оказват твърде неблагоприятно въздействие върху горските екосистеми.

Социално-икономическото развитие на нашата страна наложи в средата на 21 век горите да изпълняват пионерна роля за ускореното развитие на народното стопанство. Впоследствие се развиха производствени мощности, които консумират повече дървесна суровина, отколкото може да се добие от нашите гори, без да се засягат репродуктивните им запаси – минимумът от едри възрастни дървета, зрели дървесни съобщества и други съставни части на екосистемата, който осигурява не само възпроизводството на дървесина, но и незаменимите вододайни, въздухопречиствателни, защитни и рекреационни функции. Въпреки очакванията на геолозите нашата страна се оказва недостатъчно запасена с минерални ресурси от гледище на сегашното развитие на научно-техническия прогрес. Това отново наложи мощностите, използващи дървесна суровина, да запазят значението си в националната икономика. Добивът на дървесина, както и вносът, продължават да бъдат значителни и предизвикват екологични напрежения. Държавното ръководство, научните деятели и цялата общественост проявяват сериозна загриженост за състоянието на горския фонд и териториите извън него. Въпросите са толкова сложни, че за решаването им не е достатъчна само добра воля. Необходима е значителна подготвителна работа за по-широко и по-ефективно използване на приложения системен

анализ при решаване на проблемите, свързани със социалните функции на горите (Матеев и др., 1981).

ЦЕЛ

При съвременните условия въздействието на техническия прогрес върху горските екосистеми остро поставя проблема за по-правилното съчетаване между добива на дървесината и защитните функции на горите. Това налага технологичния процес да бъде така организиран, че да не оказва отрицателно влияние на екологичната среда и да бъде сведен до минимум.

ИЗСЛЕДВАНИЯ

От проучвания на измененията на екологичната среда в горските комплекси при добива и извоза на дървесина е установено, че прилаганите техники и технологии оказват различно влияние върху екологичната среда в насажденията. Така например при използването на специализиран трактор при главни сечи загубите на хумус в повърхностния почвен слой при наклон на терена 17-20 градуса възлиза средно на 56%, а при извоза с въжени линии тези загуби са средно 30% и се дължат главно на по големия наклон на терена.

Изследването обхваща трасе на дългометражна въжена линия, където са заложени шест пробни площи в различни участъци, които са представителни за насаждението, като са обхванати дървета в непосредствена близост до трасето на въжената линия, както и такива, които са максимално отдалечени. В рамките на пробните площи са отчетени данни за общия брой дървета и дърветата с повреди. За дърветата, които са регистрирани с повреди от извоза с въжена линия, са определени разстоянието на увреденото дърво от трасето на въжената линия, големината, разположението и видът на повредата, спрямо интензивността на нараняване, среден диаметър на гръдна височина на оставащия на корен дървостой с повреди. Отчетени са и повреди по подраста. В работните полета на трасето на въжена линия в буковото насаждение са изследвани общо 87 бр. дървета (Табл. 1а,б).

Таблица 1а. Местоположение на повредите в буково насаждение

К Л А С	Разполо жение	Разположение по височина на стъблото	ПП 1			ПП 2			ПП 3		
			Брой повредени дървета	Дял, %	Общ брой дървета	Брой повредени дървета	Дял, %	Общ брой дървета	Брой повредени дървета	Дял, %	Общ брой дървета
1	Корени	0,2 – 1,0 m около стъблото	-	0,0	7	-	0,0	9	1	5,9	15
2	Основа	до 0,2 – 0,3 m от стъблото	3	13,3	7	-	0,0	9	-	0,0	15
3	Стъбло	0,3 – 1,0 m от стъблото	2	40,9	7	3	25,0	9	-	0,0	15
4	Стъбло	над 1,0 m от стъблото	-	0,0	7	3	25,0	9	1	5,9	15
		Общо	5	54,2	7	6	50,0	9	2	11,8	15

Таблица 1б. Местоположение на повредите в буково насаждение

К Л А С	Разполо жение	Разположение по височина на стъблото	ПП 4			ПП 5			ПП 6		
			Брой повредени дървета	Дял, %	Общ брой дървета	Брой повредени дървета	Дял, %	Общ брой дървета	Брой повредени дървета	Дял, %	Общ брой дървета
1	Корени	0,2 – 1,0 m около стъблото	-	0,0	17	-	0,0	21	1	8,7	25
2	Основа	до 0,2 – 0,3 m от стъблото	-	0,0	17	-	0,0	21	-	0,0	25
3	Стъбло	0,3 – 1,0 m от стъблото	1	11,4	17	3	13,0	21	-	0,0	25
4	Стъбло	над 1,0 m от стъблото	4	21,0	17	3	13,0	21	7	32,8	25
		Общо:	5	32,4	17	6	26,0	21	8	41,5	25

В рамките на трасето в буковото насаждение повредените дървета са 32 бр., което представлява 37% от общия им брой в пробните площи. Повреди по корените на дърветата представляват 8,7%. Повредите в основата на стъблото са най-малко – 5,9%. На височина от 0,3 m до 1,0 m от стъблото са открити върху 40,9% от дърветата. А повредите на височина над 1 m от стъблото представляват 32,8% от всички повреди. Тези повреди са причинени от привличаните дървени материали с теглителното въже към вагонетката. Повредите, които са регистрирани на височина над 2,0 m, са причинени от повалянето на дървета и не са обект на изследването.

В Таблица 2а,б е показана големината на повредите при оставащите на корен дървета в насаждението и покрай трасето на дългометражна въжена линия.

Таблица 2а. Големина на повредите в насаждението

Клас	Оценка	Площ, cm^2	ПП 1		ПП 2		ПП 3		Общо	
			Брой повредени	Дял, %	Брой повредени	Дял, %	Брой повредени	Дял, %	Брой повредени	Дял, %
A	Незначителна	до 10	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-
B	Малка	11-50	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	-
C	Средна	51-200	2	40,0	1	18,7	1	30,0	4	29,56
D	Голяма	над 200	2	45,0	5	63,3	1	40,0	8	49,43

Таблица 2б. Големина на повредите в насаждението

Клас	Оценка	Площ, cm^2	ПП 4		ПП 5		ПП 6		Общо	
			Брой повредени	Дял, %	Брой повредени	Дял, %	Брой повредени	Дял, %	Брой повредени	Дял, %
A	Незначителна	до 10	-	0,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0
B	Малка	11-50	-	30,0	-	0,0	-	0,0	-	0,0
C	Средна	51-200	2	35,0	1	18,7	1	30,0	4	27,9
D	Голяма	над 200	3	50,0	5	73,3	4	60,0	12	61,1

От заложените пробни площи в широколистното насаждение се вижда, че 55,27% от повредите са с площ над 200 cm^2 , съответно средните повреди с площ 51-200 cm^2 обхващат 28,73% от всички повреди. Незначителни и малки повреди не са отчетени.

Необходимо е да се отбележи, че използването на машини и технологии все още не удовлетворяват в достатъчна степен лесовъдските изисквания и оказват отрицателно влияние върху почвената покривка, подраства и другите компоненти на горските екосистеми. В резултат на това в горските площи настъпват изменения, които в голяма степен затрудняват както естественото, така и изкуственото възобновяване на насажденията (Фиг. 1).

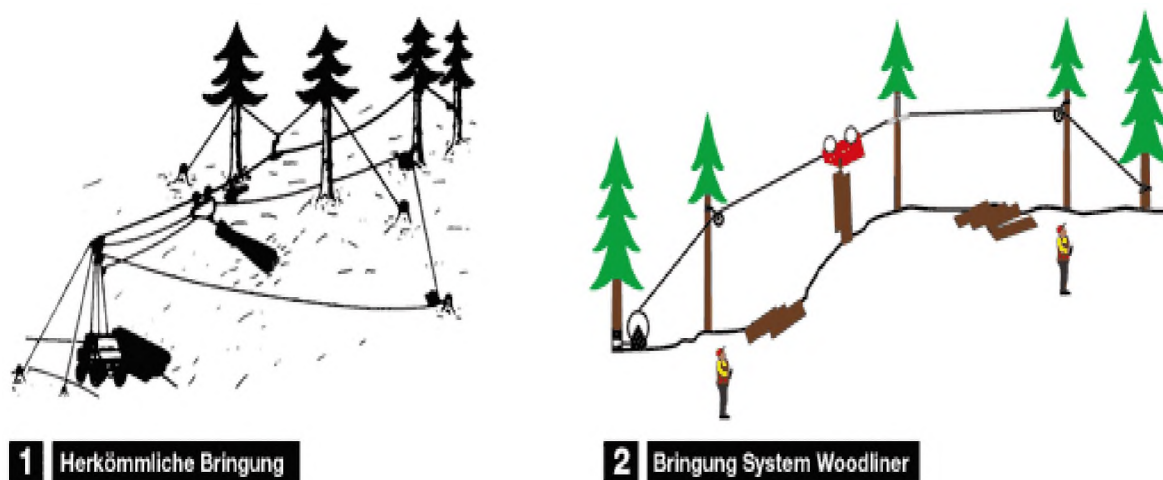


Фиг. 1. Трасирана просека на дългометражна въжена линия след изведена възобновителна сеч.

По данни и от направените проучвания, се доказва, че при използването на въжени линии повредите върху почвата засягат не повече от 19% от площта, върху която е изведена сечта, а при извоз с трактори повредите достигат до 60%. Това показва, че значително по-малък е повърхностния отток при прилагането на въжените линии. По отношение на механичното разрушаване на почвата, изследванията показват, че строителството на тракторни пътища е една от главните причини за разстройването на насажденията. Разрушенията, които се получават при направата на трасетата, превишават няколкократно разрушенията на почвата при извоз с въжени линии. Направени проучвания на екологичните показатели на близкия транспорт с дългометражна въжена линия, показват че извоза с въжена линия в сравнение с трактор е значително по-щадящ от екологична гледна точка за оставащите на корен дървета и влиянието върху почвата.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Като се има в предвид въздействието на различните дърводобивни и дървотранспортни машини върху екологичната среда в насажденията и възможностите за тяхното ефективно използване при специфични условия на планинските гори, могат да се препоръчат с предимство технологични схеми и системи машини, при които основно транспортно средство са въжените линии. В зависимост от пространственото разположение на насажденията и релефа на местността следва да се прилагат различни технологични варианти (Фиг. 2).



Фиг. 2. Принцип на действие на въжена линия със самоходна вагонетка

Според конкретните условия в планинските гори в България по-широко приложение трябва отново да намерят въжените линии. Сегашните олекотени, модернизирани и оборудвани въжени линии са високо ефективно транспортно средство и са подходящи при малки количества дървени материали, каквито са условията у нас. Те могат бързо, леко и евтино да се монтират и демонтират. Проблемата за използването на въжените линии за извоз на дървени материали многократно е обсъждан на международни, национални и регионални симпозиуми, конференции и съвещания, на които са изтъкнати предимствата им пред тракторния извоз (Фиг. 3).



Фиг. 3. Преносима късометражна въжена линия Konrad Forsttechnik

Понастоящем работят 40 мобилни и 20 преносими въжени линии и само около 5% от близкия транспорт на дървесината в България е с въжени линии, макар 60% от горите да са на терени с големи наклони, които позволяват използването на въжени линии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При добива на дървесина години наред значително място се отделя главно на комплексната механизация на производствените операции, без да се обръща достатъчно внимание на екологичния ефект. Сегашната тенденция за по-масово използване на подходящи конструкции въжени линии е правилна и тя трябва да продължи, като се подхожда диференцирано при определяне на системите машини и технологични схеми за ефективно усвояване на лесоексплоатационните насаждения. Като цяло трябва да се създаде система за периодично повишаване на квалификацията и материално стимулиране на работниците от дърводобива, за да се стремят към максимална екологосъобразност при извеждане на сечта и извоза с въжена линия.

ЛИТЕРАТУРА

- Бояджиев Д., Глушков С., Чакъров В. 2019. Въжените линии: определяне на оптималното разстояние между трасетата на въжените линии за екологосъобразно усвояване на дървесината в сечищата. Сп. Гора, бр. 10, стр. 10-25.
- Бояджиев Д., Глушков С., Чакъров В. 2020. Теоретични основи за определяне оптималното разстояние между трасетата на въжените линии. Наука за гората 56, 2. 169-186.
- Бояджиев Д., Глушков С. 2021. Приложение на среднометражната мобилна въжена линия при различни видове сечи на стръмни терени в България. Международна конференция „Управление и устойчиво развитие“ – ЛТУ, София.
- Василев В. Д. 1971. Механизиран извоз на дървените материали от сечищата до временните складове при планински условия на работа. Материали по доклади на специалисти по механизация на горско-стопанската дейност, командировани в чужбина през 1970 г. Център за научно-техническа информация по селско и горско стопанство при ССА, София, 1971 г.
- Василев В. Д., Маринов Т. К. 1971. Механизиран извоз на дървените материали от сечищата. Център за научно-техническа информация по селско и горско стопанство при ССА. София, 1971.
- Матеев А., Маринов Т., Кушлев Д., Ангов Б. 1981. Инфраструктура при извоза на дървесината в планински условия. Институт за гората – София. Горско-стопанска наука, кн. 1.

ЕКОЛОГИЧНИ И ИКОНОМИЧЕСКИ АСПЕКТИ НА ДЪРВОДОБИВА

Светослав Петров

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Развитието на човешката цивилизация доведе изменения в околната среда. Някои от тях са толкова големи, че могат да доведат до разрушаване на равновесието в биосферата. В обществото се води дебат как да бъде избегнато това. Основна част от този дебат е начинът на ползване на ресурсите. Как те да бъдат използвани устойчиво – да бъдат обезпечени в достатъчен размер за сегашното развитие и за развитието на бъдещите поколения без да бъдат увредени природните екосистеми. Един от най-важните природни ресурси е дървесината. Тя е продукт на горските екосистеми, които имат изключително голяма роля за поддържане на установените условия в биосферата. Условия, които са подходящи за развитие на човешката популация. По тази причина дебатите относно отношението към горите са особено важни и изключително оспорвани. Най-често във фокуса е поставен дърводобивът. Решението е в намирането на баланс между екологичните и икономическите основи за неговото провеждане. Това е предмет на настоящото изследване.

Ключови думи: устойчиво развитие, дърводобив, околна среда

ВЪВЕДЕНИЕ

Човекът е еволюирал в природната среда и се нуждае от нея. Същевременно уменията да се използват природните ресурси, за да се подобрят условията за живот и даже да се създадат такива на неблагоприятни места са част от еволюционният му процес. Именно това е позволило на човешката популация да се разсели по цялата земя и да процъфтява. За нормален живот не е достатъчно само развита инженерна инфраструктура, човекът се нуждае от растенията като източник на храна, материали, рекреация и вдъхновение. Дори днес при високото ниво на науката и техниката много трудно можем да си представим живот извън природната среда на Земята. Вече има много доказателства, че нашата цивилизация е способна да разруши равновесието в биосферата.

Съвременното общество оценява приноса на горските екосистеми за поддържане на екологичното равновесие на планетата. В последните години актуален стана въпросът за влиянието им върху глобалното затопляне. Според някои сечите трябва да бъдат преустановени. Те разглеждат отсечената дървесина само като емисия на CO₂ в атмосферата. Други разглеждат продуктите от отсечена дървесина (HWP) като склад за CO₂ през целият им жизнен цикъл, а също така и на продуктите, получени от тях при рециклиране. Освен това те отчитат и т.нар. заместващ ефект. Дискутиращите страни разглеждат и икономическата страна на проблема – нуждата от суровина за икономиката и дървесината като суровина, която в много случаи е незаменима.

Настоящата разработка цели да оцени положителните и отрицателните страни на двата предлагани подхода за стопанисване на горите.

- Първи подход: Стопанисване без извеждане на сечи.
- Втори подход: Стопанисване с извеждане на сечи.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

За количествена оценка на развитието на дадена гора е необходим растежен модел. В българската дендробиометрична литература най-подробно са разработени таблиците за растеж и производителност на култури от черен бор:

- Растеж и производителност на черборови култури (Цаков по Кръстанов, Райков, 2004).
- Растежна таблица на биомасата в t/ha в сурово тегло на черборови култури (Цаков и др. по Кръстанов, Райков, 2004).
- Растежна таблица на биомасата в t/ha в абсолютно сухо тегло на черборови култури

(Цаков и др. по Кръстанов, Райков, 2004).

- Сурово тегло на биомасата на отпадащата част на черборови култури в t/ha (Цаков и др. по Кръстанов, Райков, 2004).
- Абсолютно сухо тегло на биомасата на отпадащата част на черборови култури в t/ha (Цаков и др. по Кръстанов, Райков, 2004).

При това изходните данни (брой дървета на ha, среден диаметър, средна височина и т.н.) за създаване на тези таблици са едни и същи. Това означава, че за културите от черен бор има растежен модел, който дава информация за динамиката на изменение не само на обемите по категории, но също така и на масите, които имат тези обеми.

В България 91% от насажденията от черен бор са култури. От отчет 7 ГФ за 2020 г. Се установява, че средният им бонитет, претеглен спрямо площта им е 3-ти. Това дава основание да се изследва растежния модел за 3-ти бонитет.

Екологичните основи на лесоползването се основават на следване на природните процеси и най-вече самоизреждането. Сеч, която следва само и единствено този природен процес няма да бъде обременена от никакви субективни виждания на лесовъда, който определя, кои дървета да бъдат отсечени. Такава сеч няма да реши важни въпроси като регулиране на състава и произхода на оставащия дървостой, както и за премахване на дърветата с нежелан фенотип.

Това дава основание вторият подход на стопанисване да бъде изследван именно при извеждане само и единствено на сечи, които следват процесът на самоизреждане.

И в двата варианта ще бъде разгледана само надземната част на дървостойте, защото и при двата, подземната част остава да се разлага под действие на природните сили.

1. Подход 1 – без водене на сечи.

При този подход няма човешка намеса. Развитието на насажденията ще следват природната сукцесия. Естественят отпад бавно ще изгние. Акумулираният въглерод ще се емитира в атмосферата. Редица изследвания показват, че за борове естественото разлагане на надземни части става за период от 30 до 80 години. Продължителността зависи най-вече от влажността и температурата, които са характеристики на климата. Процесът се ускорява от насекомите. В повечето случаи те пренасят и гъбите. Установено е, че при естественото разлагане се отделят и количества метан (CH₄), който е по-агресивен парников газ. Той поглъща 20 пъти повече топлина от CO₂. Наличието на мъртва и гниеца дървесина ще осигури храна и укритие на много организми. В същото време тя създава опасност от възникване на пожари и каламитети. Животинските видове, обитаващи площта няма да бъдат тревожени от дърводобивни дейности. Това се отнася и за условията за рекреация и туризъм.

При този подход очевидно няма да има приходи от дървесина.

2. Подход 2 – с извеждане на сечи.

Част от естественят отпад ще бъде реализиран на пазара на дървесина и ще задоволи определени нужди на обществото. Дървесината от стъблото представлява основен търговски и производствен интерес като суровина.

От таблиците за Растеж и производителност на черборови култури (Цаков по Кръстанов, Райков, 2004) и за Абсолютно сухо тегло на биомасата на отпадащата част на черборови култури в t/ha (Цаков и др. по Кръстанов, Райков, 2004) може да се извадят следните стойности за еталонни насаждения от 3-ти бонитет:

Таблица 1. Определяне размера на общия естествен отпад

Възраст, г.	Отпаднала част, t/ha		Отпаднала част m ³ /ha
	Общо	Стъбло с кора	Стъбло с кора
10	2,03	1,31	10

20	2,44	1,63	30
30	3,62	2,61	38
40	4,21	3,15	43
50	5,37	4,13	36
60	7,26	5,54	29
70	3,94	3,07	19
Общо:	28,87	21,44	205
Общо t/ha въглерод	14,435	10,72	

Много изследвания са установили, че въглеродът в дървесината на черния бор е приблизително 50% от сухата масата. От таблицата е видно, че ако не се водят никакви мероприятия за 70 години от 1 ha ще отпаднат дървета с обща абсолютна маса в размер на 28,87 тона, от които половината – 14,435 се падат на елемента въглерод.

В голяма част от страната се прилагат следните емпирично установени средни проценти за сортиментиране за черен бор по видове сечи:

Таблица 2. Проценти за сортиментиране

Вид сеч	%							
	без клони	лежаща	едра	средна	дребна	дърва	вършина	отпад
Прочистка	100	87	0	20	13	45	9	13
Прореждане	100	92	6	48	5	28	5	8
Пробирка	100	98	16	43	4	32	3	2
Възобновителни	100	84	63	3	2	13	3	16

В България за култури от черен бор със стопански функции 3-ти бонитет е поставена цел производство на едра строителна дървесина с Дтк 18 cm при турнус 100 години. В горите, които имат специални функции турнусът е при по-висока възраст. Това означава, че растежния модел не покрива зрелите гори. При настоящата практика в черборовите култури до 70 годишна възраст ще се водят отгледни сечи.

До 10 годишна възраст се водят осветления, които са без материален добив и ще бъдат изключени от изчисленията за оползотворима дървесина. Тези проценти се прилагат към данните от растежните таблици.

Таблица 3. Разпределение на теглото на отпадащата дървесина по категории

Възраст, г.	Стъбло с кора	Вид сеч	t/ha абсолютно суха					
			Едра	Средна	Дребна	Дърва	Вършина	Отпад
20	1,63	Прочистка	0	0,326	0,2119	0,7335	0,1467	0,2119
30	2,61	Прореждане	0,1566	1,2528	0,1305	0,7308	0,1305	0,2088
40	3,15	Прореждане	0,189	1,512	0,1575	0,882	0,1575	0,252
50	4,13	Прореждане	0,2478	1,9824	0,2065	1,1564	0,2065	0,3304
60	5,54	Пробирка	0,8864	2,3822	0,2216	1,7728	0,1662	0,1108
70	3,07	Пробирка	0,4912	1,3201	0,1228	0,9824	0,0921	0,0614
Общо:	20,13		1,971	8,7755	1,0508	6,2579	0,8995	1,1753

И съответно:

Таблица 4. Разпределение на обема на отпадащата дървесина по категории

Възраст, г.	Събло с кора	Вид сеч	m ³					
			Едра	Средна	Дребна	Дърва	Вършина	Отпад
20	30	Прочистка	0	6	3,9	13,5	2,7	3,9
30	38	Прореждане	2,28	18,24	1,9	10,64	1,9	3,04
40	43	Прореждане	2,58	20,64	2,15	12,04	2,15	3,44
50	36	Прореждане	2,16	17,28	1,8	10,08	1,8	2,88
60	29	Пробирка	4,64	12,47	1,16	9,28	0,87	0,58
70	19	Пробирка	3,04	8,17	0,76	6,08	0,57	0,38
Общо:	195		14,7	82,8	11,67	61,62	9,99	14,22

Така се определя оползотворимия обем от естественият отпад, в случай, че се изведе сеч преди да е станал негоден за употреба.

С голяма точност може да се допусне, че достигнатите цени на корен отразяват приходите на собственика на гората, в случая когато той не извършва дърводобива, а продава дървесината в стоящо състояние, т.е. това са т.нар. тарифни такси. Цените по категории са по данни на ИАГ към 31.12.2023 г.

Таблица 5. Тарифни такси

Площ	Показател	Едра	Средна	Дребна	Дърва	Общо:
1 ha	m ³ (20 - 70 г.)	14,7	82,8	11,67	61,62	170,79
	лв./m ³	121,58	66,48	55,06	59,89	
1 ha	лв.	1787,226	5504,544	642,5502	3690,422	11624,742

От таблицата се виждат приходите, които ще се реализират за 70 години при оползотворяване на част от отпада върху гора с площ 1 ha при сегашните цени.

По данни от електронно базираната система на ИАГ за периода 2011-2023 г. от отгледни сечи са добити следните количества дървесина от черен бор, в m³, диференцирани по категории:

Таблица 6. Реализиран добив от отгледни сечи

Година	Едра	Средна	Дребна	Всичко стр. д.	Дърва	Лежаща маса
2023	72915	156038	17018	245971	123744	369715
2022	90172	196454	21253	307879	161406	469285
2021	85903	225604	26358	337865	169576	507441
2020	74841	218704	24451	317996	184765	502761
2019	66837	180675	22824	270336	155652	425988
2018	44264	92331	11461	148056	107682	255738
2017	45126	107424	17895	170445	99273	269718
2016	45135	131829	23087	200051	118990	319041
2015	51830	161010	26121	238961	116745	355706
2014	54468	168131	29278	251877	95389	347266
2013	53184	189610	33610	276404	101941	378345
2012	51287	196969	36467	284724	84637	369361
2011	23256	81984	16317	121557	35368	156925
Общо	759218	2106763	306140	3172122	1555168	4727290
Средно	58401	162059	23549	244009	119628	363637
%	16,06	44,57	6,48	67,11	32,89	100,00

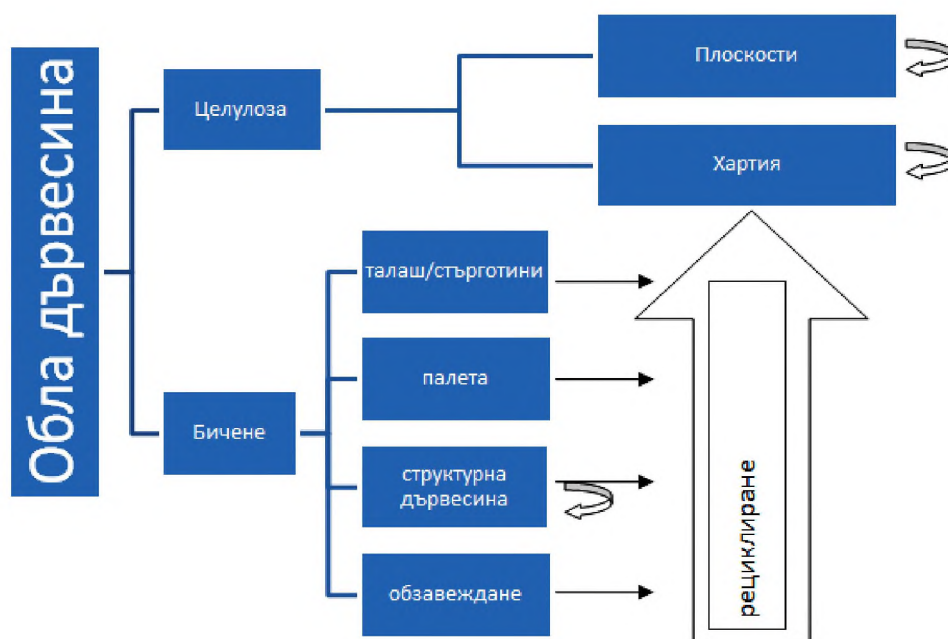
Приходите от продажба на корен на така изчислените средни количества по цени по данни на ИАГ към 31.12.2023 г. са дадени в долната таблица:

Таблица 7. Приходи

Показател	Едра	Средна	Дребна	Дърва	Общо:
m ³	58401	162059	23549	119628	
лв./m ³	121,58	121,58	121,58	121,58	
лв.	7100393,58	19703133,22	2863087,42	14544372,24	44210986,46

Последният ред на Таблица 6 дава процентното разпределение на добитата дървесина за периода 2011-2023 г. по категории. Тези проценти са много близки до използваните емпирични за пробирки, посочени в Таблица 2. Това показва, че за разглеждания период, по-голямата част от обема на добитата дървесина от отгледни сечи е от пробирки.

