

## МЕТОД ЗА АНАЛИЗ НА ГОРСКИ ПЛАНТАЦИИ

Милко Милев  
Лесотехнически университет, София

### Резюме

Представена е една идея за анализ на горски плантации. Методът позволява да се прилага както в опитни обекти, така и в горски плантации, създадени при традиционни залесявания. Същността на метода е в едно подробно картиране и инвентаризиране на дърветата в определената опитна площ. Наред с традиционните измервания на диаметри и височини, се отбелязват и други особености като дефекти по стъблата, състояние на околното пространство – от кой вид са съседните дървета, липсващи дървета от схемата на залесяване, наличие на пъни от проведена сеч и др. Анализът изисква групиране на дърветата в еднородна ситуация на терена в условно обособени групи (страти). Основните различия между групите са в растежа по диаметър. Растежните и други показатели на определените групи се подлагат на сравнение – графично или аналитично и след статистическо доказване на различията се достига до полезни изводи за положителните модели на създаване и стопанисване на плантациите. Чрез този метод може да се отговори на важни въпроси, свързани със схемата и гъстотата на залесяване, подходящите смесвания на дървесните видове в състава, режимите на отглеждане – момент и интензивност на сечта и др.

**Ключови думи:** горски плантации, схема, гъстота, растежен простор, конкуренция, анализ.

**Key words:** forest plantations, scheme, dencity, growth space, competition, analysis.

JEL: Q23.

### Увод

Наред с традиционното горско стопанство в света се развива и т.нар. плантажно лесовъдство (Plantation forestry). То е насочено преобладаващо към горския бизнес – основно дървопроизводствения, но и към другите продукти и функции на горите.

Горските плантации са специални култури, създадени и стопанисвани с ясно дефинирана промишлена или непромишлена цел [71, 78, 80, 85, 89, 93, 105, 106]. Плантациите с индустриална или може да се каже комерсиална цел преобладават, особено където са развити пазарните отношения. Продукцията от тях е по-конкретно определена, съобразно пазарните условия. Обикновено те се създават върху свободни земи или са включени в ротационна схема на земеползване. Отличителни черти са по-краткият производствен период и по-голямата рентабилност. И чуждите, и нашите автори са единодушни, че тези ефекти могат да се постигнат на основата на благоприятни природни условия, подбор на бързорастящи и високопроизводителни видове и форми, оптимизиране на технологиите по създаването, грижите и ползването. При действително интензивните култури се включват активни агротехнически и лесовъдски дейности като поливане, торене, кастрене и др.

С развитието на обществените отношения, социално-икономическото и културното ниво, съобразно и природните условия, се разширява мястото за непромишлените плантации. Те имат за приоритет екологични и социални ефекти.

Показателно е обаче, че съотношението по площ между индустриалните и неиндустриалните плантации в света е 9:1 [89]. Много интереси са фокусирани във финансовите резултати. Този вид горски бизнес постига вътрешна норма на възвръщаемост (Internal rate of return – IRR) в порядъка 5–34%. IRR е най-голям при бързорастящите тропически видове като евкалиптите, клони към 20% при високопроизводителните борове и най-често е в интервала 15–20% [74, 75]. Посочените факти демонстрират водещата роля на икономическите интереси и в горското стопанство. Именно те са основен двигател на развитието на плантажното лесовъдство. Големите са обаче и екологичните и социалните приноси.

Според Evans [79] изкуствените гори в света са около 7%, но осигуряват повече от 20% от горските продукти и 35% от облата дървесина за промишлена употреба. Очаква се към 2030 г. делът на горските продукти от плантации да нарасне до 50%. Доставяйки все по-голям дял от необходимите горски суровини, горските плантации допринасят за природосъобразното стопанисване на естествените гори. Променя се позитивно и отношението при сертифицирането на плантациите [81, 82].