По-задълбочена оценка на стопанския ефект от добитата дървесина може да се даде след като се проучат и анализират продуктите, които се получават от нея.



Фиг. 1. Блок-схема на типична верига на продуктите от черен бор

Коефициентите за преобразуване на горски продукти предоставят съотношения на вложените суровини към производство на горски продукти на базата на дървесина:

Таблица 8. Коефициенти за преобразуване

Параметър за ефективност за разглежданата продуктова линия				
	Фракция дървен материал (вложен) към			
Продуктова линия	Краен продукт	За енергия (изгаряне)	Производство на целулоза	Производство на ПДЧ
Химична целулоза	0,472	0,528	0,000	0,000
Механична целулоза	0,928	0,072	0,000	0,000
Бичена дървесина игл.	0,430	0,170	0,130	0,270
ПДЧ	0,669	0,230	0,080	0,021

Данните са взети от Forest products conversion factors for the UNECE Region.

Възприето е следното процентно разпределение за употребата на дървесината от черен бор по категории за България:

Таблица 9. Процентно разпределение за употребата на дървесината от черен бор по категории за България

Категория	Участие в %			
	Едра	Средна	Дребна	Дърва
Химична целулоза		47	57	57
Механична целулоза		10	10	10
Бичена дървесина игл.	100	15		
ПДЧ		28	33	33

Тогава за разпределението на общия обем оползотворима дървесина за 70 години от 1 ha се получава:

Таблица 10. Обем на дървесина по начини на употреба

Категория	Входна суровина, m ³
Химична целулоза	80,691
Механична целулоза	15,609
Бичена дървесина игл.	27,120
ПДЧ	47,370
Всичко	170,790

Умноженото количества входна суровина от Таблица 10 по съответните параметри на ефективност от Таблица 8 дава количествата крайни продукти:

Таблица 11. Количество краен продукт

Продуктова линия	Фракция дървен материал (вложен) към			
	Краен продукт	За енергия (изгаряне)	Производство на целулоза	Производство на ПДЧ
Химична целулоза	38,086	42,605	0,000	0,000
Механична целулоза	14,485	1,124	0,000	0,000
Бичена дървесина игл.	11,662	4,610	3,526	7,322
ПДЧ	31,690	10,895	3,790	0,995

Зад тези количества стоят обществен труд и добавена стойност, които към момента не могат да бъдат изчислени.

Посочените стойности са за 1 ha, а площта на черборовите култури у нас е около 120 000 ha.

Голямото разнообразие от продукти, които се получават от дървесината, показва колко важен ресурс е тя. Също така предполага различни предприятия със специфични технологии на преработка.

В световен мащаб е установено, че за всеки 100 работни места в горския сектор, допълнително в националната икономика са подпомогнати средно 73 работни места, в т.ч. приблизително 39 работни места в секторите на доставките чрез обратни връзки и 34 работни места в други сектори, дължащи се на служителите в горския сектор и неговото предлагане.

Таблица 12. Работни места в България

Вид дейност	Пряко заети	Непряко заети
	%	% спрямо пряко заетите
Горско стопанство и дърводобив	32,35	13,11
Бичене, продукти от масивна дървесина	22,99	129,66
Целулозна промишленост	14,76	176,68
Мебелна промишленост	29,90	104,52
Общо	100,00	

Един работник пряко зает в дърводобива генерира работа за три пъти повече работници пряко заети в дървопреработвателната промишленост. Тя от своя страна индуцира непряко заети лица в обем по-голям от работещите в нея.

Тъй като много горски индустрии са в селските райони, те имат важно значение за развитието на селските райони и за подобряване на поминъка сред селското население. Това е много важно предвид обезлюдяването на планинските и полупланински селски райони в България.

За всички продукти са важни размерът на жизненият цикъл и възможностите за повторна употреба и рециклиране. За Европа са възприети следните продължителности на жизнения цикъл:

Таблица 13. Жизнен цикъл

Използване на разглежданите продукти в дялове от общото им количество след производството							
Показател	Строителни	Други строителни	Структурни	Обзавеждане	Опаковки	С дълъг живот	С къс живот
	Материали					Хартиени продукти	
Жизнен цикъл, год.	50	16	1	16	1	4	1
Бичена дървесина	0,35	0,3	0,1	0,15	0,1	0	0
ПДЧ	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0	0
Химична целулоза					0,33	0,33	0,34
Механична целулоза					0,34	0,33	0,33

Продуктите от дървесина съдържат въглерод, който е изолиран от атмосферата. След приключване на жизненият им цикъл той се отделя в нея като CO₂. Като се има предвид глобалното затопляне, породено от увеличението на парниковите газове е важно въглеродът да бъде задържан в тях за максимално дълъг период. Това може да се постигне чрез удължаване живота на продукта и каскадната употреба на суровината, от която е изграден. Продуктите от дървесина могат да имат дълъг живот, ако са защитени по подходящ начин. Има много примери за продукти от дървесина, създадени преди столетия, които се използват и до днес. Каскадната употреба на материалите (рециклирането) е проблем не само за дървесината. В много по-голяма степен той се отнася за изчерпаемите суровини. Разпространения в света икономически модел, основан на подхода „вземи-направи-използвай-изхвърляй“, не може да поддържа и отглежда човешкия стандарт на живот, без да причинява влошаване на околната среда и поемане на икономически рискове. Отделянето на икономическата дейност от нарастващото търсене на природни ресурси може да се извърши чрез преминаване към кръгова икономика. Българската икономика в момента е в етап между линейната и рециклиращата такава. Каскадната употреба на дървесината може да удължи задържането на CO₂ от определен процент от добитата дървесина до повече от 100 години. За Европа са достигнати следните нива:

Таблица 14. Крайни употреби по категории жизнен цикъл на продукта като дялове от годишното количество въглерод, което се освобождава при конкретната употреба

Категория	Жизнен цикъл,	Рециклиране,	Депониране	Изгаряне
	год.			
Хартиени продукти с къс живот	1	0,72	0,14	0,14
Хартиени продукти с дълъг живот	4	0,72	0,14	0,14
Дървесина с къс живот	1	0,15	0,45	0,4
Дървесина със среден живот	16	0,25	0,5	0,25
Дървесина с дълъг живот	50	0,3	0,35	0,35

В националния доклад на ИАОС за състоянието и опазване на околната среда от 2022 г. е записано: Докато на европейско ниво дела на употребените в икономическите сектори рециклирани материали плавно бележи ръст от 11,50% за 2016 г. до 12,80% през 2020 г., на национално ниво ситуацията е малко по-различна: петгодишният тренд бележи спад относно оползотворените рециклирани материали, като от 4,40% през 2016 г. намалява до 2,60% през 2020 г.

Горите са не само склад за въглерод, но и доставят дървесина, която може да се използва като заместител на изкопаеми горива и невъзобновяеми строителни материали като стомана или бетон. Използването на дървесина вместо тях намалява общите емисии на парникови газове, тъй като въглеродът, отделен при изгаряне на дърва, вече е възстановен от атмосферата, докато дърветата са растяли. Като цяло заместването се определя като всяко използване на биомаса, което намалява използването на материали, различни от биомаса.

По данни от Европейския съюз, в случая на дървени продукти, въздействието на заместването на материалите върху смекчаването на изменението на климата може да бъде дори по-голямо от въздействието на улавянето. Това въздействие върху изменението на климата произтича от факта, че производството на дървени продукти изразходва много по-малко електрическа или изкопаема енергия, отколкото производството на други материали като стомана или бетон.

Таблица 15. Ефект на заместване

Продуктова категория	Средни ефекти на заместване kg C / kg C дървен продукт
Структурна конструкция (напр. сграда, вътрешна или външна стена, дървена рамка, гредя)	1,3
Неконструктивна конструкция (напр. прозорец, врата, таван и подпокритие, облицовка, гражданско строителство)	1,6
Текстил	2,8
Други категории (обзавеждане, опаковки)	1,0-1,5
Средно за всички продуктови категории	1,2

При извършване на дърводобива се нанасят щети на почвата, подраства и оставащите дървета. Изследванията показват, че най-малък обем вреди нанася методът за извоз на дървесината до временен склад на дълги секции. В същото време, обаче най-леки са вредите, които се нанасят при метода за извозване на сортименти. Като най-неблагоприятен за околната среда се определя методът за извоз на цели стъбла.

Съвременните машини са по-екологични и по-производителни. Те имат по-малък разход на гориво. Въвежда се използване на биогорива. Съвременните гуми и тракове увреждат много по-малко почвата. Това е има голямо значение при извоза на дървесината от сечището до претоварна станция, защото това е най-трудоемката и най-енергоемката фаза от дърводобива. Добро решение за по-голямата част от сечищата в България е въвеждането на извоз на дървесината с форвардери.

По-голямата производителност, спомага за опазване на дивата фауна чрез намаляване на времето, за което се натоварва дадено местообитание.

Така например ако една система от харвестер и форвардер е 11 пъти по-производителна от система за ръчно поваляне и разкрийване и извоз със скидери, то човешкото присъствие и шумовото замърсяване на единица площ ще бъдат 11 пъти по-краткотрайни.

Туристическите и рекреационните дейности може да бъдат непривлекателни в периода, в който се извършва дърводобива.

Разглеждайки културите от черен бор трябва да се подчертае, че изкуствените насаждения са много по-неустойчиви от естествените такива. Те се оказват неустойчиви на биотични и абиотични фактори (каламитети, природни стихии, пожари и др.) и в тях започват да се наблюдават процеси на съхнене и разпад. Поради ниската им устойчивост, в тях настъпват ускорени процеси на изреждане и деградация. Една от основните причини, е че около 70% от черборовите култури са извън естественият им ареал. Поддържането на добро фитосанитарно състояние в тях е възможно само с човешка намеса. В този смисъл сечта не трябва да се разглежда само като дейност насочена към добив на дървесина. Тя е ефективна форма на лесовъдска намеса. Чрез нея при нужда може да се поддържа здравословното състояние на гората, да се направляват в желана посока природните процеси. Да се решават въпроси свързани с произхода, видовият състав на насажденията, качеството и обемът на произвежданата дървесина и др.

РЕЗУЛТАТИ

Резултатите показват, че ползването на дървесина при стопанисването на горите има както икономическа, така и екологична логика. Екологичният аспект дори придобива още по-големи измерения след като се отчете ролята на продуктите от дървесина за смекчаване на климатичните промени. В тях се складира въглерод. Освен това те имат малък въглероден отпечатък и могат успешно да се използват вместо продукти, които имат по-голям отпечатък. Докато са живи дърветата чрез процеса фотосинтеза улавят CO_2 от атмосферата и използват въглерода от него за изграждане на органичните съединения в тъканите им. В природни условия след като дървото умре постепенно дървесината се разлага и въглерода се емитира обратно в атмосферата под формата на CO_2 . За черния бор естественото разлагане на надземни части става за период от 30 до 80 години. Това ще се случи, ако в насажденията не се водят сечи. Когато се извеждат сечи, следвайки природните процеси на развитие на насажденията, част от дървесината на стъблото се преработва до много разнообразни продукти, които задоволяват различни нужди на хората. Изследванията показват, че живота на част от тези продукти е по-дълъг от максималния период, за който дървесината се разлага при естествени условия. Това означава, че въглеродът в тях е складиран за по-дълго време, което съответно намалява количеството на CO_2 в атмосферата в този период. Жизненият цикъл на продуктите от дървесина може да се увеличи чрез подходяща защита, повторно използване и рециклиране. Изборът на модел на управление на горите и продуктите, които трябва да се получат, е ключов фактор за увеличаване на реалното фиксиране на CO_2 . Управлението на горите трябва да е свързано с управление на моделите на продуктите, които трябва да се получат. Преработката трябва да е основана на принципите на кръговата икономика.

Използването на дървесина за замяна на енергоемки материали, като бетон, стомана и пластмаса, може да играе значителна роля в ограничаването на емисиите от източници на изкопаеми горива.

Дървесината е уникална възобновима суровина, която има много разнообразни приложения и в редица случаи не може да бъде заменена с друг материал. Пряката употреба на продукти от дървесина не вреди на човешкото здраве и на околната среда.

За целта е необходимо да се провеждат политики, които да доведат до по-широко използване на дървесина.

Добивът и преработката на дървесина имат голям икономически и социален ефект. Те осигуряват много работни места, голяма част, от които в селските райони. По този начин намаляват процесите на обезлюдяване на планинските и полупланинските райони в България.

Сечта е не само дейност, насочена към добив на дървесина. Тя е ефективна форма на лесовъдска намеса. Чрез нея при нужда може да се поддържа здравословното състояние на гората, да се направляват в желана посока природните процеси. За извършването и трябва да се използват съвременни високопроизводителни машини, които да щадят максимално природната среда и оставащите дървета.

В настоящият етап на развитие на човешкото общество има много повече екологични и икономически основания за извършване на дърводобив, отколкото за преустановяването му. Решението е в намирането на баланс между екологичните и икономическите основи за неговото провеждане.

ЛИТЕРАТУРА

- Георгиев Д. 2017. Технологии и механизация на дърводобива.
ИАОС. 2022. Национален доклад за състоянието и опазване на околната среда 2022.
Кръстанов К., Райков Р. 2004. Справочник по дендробиометрия.
Попов Г., Костов Г., Марков И., Додев Й., Георгиева Д. 2018. Иглолистните култури в България създадени извън естествения им ареал.
Eggers T. 2002. The impacts of manufacturing and utilisation of wood products on the European carbon budget.
FAO. 2021. Circularity concepts in forest-based industries.
FAO. 2022. Forest sector contribution to national economies 2015.
Leskinen P., Cardellini G., Gonzalez-García S., Hurmekoski E., Sathre R., Seppälä J., Smyth C., Stern T., Johannes Verkerk P. 2018. Substitution effects of wood-based products in climate change mitigation.
Lizarralde I., F. Rodríguez, F. Bravo. 2017. Innovation in the value chain of wood products: data, equations and life-cycle analysis.
Mäkinen H., Hynynen J., Siitonen J., Sievänen R. 2006. Predicting the Decomposition of Scots Pine, Norway Spruce, and Birch Stems in Finland.
Matthews G. 1993. The Carbon Content of Trees.

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASPECTS OF TIMBER PRODUCTION

S. Petrov

Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

The development of human civilization has brought about changes in the environment. Some of them are so large that they can lead to the destruction of the balance in the biosphere. There is a public debate on how to avoid this. A major part of this debate is how resources are used. How they can be used sustainably - to be provided in a sufficient amount for our current development and for the development of future generations without damaging the natural ecosystems. One of the most important natural resources is wood. It is a product of forest ecosystems, which have an extremely large role in maintaining the established conditions in the biosphere. Conditions that are suitable for human population development. For this reason, the debates about our attitude to forests are particularly important and highly contested. Most often, the focus is on logging. The solution lies in finding a balance between the ecological and economic foundations for its implementation. This is the subject of the present study.

Key words: sustainable development, logging, environment

E-mail: sg.svetoslav@gmail.com

МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА ИЗВОЗА НА ДЪРВЕСИНА С ФОРВАРДЕРИ

Светослав Петров, Сотир Глушков, Димитър Бояджиев

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Методика за изследване е систематична рамка, която се използва за решаване на изследователския проблем чрез използване на най-добрите и най-осъществимите методи. Тя е предпоставка за постигане на верни резултати, които ще спомогнат за внедряване на най-подходящите модели форвардери и оптималното им използване. Форвардерите са машини за извоз на дървесина, оборудвани с товарна платформа и кран. Този документ може да бъде от полза за горските индустриални и академични потребители за практически и изследователски цели.

Ключови думи: методика, форвардер, извоз на дървесина

УВОД

Методологията на научните изследвания се занимава с общи закони и принципи на организиране на изследователската дейност – избор на ефективна (адекватна, рационална) изследователска техника. Методиката на изследването включва отговорите на въпросите какво, защо и как се прави. Въз основа на получените резултати се пристъпва към Планиране на научните изследвания. Освен това тя помага да се документира точно изследването от началото до края. Изработването на Методика за изследване на извоза на дървесина с форвардери позволява на читателите да разберат подхода и методите, използвани в изследванията.

Форвардерът е колесно или верижно превозно средство, предназначено за товарене и разтоварване на различни дървесни обли асортименти, добити на сечище, и транспортирането им до мястото на товарене с транспорт за дървения материал до потребител. Всички модели са оборудвани с комбинирани манипулатори с телескопична стрела, ротатор и грайфер. Извозът на дървесина с форвардери намира все по-широко приложение в целия свят. В нашата страна въвеждането на тези машини е все още в начален етап. За постигане на оптимални резултати при внедряването то трябва да е поставено на научна основа, което предполага провеждане на научни изследвания.

Целта на това изследване е да се изработи Методика за изследване на извоза на дървесина с форвардери.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Методиката е предназначена за провеждане изследване за извоза на обли дървени материали с форвардери в България. Това изследване е емпирично. То е насочено пряко към процеса извоза на обли дървени материали с форвардери. Получаването на емпиричните данни и знания представлява абсолютно необходим етап на познанието, доколкото всички знания произтичат от опита. Според функционалните цели това изследване се класифицира в две категории:

- Приложно.
- Внедрителско.

Емпирични методи операции.

1. Анализ на публикации, документи и резултати от досегашна дейност.

Извършването на литературен обзор е задължителна, процедурна част от всяка научна разработка. То ще ни предостави информация:

- За установяване на видовете форвардери и класификацията им. Така ще бъдат установени техническите характеристики на произведените машини, техните

предимства при различни условия. Обект на анализ ще бъдат, видът на трансмисията, мощност на двигателя, обхват на манипулатора, тегло на машината, колесна формула, ширина на товарната платформа, дължина на товарната платформа, скорост на придвижване и др.

- За установяване методите, по които са извършвани предишни изследвания на проблема и получените резултати.
- За натрупания практически опит.
- Действащата нормативна база.

2. Наблюдения.

Този метод е най-информативен и чрез него се изучат всички страни на изследвания обект или процес. Целите на изследването предполагат наблюденията да бъдат директни, при които се използват различни инструменти и прибори. Наблюденията ще ни предоставят информация за:

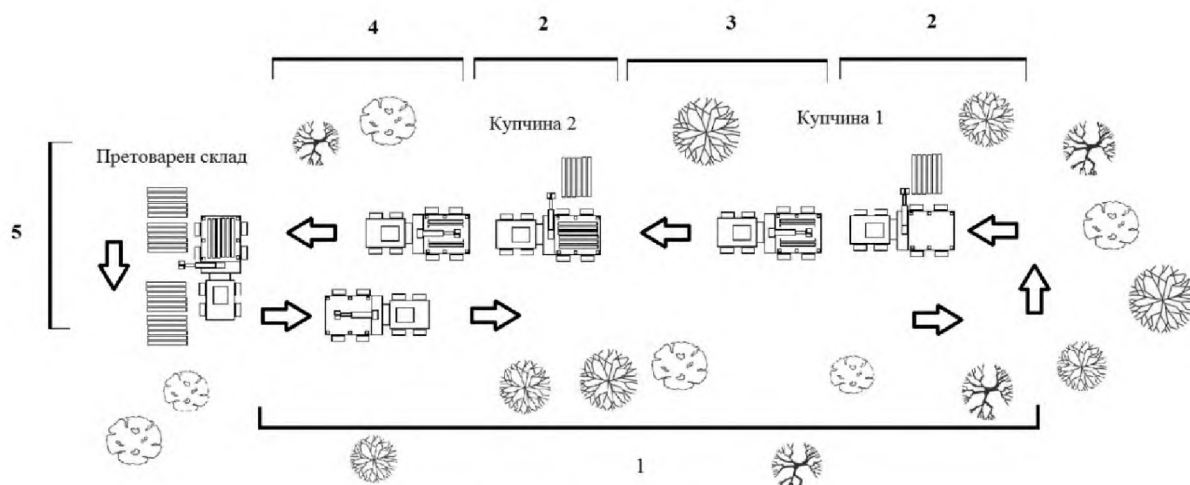
- Диференциране на отделните процеси при извършване на извоза.

Операциите, които извършва форвардера за извоз на дървесина от сечището до мястото за разтоварване се извършват в определена последователност, след което се повтарят. Така може да се обособи работен цикъл. Работният цикъл обхваща следните операции:

1. Движение натоварен – започва от местото за разтоварване и завършва при първата купчина за товарене.
2. Товарене – започва с подхода към купчината, завършва, когато дървесината е натоварена и кранът е поставен в транспортно положение.
3. Придвижване при товарене – започва, когато форвардера потегли след натоварване на купчината и завършва, когато достигне следващата купчина.
4. Движение натоварен – започва от местото на натоварване на последната купчина и завършва при достигане на мястото за разтоварване.
5. Разтоварване – започва със задвижване на крана и завършва, когато целият обем дървесина е разтоварен и кранът е поставен в транспортно положение.

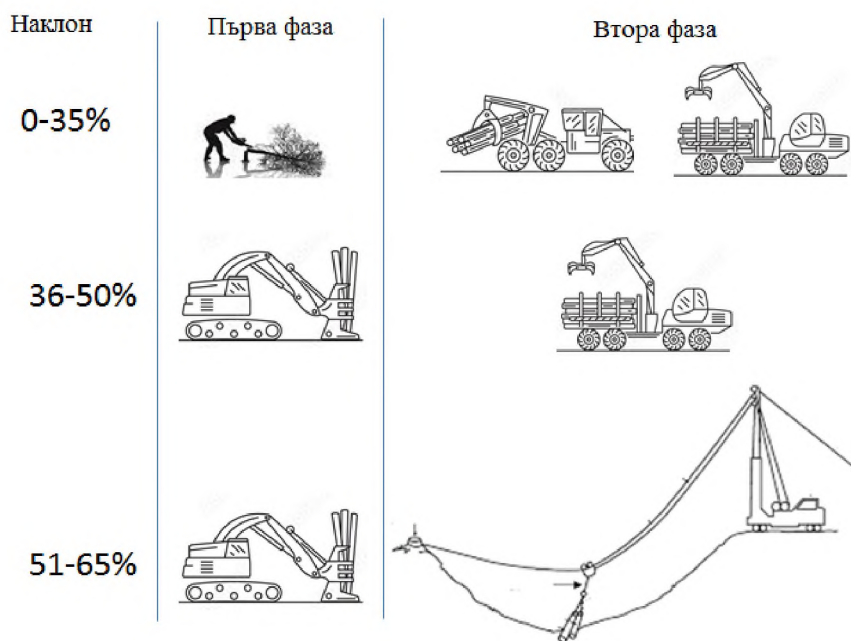
Така описаният работен цикъл отразява идеалния случай. На практика почти винаги има забавяния и престои. Освен това в рамките на работния цикъл има подцикъл, при който различен брой пъти се повтарят операции 2 и 3.

Операции 1 и 4 може да се извършват изцяло по горски пътища или част от трасето да е асфалтов път.



Фиг. 1. Товарен цикъл

- Приложение на различни видове форвардери при различни технологични схеми и системи от машини за добив на дървесината.



Фиг. 2. Препоръчвани технологични схеми в България

- Приложение на различни видове форвардери при различни производствени условия като:
 - Характеристика на почвените условия.
 - Лесотаксационни характеристики на насажденията.
 - Технология и концентрация на сечта.
- Определяне на негативните въздействия от дейността – увреждане на почвата, увреждане на подраста, увреждане на оставащите на корен дървета и др.
- Ергономия и безопасност на труда.

3. Измервания.

Измерването е познавателен процес за определяне на количество, включващ съпоставка с еталон.

3.1. Обект на измерване.

В конкретни обекти ще бъдат измерени следните величини, които са независими променливи:

- Площ на сечището (подотдела) – P
Измерва се в ha.
- Обем на ползване – Q
Измерва се в m^3 .
- Наклон на терена – i

Наклонът се измерва в градуси. Важно е също така в кое направление е наклона – към материалите (разтоварено) или към склада (натоварено).

- Средно извозно разстояние за транспортиране – l_m
Измерва се в m.
- Средно разстояние между извозните пътища – k

Измерва се в m.

- Извозно разстояние извън площта на сечището – l_o

Измерва се в m.

- Обем на товарния отсек на форвардера – V

Измерва се в m^3 .

- Среден обем на купчинките – q

Измерва се в m^3 .

- Размери на добитите сортименти

Дължина, измерва се в m, диаметри, измерват се в cm.

- Разположение на купчинките.

Часовата производителност на форвардера, изразена в m^3/h се изчислява по следната формула:

$$W_h = \frac{3600V}{t_a} \varphi_1$$

където:

t_a – времето за извоза на един курсов товар на форвардера;

φ_1 – коефициент на използване на работното време ($\varphi_1 = 0,8 \div 1,0$).

$$t_a = t_b + t_c + t_f + t_d + t_e$$

където:

- t_b – времето за движение на форвардера на празен ход от мястото на, разтоварване до трасето за натоварване на купчините от сортименти, s;
- t_c – времето за натоварване на товарната платформа със сортименти, s;
- t_f – време за придвижване при товарене, s;
- t_d – времето за движение на натоварения форвардер в посока на разтоварната площадка, s;
- t_e – време за разтоварване (претоварване) на форвардер на фигурата от сортименти, s.

Ако пътното трасе в сечището и извън него има еднакви характеристики то времето, необходимо на форвардера да се придвижи до трасето за натоварване в сечището и обратно, може да се изчисли по следните формули:

$$t_b = \frac{l}{v_b} ; t_d = \frac{l}{v_d}$$

където:

l е средното разстояние за извоз в ненатоварено и в изцяло натоварено състояние (това е най ефективният вариант за организация на работата), m;

v_b, v_d – средни скорости на движение на форвардера съответно на празен и товарен ход, m/min.

$$l = l_o + l_i$$

където:

l_o – извозно разстояние извън площта на сечището;

l_i – извозно разстояние в сечището.

Често в България характеристиките на извозния път извън сечището са други (например асфалтов път), тогава времето, необходимо на форвардера да се придвижи до трасето за натоварване в сечището и обратно, може да се изчисли по следните формули:

$$t_b = \frac{l_o}{v_{b1}} + \frac{l_i}{v_{b2}} ; t_d = \frac{l_o}{v_{d1}} + \frac{l_i}{v_{d2}}$$

Дължината на горския извозен път на 1 ха от сечището се изчислява по формулата:

$$l_{fa} = \frac{10000}{k}$$

където:

k – средно разстояние между извозните пътища.