В нашата литература, още в първия учебник на Димитров [15] се включва темата „Лесоразвъждане за доход“. Най-целенасоченият източник е „Интензивни горски култури“ на Захариев и др. [28]. С такава тематика са книгите на Захариев [21], Захариев и Орозова [27], Добрев и Боджаков [13], Димитров и Панов [12]. Най-

голям потенциал се съзира в тополовдството [11, 23, 31, 32, 63]. За перспективността на иглолистните видове пишат Захариев [25], Милев [42], Милев и Илиев [43], Палигоров [50], Петкова [52], Цаков [64, 65]. Захариев [26] прозира и ролята на енергийните плантации, застъпена и в учебниците му [20, 24]. Конкретни указания за създаването на интензивни култури и техните възможности дават Илиев [29], Костов и др. [35], Ляпова [36], Маринов [38], Маринов и Кънев [39], Маринов и др. [40], Милев и Илиев [43], Kalmukov [88].

В Русия въпросът се разглежда като плантажно лесоразвъждане [56, 57, 58]. В страната се води политика на балансираното му развитие, като алтернатива за съобразяване с екологичните изисквания към естествените гори и обезпечаване на дефицитната дървесна суровина [49, 58]. Тази теза – че горските плантации ще спасят естествените гори, като осигурят необходимата дървесина – се споделя масово от специалистите в света [71, 78, 80, 83, 89, 105, 106, 108, 113, 115].

В страните с напреднали пазарни отношения на плантажното лесовъдство се гледа като на доходен, екологосъобразен и социално полезен бизнес. Достига се до целенасочено отглеждане на висококачествена и скъпа дървесна продукция, като се търси оптимизация по цялата технологична верига [110, 111].

Успехът на залесяванията зависи в най-голяма степен от видовия състав и произхода на репродуктивните материали. Затова най-много опити и изследвания се провеждат в тази насока. У нас опити за изпитване на произходи и техните потомства са създадени от Богданов – за белия и черния бор [3, 4, 93], Александров – за обикновения смърч [1], Петкова и Попов – за дугласката [52, 53, 54, 101, 102], Милев – за листвениците [42, 95] и др. Богат е и чуждият опит. За най-производителните видове са организирани мрежи от провиниенчни (географски, екологични) култури, създадени по обща методика под егидата на JUFRO. За сравнимост се предписва единна схема 2×2 m [91]. Въпреки тяхната многобройност, тези опити не могат да покрият огромното разнообразие от видове, форми и съчетания между тях. Изключителна пъстрота, характерна и за нашата страна, има и в условията на месторастене. Посочените предпоставки отварят възможности за предложената методика. Тя позволява да се получат и анализират резултати за конкретен случай, както и да се съпоставят със стандартизираните опити на JUFRO или от други проучвания.

Като ключов въпрос, много публикации са посветени на първоначалната и оптималната гъстота [5, 7, 8, 9, 22, 30, 33, 34, 37], Милев и

Илиев [41], Стипцов и Ботев [62], Johnstone and van Thienen [87]. Някои автори стигат до твърде сложни модели за гъстотите и отражението им върху диаметрите [60, 61, 112, 116]. Някои обаче [60], макар да са математически коректни, излизат от реално възможните и емпирично установени стойности.

За състава и гъстотата значение имат и проценти на конкуренция. Последната по правило влияе на оцеляването, растежа и възобновяването [73, 84, 90, 107]. В такъв контекст средните таксационни показатели и производителността не са достатъчно информативни. Процесите на конкуренция и отпад протичат предимно на индивидуално ниво [109]. В тази връзка Burton [68] въвежда термина „конкурентна арена“ на разглеждания индивид. Макар да е трудно да се определят, както изтъкват De Luis et al. [77], индивидуалните взаимоотношения биха разкрили важни страни на конкуренцията. Така би могло да се разбере по-добре развитието на дървостойките. Методичните похвати са довели до въвеждане на различно изразявани индекси за конкуренцията, използвани за разкриване и прилагане на линейни зависимости и алометрични модели. Целта обикновено е да се прогнозира растежа на отделните дървета [68, 69, 76]. Индексите се ползват за оценка на ефекта от намесите в млада възраст на плантациите [70], за оценяване на вътревидовата конкуренция [72, 92], взаимоотношенията между видовете при смесване [104], надземните и подземни взаимодействия между дървесните растения [100]. Подобни стремежи има в теоретичните постановки на Желев [17, 18]. Авторът се позовава на Freist (1960), Assmann (1961) и Stöhr (1968) и въвежда понятия, отнасящи се към отделното дърво, като: склопеност, площно-линеен растежен простор, площен растежен простор, площно-обемен растежен простор, пълнота и др. Тази теория се гради на математико-логическия принцип. Този подход е труден и се търсят елементи от по-нисък порядък за изразяване на по-сложните за определяне (като обемът на растежния простор). Така Stöhr (1968 по [17]) определя площта на растежния полигон на отделното дърво чрез средното разстояние до неговите съседи по формулата  $P=r_{cp}^2$ . Моделите, до които се достига, са най-точни. Характерните слабости са обемистост на първичните данни и статичност на индексите – определени за даден момент (възраст) от развитието на дървото. Благодарение на компютрите, многото изчисления не са пречка, но не се избягва субективизма при фокусиране на интереса към отделни дървета. Нашият подход по-добре отговаря на принципа за разумната достатъчност.

Както става ясно, друга важна насока на проучванията на горските плантации е режимът на стопанисване. Пътят за оптимизиране и тук минава през изясняване ролята на растежния простор, респективно конкуренцията в различните варианти и етапи на развитие. Въпреки значителните залесени площи у нас и сериозния изследователски интерес, разработките обикновено ползват рутинни таксационни методи и достигат до средни и общи резултати за оцеляване, растеж и производителност. Похвално е, че напоследък се използват по-детайлни методики, базирани на вертикалната и хоризонталната структура, за изследвания върху динамиката на горските насаждения [2, 6]. Не по-малка е мотивацията за подобен подход при плантажното лесовъдство. Тя се определя от интензивния му характер. Достигането до по-пълни данни за състоянието и растежните процеси, позволяват анализ за оптимизиране на производствения процес. От друга страна завишените цели и финансовата възвращаемост оправдават използването на по-прецизен методичен инструментариум.

Като специфичен изследователски подход, които да отговори по-конкретно на представените цели, е предлаганата тук методика. Нейната същност е в подробната инвентаризация на дърветата в пробните площи, въз основа на която се обособяват и анализират характерни групи – по растежен простор или друг критерий.

Цялостната система за изследване на горски плантации сме разработили на основата на изследователския опит на множество наши и чужди автори, както и богатия собствен опит по проучване на постоянни и временни пробни площи. Някои детайли на методиката черпят идеи и са съобразени с изискванията, посочвани от други автори [10, 17, 18, 47, 48, 116].

### 1. Възникване на идеята

Идеята се зароди с натрупване на значителен опит по залагане на пробни площи, а конкретно при работа в култура от обикновен кестен в ДГС Кресна през 2005 г. Поради светлолюбивия характер на вида и склонността му да формира мощни корони при наличие на растежен простор, дърветата в периферните части на културата видимо се отличаваха с по-големи диаметри. В стремежа си да изберем място за пробната площ по стандартния подход, трябваше да избегнем периферните части. Както е много често в нашите горски територии, подотделът бе с неголяма площ и неправилна форма. За да се наберат достатъчно по брой дървета, развихме пробната площ като по-сложен многоъгълник, включвайки максимално вътрешността на културата. Така обаче получихме средни ре-

зултати, които макар верни за вътрешността, не отразяват реалното състояние на културата. Отнесени към цялата площ на подотдела те очевидно водят до нереални малки стойности на средния диаметър, кръговата площ и т.н. Затова допълнително измерихме всички периферни дървета. Върху работна подложка нанасяхме самите диаметри на клупираните дървета, поставяхме знак за тяхното състояние (вилужни, криви, сухи и др.) и получихме една реална „снимка“ на обекта. Така при камералната обработка установихме диференцирани таксационни показатели както за ивицата до съседна открита площ, така и за дърветата, расли до съседната бялборовата култура. Интегрирането на резултатите отрази реалното състояние на културата и позволи по-обстоятелствен анализ.