Броят на купчините се определя по следната формула:

$$N_k = \frac{Q}{q}$$

където:

Q – обем на ползване;

q – среден обем на купчинките.

Средното разстояние между купчинките се определя по следния начин:

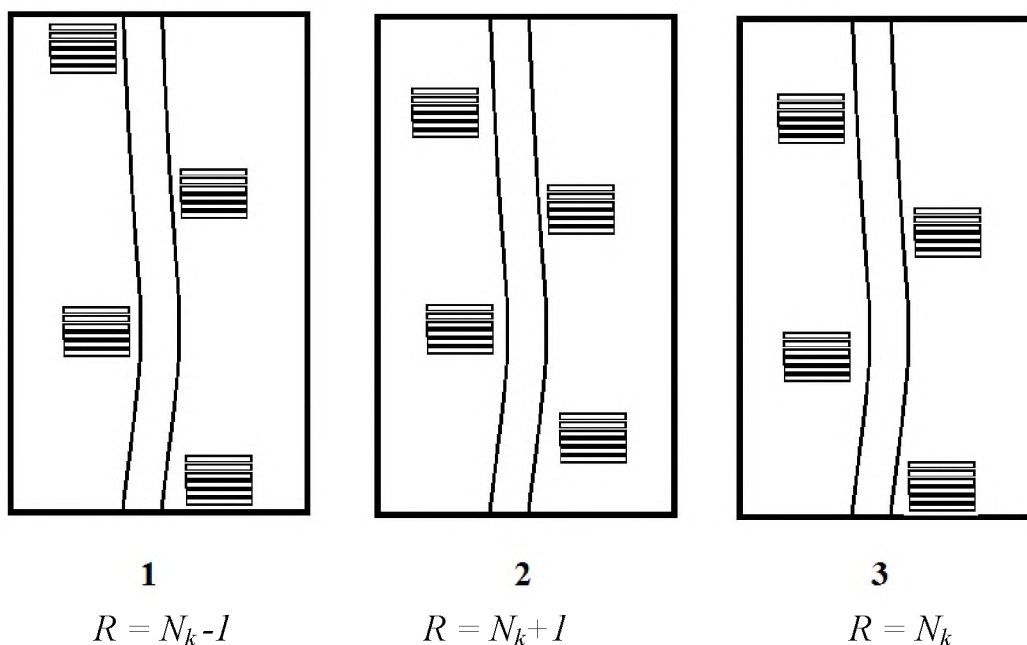
$$l_k = P \frac{l_{fa}}{R}$$

където:

P – площ на сечището;

R – коефициент, зависещ от разположението на купчинките.

R може да заема три стойности в зависимост от начина на подредба на купчините в рамките на сечището:



Фиг. 3. Варианти за разположение на купчините

Разстоянието при придвижване при товарене се изчислява по следната формула:

$$l_l = l_k \left(\frac{V}{q} - 1 \right)$$

Тогава

$$l_i = l_m - l_o - \frac{l_l}{2}$$

където:

l_m – средно извозно разстояние за транспортиране.

Времето за товарене се изчислява по следната формула:

$$t_c = t_p + t_l$$

където:

t_p – време за подход към купчините;

t_l – време за товарене.

$$t_p = \frac{V}{q} z$$

където:

z – средно време за един подход;

$$t_l = \frac{V}{v_l}$$

където:

v_l – скорост на товарене;

$$t_f = \frac{l_l}{\left(\frac{v_b + v_d}{2} \right)}$$

$$t_e = \frac{V}{v_e}$$

където:

v_e – скорост на разтоварване.

Сменната производителност на форвардера при извоза на сортименти може да се определи по формулата:

$$W_{sf} = \frac{(T - t_z) \varphi_2 V}{t_a}$$

където:

T – продължителност на работната смяна, s;

t_z – време за подготвително-заключителни работи, s;

φ_2 – коефициент, отчитащ отношението на действителния обем на товара към неговата максимална стойност, дадена в техническия характеристики на машината ($\varphi_3 = 0,8...0,9$).

Измерване и оценка на степента на повреда на:

- Оставащите на корен дървета – брой и степен на повреда.
- Подраста – брой и степен на повреда.
- Пътното трасе – според вида на повредата.

3.2. Средства за измерване.

За измерване ще бъдат използвани, рулетка, клупа и хронометър.

3.3. Точност на измерванията.

- За дължини – 1 cm.
- За обеми – 1 cm³.
- За време – 1 s.
- За диаметри – 1 cm.
- За наклони – 1°.

РЕЗУЛТАТИ

След обработка на данните при различни производствени условия за всяка от изследваните машини ще се установи:

- Сменна производителност.
- Разход на гориво.
- Себестойност на продукцията.
- Размер и степен на повредите.
- Максимално разстояние между извозните пътища.
- Необходим брой машини в различните фази на дърводобивния процес за създаване на системи от машини при различни технологични схеми.

След анализ на данните ще се установи:

- Обхват на приложение на форвардерите при различни производствени условия.
- Подходящи технологични схеми и системи от машини.
- Необходими промени в действащото законодателство.

ЛИТЕРАТУРА

- Георгиев Д. 2017. Технологии и механизация на дърводобива.
- Глушков С., Финдайзен Е., Марков И., Новаков Р., Стоянов С., Бояджиев Д. 2023. Горската техника в България – минало, настояще и бъдеще.
- Статков Н., Гунев Г., Цанов Т. 1988. Механизация на горското стопанство и дърводобив.
- Lundbäck M., Lindroos O., Servin M. 2024. Rubber - Tracked Forwarders – Productivity and Cost Efficiency Potential
- Von Ch. Lüthy. 1997. Kalkulationsgrundlage für das Holzrücken mit Forwarder.

TIMBER EXPORT RESEARCH METHODOLOGY WITH FORWARDERS

S. Petrov, S. Glushkov, D. Boyadzhiev

Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

A research methodology is a systematic framework that is used to solve the research problem by using the best and most feasible methods. It is a prerequisite for achieving correct results, which will help to implement the most suitable forwarder models and their optimal use. Forwarders are timber hauling machines equipped with a loading platform and a crane. This document may be of benefit to forest industry and academic users for practical and research purposes.

Key words: methodology, forwarder, timber transport

E-mail: sg.svetoslav@gmail.com

КРАУЛЕРЪТ – ЕДНА НОВА МАШИНА ЗА ПОДВОЗ С НОВИ ВЪЗМОЖНОСТИ

Димитър Бояджиев, Светослав Петров, Сотир Глушков

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: Статията има за цел да запознае специалистите с новата техника и да направи едно сравнение с обичайната техника за подвоз (привличане) на объл дървен материал с коне. Важни особености при сравняването на различни техники и методи са въпросите на производителността и разходите. Новата машина в съчетание със среднометражна въжена линия осигурява концентрацията на стъблата в близост до трасето на въжената линия и по този начин повишава производителността на цялата система и снижава разходите. Това позволява разстоянието между две трасета да се увеличи, което е в духа на Наредба № 5 (2014). Същата машина може да се използва при други методи за сеч и извоз, в комбинация с други машини.

Ключови думи: краулер, коне за подвоз, производителност, форвардер

ВЪВЕДЕНИЕ

В момента има разнообразни средства за извоз на стръмни терени. В миналото дългометражните въжени линии са били единственото разумно средство за преодоляване на големи наклони и дълги разстояния. В днешно време наред с дългометражните въжени линии се използват късометражни, среднометражни линии, тракционни и обикновени харвестри и форвардери, коне и даже пластмасови улеи Log-Line, които наследяват старите мазули. Едно ново средство се радва на вниманието на специалистите, това е краулерът (Forstraupе на немски или mini forestry crawler на английски). През 2020 г. има единадесет производителя в Германия, Швейцария и Австрия, които предлагат такива машини (Gabriel, 2020). Същият автор подчертава, че тази машина се използва за подвоз на дърветата към трасето на харвестера при механизирания добив. При извоз със среднометражна въжена линия разстоянието между трасетата може да е повече отколкото възприетото в Германия 40 m (у нас според Наредба № 5 разстоянието трябва да е не по-малко от 60 m за късометражните въжени линии и 120 m за дългометражните). Това ново средство има редица предимства, които го отличават от съществуващите и познати на специалистите мини лебедки, наземни полустационарни лебедки за изтегляне на материалите, трактори, коне и др. Целта на тази статия е да очертае областите на приложение на тази нова техника и да направи сравнение с използваната технология за подвоз с коне.

СЪСТОЯНИЕ НА ВЪПРОСА

У нас има много публикации, предмет на които е извозът на стръмни терени (обзор на Василев, Маринов, 1971; Василев, 1987; Манолов и др. 2009). Една от важните теми е подвозът или привличането на облите материали към главното средство за извоз. В миналото главното средство е била дългометражната въжена линия. Има разнообразни средства за този подвоз, това могат да са трактори, лебедки на плазове, мини лебедки, коне, волове, мазули и др. Трябва да се отбележи, че лебедките за подвоз имат съществени неудобства при практическото им прилагане. Главното им неудобство е тяхната маса. Когато се налага лебедките да бъдат пренасяни, това намалява наличното работно време на обекта. В миналото проф. Василев от ИГ – БАН разработва дори мини-въжена линия, задвижвана от лебедка с двигател от моторен трион. Използването на мини-лебедки е едно неизгодно направление в лесоползването – тези машини нямат достатъчно мощност, движението е бавно, те изискват много време за пренасяне, инсталиране и поправка. Машините не са производителни, в днешно време няма нископлатени работници за тях. Тези устройства могат да се използват успешно за дейности

извън дърводобива – за спасителни дейности, изтегляне на товари, натягане на електропроводи и пр. Същото може да се твърди за преносимите лебедки, портативните лебедки на плазове и за т.н. железен кон – те имат ниска производителност, когато се използват за подвоз на къси разстояния. Железният кон е едно масово средство, разработено за скандинавските гори и съответства на скандинавските условия за извеждане на отгледни сечи – добив на дребна технологична дървесина за хартиените заводи на равен терен от частни горовладелци. Внесените у нас железни коне почти не се използват. В дърводобива мини-лебедката понастоящем единствено може да се използва за изтегляне на улеи тип Log-Line (Крумов, 2023). На Фиг. 1 е показан един от разпространените в България железни „коне“. Неговите слаби страни са няколко: ниска мощност на двигателя, малка скорост с товар, неспособност да изтегля едра дървесина, необходим е работник, който да води машината и да натяга лебедката с манивела.



Фиг. 1. Железен „кон“ за извоз на дървесина
Fig. 1. Iron „horse“ for haulage of wood

В днешно време необходимата мощност на двигателя за извършване на разнообразни дейности в горите е повече от 30 к.с. (23 kW). Железните „коне“ са едни сравнително слаби машини с бензинов двигател и въздушно охлаждане. Предлагащите напоследък в чужбина Forst Raupen имат редица предимства – те са мощност до 40 kW, самоходни, на вериги и упражняват малко натоварване върху горската почва. Натоварването при различните машини е сравнително малко – 0,14 – 0,18 kg/cm². Тези машини нямат кабина, както е при тракторите, движението и използването се командват от оператора с дистанционно радио-управление. Ниският им център на тежестта и способността им да се изкачват на пресечен терен при наклони до 50% - 27 °, (а някои машини до 100% или 45°) ги прави напълно пригодни за нашите условия. Те са снабдени с лебедка (единична) с дължина на стоманеното въже минимум 50 m (някои машини 120 m), а теглителното усилие е до 70 kN. Gabriel (2020) прави един обзор на произвежданите модели, тяхната мощност, теглително усилие при извоза, способност да преодоляват наклони, налягане върху горската почва, цени и пр. Цената на една нов краулер в чужбина е от 40 000 до 80 000 €. Една от темите при 17-тата конференция на KWF е използването на краулера като средство за подвоз към въжена линия с процесор Koller K 507. Разглеждани са два метода – веднъж само въжена линия за насочено поваляне, извоз и обработка и второ – двойно намаляване на

трасетата за извоз (през 80 m вместо през 40 m) и използване на „гъсеницата“ Wicki 50,6 B за привличане на облите неокастри дървета към трасето на въжената линия. Средното разстояние за подвоз в този случай е 30 m (от 0 до 60 m). Този подход увеличава натоварването на въжената линия и увеличава нейната производителност до 20 m³/h. Този ефект е споменат и от Schweier et al. (2020) и Ludowicy et al. (2021). Според тези автори извозът и обработката с планински харвестер (въжена линия с процесор) е най-скъпата операция в дърводобива. Методът според тях трябва така да е оптимизиран, че въжената линия винаги да работи продуктивно. Зависимостта между среден диаметър, концентрация на стъблата, лесовъдско третиране и добив е нашироко засегната от редица чуждестранни автори (Hartley, Han, 2007; Hoffmann et al. 2016). Краулерът, освен за подвоз може да се използва и за насочено поваление. Това е доста важно, когато има изсъхнали дървета и широколистни с едри клони, които са трудни за отсичане. Тя остава на просеката за въжената линия и действа в дълбочина на насаждението, привличайки с въжето на лебедката неокастри дървета към трасето на въжената линия. Когато има средновъзрастни и дозряващи насаждения с малък добив за построяване на въжена линия, този метод за концентриране на стъблата има редица практически предимства. Освен това машината се използва за окачване на седлата при междинните подпори и с нея се съкращава времето за монтаж. На Фиг. 2 е показана машината Wicki 50,6 B, която се използва и от фирмата St. Peter в Шварцвалд, Германия. Изпреварването спрямо въжената линия е 2-3 трасета. Поради широките си вериги и ниското си налягане върху горската почва машината може да се използва на критични месторастения с влажни финозърнести, глинести почви, където горските машини (в това число тракционните харвестри и форвардери) не могат да се използват, защото ще предизвикат коловози. Използването на въжени линии дори на равни терени, на мокри месторастения, където почвите нямат товароносимост, напоследък нараства в Западна Европа (Kirsten, 2019). Едно друго предимство на тази машина е, че позволява разстоянието между трасетата за въжените линии или просеките за харвестера да бъде увеличено, което е в духа на Наредба № 5.



Фиг. 2. Една от разпространените в Германия, Австрия и Швейцария машини – Wicki 50,6 B
Fig. 2. One of the machines distributed in Germany, Austria and Switzerland – Wicki 50,6 B

Производителност на Wicki 50,6 B.

На Таблицы 1 и 2 са видни някои данни, измерени при използването на тази машина от дърводобивната фирма St. Peter в Шварцвалд, Германия. Разходите на въжената линия и на

краулера с цел сравняване на тук представените два метода (подвоз с коне и подвоз с краулера) са по заплати от май 2015.

Таблица 1. Производителност при подвоза с Wicki 50,6 B и извоза с въжена линия Koller 507 с процесор Woody H 60 според KWF (2016)

Table 1. Productivity with Wicki 50,6 B and Koller 507 (KWF, 2016)

	Размерност	От	До	Средно
Производителност	m ³ /дърво d _{1/3} /cm	0,7 26	1,1 32	1,0 30
Повалияне, подвоз с Wicki 50,6 B (2-ма работника)	Дървета/h m ³ /h	10 7	20 21,4	16 15,4
Време за 1 m ³ само повалияне и подвоз	h/m ³	0,14	0,04	0,06
Извоз, обработка и нареждане, въжена линия с процесор K 507	m ³ /h	14,1	19,1	14,5
Време за 1 m ³ само въжена линия с процесор	h/m ³	0,07	0,05	0,07
Построяване на линията, демонтаж, преместване, крайна мачта багер (4-ма работници)	H	9,2	9,2	9,2

Монтажът на трасето приблизително съвпада по време с предвиденото според уравненията на Stampfer (Stampfer et al., 2010).

Разходи.

Според държавната дърводобивна фирма St. Peter, разходите са изчислени за едно насаждение с площ от 12,7 ha, където се е водила сеч за растежен простор с добив 1 398 m³. Машините използвани за извоз са Wicki 50,6 B и въжената линия с процесор Koller 507 (Ludowici et al., 2021). Тези числа се посочват и в публикацията на KWF (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik).

Таблица 2. Разходи, според KWF (цени и заплати от 2015) при подвоза с Wicki 50,6 B и извоза с Koller 507

Table 2. Costs by operating with Wicki 50,6 B and Koller 507 (KWF, Prices and Salaries 2015)

Етапи		От	До	Средно
Повалияне и подвоз с 2-ма работника и Wicki 50,6 B	€/m ³	13,83	4,52	6,29
Разходи за МТ	€/m ³	0,55	0,18	0,25
Извоз, обработка нареждане с пл. харвестър	€/m ³	18,87	13,93	18,35
Построяване на линията, демонтаж, преместване, използване на багер като крайна мачта (4-ма работника)	€/m ³	3,00	3,00	3,00
Общи разходи с монтаж, демонтаж и преместване, използване на багера като крайна мачта	€/m³	36,25	21,63	27,89

За изчисляване на общите системни разходи на обекта за машини и персонал може да се използва методиката на KWF (2013). В по-горния случай има един сравнително компактен обект с поредица от трасета. При него предварителната подготовка и добрата организация водят до по-малки разходи.

Особености на извоза и подвоза с коне.

Оптималните условия за извоза с коне са определени още в миналото (Grammel, 1988). Конете изискват слаб наклон на терена до около 30% (17°), при по-голям наклон и извоз надолу товарът се свлича и удря коня по задните крака. Нагоре по физически причини също не е възможно да се извозва при наклони над умерените. Идеалният товар при извоза с 1 кон е 0,2 –

0,3 m³, на разстояние 40 – 60 m. Максималният разумен товар, който може да се извозва, не е повече от 0,60 m³ (Gottlob, 2012). За едри дървета трябва да се използва впряг с два коня. Каменистите участъци и заблатените насаждения са трудни за работа. Конят се предпочита там, където горските машини не могат да преминават или ще предизвикат дълбоки коловози и увреждания на дърветата и подраства. Конете са енергийно по-ефективни от машините. Приетата чрез фуража и получена от фотосинтезата слънчева енергия директно се превръща в работа (Herold et al., 2009). Конят е много маневрен и повратлив, той сам си избира най-краткия път и може да се използва по времето на вегетация, когато дърветата много лесно се нараняват (Schroll, 2008). Извозът с коне не оставя вредни екологични последици (Duffner, 1997). В сравнение с машините трябва да се отбележи, че от наличното време на обекта, чистото време за извоз с коне е по-малко (Gottlob, 2012). Спомагателните времена при извоза с коне са повече, отколкото това при извоза с машини. Различните прекъсвания, служещи за целите на извоза, разчистването на клони и вършина, времето за пристигане и заминаване се добавят към производителното време. Конят за разлика от машините се уморява бързо и това изисква повече време за почивки. Чистото време за извоз е около две трети от цялото време на обекта. В чужбина конете все още се използват, през 70-те години на 20-ти век има един минимум на техния брой, след което следва едно бавно покачване. В Германия конят се използва за подвоз в комбинация с машини – харвестер и форвардер (KWF, 13 Tagung). За тази цел от горските работници в процеса на работа са създадени кьолнският метод и методът „Абтхаген“ (Landesforst Meklenburg – Vorpommern, 2013). В чужбина извозът с коне като природосъобразен и съвместим с околната среда се поощрява от държавата (MLU MV 2017). На равните и заблатени терени в Северна Германия конят е предпочитано природосъобразно средство за подвоз от горската администрация (Becker, 2022). Разходите при извоза с коне зависят от числеността на бригадата. В по-долния случай (бригада от 5 човека с два коня) може да се пресметне приблизително, че разходите ще бъдат колкото за 7 човека с моторен трион. Според Becker (2022) при извоза съотношението разходи с форвардер към разходи с кон в €/m³ е както 20:37.

МЕТОДИКА ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ ПРИ ПОДВОЗА С КОНЕ

При отгледна сеч в ДГС Пирдоп и ДГС Карлово е наблюдаван подвоз с коне към горски път, трасе на форвардер. При въвеждането на форвардерите у нас стремежът е това средство да бъде интегрирано в съществуващите дърводобивни последователности и да замени използваните камиони с висока проходимост, трактори и др. Получените данни са обединени в Таблица 3. Бригадата се състои от 5 работника с два коня (двама секачи, двама работника с два коня и един работник, който разкроява стъблата на сортименти). Подвозват се цели окастрени стъбла от насаждението към горския път, по който се движи форвардерът. Тези стъбла се разкрояват от един работник на горския път и се оформят купчини от сортименти за извоз с форвардер. Наклонът на терена е 17-20° (30 – 36 %). При по-голям наклон е много трудно да се извозва с кон нагоре по склона. При отгледните сечи преобладава добивът на дребна дървесина, дърва за горене и технологична дървесина. Средната и едра дървесина е около 10% от общото количество. Едрата дървесина е разкроявана на сортименти с дължина 4 m, а дребната и средната предимно на сортименти с дължина 2 m. Дървесината, извозена до горски път е измервана по дължина и среден диаметър на сортиментите. За всяка купчина е определен общия обем. От броя на купчините и техния обем е определена дневната производителност при извоза с коне и производителността на форвардера. Като се знае общото време за извоз на обекта, намалено със спомагателното време и обедната почивка, намираме почасовата производителност и нормата за време.

РЕЗУЛТАТИ

При сравняване производителността при подвоза с коне и извоза с форвардер се вижда, че за един час форвардерът извозва почти дневното количество дървесина, което е приготвено от бригадата и подвозено към горския път. Това става само когато дървесината е хомогенна, от един вид и е предназначена за един купувач. Едрите и средни трупи са полагани от другата страна на пътя и са извозвани отделно. Образуванни са отделни купчини по вид на дървесината (бял бор, черен бор, едра и средна, дребна и дърва за горене). На форвардера е било необходимо повече време за товарене и разтоварване, когато е извозвана дребна и технологична дървесина и са товарени сортименти, предназначени за различни купувачи, които са разделяни в различни фигури на временния склад.



Фиг. 3. Конят е едно традиционно средство за извоз в България
Fig. 3. The horses are a traditional hauling means in Bulgaria

Таблица 3. Данни от подвоза (привличането) с коне при отгледни сечи в ДГС Пирдоп и ДГС Карлово.
Общите дневни работни часове (5 часа), включват почивки за конете

Table 3. Data from hauling with horses – thinning in Pirdop and Karlovo State Forestry. Working hours daily included breaks for the horses

	Размерност	Подотдел 795 а	Подотдел 795 б	Подотдел 518 а
Дървесен състав		бб 10 б	чб 8 бб 2	чб 8 бл 2
Среден $d_{1,3}$	cm	14	31	20
Средно извозно разстояние, нагоре надолу (коне)	m	20 95	25 85	25 90
% на сечта	%	Прореждане, 20 %	Пробирка, 20 %	Прореждане, 20 %
Часова производителност, P_h , 5 работника, 2 коня	m^3/h , коне	6,4	8,5	7,8
Дневна производителност, P_d 5 работника	m^3/d , коне	19	25	23
Средно часове на обекта с коне, вкл. почивки	h	4,9	5,0	5,0
Норма на време подвоз с коне	h/m^3	0,16	0,12	0,13
Норма на време, при следващия извоз с форвардер	h/m^3	0,07	0,07	0,07

ОБСЪЖДАНЕ

При сравняване на двете извозни средства (mini forestry crawler и кон) веднага проличава малката производителност при подвоза с коне. Към това трябва да се добави и обстоятелството, че подвозът с коне е много трудоемък, тоест трябва персонал, който да води коня, да се грижи за него, да осигурява пасище и да спазва почивки. През зимата трябва да има осигурен фураж, което допълнително натоварва бригадата с разходи. На обекта трябва да има вода и храна за коня. Голямото предимство на коня е неговата природосъвместимост, той не замърсява природата с гориво и продуктите от изгарянето му. При извоза конят избира най-удачния път и повредите по околните дървета са минимални. Конете са традиционно средство за извоз в България, което не е скъпо, не изисква поправки, природосъвместимо е, но трябва да се използва само за подвоз (привличане) на къси разстояния в комбинация с друго средство за извоз. В текста не се дискутира извозът на дълги разстояния с коне на дърва за горене „на самар“, което е съвсем друго приложение на конете, когато няма пътища. Използването на краулера като средство за подвоз в комбинация с въжена линия дава следните предимства: висока производителност, възможно е разстоянието между две трасета да се увеличи и това средство да се използва за насочено поваление. Прави впечатление, че разходите при използването на „гъсеницата“ са около три път по-малки от разходите за въжената линия. Тази машина е много производителна, ако се използва на къси разстояния от добре подготвени работници. Обичайна практика в България е да се извозва с ниско носещо въже при мобилните въжени линии (при частните фирми на бригадите не се плаща за монтажа на въжената линия, а само за извозените m³). Когато въжето е ниско, разстоянието за странично привличане допълнително се съкращава. Възможните области на приложение на краулера, както и коня, у нас са няколко – привличане към трасето на харвестер, привличане към трасето на въжена линия или форвардер, подпомагане извоза с улеи Log-Line или подобни, като заменя предложената от Крумов (2023) несамостоятелна лебедка. Използването на това средство е възможно за подвоз на дървесина към улеите и за изтегляне на улеите Log-Line. Машината може да се използва като алтернатива вместо конете за първоначален подвоз, след което следва обработка с харвестер, извоз с въжена линия, форвардер, камион с висока проходимост или трактор.

ЛИТЕРАТУРА

- Василев В. 1987. Системи от леки въжени съоръжения и технологии за отглеждане на млади горски насаждения при планински условия у нас. Автореферат към дисертация за придобиване на званието доктор на техническите науки, ИГ – БАН, стр. 50.
- Василев В., Маринов Т. 1971. Механизиран извоз на дървените материали от сечищата (обзор). Център за научно техническа информация по селско и горско стопанство, стр. 145.
- Крумов Т. 2023. Възможности за приложение на двубарабанните преносими лебедки. Научна конференция Екология и Агротехнологии – Фундаментална наука и практическа реализация.
- Манолов А., Василев В., Аспарухов К. 2009. Дърводобивът в България през XX век. ISBN 978-954-90748-1-7, издание на Държавна агенция по горите, стр. 290.
- Министерство на земеделието, горите и водите. 2014. Наредба № 5. За строителство в горските територии без промяна на предназначението им. Обнародвана в ДВ, бр. 68 от 2014 с изменение в бр. 106 от 2014.
- Becker T. 2022. Herausforderungen des Pferdeinsatzes in der Forstwirtschaft in Mecklenburg-Vorpommern. Bachelorarbeit, S. 71, urn:nbn:de:gbv:519-thesis2012-2057-2
- Duffner A. 1997. Auswirkungen des Holzrückens mit Pferdezug auf den Bodengashaushalt im Vergleich mit Harvester-/Forwarder-Verfahren. In: E. Schroll (Hrsg.), Holzrücken mit Pferden. Handbuch für die Waldarbeit mit Pferden. Starke Pferde Verlag, Lemgo. S. 75.
- Gabriel O. 2020. Marktübersicht Forstraupen. www.forstpraxis.de
- Gottlob T. 2012. Pferd trifft Forwarder. In: Starke Pferde Nr. 62, S. 33-36.
- Grammel R. 1988. Holzernte und Holztransport. Pareys Studentexte Nr. 60. Parey Verlag Hamburg, Berlin. ISBN 3-490-03616-6., S. 244.
- Hartley DS, Han HS. 2007. Effects of alternative silviculture treatments on cable harvesting productivity and cost in western Washington. West Journal for Appl. Forestry. 22(3), pp. 204-212. doi: 10.1093/waif/22.3.204.