Първоначалната идея бе развита в по-детайлна методика и експериментирана в опитни обекти на двете УОГС („Петрохан“ и „Г. Аврамов“ – Юндола), включително при разработване на редица дипломни работи. Постепенно с натрупване на опит се явиха допълнителни възможности и варианти за приложение на методиката. Убедихме се в предимствата, които тя предлага и добихме увереност за нейното официално представяне тук. Същността ѝ е такава, че предполага доразвитие, съобразно спецификата на обекта и творческите хрумвания на изследователя. Разчитаме и на критика за нейното усъвършенстване.

### 2. Същност и описание на метода

Методиката налага някои изисквания към обекта. Той трябва да бъде относително хомогенен по условия на месторастене и посадна схема. Най-пригодни са опитните обекти, топови плантации и други, с прецизно изпълнена схема. При инвентаризацията се отбелязват специфичните места на терена и ако се наложи, те могат да се анализират отделно. Възможно е да се постигне извадка чрез няколко частични пробни площи в подходящи места. Този подход позволява да се анализират обекти с неправилна форма или в тесни ивици.

Методът се основава на подробно инвентаризиране и нанасяне върху карнет-скица на всяко посадно място от пробната площ. Клупирането се съчетава с картиране, като се отбелязват позиционирането на всеки индивид, диаметърът и състоянието му. Позиционират се и свободните посадни места, поради неприхващане, отпад или сеч.

**Теренната работа** започва със залагането на пробната площ (ПП). Обхожда се културата и се определят работните граници на ПП. Стремежът е тя да има правоъгълна форма с отношение на страните около 1:2, като дългата

страна се ориентира по хоризонталите. Маркират се характерните ъглови места. Преценява се възможността за разширяване на ПП, за да се постигне обхващане на достатъчен брой дървета и посадни места. Опитът показва, че тези необходими бройки са съответно 200 и 400 [10]. Подобна мощност на извадките е приемлива за традиционната работа в ПП. С цел да се рационализира работата, за отделните групи по настоящата методика, се налага да се изчисли минималният необходим брой дървета по формула (1) за обхват на извадката [45].

$$n = \frac{C_x^2 \cdot t^2}{\Delta x^2}, \text{ бр.} \quad (1)$$

където:

$$C_x = \pm \frac{S_x}{\bar{x}} \cdot 100, \% \text{ – вариационен коефициент;}$$

$\bar{x}$  – средна аритметична;

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}} \text{ – средно квадратично}$$

(стандартно) отклонение;

$t=1,96$  – коефициент на Стюdent;

$\Delta x = \pm 3$  до  $\pm 5\%$  – желана точност.

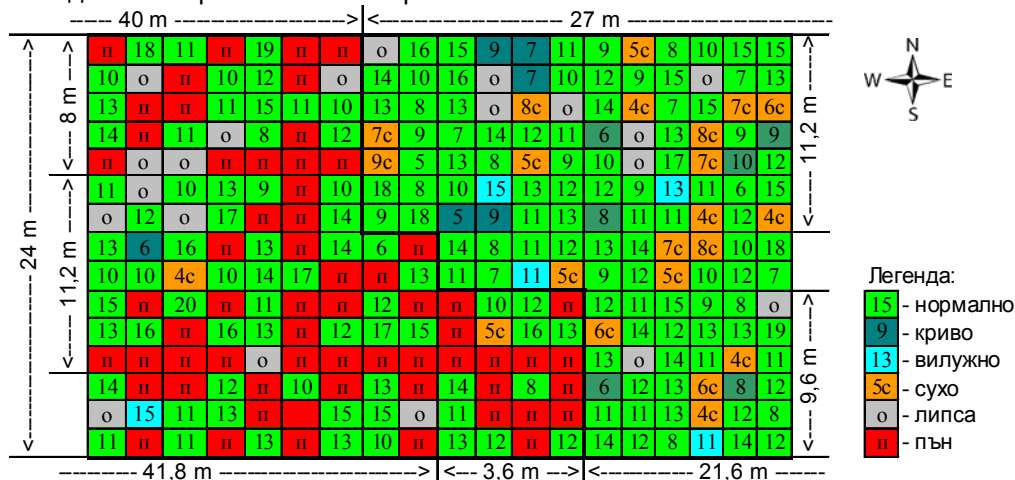
Ако за хетерогенни насаждения се изискват от 200 броя за зрелите до 700 дървета за младите насаждения [14], то при сравнително хомогенните диаметри на плантациите, изискваната точност се постига с по-малка извадка. Нашият опит показва, че за постигане на  $\pm 5\%$  точност в културите трябва да се измерят от 30 до 210 броя дървета.