- Herold P., Jung J., Scharnhölz R. 2019. Arbeitspferde im Naturschutz. Beispiele, Einsatzbereiche und Technik. BfN-Skripten 256. Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Bonn. S.16.
- Hoffmann S., Jaeger D., Schoenherr S., Lingenfelder M., Sun D., Zeng J. 2016. The effect of forest management systems on productivity and costs of cable yarding operations in southern China. *Forestry Letters* 109, pp. 11-20.
- Kirsten H. 2019. Seilkranseinsätze auf ebenen, empfindlichen Standorten – Erfahrungen mit dem Einsatz des Gebirgscharvester am Forstlichen Maschinenbetrieb St. Peter (Cable yarding on flat and sensitive sites – lessons learned from applying a mountain harvester, by the Centre of Technology St.Peter). *Forsttechnische Informationen*, 1, S. 5 – 9.
- Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF). 2013. Forstmaschinen vorauskalkulieren. KWF Merkblatt № 17/2013, S. 11.
- Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF) .2016. 17 KWF Tagung, ForstBW - Praxis Fachbereich Waldarbeit – Forstlicher Maschinenbetrieb St. Peter, S. 4.
- Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF) . 13 Tagung, www.kwf-tagung/fachexkursionen/programm/3-1-2-pferdeverfahren.html.
- Landesforst Meklenburg-Vorpommern. 2013. Pferdeeinsatz im Wald. „Das Abtshagener Laubholzernteverfahren: Der Kombinierte Einsatz von Pferd und Tragrückeschlepper“. *Fachzeitschrift Starke Pferde* 62, S. 32, <http://www.starke-pferde.de>
- Ludowicy Ch., Schweier J., Zähringer W., Kirsten H. 2021. Seilkranseinsatz in der Ebene: Hiebmassnahme in Südbaden. *Waldwirtschaft*. S. 43-46
- MLU MV. 2017. Förderung der Pferderückung in Mecklenburg-Vorpommern. Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Landwirtschaft und Umwelt Mecklenburg – Vorpommern vom 23.Februar 2017 – V1210-2-. S. 5.
- Schroll E. 2008. Holzrücken früher und heute. In E.Scroll (Hrsg.) *Holzrücken mit Pferden*. Handbuch für Waldarbeit mit Pferden. Starke Pferde Verlag, Lemgo. S. 121.
- Schweier J., Klein M.L., Kirsten H., Jaeger D., Brieger F., Sauter U.H. 2020. Productivity and costs analysis of tower yarder systems using the Koller 507 and the Valentini 400 in southwest Germany. *International Journal of Forest Engineering*, doi: 10.1080/14942119.2020.1761746.
- Stampfer K., Visser R., Kanzian C. 2006. Cable corridor installation times for European yarders. *Int. Journal For Engineering*. 17(2):77. doi: 10.1080/149421.2006.10702536.

MINI FORESTRY CRAWLER – A NEW MACHINE FOR HAULING WITH NEW POSSIBILITIES

D. Boyadzhiev, S. Petrov, S. Glushkov

Forest Research Institute - Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

The purpose of the article is to familiarize specialists with the new technique and make a comparison with the usual technique of hauling round timber with horses. Important features when comparing different techniques and methods are issues of productivity and costs. The new machine working with a medium length cable way ensures the concentration of stems next to the route and in this way increases the productivity of the entire system and reduces costs. This allows the distance between two routes to be more, which is in the spirit of Ordinance № 5 (2014). Same machine can be used in other methods of felling and hauling in combination with other machines.

Key words: mini forestry crawler, hauling with horses, productivity, forwarder

E-mail: velbuzhd5@gmail.com

ПОДДЪРЖАНЕ И РЕМОНТ НА СТАБИЛИЗИРАНИТЕ ГОРСКИ ПЪТИЩА В ДОБРУДЖА

Светозар Маджов¹, Георги Георгиев¹, Маргарита Георгиева¹, Йонко Додев¹, Веселин Иванов¹,
Севдалин Белилов¹, Веселин Маринков¹, Любомира Георгиева²

¹ Институт за гората – София, Българска академия на науките

² Софийски Университет „Св. Климент Охридски“ – София, Геолого-географски факултет

Абстракт: Успоредно с изграждането на полезащитните пояси в Североизточна България са изградени и пътища, осигуряващи изпълнението на лесокултурните мероприятия в тях. Поради тежкия физико-химичен състав на преобладаващите почви се изпълнява стабилизация трошен камък на основните пътища. Поради равнинния и слабо хълмист релеф на района наклоните на терена са еднотипни. Това обуславя и трудното отводняване на горските пътища, което налага да се обърне специално внимание на тяхната поддръжка и ремонт.

Ключови думи: полезащитни горски пояси, земни пътища, стабилизирани пътища, поддръжка и ремонт на трошенокаменни настилки

ВЪВЕДЕНИЕ

В средата на миналото столетие в Североизточна България е създадена система от полезащитни горски пояси (ППП) за защита на селскостопанските земи и повишаване на добивите от зърнени и други селскостопански култури. ППП предпазват почвата от ветрова ерозия и деградация, намаляват изпарението от почвата и растителността, разпределят равномерно снежната покривка, и така допринасят за подобряване на микроклимата и повишаване на плодородието на прилежащите им земеделски земи. Освен това, ППП увеличават лесистостта в най-безлесната част на страната. Те предоставят убежище и местообитание на множество ценни животински видове, опазват и увеличават биологичното разнообразие, осигуряват места за почивка на мигриращи птици по втория по големина миграционен път в Европа – Виа Понтика.

Успоредно с изграждането на полезащитните пояси в Североизточна България са изградени и пътища, осигуряващи изпълнението на лесокултурните мероприятия в тях. Поради тежкия физико – химичен състав на преобладаващите почви се изпълнява стабилизация трошен камък на основните пътища.

Районът, върху който са разположени ППП, представлява обширна равнина (плато), нарязана от много суходолия. Теренните форми могат да се групират в три типа:

- Сравнително високи и равни части (плато), които достигат до веждите на суходолията;
- Суходолия, които разсичат и разчленяват платата на отделни части;
- Дъна на суходолия.

Поради равнинния и слабо хълмист релеф на района наклоните на терена са еднотипни. Това обуславя и трудното отводняване на горските пътища, което налага да се обърне специално внимание на тяхната поддръжка и ремонт.

Целта на настоящето изследване е да се предложи методика за поддръжка и ремонт на пътищата с трошенокаменно покритие в полезащитните пояси в Добруджа.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

При трошенокаменните покрития при интензивно движение, особено в сухо време много от несвързаните минерални частици се изтласкват под действието на движението на транспорта към банкетите. Вследствие на разрушителното действие на движението от пътното покритие се изравят каменни зърна, поради което по повърхността му се образуват дупки. За да се избегне

преждевременното разрушаване на пътното покритие, е необходимо то системно да се поддържа и да се ремонтира.



Фиг. 1. Стабилизиран горски път

Почвените условия в Добруджа са доста специфични – преобладаващата почва е чернозем, който в съчетание с липсата на регулярни и достатъчни валежи, създава определени трудности в транспортната осигуреност на ползощитните пояси. При засушаване земята изсъхва, напуква се, става твърда и се образува така наречения от колегите в практиката „Добруджански асфалт“. Това води до разрушаване и разпращаване на трошено – каменната настилка. Необходимо е непрекъснато да се посипва с пясък (отсявка) до пълното му уплътняване и формиране, тъй като се изменя от движението на моторните превозни средства и атмосферните фактори. Изтласканите от движението на МПС каменни фракции към банкетите трябва системно да се намитат, а така също да се добавя и нова фракция пясък (отсявка), за да не се движат те по настилката при оголена повърхност. Тези повреди са характерни за трошенокаменни покрития от твърди каменни материали и се появяват обикновено през летния сух период (месец юли, август), тъй като тогава циментиращата връзка между трошенокаменните и пясъчните зърна е най-малка. Добър стабилизиращ ефект има системното обезпращаване на пътното покритие с органични свързващи материали. Положителен ефект се получава и когато повърхността се ръси с 20 – 30%-ов разтвор от калциев хлорид или евентуално с морска вода.

Редките, но обилни валежи характерни за района водят до друг тип проблеми. При проливен дъжд, отчитайки равнинния характер на терена, пътищата се разкалват и стават трудно проходимы дори за високопроходима техника. Техниката, идваща от земните пътища носят значителни количества кал върху пътищата с трошено – каменна настилка. С полепналата върху колелата на превозните средства кал се извлича дребната фракция от покритието и се

предизвиква преждевременното му разрушаване. Към поддържането се отнасят също работите във връзка с почистването на покритието от прах и кал, които се нанасят от колите, идващи от черните пътища.

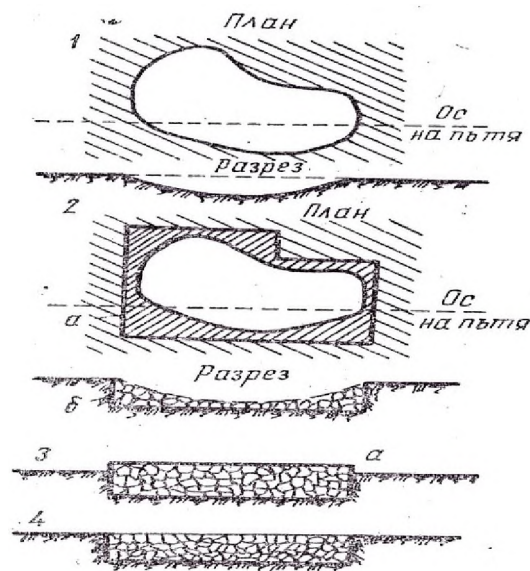
От експлоатационната практика в България се установи, че най-добре се предпазват от разрушителното действие на интензивното движение трошенокаменните покрития, построени от твърди материали, като се покриват с органични свързващи материали и системно се опесъчават, т. е. застилат с едрозърнест пясък (отсявка) в количество около 1 m^3 на 100 m^2 площ.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Текущ ремонт. Под текущ ремонт на трошенокаменни покрития се разбират мероприятия във връзка с възстановяването на равността им и предотвратяването на деформирането им, като например отстраняване на отделни дупки, коловози, коригиране на отчупени ръбове и др.

При ремонтирането дупките се почистват от прах и кал, разкопават се, след което материалът от тях се отстранява, пресява се и отново се поставя в тях, като съответно се уплътнява и се добавя нов материал. Определеното място за ремонт се почиства от прах и кал. Обикновено се почиства по-голяма площ от площта на дупката. При много дупки почистването става с механични четки, а при малък брой – ръчно.

При разкопаването на дупките, респ. на коловозите, се копае 8 – 12 cm и от здравото покритие – извън техните контури. Дупката се разкопава във вид на правоъгълник със страни, успоредни и перпендикулярни на пътната ос с правилно изрязани вертикални стени (Фиг. 2) на дълбочина на дупката, но не по-малко от 3 – 5 cm. Неголеми отделни дупки се разкопават с пневматични инструменти, а при няколко дупки съсредоточени на едно място – с механични къртачи.



Фиг. 2. Принципа схема за ремонт на дупки :

- 1 План и разрез на дупката преди ремонта;
- 2 Подготовка за ремонт: а – място, което трябва да се разкопае; б – материал, който трябва да се отстрани;
- 3 Дупката, запълнена с материал; а – нов материал.

Разкопаният материал се пресява и фракциите до 20 mm се отстраняват, а по-едриите се насипват отново в почистената дупка.

Върху стария материал се насипва нов, но без да се смесва. Той трябва да има приблизително същите свойства, каквито има старият материал, но да бъде по-дребнозърнест, а именно: при дълбочина на дупката 8 cm – с диаметър 25 – 50 mm, а при дълбочина 5 cm – с диаметър 25 – 35 mm. Уплътнява се с трамбовки или с моторни валици от края към средата на дупката, като при това се ръси с вода, а при възможност с 30%-ов воден разтвор от калиев

хлорид. Върху уплътнения трошенокаменен слой се разстила фракция 15 – 25 mm, която се уплътнява при ръсене с вода, след това се разстила каменна фракция 5 – 15 mm, която се уплътнява с валик или се трамбова. Накрая върху ремонтираното място се разстила каменна отсявка с големина на зърната от 0 до 5 mm, която се уплътнява, като се премине с валика по нея 1 – 2 пъти или се трамбова при обилно ръсене с вода.

При дупки с по-голяма площ, при по-голям брой дупки или при дупки, разположени близко една до друга, контурите на всяка дупка се разкопават на дълбочина 6 – 8 cm на бразди, успоредни и перпендикулярни на пътната ос. След това през 30 – 40 cm се набраздява вътрешността на дупката. Набраздените контури се запълват с каменни фракции по същия начин, както се описва по-горе при ремонта на дупките.

При локално разбиване и пропадане на пътното покритие се разкопава и отстранява всичкият материал от настилка в обсега на повредата. След това се поправя земната основа, като недоброкачествената почва се заменя, ако е необходимо с пясък на дълбочина 20 – 40 cm. След уплътняването на почвата при поливането ѝ с вода до оптимална влажност пътната настилка се изпълнява, като в долния ѝ пласт се поставя разкопаният стар материал. След това отремонтираните места се уплътняват по същия начин, както при ремонта на настилка с дупки.

Препоръчва се пътят да се изкърпва през влажните есенни и пролетни дни, тъй като тогава уплътняването е най-ефикасно и отпада процесът изкуствено навлажняване.

Необходимо е за ремонтирания участък системно да се полагат грижи, като се разстила отсявка или едрозърнест пясък върху оголените места на пътя, а така също като се полива покритието с вода през сухите топли дни.

Дупките и коловозите могат да се изкърпят и със студена асфалтова смес. Това се практикува, когато икономически е целесъобразно да се извършва ускорено ремонтране. Този начин на ремонтране се описва подробно в раздела за ремонта на настилките с органични вещества.

Среден ремонт. Интензивното автомобилно движение и климатичните фактори ускоряват образуването на неравности върху трошенокаменното покритие. Големият брой неравности са характерни за покритията, изпълнени от твърди каменни материали, при които свръзката между камъка и водата е незадоволителна, а така също и покрития направени от различни по якост каменни фракции. По-дребните и по-слаби каменни фракции се износват много бързо, а по-едрите и твърди остават да стърчат с около 1/3 част от височината си над общото ниво на пътното покритие във вид на зъби. Такива покрития се ремонтират, като върху тях се настила каменна фракция от 5 до 15 mm (средно от 2 до 3 m³ на 100 m² площ), която се овалва с тежък (от 6 до 8), 104 N валик, като при това обилно се ръси с вода и се преминава с него по 5 – 6 пъти върху една и съща точка. Особено добър ефект се получава при застилането на трошенокаменното покритие, построено от по-твърди материали, с каменна фракция от по-меки скални породи, които имат добри циментиращи свойства. До тези изводи са стигнали във Варненска и Шуменска област.

По-съвременен начин на възстановяване на износено трошенокаменно покритие е повърхностната обработка. Обикновено се прави двойна обработка. При двойна повърхностна обработка се различават следните цикли на работа.

Ако по повърхността на трошенокаменното покритие има дупки и коловози, необходимо е те, да се изкърпват своевременно. Повърхността на покритието при това се почиства от кал и прах, и то така, че дупките между отделните камъчета да се открият, без самите камъчета да се разклатят, т. е. да се получи мозаечна повърхност. Ако върху покритието се е натрупала кал, тя трябва да се отстрани, а повърхността на покритието да се измие с вода. В този случай

повърхностната обработка се прави, след като покритието изсъхне. Допуска се повърхностната обработка да се направи върху влажна повърхност само тогава, когато за органично свързващо вещество се използва емулсия. Върху почистената суха повърхност се разлива предварително течено органично вещество като катран K_1), течен битум A_1 , B_1 , или емулсия средно по $0,8 - 1 \text{ kg/m}^2$. След като течното вещество се попие от покритието, което обикновено става след 2 – 3 часа, основно се разлива горещият битум БН91/120, БН 121/200 или катран K_5 , K_6 по $1,2 - 1,5 \text{ kg/m}^3$ загрети до работната им температура. Органичните вещества се разливат с автогудронатори. Върху разлятото органично вещество се разстила ръчно или с механични разпределители каменна фракция от 15 до 25 mm средно $1 - 1,2 \text{ m}^3$ на 100 m^2 площ. След като се овалва фракцията с лек валик, като се преминава с него върху една и съща точка по 4 – 5 пъти, тя се залива повторно основно с органично вещество, средно от 1,2 до 18 kg/m^2 . След това веднага се разстила фракция от 5 до 15 mm, средно от 1 до $1,2 \text{ m}^3$ на 100 m^2 площ, която се овалва, като се премине върху една и съща точка 3 – 4 пъти с валик. След тези работни операции износеното трошенокаменно покритие е възстановено с двойна повърхностна обработка и може да се използва за движение. Единичната повърхностна обработка се допуска в случаите, когато повърхността на трошенокаменното покритие не е много неравна, а движението не е много интензивно. Обикновено трошенокаменните покрития се нуждаят от двойна повърхностна обработка. Повърхностната обработка се изпълнява в сухо и топло време при температура на въздуха над $+10^\circ\text{C}$.

Когато за повърхностна обработка вместо битум или катран се използва емулсия, покритието се възстановява приблизително по същия начин. Разлика има само в следното: не се разлива предварително течено органично вещество, а основните разливания се правят с количества с 50 – 75% по-големи от другите свързващи материали, тъй като емулсията съдържа средно около 50% вода. Работи се при влажно време и при по-ниска температура, но над 1°C .

При повърхностната обработка настилка се формира и уплътнява допълнително в процеса на експлоатацията и под влияние на атмосферните условия в продължение на 20 – 30 дни.

През този период е необходимо да се полагат системни грижи, движението трябва да се регулира по цялата дължина на пътната настилка, изпотените и оголените места да се покриват с отстранения към банкетите материал, постните места върху покривката да се заливат с органично свързващо вещество и да се застилат веднага с дребна каменна фракция.

Основен ремонт. Под основен ремонт на трошенокаменните покрития се разбира цялостното възстановяване на износените пътни елементи, повишаване на якостта на пътната настилка, уширяване на настилка, като се има предвид перспективната интензивност на движение в близките 10 години, направа на покритие от по-висок вид, а в известни случаи и цялостно реконструиране на пътната настилка.

Най-често в практиката е необходимо трошенокаменната настилка да се ушири. Това е естествено, тъй като тя е един от най-обикновените видове настилки, които се правят при пътища от по-ниски класове и при преминаването им в по-висок клас е необходимо те да се уширят.

Настилка се уширява, като се спазват всички основни правила за направа на трошенокаменни настилки. Голямо внимание трябва да се обръща върху уплътняване на уширенията, особено когато върху трошенокаменното покритие ще се полага асфалтобетонен или циментобетонен слой. В тези случаи уширенията трябва да бъдат завършени 1 – 2 месеца, преди да се положи новото покритие, за да се стабилизируют те от комплексното действие на движението и атмосферните фактори. След като се завършат работите по уширяването, трошенокаменната настилка се пренастила, при което се спазват всички технологични процеси,

валидни при направа на нова настилка.

Съвременната тенденция у нас при трошенокаменните настилки, когато те ситуационно и нивелетно са подходящи за преминаването в по-висш вид настилка и имат достатъчна носимоспособност, е основният ремонт да се състои в направата на по-съвършен вид настилка върху съществуващата, която в случая служи за основа. Съществуващата настилка се оразмерява и според интензивността на движението допълнително се подсилва със съответно дебел пласт от обикновен асфалтобетон или от друго покритие с органични свързващи вещества. Естествено е, че най-ефективни са асфалтобетонните пластове, защото тяхната дебелина може лесно да се променя според интензивността на пътя. За тази цел могат да се прилагат всички видове покрития с органични свързващи вещества, като например порьозен асфалтобетон, непълтни смеси, пропитки и др.

ИЗВОДИ И ПРЕПОРЪКИ

В заключение следва да се отбележи, че поради сравнително тежките почвени условия е препоръчително всички, или поне основните земни горски пътища да бъдат стабилизирани с трошен камък или баластрена настилка.

Своевременната поддръжка и ремонт са задължителни при всички горски пътища, но са особено важни в полезащитните пояси в Добруджа, поради тежките почвени условия и практически невъзможното отводняване на пътното платно.

Препоръчваме при основните ремонти на горските пътища в региона да се предприемат мерки за повишаване на тяхната носимоспособност и габарит.

ЛИТЕРАТУРА

Георгиев Г. 1960. Полезащитни горски пояси. Държавно издателство - Варна, 206 стр.

Маджов С. 2019. Поддръжане и ремонт на горски пътища. Авангард прима, София, 199 стр.

Наумов З. 1955. Почвена характеристика на някои гори и горски пояси в Добруджа. Сборник от експедицията по полезащитните пояси в Добруджа през 1952. Издателство на БАН, София, 13-44.

MAINTENANCE AND REPAIR OF STABILIZED FOREST ROADS IN DOBRUDZHA

S. Madzhov¹, G. Georgiev¹, M. Georgieva¹, Y. Dodev¹, V. Ivanov¹, S. Belilov¹, V. Marinkov¹, L. Georgieva²

¹ Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

² Sofia University "St. Kliment Ohridski", Faculty of Geology and Geography

(Summary)

Abstract: In parallel with the construction of the field protection belts in Northeastern Bulgaria, roads have been built to ensure the implementation of silvicultural activities in them. Due to the heavy physical and chemical composition of the prevailing soils, crushed stone stabilization of the main roads is carried out. Due to the flat and slightly hilly relief of the region, the slopes of the terrain are uniform. This also causes the difficult drainage of the forest roads, which requires special attention to their maintenance and repair.

Key words: field protective forest belts, terrestrial forest roads, stabilized forest roads, maintenance and repair of crushed stone pavements

E-mail: smadjov@gmail.com

ПРОДУЦЕНТИ НА МАНА В БЪЛГАРИЯ

Георги Цанков, Пламен Мирчев, Георги Георгиев

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: В България манов мед се добива основно в Странджа, където са установени 5 вида листни въшки, производители на медена роса: *Lachnus roboris*, *L. pallipes*, *Monelliopsis caryae*, *Tuberculatus querceus* и *T. annulatus* (Hemiptera: Aphididae). *T. querceus*, *T. annulatus* и *L. roboris* са свързани трофично с *Quercus frainetto*, *L. pallipes* – с *Q. hartwissiana*, а *M. caryae* – с *Juglans nigra*. В други райони на България са установени още три вида продуценти на мана: *Myzocallis walshii*, *Eucallipterus tiliae* (Hemiptera: Aphididae) и *Physokermes hemicryphus* (Hemiptera: Coccidae). Средният годишен добив на манов мед от едно пчелно семейство в Странджа през периода 1999-2006 г. е 15,75 kg. След проникването на инвазивния вид *Corythucha arcuata* (Hemiptera: Tingidae) в България през 2012 г. средният добив на манов мед от един кошер намалява на 11,50 kg, което е индикация за вероятно наличие на конкуренция с местните продуценти на мана в района.

Ключови думи: Aphididae, медена роса, дъбове, *Corythucha arcuata*, Странджа

Терминът „мана“ е въведен от древноримския учен Гай Плиний Стари (Gaius Plinius Secundus) (около 23-79 г.) в неговото природонаучно съчинение „Естествена история“ (Naturalis historia) – енциклопедия от 37 тома, обхващаща знанията по природни науки. Авторът смята, че маната е дар небесен, който пада на земята като роса. Схващането господства в продължение на 16-17 века, когато учени постепенно отричат небесния произход на маната и установяват, че тя се произвежда от самите растения, при което в създаването ѝ участват и насекоми. Понастоящем е доказано, че листните въшки са основните продуценти на мана.

В България мановият мед се произвежда предимно в Странджа, българската част на която заема 219 920 ha. Видовият състав на горите се определя основно от дъбове, сред които доминира *Quercus petraea* Liebl. (47,8 %), следван от *Q. frainetto* Ten. (41,8 %) и други видове (*Q. cerris* L., *Q. hartwissiana* Stev., *Q. pubescens* Willd., *Q. robur* L. и *Q. rubra* L.) (10,4 %).

Изследванията върху продуцентите на мана в Странджа са проведени в периода 1999-2007 г. около 14 пчелина в района на Държавно горско стопанство (ДГС) Царево, ДГС Малко Търново, ДГС Звездец, ДГС Кости и Държавно ловно стопанство Граматиково (Georgiev et al., 2008). В резултат на тях са установени 5 вида листни въшки, производители на медена роса: *Lachnus roboris* (Linnaeus), *Lachnus pallipes* (Hartig), *Monelliopsis caryae* (Monell ex Riley & Monell), *Tuberculatus querceus* (Kaltenbach) и *Tuberculatus annulatus* (Hartig) (Hemiptera: Aphididae) (Таблица 1).

Tuberculatus querceus, *T. annulatus* и *L. roboris* са намерени по *Quercus frainetto* Ten., *L. pallipes* – по *Q. hartwissiana* Stev., а *M. caryae* – по *Juglans nigra* L. (Таблица 1).

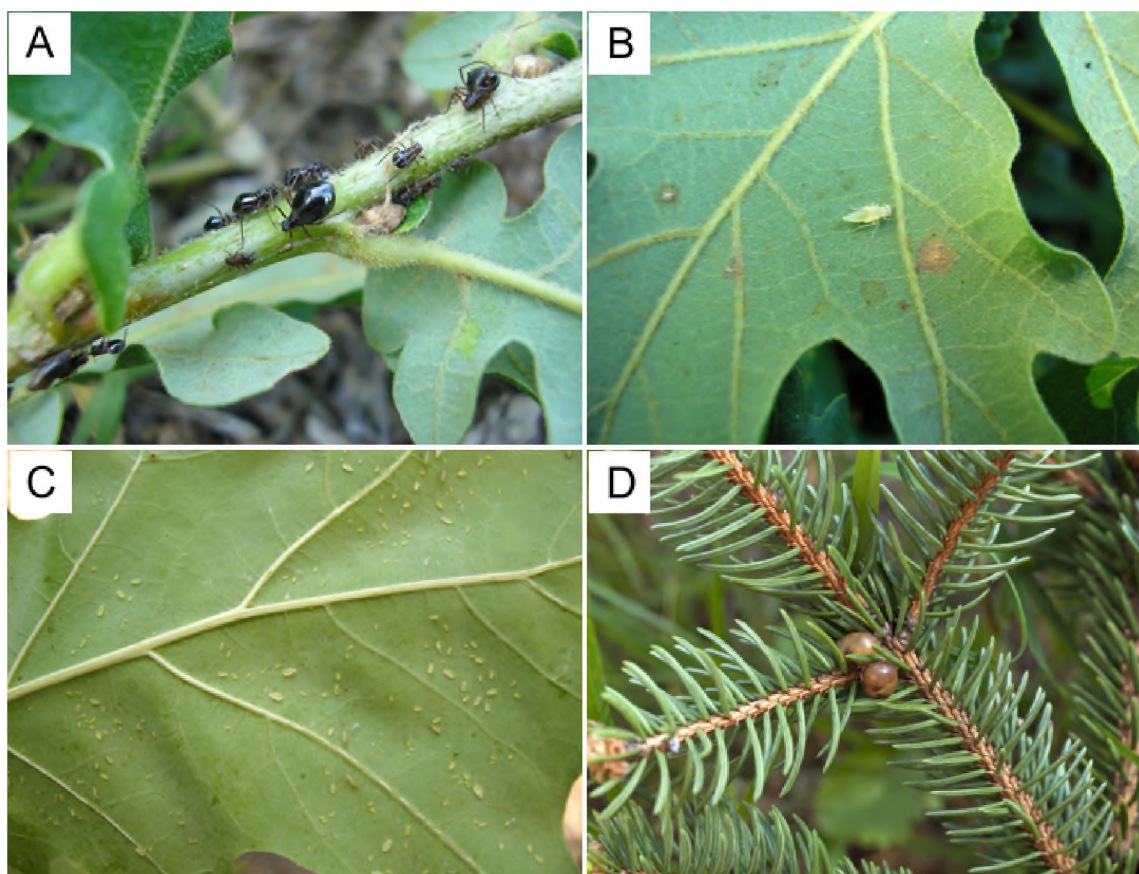
Таблица 1. Продуценти на мана в България

Вид	Растение гостоприемник	Публикация
<i>Lachnus roboris</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	Georgiev et al. (2008)
<i>Lachnus pallipes</i> (Hartig, 1841)	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	Georgiev et al. (2008)
<i>Tuberculatus querceus</i> (Kaltenbach, 1843)	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	Georgiev et al. (2008)
<i>Tuberculatus annulatus</i> (Hartig, 1841)	<i>Quercus hartwissiana</i> Stev.	Georgiev et al. (2008)

<i>Monelliopsis caryae</i> (Monell, 1879)	<i>Juglans nigra</i> L.	Цанков и др. (2008)
<i>Myzocallis walshii</i> (Monell, 1879)	<i>Quercus rubra</i> L.	Tasheva-Terzieva et al. (2008)
<i>Physokermes hemicryphus</i> (Dalman, 1826)	<i>Picea abies</i> H.Karst., <i>Abies alba</i> Mill.	Цанков и др. (2002)
<i>Eucallipterus tiliae</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Tilia</i> spp.	Цанков и др. (непубликувано)

Видовете от род *Lachnus* са известни като основни продуценти на медена роса. *L. roboris* (Фиг. 1А) се развива върху дъбови леторасли и е широко разпространен в страната (Чорбаджиев, 1928а, б, 1932; Ташев, 1981). *L. pallipes* се храни с издънки на дъб и бук. Видът е установен като нов за фауната на Странджа и България (Georgiev et al., 2008), а *M. caryae* – като нов за България и Балканския полуостров (Цанков и др., 2006).

Tuberculatus annulatus и *T. querceus* се хранят върху долната повърхност на листата (Фиг. 1В). Освен в Странджа, двата вида са намирани и в района на София (Ташев, 1981).



Фиг. 1. Продуценти на мана: А – *Lachnus roboris*; В – *Tuberculatus annulatus*; С – *Myzocallis walshii*; D – *Physokermes hemicryphus*

В други райони на България са установени още три вида продуценти на мана: *Myzocallis walshii* (Monell), *Eucallipterus tiliae* (Linnaeus) (Hemiptera: Aphididae) и *Physokermes hemicryphus* (Dalman) (Hemiptera: Coccidae) (Таблица 1).

Myzocallis walshii (Фиг. 1С) е намерен по листа на *Quercus rubra* в София и е съобщен като нов за фауната на България (Tasheva-Terzieva et al., 2008).

Physokermes hemicryphus (Фиг. 1D) е известен като продуцент на мана в смърчови и елови насаждения в различни части на страната (Цанков и др., 2002). Видът се размножава масово по единични дървета в урбанизирани територии, където по медената роса в короната се развиват чернилни гъби от родове *Capnodium* Mont. и *Fumago* Pers.

Eucallipterus tiliæ (Linnaeus, 1758) е установен почти повсеместно в България по три вида липа (*Tilia platyphyllos* Scopoli, *T. tomentosa* Moench и *T. cordata* Mill.) (Цанков и др., непубликувано). При храненето на насекомото по листата се отделя обилно количество медена роса.

Годишните добиви на манов мед от едно пчелно семейство в Странджа през периода 1999-2006 г. варират между 0 и 36,0 kg, със средна стойност за проучвания период 15,75 kg (Georgiev et al., 2008). През 2012 г. в България прониква североамериканската дъбова коритуха, *Corythucha arcuata* (Say, 1832) (Hemiptera: Tingidae) (Dobrev et al., 2013). Дъбовата коритуха, подобно на местните продуценти на мана от сем. Aphididae е смучещ вид, заемащ същата екологична ниша. След появата на инвазивния вид средните годишни добиви на манов мед от едно пчелно семейство в Странджа намаляват до 11,50 kg, което е косвена индикация за вероятно наличие на хранителна конкуренция с продуцентите на мана в района.

Странджанският манов мед е регистриран в Брюксел през 2019 г. като защитено наименование за произход. Плътното покритие на Странджа с дъбови насаждения е предпоставка за стабилни добиви на манов мед в района, който е богат на минерали и има силен антибактериален, антивирусен и антиоксидантен потенциал. Появата на инвазивни смучещи видове в дъбовите гори обаче се явява заплаха за местните продуценти на мана.

Благодарности: Настоящото изследване е проведено във връзка с изпълнението на Национална научна програма (ННП) „Опазване на околната среда и намаляване на риска от неблагоприятни явления и природни бедствия“, одобрена с Решение на МС № 577/17.08.2018 г. и финансирана от МОН (Споразумение № Д01- 27/06.02.2024).

ЛИТЕРАТУРА

- Ташев Д. 1981. Листни въшки (Aphidodea) в България – таксономия, биология и разпространение. Дисертационен труд за „Доктор на биологическите науки“, Биологически факултет на Софийски университет „Св. Климент Охридски“, 676 стр. + приложение.
- Цанков Г., Мирчев П., Георгиев Г. 2002. Първи резултати от проучване по международен научен проект върху продуценти на мана при смърча (*Picea excelsa*) и елата (*Abies alba*). Acta entomologica bulgarica, Supl. 2, 8 (3, 4), 51-55.
- Цанков Г., Ташева Е., Мирчев П., Георгиев Г., Петков П. 2006. Продуцентът на мана *Monelliopsis caryae* (Monell ex Riley & Monell, 1879) (Hemiptera: Aphididae) – нов вид за афидофауната на България. Acta entomologica bulgarica 1,2, 60-63.
- Чорбаджиев П. 1928а. Бележки върху някои нови и редки видове насекоми в България, наблюдавани през 1926 и 1927 г. Известия на Българското ентомологическо дружество 4, 125-134.
- Чорбаджиев П. 1928б. Неприятелите по културните растения в България през 1926 г. Сведения по земеделието 3/4, 1-51.
- Чорбаджиев П. 1932. Неприятелите по културните растения в България през 1928 и 1929 година. Сведения по земеделието 1/2, 3-64; 3/4, 3-48.
- Dobrev M., Simov N., Georgiev G., Mirchev P., Georgieva M. 2013. First Record of *Corythucha arcuata* (Say) (Heteroptera: Tingidae) on Balkan Peninsula. Acta zoologica bulgarica 65 (3), 409-412.
- Georgiev G., Tsankov G., Mirchev P., Petkov P., Todorov M. 2008. Honeydew producers in oak forests of Strandzha Mountain, Bulgaria. Silva Balcanica 9 (1), 85-90.
- Tasheva-Terzieva E., Tsankov G., Mirchev P., Georgiev G., Petkov P. 2008. *Myzocallis walshii* (Monell) (Hemiptera: Aphididae) – a new invasive insect pest on red oak (*Quercus rubra* L.) in Bulgaria. Silva Balcanica 9 (1), 91-95.

HONEYDEW PRODUCERS IN BULGARIA

G. Tsankov, P. Mirchev, G. Georgiev

Forest Research Institute – Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

In Bulgaria, honeydew honey is extracted mainly in Strandzha Mt., where 5 species of honeydew-producing aphids are found: *Lachnus roboris*, *L. pallipes*, *Monelliopsis caryae*, *Tuberculatus querceus* and *T. annulatus* (Hemiptera: Aphididae). *T. querceus*, *T. annulatus* and *L. roboris* are trophically associated with *Quercus frainetto*, *L. pallipes* with *Q. hartwissiana*, and *M. caryae* with *Juglans nigra*. In other regions of Bulgaria, three more species of honeydew producers were found: *Myzocallis walshii*, *Eucallipterus tiliae* (Hemiptera: Aphididae) and *Physokermes hemicryphus* (Hemiptera: Coccidae). The average annual yield of honeydew honey from one hive in Strandzha Mt. during the period 1999-2006 is 15.75 kg. After the penetration of the invasive species *Corythucha arcuata* (Hemiptera: Tingidae) into Bulgaria in 2012, the average yield of honey from one hive decreased to 11.50 kg, which is an indication of possible competition with native honeydew producers in the area.

Keywords: Aphididae, honeydew, oaks, *Corythucha arcuata*, Strandzha Mountain

E-mail: ggeorgiev.fri@gmail.com

ИЗПОЛЗВАНЕТО НА ЦИФРОВИ ТЕХНОЛОГИИ В ЗЕЛЕНЧУКОПРОИЗВОДСТВОТО

Станислав Станчев

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкиров“
Селскостопанска академия

Абстракт: Настоящата статия разглежда дигитализацията в зеленчукопроизводството, включително технологиите за прецизно земеделие, посоките на цифрова трансформация и интелигентните оранжерии. Предимствата на дигитализацията в селското стопанство се изразяват в увеличаване на добивите и оптимизиране на ресурсите, което води до повишена икономическа ефективност. Технологиите за прецизно земеделие намаляват въздействието върху околната среда чрез оптимизирано използване на торове и вода. Те също така позволяват посрепване на нарастващото търсене на храна чрез рационално използване на природните ресурси.

Ключови думи: цифрови технологии, земеделие, зеленчукопроизводство, дигитализация, прецизно земеделие, интелигентни оранжерии.

Дигитализацията превръща земеделието във високотехнологичен сектор на икономиката, където се обработват масиви от големи данни, идващи от множество сензори, инсталирани на полето, във фермата, на земеделската техника, от метеорологични станции, сателити и други системи. Аналитичната обработка на тези масиви позволява да се получи по-рано недостъпна информация, да се намерят закономерности, позволяващи да се повиши ефективността на управлението на зеленчукопроизводството, да се подобри работата на агробизнеса и комуникацията с потребителите.

Основата на „цифровия агропромишления комплекс“ се състои от информация от сензори, математически модели за анализ на процесите на производство и маркетинг на продукти, моделиране на цялата верига на създаване на нейната стойност, планиране на обема на производството, качеството на продукта и печалбата. Софтуерът има за цел да обоснове препоръките на специалистите за подобряване на технологиите за производство на култури в сравнение с постигнатите резултати през последните години. Те се основават на съвременни методи за обработка на информация, насочени към определяне на оптималното време за сеитба, торене, поливане, прибиране на реколтата, както и изчисляване на времето за доставка на продукти до потребителите.

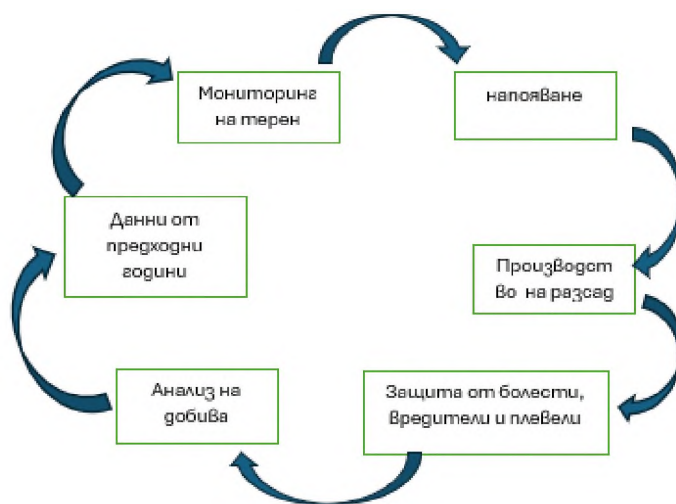
Съвременните методи за обработка на информация при разработването на информирани препоръки за вземане на управленски решения от селскостопански специалисти се основават на анализа на множество фактори, влияещи върху ефективността на производството, тяхната интеграция с различни интелигентни ИТ приложения, които обработват данни в реално време. В същото време полезността на препоръките за специалисти се увеличава с увеличаване на броя на потребителите, свързани към една мрежа и обмен на данни чрез облачни услуги за управление на селскостопански предприятия. Технологията за прецизно земеделие в зеленчукопроизводството използва система за географско позициониране (GPS), географска информационна система (GIS), изкуствен интелект (IoT), роботика, сензорна технология, редактиране на геном въз основа на данни и др., за да се подобри производството и качеството на зеленчуците.

Дигиталното секвениране на генома, разработено през последното десетилетие, значително намали разходите и времето, необходими за картографиране на ДНК на растения и други организми. Дигиталните техники за секвениране на генома генерират огромни количества данни за последователността на генома, които от своя страна подпомагат селектиране на растения за специфични полски условия или желани черти. Това запазва отлични перспективи за отглеждане на зеленчукови култури в рамките на сегашния сценарий

на земеделие, при който изменението на климата налага преосмисляне на цялата селскостопанска практика. Намаляването на обработваемата земя и неблагоприятното въздействие на изменението на климата върху земеделието представляват допълнителни предизвикателства, които принуждават иновациите в бъдещите системи за производство на храни, за да отговорят на нарастващото търсене през следващите няколко десетилетия. Използването на цифрови технологии може да помогне за справяне с нарастващите проблеми в зеленчукопроизводството. Те включват:

- нарастващото глобално търсене на храна;
- екологични проблеми, включително изменението на климата;
- загубата на биологично разнообразие;
- деградацията на почвата;
- замърсяването на водите;
- нарастващият социален натиск, отразен във все по-строгите селскостопански политики.

Търсенето на зеленчуци непрекъснато нараства. През последните години в България значително намаля площта на земеделските земи, използвани за отглеждане на зеленчуци, защото са много ресурсоемки, например по отношение на използването на пестициди и торове, както и напояване. В същото време в обществото нараства загрижеността за отрицателното въздействие на селското стопанство върху околната среда. Затова фермерите и политиките спешно търсят начини за намаляване на въздействието на селското стопанство върху околната среда, а производителите на зеленчуци са в челните редици на приемането на технологии. Прецизното земеделие е съвременна процедура, използвана за подобряване на добивите, използвайки най-новите технологии, облачни изчисления, информационни технологии (IoT), изкуствен интелект (ИИ) и машинно обучение (МО). Приложението на технологията за прецизно земеделие към различни аспекти на процеса на отглеждане на зеленчукови култури е представено на Фиг. 1.



Фиг. 1. Прилагане на технологии за прецизно земеделие към различни аспекти на зеленчукопроизводството

Много видове данни могат да бъдат събрани през вегетационния период. Всички те трябва да бъдат геореферирани с помощта на технология GPS и да бъдат въведени в база данни GIS. Що се отнася до практическото приложение, производителите на зеленчуци използват напоителни сензори и облачни метеорологични станции във фермите. В допълнение, технологията за машинно зрение е търсена, въз основа на която се създават технологии за

сортиране на зеленчуци. Използването на нови технологии може да помогне на фермерите да оптимизират разпределението на ресурсите и по този начин да допринесат за намаляване на разходите, увеличаване на производителността и подобряване на ефективността на ресурсите. Например, използването на сензори може да улесни по-доброто наблюдение на полето, така че ресурси като торове или пестициди да могат да се прилагат според нейните нужди, при условие че производителят може да използва събраните данни и да ги приложи на практика. Технологиите за прецизно земеделие, като паралелни системи за шофиране и електронни измервателни системи, също могат да имат социални последици, като потенциално подобряване на удобството при работа чрез автоматизиране на повтарящи се задачи или улесняване на работата на водача и намаляване на времето за обработка. Въпреки потенциала на прецизното земеделие обаче, степента на приемане варира значително в зависимост от географските региони и различните технологии.

Очертават се шест основни направления на цифровата трансформация на селското стопанство и научно-технологичното развитие в областта на „интелигентното земеделие“, които се препоръчват за предполагаемо въвеждане на територията на Р. България.

Най-малко пет проекта на пълен иновативен интегриран научно-технически цикъл на цифрови класови системи от край до край: „интелигентно фермерско предприятие“, „интелигентно поле“, „интелигентна ферма“, „интелигентна оранжерия“, „интелигентна градина“, базирани на съвременни конкурентни местни технологии, методи, алгоритми и образци на системи и устройства, т. е. въвеждане на информационни технологии за оценка на ефективността на аграрната политика, прогнозиране и регулиране на:

- част от субекта на управление:

- интелигентното фермерско предприятие.

- по отношение на контролните обекти:

- цифрови технологии в управлението на агропромишления комплекс;
- интелигентно земеползване;
- интелигентно поле;
- умна градина;
- умна оранжерия;
- интелигентна ферма (животновъдство).

- по отношение на функционалните модели:

- цифрови технологии в управлението на агропромишления комплекс;
- интелигентно земеползване;
- интелигентен регион.

В областта на „интелигентната оранжерия“ (Фиг. 2.) през последните години въвеждането на автоматизирани и роботизирани решения на всички етапи на оранжерийното зеленчукопроизводство става все по-активно. Сега стана възможно частична или пълна автоматизация не само в процеса на отглеждане на растения, но и в системата на логистиката, организацията и управлението на производството, както и в зоните за сортиране и опаковане, работата в които е доста трудоемка за хората.

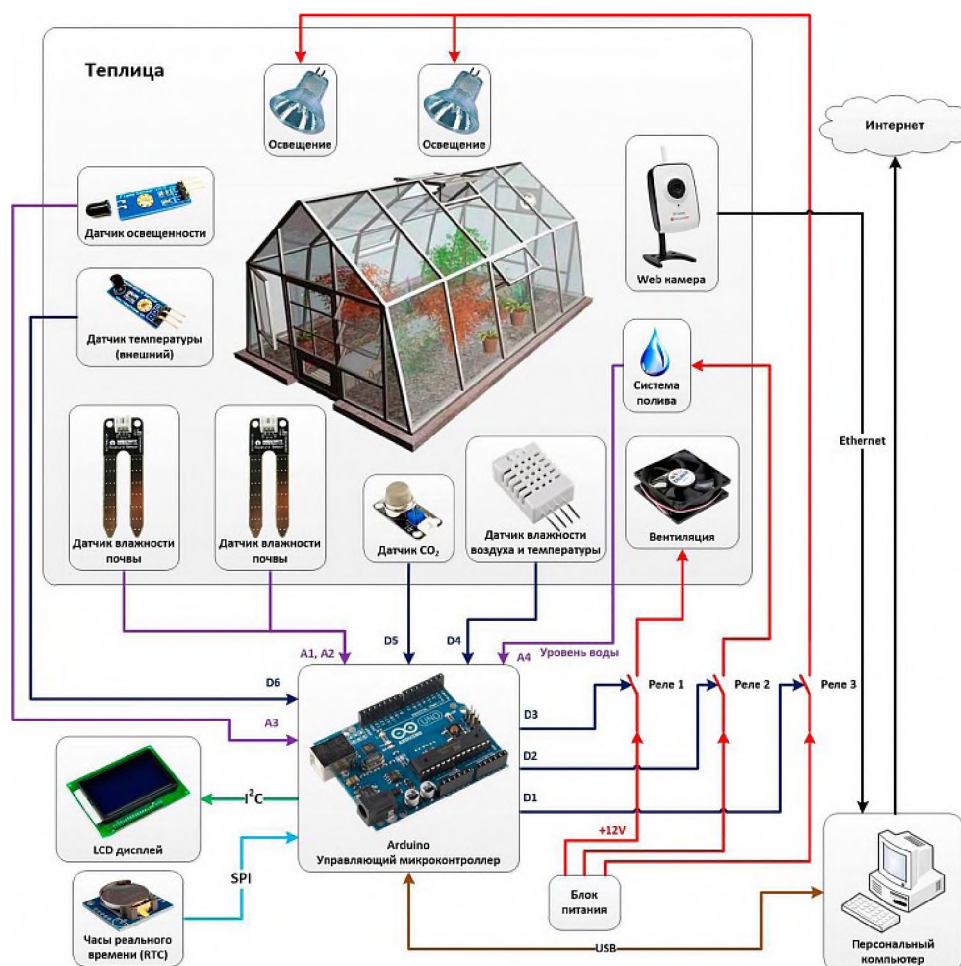
Умна оранжерия или оранжерия е рамкова конструкция с един или повече входове, разположени от противоположните ѝ страни.

Интелигентната оранжерия позволява да се създават и поддържат оптимални условия за отглеждане на различни видове зеленчуци.

Основните възможности на интелигентната оранжерия позволяват:

- Регулиране на температурата на въздуха и контролиране поддържането на зададения температурен режим;

- Създаване на необходимата влажност на въздуха – за някои зеленчукови култури този параметър е от решаващо значение;
- Поддържане на влажността на почвата в определените граници;
- Създаване на допълнително осветление по всяко време на годината и регулиране на осветеността на оранжерийното пространство.



Фиг. 2. Умна оранжерия

Обхватът на дейностите на роботите използвани в зеленчукопроизводството е:

- за приготвяне на субстрат;
- засяване на семена;
- предварително пръскане на растения с органични торове;
- дезинфекция на растения;
- събиране на готова продукция (разсад, зеленчуци, плодове);
- сортиране, подреждане, опаковане.

Освен това роботите са в състояние да фиксират количеството продукти, да ги претеглят и транспортират до склада за продажба, както и да преработват готовата продукция.

Роботиката в оранжерийното зеленчукопроизводство може да бъде разделена на две категории: роботи за обслужващата зона и роботи за разсад и зеленчукови отделения.

Първата група решава проблемите на вътрешната логистика и опаковане. Тук говорим за взаимодействието на робота с контейнери и опаковки, така че в повечето случаи задачите имат слабо изразени индустриални специфики и решенията могат да бъдат изградени на базата на

съществуващи индустриални роботизирани платформи. Такива решения са разработени и все по-често се срещат на пазара, но процентът на реализираните проекти с тяхното приложение все още е малък, защото те трябва да се конкурират с по-малко гъвкави автоматични линии, от страна на които обикновено има по-голяма производителност и по-ниска цена.

Втората група решава проблемите с мониторинга, грижата за растенията и прибирането на реколтата. Тук вече става въпрос за необходимостта от взаимодействие на робота с растенията и с оглед на сложността и спецификата на задачите все още става въпрос за прототипи, а не за готови продукти за пазара.

По този начин в оранжерийното зеленчукопроизводство роботите са по-скоро рядкост, но общият вектор за роботизация не заобикаля индустрията и от година на година се появяват все повече нови идеи и представени прототипи.

- Робот-скаут, използвайки технология за машинно зрение, може да подобри точността и качеството на контрола върху текущото състояние на растенията, както и ефективността на тяхната биологична защита. В бъдеще, според резултатите от байпаса, такъв робот може да даде обективна информация за качеството на растителността и плододаването, наличието и локализацията на патологии и вредители.
- Робот-резбар може да помогне при извършването на една от най-масовите операции в оранжерията – премахването на листа. Чистата скорост на отстраняване на листа от опитен работник в близко бъдеще определено ще остане ненадмината, но ако говорим за производителност на седмица и например задачата за дезинфекция на нож при преминаване от растение към растение, тогава тук роботът може да надмине човек. Известен е един прототип на този робот, работата по него се извършва повече от 10 години и въпреки напредъка в условията на тестови оранжерии, пазарното решение все още не е готово.



Фиг. 3. Робот прибира готова продукция

- Робот за събиране на реколтата (Фиг. 3), предназначен да помогне директно при събирането на реколтата. Има повече от пет прототипа на подобни роботи, всеки от които е специализиран в различна култура. Както в случая с робот-резбар, тези роботи са по-ниски по скорост от хората, но залогът е върху възможността за денонощна работа. Досега

нито един от известните прототипи, които се разработват в момента, не включва замяна един в един на настоящите роли на хората в оранжерията. Това предполага, че роботите в оранжерийното зеленчукопроизводство, ако могат да променят състава и принципа на работа, няма да заменят хората напълно дори в отделна зона.

Едно от последните проучвания тази година сред американските фермери, отглеждащи зеленчукови и овощни култури, относно използването на цифрови технологии в практическата работа, даде такива резултати представени на Фиг. 4.



Фиг. 4. Използване на цифровите технологии в сегмента на зеленчукопроизводството

Технологиите за прецизно земеделие предлагат потенциално решение на проблемите на продоволствената сигурност и опазването на околната среда, но те ще бъдат успешни само ако бъдат приети от фермерите. Различни технологии като множество сензори и мобилни приложения, анализ на големи данни и редактиране на генома въз основа на натрупаните данни могат да се използват за прилагане на точни земеделски практики по различни начини, като се има предвид, че те осигуряват по-голяма точност при вземането на решения на практика. Прецизното земеделие комбинира селскостопанско оборудване със софтуерни платформи, които проследяват данните в зеленчукопроизводството и позволяват анализ на почвените и климатичните условия на определено място, за да предоставят съвети на производителите относно избора на семена, точното прилагане на пестициди и торове. Липсата на актуална информация, комуникация и финансова подкрепа са някои от факторите, които могат да попречат на прилагането на прецизно земеделие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прецизното земеделие предлага потенциални решения на проблемите на продоволствената сигурност и опазването на околната среда, но успехът му зависи от приемането от зеленчукопроизводителите. Липсата на актуална информация и финансова подкрепа могат да възпрепятстват прилагането му.

Тази статия представя детайлен преглед на използването на цифрови технологии в зеленчукопроизводството, като акцентира върху предизвикателствата и възможностите за бъдещо развитие в сектора.