За установяване на посадната схема се правят контролни замервания на междуредията и разстоянията в реда, с което се установяват интервалите на вариране. Препоръчват се по 5–10 измервания в двете направления. Измерва се

средният наклон на терена в градуси, препоръчва се осредняване от 3 отчета с наклономер/висотомер.

След окончателното фиксиране на ПП се правят достатъчно измервания за определяне на площта  $\dot{u}$ . Размерите се нанасят на самата карнет-скица. Отбелязва се северната посока и посоката на наклона. Средните отстояния за посадната схема се установяват по габаритите на ПП и наличните редове и посадни места в реда, отговарящи на измерените разстояния.

За удобство, движението е по редовете, отдолу нагоре по хоризонталите (при наклон). Отчетите с диаметрите и другите символи се нанасят върху разграфена на квадрати карнет-скица, която играе роля на координатна мрежа. Държи се сметка за разположението на всеки индивид спрямо съседните посадни места. Предлагаме следната система от символи: о – празно посадно място („липса“); п – отсечено дърво (пън); Дс – сухо стоящо дърво с диаметър D. За характерните повреди се отбелязва и нивото им по височина: DY<sup>4</sup> – дърво с диаметър D, вилужно на 4-я метър. Знаците за други повреди са:  $\lrcorner$  – пречупване; Ч – останал страничен леторасъл; † – суховършия;  $\{$  – кривина; S – със силни изкривявания;  $\frown$  – наклонено;  $\smile$  – лулообразно извиване в основата;  $\neg$  – повалено;  $D_1 \sqrt{D_2}$  – многостъблено (двойно) дърво с диаметри  $D_1$  и  $D_2$  и др. За да се получи по-ясно визуално възприемане в окончателните схеми, въведени в Excel, са възприети съответни цветове на клетките, посочени в легенда (фиг. 1). Като подходящи по символика сме възприели: сиво – за липсите; червено – за пъните; светло кафяво – за сухите и т.н. За нормалните жизнени дървета се използва ярко светло зелен цвят, а другите живи дървета, но с повреди, са в по-тъмно и нюанси на зеленото. Така нанесени конкретните случай могат да се определят по брой и дял.



Фиг. 1. Част от примерна карнет-скица

На фиг. 1 е представена карнет-скица на примерен опитен обект с черен бор в ДГС Радомир. Чрез него се илюстрират някои от възможностите на метода. Поставихме си допълнително целта да анализираме ефекта от отгледаната сеч. Пробната площ е разположена така, че да обхваща и отгледаната (А – на запад), и неотгледаната част от културата (Б – на изток). В действителност заложихме две ПП, разглеждани като варианти А и Б. Възприетата начупена линия за граница между тях е очертана с удебеляване на линиите, като всяка продължава съответно на запад и изток.

Отчетените диаметри на живите дървета се обработват по традиционния начин, като се установява броят им за всяка степен на дебелина. Определя се средният диаметър по правилото на Вайзе, а при възможност и по кръгова площ. Опитът ни показва, че по-точният начин (по кръгова площ) не се отклонява повече от една степен на дебелина. Избира се средно моделно дърво така, че да не се разстройва дървостоя и същевременно дървото да е расло в условия на характерния за културата растежен простор. Предимство на метода е, че търсенето му е облекчено по съставената карнет-скица (дървото се отбелязва на нея). По аналогичен начин се избира средното доминиращо дърво, определено като средно от 100-те най-дебели дървета на 1 ha.