ЛИТЕРАТУРА

- Станчев С. 2024. Роботизирана борба с плевелите, световния опит, сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 26.09 – 27.09.2024, с. 89-98, изд. „Авангард прима“, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org/доклади/>.
- Станчев С. 2024. Обзор на световния пазар на безпилотните апарати и тяхното значение за земеделието, сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 26.09 – 27.09.2024, с. 81-88, изд. „Авангард прима“, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org/доклади/>.
- Станчев С. 2024. Машини и технологично обезпечение в земеделието., сборник научни трудове от XXVIII Национален форум с международно участие „Състояние и перспективи за развитието равнището на качеството на дисертационните изливания“ 11.09-12.07.2024 г. с. 65-73, изд. „Авангард прима“, София. ISSN 2815-4096 (print), ISSN 2815-410X (cd-rom), <https://sskb.org/доклади/>.
- Станчев С. 2023. Използване на технологията на изкуствения интелект в земеделието, сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 23.10 – 24.10.2023, с. 53-58, изд. „Авангард прима“, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org/доклади/>.
- Станчев С. 2023. Проблеми и перспективи при внедряването на роботи и изкуствен интелект в земеделието, сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 23.10 – 24.10.2023, с. 59-64, изд. „Авангард прима“, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org/доклади/>.
- Станчев С. 2023. Роботизирано бране на ягоди и обзор на световния пазар на роботи, сборник научни трудове от XXXII Международна научна конференция за млади учени 2023, 05.10 – 06.10.2023, с.178-185, изд. „Авангард прима“, гр. Благоевград. ISSN 2603-4379 (cd-rom), ISSN 1314-4669 (print), <https://sskb.org/доклади/>.
- Станчев С. 2023. Цифрови технологии в земеделието, сборник научни трудове от XXXII Международна научна конференция за млади учени 2023, 05.10 – 06.10.2023, с. 174-177, изд. „Авангард прима“, Благоевград. ISSN 2603-4379 (cd-rom), ISSN 1314-4669 (print), <https://sskb.org/доклади/>.
- Finger R., Swinton S.M., El Benni N., Walter A. 2013. Precision farming at the Nexus of agricultural production and the environment. *Annual Review of Resource Economics*. 11(1):313–335.
- Hickey L.T., Robinson A.N.H., Jackson H., Leal-Bertioli S.A., Tester S.C.M., Gao M., Wulff B.B.H. 2019. Breeding crops to feed 10 billion. *Nat Biotechnol*. 37(7):744–754.
- Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N. 2017. Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. 114(24):6148–6150.
- Groher T., Heitkämper K., Walter A., Liebisch F., Umstätter C. 2020. Status quo of adoption of precision agriculture enabling technologies in Swiss plant production. *Precision Agriculture*. 21(6):1327–1350.
- Ayerdi Gotor A., Marraccini E., Leclercq C., Scheurer O. 2019. Precision farming uses typology in arable crop-oriented farms in northern France. *Precision Agriculture*. 21(1):131–146.
- Barnes A.P., Soto I., Eory V., Beck B., Balafoutis A., Sánchez B., GómezBarbero M. 2019. Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers. *Land Use Policy*. (80):163–174.
- Lowenberg-DeBoer J., Erickson B. 2019. How does European adoption of precision agriculture compare to worldwide trends? In J.V. Stafford (Ed.), *Precision agriculture* 19. Wageningen Academic Publishers.
- European Commission. 2022. „Funding Opportunities for Smart Agriculture in the EU“. European Union Publications Office.
- <http://www.usyd.edu.au/agriculture/acpa>
- <http://www.cranfield.ac.uk/sas/naturalresources/index.html>
- <http://www.agriculture.purdue.edu/ssmc>
- <http://www.bae.ksu.edu/precisionag>

РОБОТИЗИРАНИ СИСТЕМИ В ЗЕЛЕНЧУКОПРОИЗВОДСТВОТО

Станислав Станчев

Институт по почвознание, агротехнологии и защита на растенията „Никола Пушкин“
Селскостопанска академия

Абстракт: Настоящата статия предоставя полезна информация относно роботизирани системи в зеленчукопроизводството, технологиите за прецизно земеделие, насоките на дигиталната трансформация и устройството на интелигентни оранжерии. Селскостопанската индустрия претърпява значителни подобрения през последните години. Внедряването на агроботи облекчава организацията на работа на фермерите, подпомага засаждането на култури, поливането и прибирането на реколтата. Използването на селскостопански роботи намалява необходимостта от ръчен труд и увеличава производителността на работниците в зеленчукопроизводството.

Ключови думи: зеленчукопроизводство, дигитализация селскостопански роботи, прецизно земеделие, интелигентни оранжерии.

ВИДОВЕ СЕЛСКОСТОПАНСКИ РОБОТИ

Селскостопанската роботика включва логическото разпространение на автоматизирани технологии в биосистеми като земеделие, оранжерии, горско стопанство, риболов и градинарство.

Това е просто замяна на всяка конвенционална селскостопанска техника с високоефективни машини, изпълняващи същите задачи. Селскостопанските роботи се прилагат в различни направления. Някои от тези направления включват прибиране на реколтата и борба с плевелите и много други операции за замяна на ръчния труд.

Роботите, които са разработени са:

- летящ робот;
- мобилен робот;
- Деметра;
- робот-лесовъд.

Механичните компоненти включват крайник за конкретната операция, захващач и манипулатор.

Манипулаторът е проектиран да изпълнява задача, която осигурява необходимите движения за повишаване на икономическата ефективност. Крайника за конкретната операция е разположен в края на манипулатора и изпълнява няколко специфични работни функции като прибиране на реколтата.

Роботи използвани в зеленчукопроизводството и техните специфични функции.

1. Роботи за засяване.

Роботите за засяване на семена са идеалното решение за отглеждане на култури на големи масиви. Крайният резултат е спестяване на време и намаляване на производствените разходи.

Някои селскостопански роботи работят съвместно с градинарите, за посяване на семена. Други се програмират, при използване на технологията на GPS за автономно посяване на семената. Например, робота с марка RoboWeeder2 може точно да посява семена с висока скорост от 0.16 хектара на час.

2. Роботи за поливане на зеленчуци.

Роботите намаляват трудностите, свързани с поливането на площите със зеленчуци.

Премахва се възможността за наводняване на масивите със зеленчуци, което води до тяхното загниване. Някои видови зеленчуци се нуждаят от определено количество вода всеки ден и роботите могат ефективно да изпълняват тази задача. Повечето роботи в зеленчукопроизводството използват сензори за влага в почвата, за да определят кога и къде растенията се нуждаят от поливане. Това дава възможност за съставяне и управление на графици за поливане и автоматично коригиране съгласно измененията в метеорологичните условия. Зеленчукопроизводителите не трябва да се притесняват от недостатъчно или прекомерно поливане на зеленчуците.



Фиг. 1. Робот контролиращ поливния режим

3. Роботи за борба с плевелите при зеленчуците.



Фиг. 2. Робот премахващ плевели

Премахването на плевелите от масивите със зеленчуци е скъпо начинание, тъй като изисква много труд и работна ръка, което води в дългосрочен план на намаляване на ресурсите и печалбите на зеленчукопроизводителя. Фермерите могат да използват роботи, за да изпълнят задачата за премахване на плевелите.

Екип роботите които са предназначени да премахват плевелите от полетата на зеленчукопроизводителя, за подготвяне почвата за отглеждане на култури. Те са програмирани да плевят, без да нараняват близките зеленчуци при използване на и технология GPS и сензори за зрение за различаване на зеленчуците от плевелите.

4. Роботи за бране на зеленчуци.

Прибирането на реколтата е досаден процес в зеленчукопроизводство. Някои роботи могат да работят без човешка намеса за прибиране на реколтата. Например, роботизираните манипулатори са предназначени да работят в зеленчуковите масиви за бране на готовата продукция на база сложен софтуер с усъвършенствани алгоритми и камери, те могат да идентифицират готовите зеленчуци. Роботи за прибиране на зеленчуците събират информация за културите, която помага на зеленчукопроизводителя за установяване на добивите, събраната информация е необходима за използване в следващите години.



Фиг. 3. Робот прибиращ готова продукция

ОСНОВНИТЕ ПРЕДИМСТВА НА ИЗПОЛЗВАНЕТО НА РОБОТИ В ЗЕЛЕНЧУКОПРОИЗВОДСТВОТО

1. Намаляване на разходите за труд.

Роботите предлагат голямо предимство за намаляване на разходите за труд. Зеленчуковите полета са доста скъпи за управление, като се има предвид цената на реколтата, която зависи от пазара. По този начин използването на агроботи помага да се намалят разходите, свързани със зависимостта от работна ръка.

Броят на грешките намалява и роботите изпълняват задачи за по-кратко време при денонощен работен режим и маржа на печалбата се увеличава.

Например робот, използван във ферма от 0.4 хектара за производството на зеленчукови семена би изпълнил задачата три пъти по-бързо от 10 работници. За работа с робота са необходими само двама оператори, което елиминира човешкия труд и по този начин намалява разходите за труд.

2. Високи добиви от производството на зеленчуци.

Роботи гарантират на зеленчукопроизводителите по-добро качество на набраните зеленчуци и по-високи добиви. Необходимо е всяко засадено семе да прерасне в пълноценно растение при благоприятни условия, за увеличава добива, тъй като процеса на производство на зеленчуци е оптимизиран, за да осигури максимална производителност. В този случай роботите минимизират загубите и увеличават добивите.

3. Роботите в зеленчукопроизводството са компактни.

Роботите, използвани в зеленчукопроизводството са малки габарити в сравнение с традиционното селскостопанско оборудване за производството на зеленчуци. Зеленчукопроизводителите вземат предвид пространството за задачи и работното пространство на робота. Пространството на задачите е областта, в която се извършва операцията на робота. Роботизираната ръка има 6 степени на свобода (DOF); по този начин задачата „избор и поставяне“ ще изисква около 3 степени на свобода. От друга страна, работното пространство на робота показва наличните конфигурации на работното тяло. Роботизираната ръка има две или повече въртящи се панти, които могат да се движат свободно в диапазона от 0 до 360 градуса. Зеленчукопроизводителите с малки хектари земя вече не се нуждаят от големи движещи се земеделски машини. Роботите са многофункционални и намалени по размер. Те извършват селскостопанска работа, без да засягат близките растения.

4. По-малко грешки и липса на умора.

Роботите в зеленчукопроизводството нямат почивни дни, работят по-бързо и с по малко брак. Те работят с малко грешки, изпълнявайки брането с по-висока скорост и с по-високо качество. Те също така могат лесно да заобикалят скали, дървета, езера и други препятствия, без да увреждат реколтата.

Роботите в зеленчукопроизводството на еднакво разстояние засаждат на разсада от зеленчуци. Те определят количеството вода и пестициди, необходими за пръскане на нуждаещите места. Всичко това с минимални грешки води до по-високи добиви и висока ефективност.

5. Намаляване използването на препарати за растителна защита.

Роботите използвани в зеленчукопроизводството инжектират дозирани количества пестициди в засегнатите култури. Това помага да се намалят загубите, тъй като пестицидите се прилагат върху земеделски площи, които се нуждаят от третиране. Те приблизително намаляват употребата на пестициди в масивите с зеленчуци до 80%. Роботите предпазват хората от вредното въздействие на химикалите, ако се прилагат ръчно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Роботите представляват правилния избор за модерно зеленчукопроизводство, осигурявайки гъвкавост, точност и ефективност. Българските зеленчукопроизводители могат да се възползват от финансиране и субсидии от Европейския съюз и българското правителство за внедряване на нови технологии.

ЛИТЕРАТУРА

- Станчев С. 2024. Роботизирана борба с плевелите, световния опит. Сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 26.09 – 27.09.2024, с. 89-98, изд. „Авангард прима”, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org /доклади/>.
- Станчев С. 2024. Обзор на световния пазар на безпилотните апарати и тяхното значение за земеделието. Сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 26.09 – 27.09.2024, с. 81-88, изд. „Авангард прима”, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org /доклади/>.
- Станчев С. 2024. Машини и технологично обезпечение в земеделието. Сборник научни трудове от XXVIII Национален форум с международно участие „Състояние и перспективи за развитието равнището на качеството на дисертационните излизания” 11.09-12.07.2024 г. с. 65-73, изд. „Авангард прима”, София. ISSN 2815-4096 (print), ISSN 2815-410X (cd-rom), <https://sskb.org /доклади/>.
- Станчев С. 2023. Използване на технологията на изкуствения интелект в земеделието. сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 23.10 – 24.10.2023, с. 53-58, изд. „Авангард прима”, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org /доклади/>.
- Станчев С. 2023. Проблеми и перспективи при внедрението на работи и изкуствен интелект в земеделието, сборник научни трудове от XIII Международна научна конференция НАДЕЖДНОСТ И РИСК, 23.10 – 24.10.2023, с. 59-64, изд. „Авангард прима”, София. ISSN 2815-4118 (print), ISSN 2815-4126 (cd-rom), <https://sskb.org /доклади/>.
- Станчев С. 2023. Роботизирано бране на ягоди и обзор на световния пазар на работи, сборник научни трудове от XXXII Международна научна конференция за млади учени 2023, 05.10 – 06.10.2023, с.178-185, изд. „Авангард прима”, гр. Благоевград, ISSN 2603-4379 (cd-rom), ISSN 1314-4669 (print), <https://sskb.org /доклади/>.
- Станчев С. 2023. Цифрови технологии в земеделието, сборник научни трудове от XXXII Международна научна конференция за млади учени 2023, 05.10 – 06.10.2023, с. 174-177, изд. „Авангард прима”, гр. Благоевград, ISSN 2603-4379 (cd-rom), ISSN 1314-4669 (print), <https://sskb.org /доклади/>.
- European Commission. 2022. „Funding Opportunities for Smart Agriculture in the EU”. European Union Publications Office.
- Amatya S., Karkee M., Gongal A., Zhang Q., Whiting M. D. 2015. Detection of cherry tree branches with full foliage in planar architecture for automated sweet-cherry harvesting // Biosystems Engineering. No. 146. Pp. 3–15
- Dutta R., Smith D., Rawnsley R., Bishop-Hurle, G., Hills J., Timms G., Henry D. 2015. Dynamic cattle behavioural classification using supervised ensemble classifiers // Computers and Electronics in Agriculture. No. 111. Pp. 18–28.
- Mehdizadeh S., Behmanesh J., Khalili K. Using MARS, SVM, GEP and empirical equations for estimation of monthly <http://www.usyd.edu.au/agriculture/acpa>
- <http://www.cranfield.ac.uk/sas/naturalresources/index.html>
- <http://www.agriculture.purdue.edu/ssmc>
- <http://www.bae.ksu.edu/precisionag>
- <http://precisionag.osu.edu>

AVANT-GARDE MOVEMENT IN LANDSCAPE DESIGN

prof. d-r Vaska Sandeva

Faculty of Natural and Technical Sciences, University "Goce Delcev", Stip,
North Macedonia, vaska.sandeva@ugd.edu.mk

prof. d-r Katerina Despot

Faculty of Natural and Technical Sciences, University "Goce Delcev", Stip,
North Macedonia katerina.despot@ugd.edu.mk

Ass. d-r Viktorija Belakaposka Srpanova

Faculty of Medicine, Ss. Cyril and Methodius University, Skopje,
Republic of North Macedonia

ABSTRACT

The avant-garde movement in landscape design is an expression of revolutionary and innovative approach to the creation of spatial solutions. This movement uses different artistic techniques, shapes, colors and materials to create interesting and unique landscapes.

Landscape design refers to the profession that deals with the creation of spatial solutions for open spatial concepts of parks and gardens.

The avant-garde movement creates dynamic with art techniques where they produce revolutionary landscapes.

Landscape designers have an obligation to subtly educate society about the values of creating a striking and intuitive work. It is important for the designer to have something to say in his expression. Developing the concept of design that tends to become innovation is of great importance. The more the concept for landscape design is innovative; the chances of greater innovative visual interpretation rise. The success in interpretation of the concept in the work, largely depends on the talent of the designer.

KEYWORDS: landscape design, art, avant-garde, space, animal environment

....The phrase "IF NO ONE HAS DONE THIS, THEN I WILL" becomes one of the main slogans in the avant-garde.....

At the beginning of the 20th century, people had a great desire for new information and the need for answers to those questions: Who are we; What do we strive for; What impresses us? All existing opinions are being questioned, and the value of everything including moral norms and aesthetic values change depending on perception. New ideas arise in the mind of creative individuals in their hard-to-reach solitary side of consciousness, which the common man cannot understand.

That is why the avant-garde is a rebel of the time and culture in which it appears. Its appearance expresses and encourages thinking, in some anger, in others admiration, but one thing is clear - that it leaves no one indifferent and without a comment. It can also refer to the promotion of radical social reforms, one who leads in some idea or movement. The avant-garde as a term originates from the beginning of the 20th century, and translated in French, the vanguard is treated as an advanced unit. The term encompasses many individual, but inextricably linked artistic movements that flourished at that time – suprematism, constructivism, Russian futurism, cubofuturism and neo-primitivism, the basis of which is expressed creativity in art approach with a strong message.

The avant-garde represents breaking the boundaries of what is accepted as norm or as status quo, above all within cultural frameworks. The notion of existence of avant-garde is considered to denote modernism, as opposed to postmodernism. Many artists identify with the avant-garde, beginning with Dadaism through the Situationists, all the way to the post moderns artists since 1981.

The concept of avant-garde refers mostly to artists and thinkers whose works oppose mainstream cultural values and often have sharp social or political meanings. The term also

describes something that goes beyond the boundaries of what has already been experienced, the existing one and the one we are used to. It exists in order to deal with some kind of comment and conclusion to things, to think about why and how things are made like that and why do they exist as such. This term united all those bold and innovative trends that shocked the public and denied the classical tradition.

Every style, whether in art, design, fashion, or else, derives from the displeasure of the previous one, i.e.. with some developments in the society it self or in the world in general. Every beginning is difficult, and so it is with every breakthrough with a new form in space, new design, new figures and directions in art. They all encounter resistance in the beginning, until they set the new standards of the current lifestyle. They attack all the senses on the viewer, they awaken his feelings, his thoughts and they promote building an attitude, which is beyond the ordinary visual effects.

Major events affect every aspect of the world that we know, they affect lifestyle, art styles, habits, and they bring the appearance of AVANT-GRADE, which defies the current existing and accepted culture and breaks the established rules and norms of the culture. That is why the primary goal of the avant-garde is to shock the viewers, to awaken them and introduce them to new thoughts, questions and conclusions.

Landscape design refers to the profession that deals with the creation of spatial solutions for open spaces such as parks, gardens and other public spaces. The avant-garde movement in landscape design uses the avant-garde artistic techniques to create unique and revolutionary landscapes.

Space is everything that the eye in front of us sees, but also everything the thought can reach. In modern physics space is defined as a form of matter existence. Such a space becomes a unity with time and exists inseparably in the relative intensity of duration. It means that time-space should be understand as one term and not as two separate concepts – the time space continuum.



Figure 1. Avant-garde line in landscape design

Movement has become a part of space, and movement in space can be given only if the time component is included in the space, thus a new dimension would be added to the spatial concept. The ideal planning of the space can bring a balance between beauty and comfort.

The space must have a good sense of balance. Space is a complex phenomenon that is understood in different ways by different scientific fields. One of the divisions of space is according to its basic types, interior space and closed spatial concepts.

Space types are real spaces that can be described by geometric figures, such as lines and circles. In these spaces geometric manipulations such as translation, rotation and reflection can occur. Outer space refers to spaces that are not described by geometric figures, but have mathematical models, such as topology.

Topology refers to spaces that have some properties, regardless the concrete shape of the space. These properties can be described as topological invariants.

Open spatial concepts are modeled with spaces that are open, like infinite space is. In these spaces there are infinitely large areas or voids.

The decoration of the open spaces like plants, architectural and sculptural elements organized in specific artistic concepts, transform the space into an independent artistic composition. On the other hand, each such composition is an integral part of the whole volumetric spatial composition of the work.

When talking about one open space, we should first imagine it as a station, surrounded more or less by plant life, and its artistic form is shaped by the different elements of the composition.

Closed and semi-open spaces are presented primarily as plant compositions, and then depending on structural characteristics, we evaluate the external shape. It's not mandatory to use all of the considered species in terms of closed, semi-open and open spaces in one building. What species and how many of them should be included in the composition depends on the purpose of the object, the style, the artistic idea of the designer and etc. However, the selection of species and their number mainly depends on the following:

1. **The size of the total area, determined for the construction of forest, parks, or garden.** The vast territories allow to create large-scale closed, semi-open and open spaces, as well as to increase their number.

2. **The character of the terrain of the object.** Varied terrains offer limited possibilities for creating open spaces.

3. **The climatic conditions or the altitude of the region, where the architectural object should be built.** For example, in regions with a warm climate closed and open spaces should be taken into consideration, and the closed spaces should prevail, while open spaces should be lesser in number and size. To have equality between all of the parts, the different types of spaces should be connected into one indivisible whole. This can be achieved through proper architectural-planning solution of the terrain, mainly through laying out the streets and paths in such manner to create separate spaces and unified green system. The unity of the green system is achieved through the harmonious transfusion of closed and open spaces creating tree groups, single trees and shrubs, and by creating openings in the tree plantations. Any vast area that represents volume spatial composition with certain artistic characteristics is related to the concept of landscape.

The theory of avant-garde spatial concepts is a conceptual approach that aims to explore the unique relationship between space and avant-garde art expression. This theory aims to explain how space can influence the way avant-garde artists understand and express this artistic creation. Avant-garde artistic expression refers to art that is experimental, innovative and revolutionary. It can be creative reaction to various factors such as social, political and cultural changes. The theory of avant-garde spatial concepts focuses on how space can be used as a means of expressing avant-garde art creation. This theory explores the uniqueness of space as an inspiration for art and how space can be used to create new art.



Figure2. Avant-garde composition in terms of form and color

Avant-garde art often engages in landscape spatial concepts such as conceptual art, installation art and performance art. These concepts include art that is interactive, aggressive and which uses the landscape space as a mean to create innovative and revolutionary artistic expression. The theory of avant-garde landscape spatial concepts focuses on how space can affect art, but also how art can affect the space. This theory offers a new view into the world of art and design.

The avant-garde movement in landscape design is an expression of the revolutionary and innovative approach to the creation of spatial solutions. This movement uses different artistic techniques, shapes, colors, and materials to create interesting and unique landscapes.



Figure 3 and 4 Avant-garde sculptural forms in landscape design

Landscapes communal and health benefit

Health professionals should encourage their patients to become frequent users of gardens, green spaces, parks, and the open space in general. They should emphasise the potential benefits to patients' health, such as improvements in strength, balance, and dexterity. When appropriate, patients can be referred to local community and therapeutic gardening projects, where occupational therapists trained in horticulture help them to

manage and treat their medical issues. This is part of what has become known as social prescribing or community referral, which has the potential to improve the physical and mental health of the population by preventing illness or by ameliorating the effects of established disability. Gardens can also help to improve parity between the treatments for mental and physical disabilities. Both mental conditions, such as a post-traumatic stress disorder, and the effects of physical injuries can be improved, and there are opportunities to train for a new career in the expanding horticulture industry. Health professionals should encourage the development of gardens in hospitals, hospices, schools, and prisons. They should try to influence the design of new health service buildings by insisting that there are views of outside nature from every patient and staff room, and by placing internal plants in atria, communal areas, surgeries, clinics, and staff rooms, even if they are misguidedly banned from wards. Even window boxes and balconies can be used. Health professionals should also encourage the teaching of the skills and benefits of gardening in schools. In addition, health professionals should encourage local authorities to plant more trees; the Greater London Authority alone plans to plant two million more trees by 2025. Green spaces, parks, gardens, and allotments will improve the environment, particularly where gardens are in short supply, as in deprived urban areas. Despite the apparent density of buildings in our towns, they do contain gardens and green areas. Even in the most crowded cities, such as New York and Singapore, roof gardens, green walls and hanging containers are popular. A well-kept local environment improves local pride and can reduce crime and social isolation. Urban planners must be convinced of the importance of including green space.

Why spending time in urban landscapes seem to be so beneficial to health? It combines physical activity with social interaction and exposure to nature and sunlight. Sunlight lowers blood pressure as well as increasing vitamin D levels in the summer. Spending time or even working in the garden restores dexterity and strength, and the aerobic exercise that is involved can easily use the same number of calories as might be expended in a gym. The social interaction provided by communal and therapeutic garden projects for those with learning disabilities and poor mental health can counteract social isolation. Furthermore, it has also been reported that the social benefits of such activities can delay the symptoms of dementia (an effect that might be partly due to the beneficial effects of the physical activity). Patients who are recovering from myocardial infarction or stroke find that exercise in a garden, using constraint therapy of a paretic limb, for example, is more effective, enjoyable, and sustainable than therapy in formal exercise settings. Intelligent Health points out that the pandemic of physical inactivity is the fourth leading cause of premature death and contributes to preventable physical and mental disorders. Regular moderate intensity exercise may reduce the risk of dementia, mental health problems, cardiovascular disease, diabetes, and cancer of the breast and colon, it enhances self-esteem and alters the EEG. Similarly, moderate exercise in leisure time is associated with increased longevity, regardless of weight, particularly if combined with exposure to natural scenes, although some studies have suggested that exercise declines with reduced cognition, a reverse causation bias. Thankfully, high intensity exercise is not needed to obtain these benefits, which is perhaps as well given that the uptake of cycling- and gym-based exercise is poor in the older population, and that these activities can be expensive. Gardening or simply walking through green spaces could therefore be important in preventing and treating ill health. Few complementary therapies have been convincingly shown to be effective, but gardening and nature, which are alternative therapies, offer a proven, cheap, and nearly universally available means to improve the nation's health. Although there is evidence that knitting can also help!

Without nature preservation and transformation, the further society's existence is impossible. But by transforming nature, its generating force can not be weakened. Only the creative transformation of nature is a way of revealing the essential forces of a man, the realization of his nature, potential and culture. The love to nature and the creative transformation allow harmonizing the relationship between man and nature. The

environmental aspect of creative transformation aims to harmoniously integrate human cultural activities into the natural environment

CONCLUSION

Good and successful design starts with a great concept. What happens if there is vision which is of crucial importance to the designer, the Designer must know the process of creation and the concept. The solution can be perfectly shaped but if there is no message i.e. if it does not communicate with the users of the right way the concept of the avant-garde movement will not be successful to meet the needs of the target group. One of the most accurate and durable definition of design is that design is the shaping of the environment that meets human needs. The key word of the definition is need. Only the design that analyzes the life of the modern man and the need of the users and tries to satisfy these needs is a design in its true form.

Avant-garde is something new, something innovative and unprecedented. Maybe things that were considered avant-garde and strange two or three decades ago are accepted today as completely normal ways of functioning in today's way of life and in today's organization of society.

The avant-garde is opposite from mass culture and mainstream culture accepted and approved by most people. Avant-garde is supported and developed mostly by a small group of people or movements but still manages to awaken different people and shape their feelings, attitudes, and ways of thinking.

Landscape design as a mixture of art, knowledge, emotion, and his comprehensive essential and natural knowledge our future depends on the use of landscape concepts. Although as a designer means to be primarily educated, every creative person is a designer for himself and his environment.

As long as humanity exists, designs will be created. Therefore, necessary is to create art it is not the result of satisfaction, if we are satisfied with all around us there will be no need for new and avant-garde creations. Besides our individual needs, that is, all living beings merge into one thing that is, the need for nature.

REFERENCES

1. Dovey, K., 1999. Framing Places. London&NY: Routledge.
2. Dovey, K., 2010. Becoming Places: Urbanism/Architecture/Identity/Power. London&NY: Routledge.
3. Erik, A.N. and Ödken, A., 2008. EkranveYer: Uzamsallıkve 1990'lardan Sonra
4. SanatÜretimi. itüdergisi/b sosyalbilimler, 5(1), pp.11-19.
5. Despot, Katerina and Sandeva, Vaska correlated with Scandinavian modernism. ISSN1314-9253
6. Despot, Katerina and Sandeva, Vaska interior. Characteristics of Textile applied ancient element furniture in the (2014)
7. Dumas, Angela [1988] in Organization Transition and Innovative Design in Clarke
8. Sowah D, Fan X, Dennett L, Hagtvedt R, Straube S. Vitamin D levels and deficiency with different occupations: a systematic review. *BMC Public Health* 2017; 17: 519.
9. Sparling PB, Howard BJ, Dunstan DW, Owen N. Recommendations for physical activity in older adults. *BMJ* 2015; 350: h100.
10. NICE. *Mental wellbeing in over 65s: occupational therapy and physical activity interventions*. NICE public health guideline 16, 2008. www.nice.org.uk/guidance/ph16 [Accessed 29 March 2018].
11. Legg L, Drummond A, Leonardi-Bee J, et al. Occupational therapy for patients with problems in personal activities of daily living after stroke: systematic review of randomized trials. *BMJ* 2007; 335: 922–5.

ACCESSIBLE URBAN SPACE – CASE STUDY OF THE CITY OF SH TIP

Vladica Nikolovska

Faculty of Natural and Technical Sciences,
University "Goce Delcev", Stip, North Macedonia

prof. d-r Vaska Sandeva

Faculty of Natural and Technical Sciences,
University "Goce Delcev", Stip, North Macedonia

vaska.sandeva@ugd.edu.mk

prof. d-r Katerina Despot

Faculty of Natural and Technical Sciences,
University "Goce Delcev", Stip, North Macedonia katerina.despot@ugd.edu.mk

ABSTRACT

Accessibility and mobility in the urban environment are dictated by the design and location of facilities and road infrastructure. Urban space planning is a very important segment in modern society in the direction of creating an inclusive environment. The daily movements of people take place within that space, so accessibility is analyzed here in terms of the ability to get from one location to another, facing architectural barriers, access to pedestrian and transport systems. In that context, barriers include absence of parking place with special purpose, low-floor buses, sloping curbs, lighting, audio and visual information and road signs.

This paper provides a brief overview of the elements of accessibility in urban space, their implementation and location problems, through an analysis of a part of the city of Shtip. The purpose of this paper is to give recommendations for the improvement of the urban space in terms of architectural accessibility and inclusive planning.

INTRODUCTION

One of the main human needs is free and unhindered movement within urban space and in the buildings, that is, in the entire built environment. Creating urban environments that prioritize accessibility and diversity is essential to fostering inclusive communities and ensuring equal opportunities for all residents. The way cities facilitate accessibility through their urban forms and transportation systems has a direct impact on human well-being. Inclusive urban planning strategies cover a range of activities, from community engagement and participatory design to inclusive infrastructure and transport planning.

Planning urban environments that meet the need for free movement of people with disabilities is one of the main goals of modern society today. The development of urban areas in the past and today moves in a very different way, but always with the same goal, facilitating people's needs and enabling free manipulation in space. Although in the past awareness of the needs of people with disabilities, as a vulnerable category, which is limited in movement within the entire built environment, was at a very low level, today that topic is more and more relevant and is supported by legal regulations and already implemented practices to improve accessibility and overcome architectural barriers.

By 2050, an estimated 6.25 billion people are expected to live in urban centers. Urbanization has the potential to be a driver for achieving sustainable and inclusive development for all. The current lack of accessibility that people face within the built space is a major challenge today. (United Nations, Good Practices of Accessible Urban Development, 2016)

BUILT PHYSICAL ENVIRONMENT

Looking at architecture as a field that deals with the shaping of space for people's needs, we see the connection of accessibility with architecture. The architect and urban planner, with his professional abilities, during the design process, should anticipate accessibility problems and find an appropriate solution for creating an accessible space or facility. Overcoming existing architectural barriers in the built environment is a challenge for any modern society.

Meeting the needs for a sustainable and inclusive urban environment requires strong commitments including regulatory norms and standards, planning an access based on the principles of universal design, locating necessary resources and engagement of all community members, including persons with disabilities.

In Macedonian legislation, accessibility and availability in the physical environment is regulated by several laws. The *Law on construction*¹ regulates the right to physical accessibility and availability to public facilities and public areas. Article 11, paragraph 1 of the same law, indicates that: „*building for public and business purposes and buildings with the purpose of housing in residential buildings, as well as buildings with residential and business purposes must be designed and built so that the persons with disability will allow them unhindered access, movement, stay and work to and in the building.*” In addition to the new amendments to the *Law on construction*², article 11, paragraph 3, re-regulates the issue of accessibility and availability of public areas by designing and placing footpaths for the movement of persons with physical disabilities and persons with visual impairment. (Попоска Ж., 2015)

The right to parking spaces is regulated by the *Rulebook on Standards and Norms for Urban Planning*, which stipulates that “3% of group parking spaces shall be provided for the „disabled” while parking spaces with less than 20 spaces are provided with at least one parking space for the disabled. The parking place for the disabled is located and clearly marked closest to the entrance of the building and to the pedestrian area”.

Within the same Rulebook, Article 76 defines the characteristics that pedestrian paths, sidewalks and squares should have. To overcome height differences, ramps with appropriate slopes must be provided.

In addition to the existing legislation and policies, the conducted research shows that people with disabilities within our country, however, feel limited in the ability to move through city streets (61%), in access to and in public facilities (52%), toilets (65%) and services (74%). (Копобар Б., 2006)

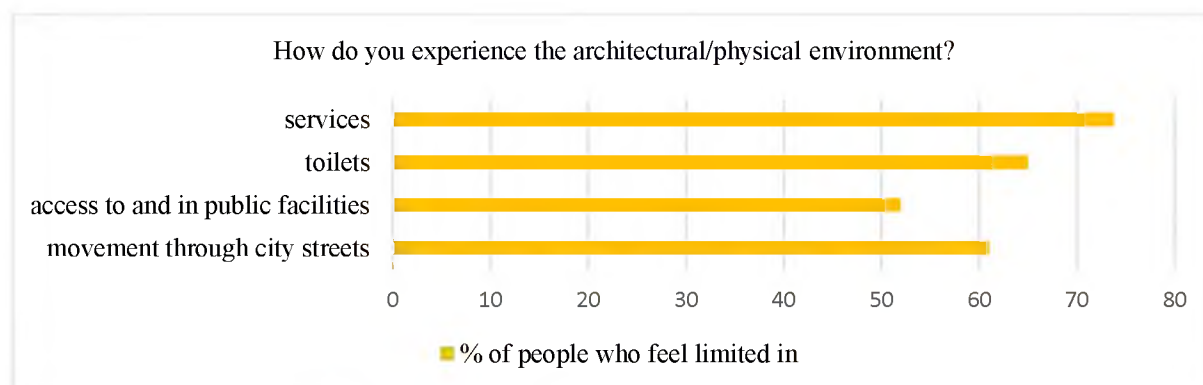


Chart 1. Graphic display of a survey conducted by “Polio Plus”, February 2006 Skopje;

¹ Закон за градење (Сл.весник на РМ бр. 130/09, 124/10, 18/11, 36/11, 54/11, 13/12, 144/12, 25/13, 79/13), член 11, став 1

² Закон за изменување и дополнување на законот за градење (Сл.весник на РМ бр.115/14), член 11, став 3

INCLUSIVE ENVIRONMENT AND UNIVERSAL DESIGN

Inclusion develops by increasing the rise in participation of the number of people with different individual preferences and is constantly growing. It means the development of the community in a broader sense, where the conditions in the entire community are promoted through the cooperation of several entities. Inclusion is achieved through three interrelated dimensions, namely, creating an inclusive culture, creating an inclusive policy and implementing an inclusive practice. (Booth T., 2002)

Inclusive urban planning strategies aim to create cities that embrace and support people's diversity, fostering a sense of belonging and inclusion for all. This includes designing infrastructure to be adapted for free movement and manipulation by individuals of different abilities and ages. This can be achieved by implementing the principles of universal design in urban space planning, which will enable equal access to necessities and comforts to all individuals within a society.

The definition of universal design is included in the text of the United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities. In that text, universal design is defined as the design of products, environments, programs, or services for use by all people to the greatest extent possible, without the need for customization or specialized design. (United Nations, Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol, 2006) Although there are more terms and definitions related to universal design, the goal is the same, to make the world around us as accessible as possible for the largest group of users.

The main goal of universal design in architecture is to create objects and urban environments that will be in accordance with human dimensions, provide comfort in use, understandable use, a healthy environment, and a sense of social integration to all people equally. Some characteristic architectural elements that can be included in universal design are access ramps, lowered curbs, automated doors, elevators. In this way, universal design tries to make the built environment more accessible and functional for the whole community.

Very often, when it comes to disability, only people with physical or mental disabilities are thought of, but when talking about accessible architecture and an accessible built urban environment, the structure of the population that is limited by its physical abilities must also be taken into account, for example the age group, as well as a temporary condition in a different period of a person's life when he feels limited in movement. Considering the different needs and preferences of people in a society, a major aspect of inclusive urban planning is community engagement. It involves the active involvement of all community members in making decisions, enabling them to contribute their insights and perspectives to the development of urban design.

Considering the impact of built environments on social equity is imperative in the pursuit of creating inclusive and accessible urban spaces for all members in a modern society. The implementation of universal design aims to address the needs of individuals in all areas of life, ensuring that no one is marginalized or excluded due to physical, social or economic barriers.

In this context, it is important to involve the entire community in overcoming the challenges of architectural barriers and adapting the urban space to the needs of all its members equally. This approach will enable them to actively participate and advance in society.

ANALYSIS ON THE URBAN PART OF THE CITY OF SHTIP

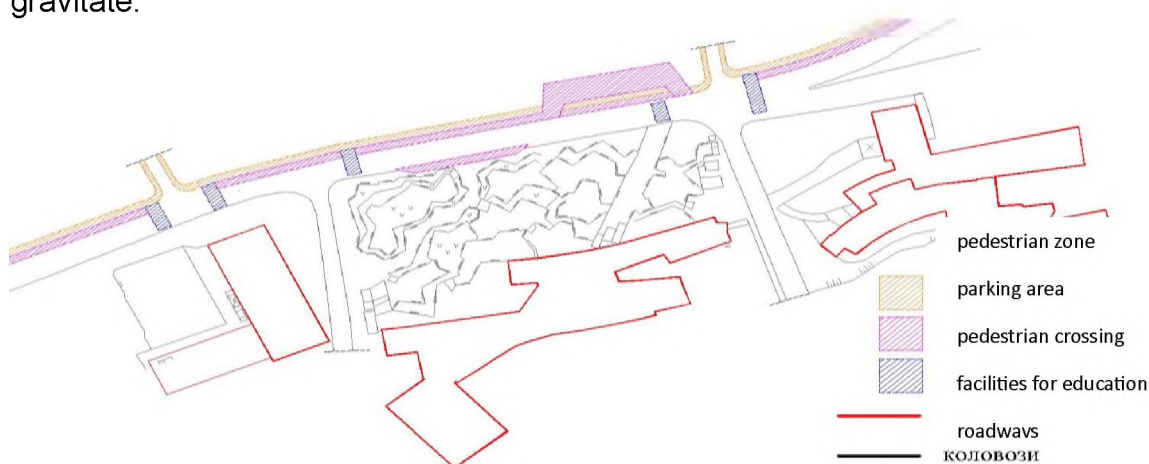
The key challenges in overcoming architectural barriers in urban space mainly relate to the lack of awareness and understanding of the real problems of accessibility and diversity, financial limitations, limited regulatory support, resistance to changes and insufficient involvement of concerned parties.



Picture 1. Map of the analyzed part of the city of Shtip

In this context, an analysis was made of a part of the urban area of the city of Shtip in terms of the accessibility of the urban space, which includes part of the course of the Otinja river, where are located three schools (one primary and two secondary schools).

The accessibility of the urban space in this part of the city has been analyzed in terms of footpaths, sidewalks, ramps for overcoming height differences, audio and light signaling and access to the school yard. This location is the subject of analysis because it is one of the most frequented parts of the city of Shtip, located in the very center, where a large number of people of different ages and with different abilities gravitate.



Picture 2. Map of the zones of an analyzed part of the city of Shtip

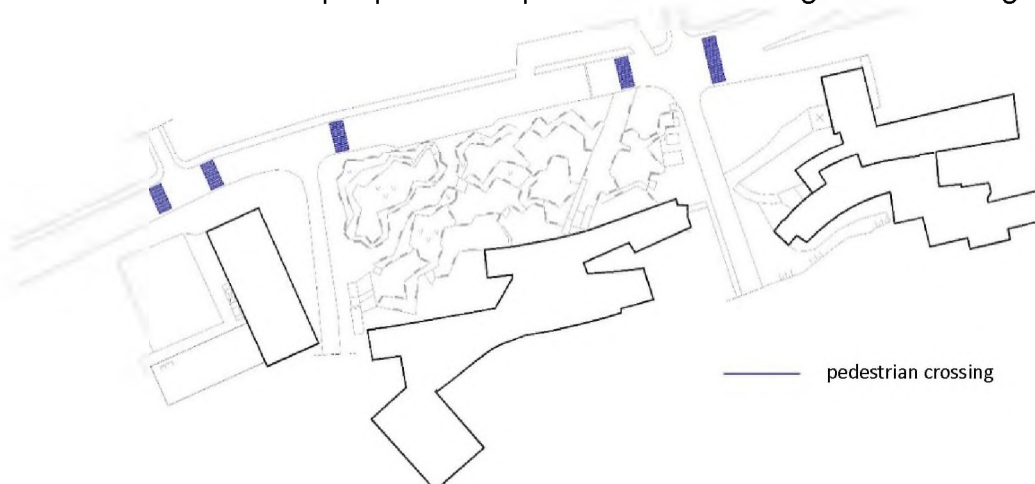
In this part of the city, footpaths and sidewalks are provided for the movement of pedestrians, which have a non-slip and flat surface, with a continuous level, but with existing level differences in the transition between the roadway, sidewalk, and access to the school yard. Within the pedestrian zone, urban equipment (trash bins, billboards and information boards) has been placed that do not obstruct the

movement of people. On the sidewalk itself, there is urban greenery (tree line) that partially meets the requirements of the *Rulebook on Standards and Norms for Urban Planning, Article 80*, with places for seedlings in a square shape whose horizontal protection is not at the same level as the pedestrian area, such as is provided by law. It is one of the architectural barriers located within the analyzed urban space, which represents a problem for free and unhindered movement in that part of the city.



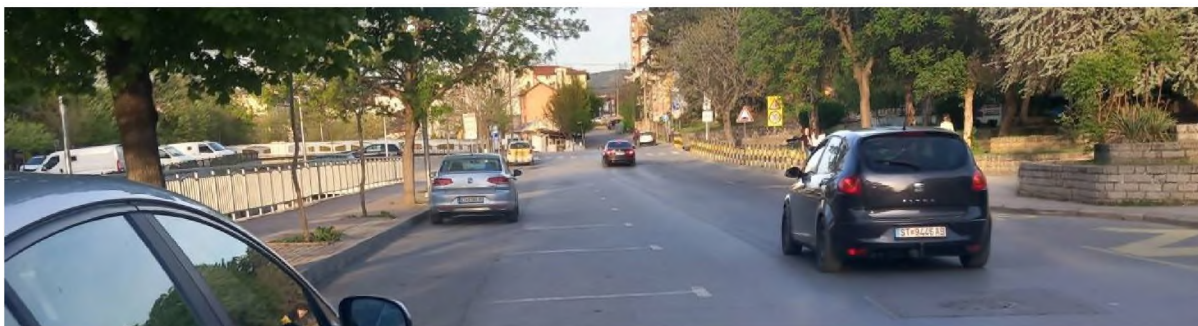
Picture 3. Pictures of the analyzed part of the city of Shtip

To slow down the traffic, there is one transverse obstacle on the roadway in front of the elementary school to slow down the speed of movement of vehicles in that section, in order to increase the safety of children when crossing the roadway. For the movement of pedestrians across the roadway, several pedestrian crossings have been installed that meet the needs of people who use this part of the city as pedestrians. To increase the inclusiveness of this urban space and increase the level of accessibility for people with different abilities, there is a lack of auditory and light traffic signs that would meet the needs of people with impaired or reduced sight and hearing.

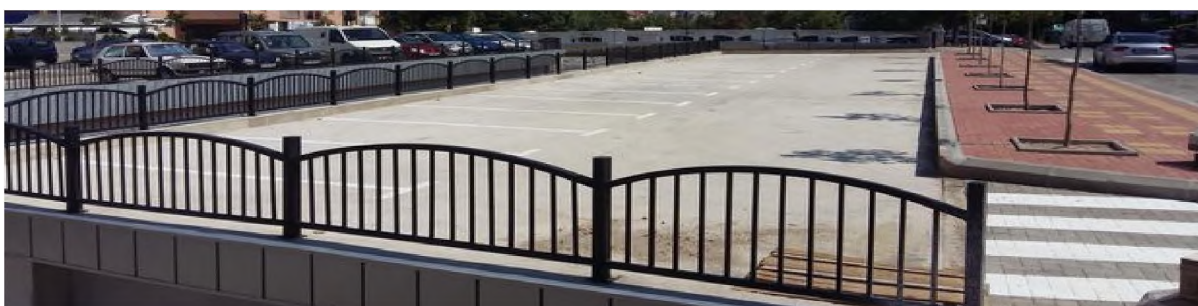


Picture 4. Map of pedestrian crossings in the analyzed part of the city of Shtip

Except pedestrian zones, parking zones are also located in this urban space, next to the roadway and on a platform specially built for that purpose. This satisfies the growing need for parking spaces around schools. In addition to public parking lots, there is also a bus stop for temporarily stopping vehicles for transporting students and passengers from intercity transport.



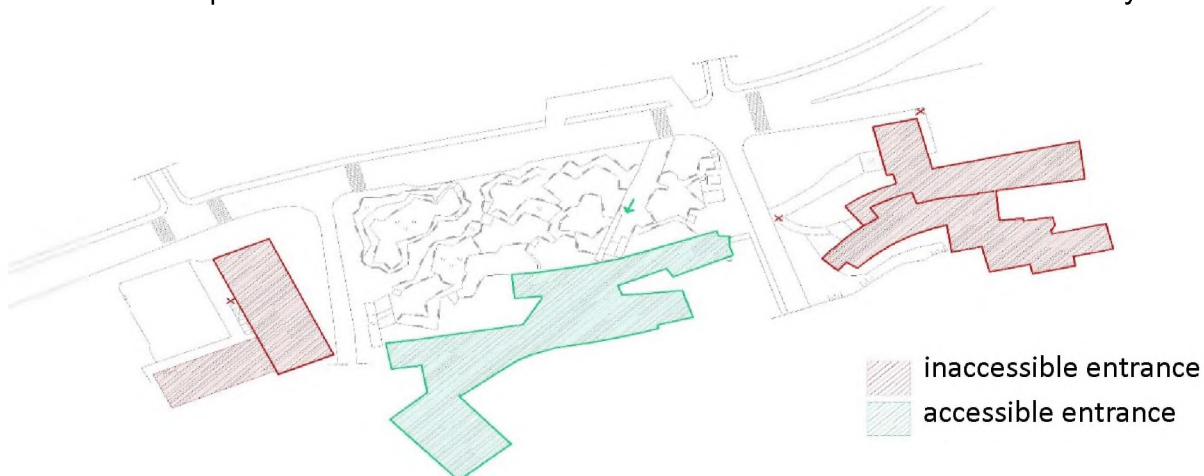
Picture 5. Picture of the analyzed part of the city of Shtip



Picture 6. Picture of parking platform from the analyzed part of the city of Shtip

The analysis of the parking zone from the aspect of accessibility and inclusive urban planning shows that there is a lack of parking spaces for people with disabilities, as provided for in the legislation (cited in the text above).

In the urban area where the analysis was made, a lack of ramps to overcome the existing level differences between the sidewalks and the roadway was noticed. This segment concerns all people who face physical disabilities and are wheelchair users, as well as parents with baby strollers, the old people and all those who feel restricted in their movement in this part of the city. This element of accessibility in the analyzed urban space is partially implemented in places where there are pedestrian crossings, which is in accordance with Article 193 of the Urban Planning Rulebook. The implementation of this element of accessibility is carried out by placing slanted curbs that are performed without vertical unevenness to the level of the roadway.



Picture 7. Map of accessibility of public facilities in the analyzed part of the city of Shtip



Picture 8. Picture of accessibility of public facilities in the analyzed part of the city of Shtip

In terms of accessibility to buildings for public use from the Rulebook on Urban Planning, Article 190, which also includes the schools that are part of the analyzed part of the city of Shtip, it is provided that *"access ramps should be built for height control of uneven surfaces for communication at the entrances of the buildings"*, with a minimum width of the ramps of 120 cm. (Сл. весник на РСМ бр. 225, 2020) In this context, the analysis shows that the primary school has been adapted to improve accessibility to the facility itself, but this is not the case in the two secondary schools, where access is provided through stairs leading to the main entrance, which makes them completely inaccessible for people with disabilities or persons with limited mobility.

STRATEGIES FOR OVERCOMING PROBLEMS

Overcoming accessibility problems in urban areas requires the engagement of the entire society in overcoming existing problems and creating an inclusive built environment. This can be achieved by implementing awareness-raising campaigns and educational programs within the framework of urban planning education from that aspect, financial resources for integrating effective inclusive design solutions, cooperation with various associations and organizations for the needs and requirements of people with disabilities and inclusion of all individuals to encourage a collective commitment to create an inclusive environment.

Inclusive urban spaces should be accessible and usable for all people with different abilities, that is, they should respond to the needs of different groups in society, such as people with disabilities, the old people, children, and people with temporary movement restrictions. For this purpose, it is necessary to integrate universal solutions that allow equal access and design for all. From that aspect, it is important to implement the principles of universal design in the process of designing and planning the entire built environment. This includes barrier-free urban space, clear walkways, entrances, seating, signage, and comfort that will allow free and unobstructed use of urban space by all persons equally.

In the implementation of such practices, the role of architects and urban planners is important, who with their professional engagement can improve the urban space from that aspect, by implementing the principles of universal design, i.e. building ramps, placing sloping curbs, placing tactile paths, placing of adapted urban equipment, construction of inclusive playgrounds and installation of appropriate signage that will improve the orientation and accessibility of the urban environment.

Urbanization in recent years has led to a significant increase in the percentage of constructed areas with visible neglect of green areas. Today's practice shows that green areas are not a priority of investor urbanism, where plans for greening are not

realized, and existing fragments of greenery are not properly maintained. From that aspect, in every modern urban environment, it is important to plan and implement the largest possible green area, which will increase the comfort and aesthetic value of the urban space, and at the same time will contribute to an ecologically sustainable environment and environmental protection. Urban greenery is an important catalyst for local climate and air pollution levels.

CONCLUSION

Accessibility can be viewed from two angles, the easy way people can get to certain places or opportunities, or the characteristic of places and opportunities in terms of how easily they can be reached. The accessibility of urban space plays a fundamental role in shaping the environment that directly affects people's ability to move to reach their jobs, schools and homes.

The development of technology and social attitudes are the main drivers of the idea of inclusiveness in future urban planning and architectural design. Inclusive urban planning is conditioned by the engagement of the community in the planning process, the inclusion of different members in planning, integrating sustainable infrastructure, implementing new technologies and practices to create ecological spaces accessible to all.

These factors provide an opportunity to transform the way of approach in arranging the urban space, laying the foundation for the creation of an inclusive modern society, in which there are no restrictions on the mobility of all its members equally. The shaping of the built environment and buildings without architectural barriers are a theoretically complex but possible concept, in contrast to its implementation, where a bigger problem can be noticed. Perhaps those adaptations and deviations from the traditional can be an obstacle to the rapid integration of the concept of accessibility in society today. That is why it is extremely important to raise awareness of accessibility in the built environment among all relevant instances, and especially awareness of the huge number of people affected by this problem, so that solutions would be more easily accepted and implemented.

REFERENCES

1. Booth T., A. M. (2002). *Index for Inclusion: developing learning and participation in schools*. CSIE .
2. United Nations. (2006). *Convention on the Rights of Persons with Disabilities and Optional Protocol*.
3. United Nations. (2016). *Good Practices of Accessible Urban Development*. Department of Economic and Social Affairs.
4. Коробар В., П. Д. (2006). *ПРИСТАПНОСТ - Прирачник за обезбедување непречен пристап до отворените простори и до објектите*. Скопје: Полиоплус.
5. Попоска Ж., Ш. З. (2015). *Холистички извештај за лицата со попреченост во Република Македонија*. Скопје: Слушнете го нашиот глас.
6. Сл. весник на РМ бр. 70/13 79/13 137/13 163/13 27/14 28/14 42/14 115/14 149/14 187/14 44/15 129/15 129-2/15 217/15 226/15 30/16 31/16 39/16 71/16 132/16 35/18 64/18 168/18 18/20 279/20 227/22. (н.д.). *Закон за градење*.
7. Сл. весник на РСМ бр. 225. (2020). *Правилник за урбанистичко планирање*. Скопје: Министерство за транспорт и врски на РСМ.

СТРОЕЖ ПО ВИСОЧИНА И ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТ НА ГОРСКИ НАСАЖДЕНИЯ ОТ РАЗЛИЧНИ ДЪРВЕСНИ ВИДОВЕ

Румен Петрин

Институт за гората – София, Българска академия на науките

Абстракт: На основата на данни за строежа по височина (H) на моделни насаждения от бял и черен бор, смърч, ела, бяла мура, бук и дъб, и с използване на таблицата за обема на цели дървостои, е направен съпоставителен анализ на показателите за стръмност на кривите на строежа на дървостойите и на тяхната производителност на 1 ha. Стръмността на кривите на строежа е изследвана с приложение на новия индексен метод за сравнение на параболични криви (Петрин, 2021), и са определени типовете на стръмност по нов метод – метода на показателите (коефициентите) за тип на строеж (Петрин, 2023). При всички изследвани насаждения, с изключение на смърчовите, бе установено, че с увеличаване на средната височина (височинния разред) между стръмността на кривите на строежа и производителността на изследваните насаждения съществува обратно пропорционална връзка. Интересно е специалното положение на смърча в това сравнение, което несъмнено е свързано с биологичното естество на дървесния вид, за който най-важен екологичен фактор на растежа е влажността и богатството на почвата.

На указаната методична основа бяха определени за всеки дървесен вид по три типа на строеж – среден, стръмен и полегат тип, и съответните средни индекси на стръмност за всеки тип. Трите типа на строеж по височина показват различна производителност за всеки отделен дървесен вид: най-производителни са насажденията от плоския тип на строеж за повечето насаждения, с изключение на смърча и бялата мура, които проявяват максимална производителност съответно в стръмния и среден тип на стръмност. Общо, най-стръмни са кривите на строежа по височина на елата, следвани от тези на смърча, бялата мура, черния и белия бор, бука и дъба. Индексите на стръмност варират максимално от 3,05 (при елата) до 1,12 (при дъба), и средно от 2,47 до 1,58, пак между същите дървесни видове. Изследваните горски насаждения имат различни по стръмност криви на строежа по H, и в зависимост от височинния разред (респ. възраста), дървесния вид и типа на стръмност показват различна производителност.

Ключови думи: горски насаждения, дървесни видове, строеж по височина, индекси на стръмност, коефициенти за тип на строеж.

ВЪВЕДЕНИЕ

Растежът на горските насаждения и строежът им са основни раздели на таксационните изследвания, които имат за цел създаване на възможно най-точни и прости модели с цел тяхното прилагане в лесоустройствената практика и при научните проучвания.

В западната литература стръмността на кривите на растежа е наречена скорост на скоростта, темп на темпа, или тренд на растежа (Trouillier et al., 2020). Стръмността и видът на стръмността на кривите на растежа и на строежа на горските насаждения или на съвкупностите от тях са показатели или параметри, свързани с тяхната продуктивност, количеството и качеството на дървесината.

Tomlinson et al. (2014) са установили, че темповете на растеж на иглолистните видове са по-високи от тези на широколистните. Разработили са модели на височинни криви за различни смесени насаждения с различна влажност на почвата.

Seo et al. (2017) сравняват темповете на нарастване на гръдния диаметър, средната височина и обема на насажденията от три вида (*Pinus densiflora*, *P. koraiensis* и *Larix kaempferi*) и установяват, че при равни други условия, японската лиственица (*Larix kaempferi*) показва най-добър темп на растеж по височина и обем.

Oddi et al. (2022) за чилийския кедър (*Austrocedrus chilensis*) са установили, че вирее най-добре на влажни и хладни места, където има повече въглерод в почвата и по-малко окисление.

Кривите, отразяващи растежа и строежа на едновъзрастни, еднородни съвкупности от дървета в гората – насаждения, дървостой или дендроценози – по височина, дебелина и обем, имат най-често параболичен ход на изравнените криви. Параболичният ход е най-често лявата възходяща част на изпъкналата парабола, която рядко преваля максимума, т.е. плавно

възходяща крива. Кривите могат да бъдат и плавно намаляващи, експоненциални криви, както е случаят с кривите на строежа по видови числа. При изследване на растежа, стръмността на растежните криви разкрива темпа на растеж, а при изследване на строежа – стръмността на кривите показва темпа на нарастване на величината на даден таксационен показател между отделните степени на дебелина. Колкото кривата на строежа (по височина, обем и др.) е по-стръмна, толкова по-големи са величините на показателите за големите степени на дебелина. Следователно, стръмността и типът на стръмност на кривите на строежа на горските насаждения са показатели, или параметри, свързани с тяхната производителност, с количеството и качеството на дървесината.

В настоящата работа се използват два нови методологични подхода и параметърът за изследване на стръмността на кривите на строежа: индекси на стръмност (Петрин, 2021), и коефициенти за тип на строеж (Петрин, 2023) на горски насаждения или на еднородни техни съвкупности. Досега стръмността на кривите на строежа е била оценявана посредством метода на натуралните показатели на Духовников (1966). Този метод, обаче, независимо от неговата оригиналност, е трудоемък и недостатъчно точен. Най-често стръмността и типът на строеж се изучават по отношение на височината, но такова изучаване е възможно също и за строежа по другите таксационни показатели, като например диаметъра, средните видови числа, и за всички други производни таксационни параметри, каквито са обемът и прирастът.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Като източник на данни за изследването са използвани публикувани данни за строежа по височина на моделни насаждения от различни дървесни видове – бял бор, черен бор, смърч, ела, бяла мура, бук и дъб. Използвани са разредните таблици на указаните дървесни видове (Порязов и др., 2004), които се прилагат в лесотаксационната практика на Република България. И за съпоставка с производителността на 1 ха е приложена таблицата за определяне обема на цели дървостои (Таблица 1), изчислена и публикувана от проф. И. Михов (Михов, 2005), където обемът се определя само в зависимост от средната височина.

Таблица 1. Обемна таблица за цели дървостои по категории горски насаждения и дървесни видове

Средна височина [m]	Естествени семенни насаждения								Бързо растящи		Издънкови		Култури	
	бял бор	черен бор	смърч	ела	бяла мура	бук	дъб по Вимен ауер	дъб по Недялков	липа	трепетлика	бук	дъб	бял бор	черен бор
	Обеми [m ³ /ha]													
10	125	163	170	155	188	129	104	147	113	96	137	101	187	221
12	162	205	218	214	254	171	124	188	148	126	169	130	230	271
14	201	250	270	278	324	214	144	229	189	159	202	162	274	320
16	244	297	327	349	397	259	163	272	235	196	234	195	320	370
18	289	348	388	424	471	305	183	315	285	236	266	230	368	420
20	337	402	456	502	545	351	202	358	338	278	299	267	418	469
22	388	459	529	585	617	398	220	401	395	324	331	306	470	519
24	443	519	610	670	685	444	239	443	455	371	363	346	523	569
26	502	582	697	757	749	491	257	484	517	422	396	387	579	619
28	564	648	792	846	807	536	275	524	580	474	428	429	637	669
30	630	717	895	936	856	581	293	563	644	528	460	473	697	719

Индексите на стръмност ($I_{стр}$) са относителни числа, които се получават когато кривите на строежа се трансформират в относителен вид (q_{xi}) по специален начин – всички стойности на ординатата (H) се делят на една и съща ордината в началото на абсцисния диапазон.

Обобщената Формула за индекса на стръмност на кривите на строежа по Н е:

$$I_{стр(V)} = H_{\Omega} / H_{\alpha} \quad (1),$$

където H_{Ω} е височината в края на изследвания дебелинен интервал,

а H_{α} е височина в началото на интервала.

В настоящето изследване строежът по Н се изследва в диапазон на степените на дебелина (СД) от 14 до 70 см. Кривите на височините се привеждат в относителен израз q_{xi_H} по отношение на началната СД = 14 см чрез разделяне на височините от отделните СД на H_{14} .

Стойността на q_{xi} при СД = 70 см ще бъде индексът на стръмност на кривата за строежа по Н, и формулата е:

$$I_{стр(H)} = H_{70} / H_{14} \quad (2)$$

Типът на строеж представлява определен диапазон от общия интервал на вариране на индексите на стръмността на всички криви от даден дървесен вид.

Коефициентът за тип на строеж представлява отношение на индексите за стръмност на кривите на строежа на насажденията от дадена съвкупност, към средната им стойност – $I_{стр\text{ ср}}$. Или:

$$C_{тип} = I_{стр(x)} / I_{стр(x)ср} \quad (3)$$

Стойностите на коефициентите за типа на строеж са относителни числа, близки до единицата, която пък разделя съвкупността от криви по типове на стръмност.

Възможните типове на строеж (или на стръмност), са следните:

Стръмен тип на строеж – тип $T_{стр}$, при който стръмността на кривата в началото е слаба, а после се усилва. На този тип съответстват кривите (H_x) с по-големите индекси на стръмност ($I_{стр}$) и с $C_{тип} > 1$.

Полегат тип на строеж – тип $T_{полег}$, при който стръмността на кривата е по-голяма в началото и по-слаба впоследствие. Кривите от този тип се оценяват с по-малки индекси на стръмност и с $C_{тип} < 1$.

Среден тип на строеж – тип $T_{ср}$. Индексите на стръмност при средния тип имат стойности равни или близки до средния индекс, и коефициенти за типа на строеж равни или много близки до единица. При диференцираното изучаване на кривите на строежа не винаги се обособява типът $T_{ср}$.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

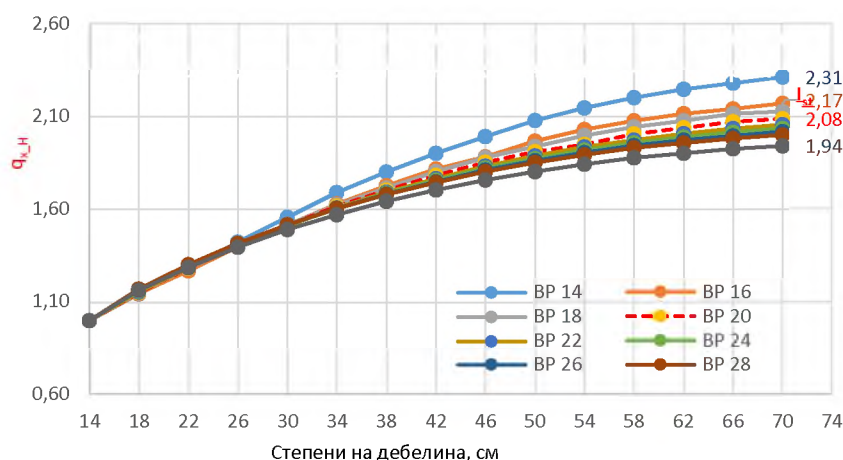
1. Относителни криви на височините и индекси на стръмност

В Таблица 2 и Фиг. 1 са представени относителните криви, съответстващи на височинните разрези за белия бор, изчислени по формула (2). Това са фактически относителните криви на строежа по височина, които в степен на дебелина 14 имат стойност единица, а в степен на дебелина 70 се отчитат индексите на тяхната стръмност.

Таблица 2. Относителни криви за строежа по височина на бял бор, q_{x_H} , изчислени по индексния метод

Степени на дебелина, см	Височинни разрези, m								
	14	16	18	20	22	24	26	28	30
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	1.14	1.15	1.15	1.15	1.15	1.16	1.17	1.17	1.16
22	1.28	1.27	1.28	1.28	1.28	1.29	1.30	1.30	1.29
26	1.42	1.40	1.40	1.40	1.40	1.41	1.41	1.42	1.40
30	1.56	1.51	1.52	1.51	1.51	1.51	1.51	1.52	1.49
34	1.69	1.63	1.62	1.62	1.61	1.60	1.60	1.60	1.57
38	1.80	1.73	1.71	1.70	1.69	1.69	1.68	1.68	1.64
42	1.90	1.82	1.80	1.78	1.76	1.75	1.75	1.74	1.70
46	1.99	1.88	1.88	1.85	1.83	1.82	1.81	1.80	1.76
50	2.08	1.97	1.94	1.91	1.89	1.87	1.86	1.85	1.80
54	2.14	2.03	2.00	1.95	1.93	1.92	1.90	1.89	1.84

58	2.20	2.08	2.04	2.00	1.97	1.96	1.94	1.93	1.88
62	2.24	2.11	2.08	2.04	2.01	1.99	1.97	1.96	1.90
66	2.28	2.14	2.11	2.07	2.03	2.01	1.99	1.98	1.93
70	2.31	2.17	2.13	2.09	2.05	2.03	2.02	2.00	1.94



Фиг. 1. Относителни криви за строежа по височина на бял бор, q_x_H , изчислени по индексния метод на Р. Петрин

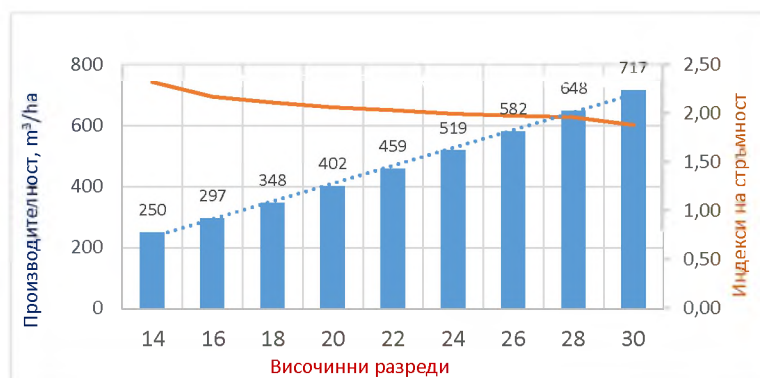
На Фиг. 1 ясно се вижда разликата в кривите на строежа по височина по височинни разрези за белия бор, като най-голяма е стръмността при 14 височинен разред, и с увеличаване на разреда тя намалява. По подобен начин са получени резултатите за Индексите на стръмност за всички насаждения, представени по-долу в съотношение с производителността на насажденията на 1 ha.

2. Съотносителен анализ на строежа по височина и производителността

На Фиг. 2-8 са представени в графичен вид съотношенията между стойностите на индексите на стръмност (Фиг. 1) и съответната производителност на насажденията по дървесни видове (ДВ) и височинни разрези. Вижда се, че за всички ДВ, с изключение на смърча, зависимостта е обратно пропорционална, което означава, че с увеличаване на височинния разред (средната височина, m) стръмността на кривите на строежа намалява, а производителността се увеличава. И това е лесно обяснимо. Увеличението на средната височина (съответно, на възрастта) на дървостойите обуславя по-висока производителност, а намаляването на стръмността на кривата на строежа се дължи на факта, че енергията на растежа на по-старите дървета се разпределя в по-голяма степен за нарастване по дебелина – върху по-дебелите дървета годишните пръстени са по-обемни. В резултат на това с възрастта нарастването по височина между степените на дебелина намалява, и съответните кривите стават по-полегати. Изключение в това изследване се наблюдава при смърчовите моделни дървостойи (Фиг. 4).



Фиг. 2. Производителност на белия бор (V_{ha}) и стръмност на строежа (I_{st}) по височина



Фиг. 3. Производителност на черния бор (V_{ha}) и строеж на строежа (I_{st}) по височина



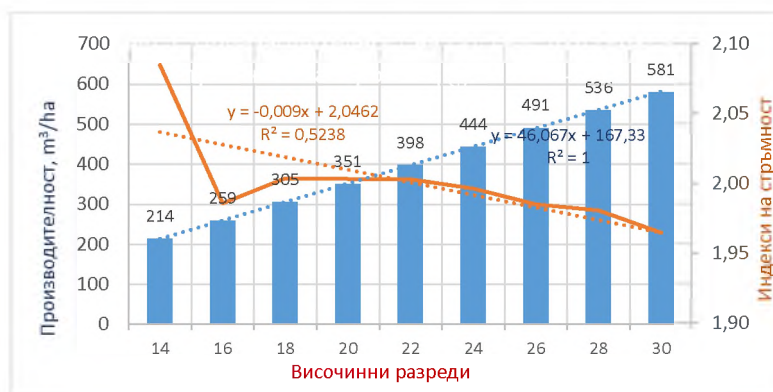
Фиг. 4. Производителност на смърча (V_{ha}) и строеж на строежа (I_{st}) по височина



Фиг. 5. Производителност на елата (V_{ha}) и строеж на строежа (I_{st}) по височина



Фиг. 6. Производителност на бялата мура (V_{ha}) и строеж на строежа (I_{st}) по височина



Фиг. 7. Производителност на обикновен семенен бук (V_{ha}) и стръмност на строежа (I_{st}) по височина



Фиг. 8. Производителност на обикновен семенен бук дъб (V_{ha}) и стръмност на строежа (I_{st}) по височина

На Фиг. 4 се вижда, че за разлика от другите дървесни видове, кривите на височините на смърчовите насаждения не само не намаляват своята стръмност, а я увеличават с увеличаване на височинния разред. Едва при 30 разред индексът на стръмност става по-малък от предишния. Това може да се обясни с биолого-екологичните изисквания на този дървесен вид, а именно с това, че той, като сенкоиздръжлив вид, макар и да реагира благоприятно на слънчевата светлина, предпочита преди всичко добрата увлажненост и по-богатия състав на почвата (Морозов, 1949, Недялков, 1960), и е известен също с по-малката си ксерофитност на игличките, което означава, че и влажността на въздуха е важен фактор за неговия растеж. Елата, която има подобни екологични изисквания, е все пак по-пластична по отношение на влажността на въздуха и слънчевата светлина, и затова не прави изключение от другите дървесни видове.

3. Типове на строеж по Н, и средни данни за строежа и производителността на 1 ha.

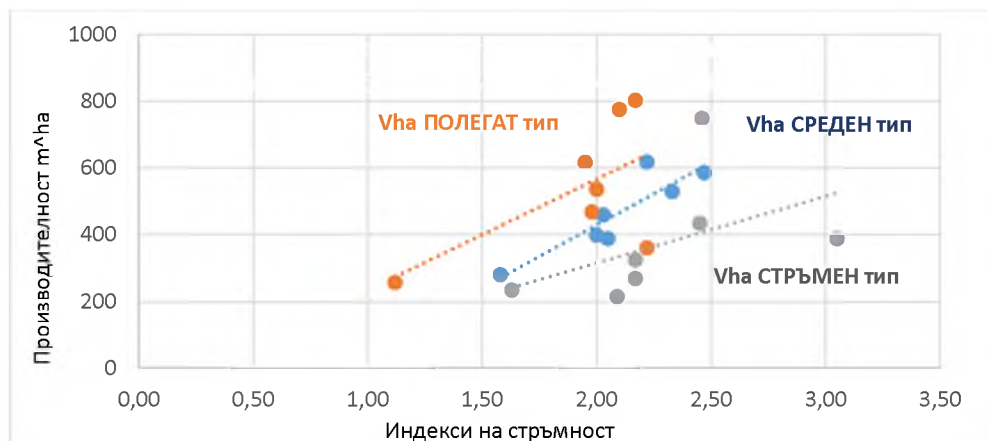
На основата на средните индекси за всички насаждения от даден дървесен вид и с използване на уравнение (3) се изчисляват коефициентите за тип, в резултат на което са обособени три типа на строеж по височина. В Таблица 3 са дадени данните за обособените типове на строеж, за средните индекси, коефициентите за тип на строеж, и за производителността по дървесни видове.

Таблица 3. Средни данни за строежа и производителността по дървесни видове и типове на строеж

Дървесни видове	Типове насаждения по стръмност								
	Среден тип			Полегат тип			Стръмен тип		
	I_{st}	$C_{t.st.}$	V_{ha}	I_{st}	$C_{t.st.}$	V_{ha}	I_{st}	$C_{t.st.}$	V_{ha}
бял бор	2.05	1.00	388	2	0.97	535	2.17	1.06	268
черен бор	2.03	1.00	459	1.95	0.96	616	2.17	1.07	324
смърч	2.33	1.00	529	2.22	0.95	360	2.46	1.06	748

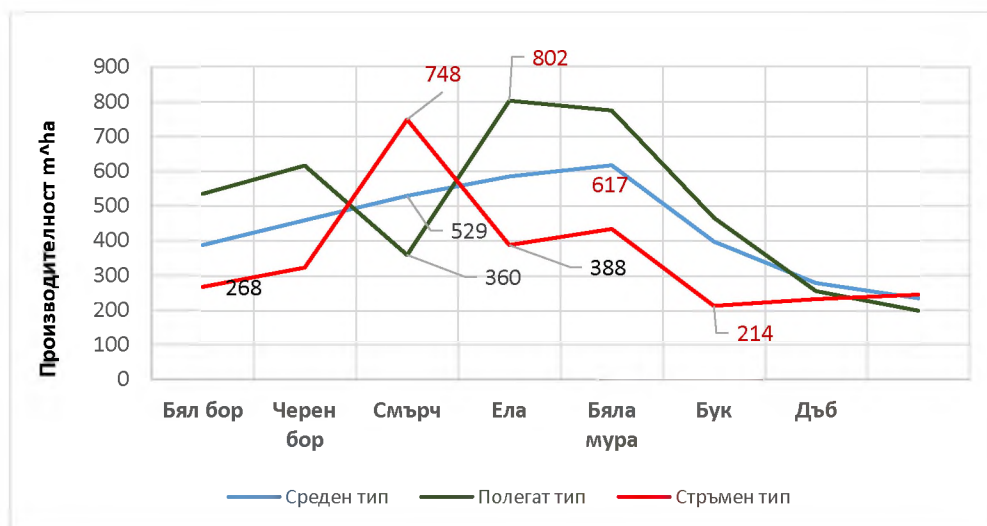
ела	2.47	1.00	585	2.17	0.88	802	3.05	1.25	388
бяла мура	2.22	1.00	617	2.1	0.95	774	2.45	1.11	434
бук	2.00	1.00	398	1.98	0.99	467	2.09	1.04	214
дъб	1.58	1.00	279	1.12	0.95	256	1.63	1.04	233

На Фиг. 9 е показана средната производителност на 1 ha в зависимост от средните индекси на стръмност по типове, а на Фиг. 10 същата производителност по типове на стръмност и по дървесни видове.



Фиг. 9. Производителност на насажденията по типове на стръмност, общо за всички насаждения $V_{ha}=f(I_{str})$

От Таблица 2 и Фиг. 9 се вижда, че общо най-висока производителност показват насажденията от полегатия тип на строеж.



Фиг. 10. Производителност на насажденията по типове на стръмност и дървесни видове

От Таблица 3 и Фиг. 10 става ясно, че най-висока е производителността на елата от полегатия (802 m^3) тип на строеж, следвана от смърча (748 m^3) от стръмния тип, бялата мура (617 m^3) от средния тип, а най-малка е производителността на бука от стръмния тип (214 m^3).

ИЗВОДИ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В изследването са приложени успешно индексите за оценка стръмността на кривите на строежа по височина за различни дървесни видове и също така коефициентите за тип, които са нови (Петрин, 2021; 2023) методични инструменти за подобни изследвания.

С изключение на смърча, при всички изследвани насаждения и дървесни видове има обратно-пропорционална връзка между стръмността на кривите на строежа по височина и производителността. При смърчовите насаждения по-голяма е производителността на 1 ha на стръмните криви на строежа, което се обяснява с по-голямата взискателност на смърча към влажността и богатството на почвата, и влажността на въздуха.

Обособени са три типа на строеж по височина, които показват различна производителност. Общо, по-производителни са насажденията от плоския тип на строеж.

Индексите на стръмност варират максимално от 3,05 (при елата) до 1,12 (при дъба), и средно от 2,47 до 1,58.

Най-стръмни са кривите на строежа по височина на елата, следвани от тези на смърча, бялата мура, белия и черен бор, бука и дъба.

Най-висока е производителността на елата от полегатия (802 m^3) тип на строеж, следвана от смърча (748 m^3) от стръмния тип, бялата мура (617 m^3) от средния тип, и най-малка е производителността на бука от сръмния тип (214 m^3).

Различните по стръмност криви на строежа по височина, в зависимост от височинния разред, дървесния вид, и в зависимост от типа на стръмност, показват различна производителност.

ЛИТЕРАТУРА

- Духовников Ю. 1966. Морфологичната класификация – основа за повишаване производителността на горите. София, с. 25-40.
- Михов И. 2005. Горска таксация. РИК „Литера“, София, с. 120-121.
- Морозов Г.Ф. 1949. Учение о лесе. Гослесбумиздат, Москва, Ленинград, с. 168-170.
- Недялков С. 1967. Организация на стопанството в смърчовите гори. Академия на селскостопанските науки, София, с. 65-66.
- Петрин Р. 2021. Индексен метод и приложението му при изучаване на строежа и растежа на горски насаждения. Научни трудове на Съюза на учените в България-Пловдив, серия Б. Естествени и хуманитарни науки, т. XXI, с. 113-125.
- Петрин Р. 2023. Сравнителен анализ на строежа по дебелина и височина на горски дъбови дендроценози с използване на нови показатели при изследване на асиметрията. Научни трудове на Съюза на учените в България-Пловдив, серия Б. Естествени и хуманитарни науки, т. XXI, с. 126-136.
- Порязов Я, Тончев Т., Добричов И. 2004. Наръчник на таксатора. Издателство „Булварк“. С. 28-255.
- Trouillier M., van der Maaten-Theunissen M., Schamweber T., Wilmking M. 2020. A Unifying Concept for Growth Trends of Trees and Forests - The „Potential Natural Forest“. J. Frontiers in Forests and Global Change, Sep 2020, DOI: 10.3389/ffgc.2020.581334, ISBN: 2624-893X. p. 2-12.
- Oddi F.J., Casas C., Goldenberg M.G., Langlois J.P., Landesmann J.B., Gowda J.H., Kitzberger T., Garibaldi L.A. 2022. Modeling potential site productivity for *Austrocedrus chilensis* trees in northern Patagonia (Argentina). Forest Ecology and Management 524, 120525, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120525>
- Tomlinson K.W., Poorter L., Bongers F., Borghetti F., Jacobs L., van Langevelde F. 2014. Relative growth rate variation of evergreen and deciduous savanna tree species is driven by different traits. Annals of Botany 114 (2), 315–324. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu107>
- Seo Y., Lee D., Choi J. 2017. Growth pattern analysis of major coniferous tree species in South Korea. Forest Science and Technology 14 (1), 1–6.

STRUCTURE IN HEIGHT AND PRODUCTIVITY OF FOREST STANDS OF DIFFERENT TREE SPECIES

R. Petrin

Forest Research Institute - Sofia, Bulgarian Academy of Sciences

(Summary)

Based on data on the height (H) structure of model stands of Scots and Australian pine, Spruce, fir, Macedonian pine, Beech and oak, and using the whole stand volume table, a comparative analysis of steepness indicators was made of the curves of the structure of the stands and of their productivity

per 1 ha. The steepness of the structure curves was studied using the new index method for comparing paraboloid curves (Petrin, 2021), and the types of steepness were determined according to a new method - the method of indicators (coefficients) for the type of structure (Petrin, 2023). In all studied stands, with the exception of spruce, it was found that as the average height (height range) increases, there is an inverse relationship between the steepness of the structure curves and the productivity of the studied stands. This special situation of the spruce is interesting, which is undoubtedly related to the biological nature of the tree species, for which the most important ecological factor of growth is the moisture and richness of the soil. Based on the indicated methodical basis, three types of structure were determined for each tree species - medium, steep and sloping type, and the corresponding average indices of steepness for each type. The three height structure types showed different productivity for each individual tree species, with the sloped structure type stands being the most productive for most stands, except for spruce and Macedonian pine, which showed maximum performance in the steep and medium steepness types, respectively. In general, the structure curves are the steepest in height for fir, followed by those of spruce, Macedonian pine, Australian and Scots pine, Beech and oak. The steepness indices vary maximally from 3.05 (for fir) to 1.12 (for oak), and on average from 2.47 to 1.58, again between the same tree species. The investigated forest stands have different steepness H structure curves, and depending on the height class (or age), tree species and type of steepness show different productivity.

Key words: forest stands, tree species, structure by height, steepness indices, coefficients for structure type.

E-mail: lesni4eja2014@gmail.com