Редът на работа и използваните формули са, както следва:

1. Определяне площта на ПП.

Рутинният начин се свежда до определяне лицето на правоъгълник. Доколкото ПП се получи по-сложна, площта ѝ се получава като сума от лицата на съставните геометрични фигури. Така определената площ ( $F_T$ ) е по естествения наклон на терена. Картирането и сравнимостта на резултатите налагат определяне на площта като ортогонална проекция на ПП ( $F_0$ ). По правилата на тригонометрията тя се получава с отчитане на наклона на терена ( $i$ ) по формула (2):

$$F_0 = F_T \cdot \cos i^\circ, \text{ m}^2 \quad (2)$$

2. Определяне на средния диаметър.

Прилагат се формули (3–5):

$$G_{\text{пп}} = \sum_{i=1}^j \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot n_i}{4 \cdot 10^4}, \text{ m}^2 \quad (3)$$

където:

- $G_{\text{пп}}$  – кръгова площ за ПП;
- $d_i$  – диаметър на степеня по дебелина;
- $n_i$  – брой на дърветата от  $i$ -та степен по дебелина;
- $j$  – брой на степените по дебелина.

$$G_{\text{ср}} = \frac{G_{\text{пп}}}{N_{\text{пп}}}, \text{ m}^2 \quad (4)$$

където:

- $G_{\text{ср}}$  – кръгова площ на средното дърво;
- $N_{\text{пп}}$  – брой на дърветата в ПП.

$$D_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{G_{\text{ср}}}{\pi}} \cdot 200, \text{ cm} \quad (5)$$

където  $D_{\text{ср}}$  – среден диаметър.

3. Определяне на средния доминиращ диаметър.

Прилагат се формули (6–9):

$$n_{\text{дом}} = \frac{F_0}{100} = \sum n_j, \text{ бр.} \quad (6)$$

където:

- $n_{\text{дом}}$  – брой на доминиращите дървета за ПП;
- $j$  – степени на дебелина за доминиращите дървета.

$$\sum g_{j\text{дом}} = \sum g_j \cdot n_j, \text{ m}^2 \quad (7)$$

където:

- $\sum g_{j\text{дом}}$  – обща кръгова площ на доминиращите дървета;
- $g_j$  – кръгова площ на  $j$ -та степен по дебелина, в  $\text{m}^2$ ;
- $n_j$  – брой на доминиращите дърветата в  $j$ -та степен по дебелина, като се набират от най-голямата към по-малките степени до достигане на  $n_{\text{дом}}$ .

$$G_{\text{дом}} = \sum \frac{g_{j\text{дом}}}{n_{j\text{дом}}}, \text{ m}^2 \quad (8)$$

където:

- $G_{\text{дом}}$  – кръгова площ на средното доминиращо дърво.

$$D_{\text{дом}} = \sqrt{\frac{G_{\text{дом}}}{\pi}} \cdot 200, \text{ cm} \quad (9)$$

където  $D_{\text{дом}}$  – среден доминиращ диаметър.

4. Измерване на височини, прирасти по височина и короната.

Измерванията се правят на общо 12 дървета – по 3 от средната и съседните степени на дебелина и 3 доминиращи (записва се и диаметърът им). При иглолистните видове прешлените личат и се правят по-детайлни измервания. С рулетка и телескопична лата се определят височините до последователните прешлени до възможната височина. Обикновено достъпна е височина до 8–9 m. За всеки прешлен се избро-

яват основните и допълнителни клони и се записват до отчетената височина за него. Отбелязва се на каква височина ( $H_{ж}$ ) е най-ниският жив клон, вкл. за широколистните. За неговия най-дълъг клон се измерват дебелината в основата ( $d_{ж}$  – на 3–5 cm от стъблото) и дължината му ( $l_{ж}$ ). Записва се и характерният ъгъл на клоните, определен окомерно в три степени – 1 (до 30°), 2 (около 45°) и 3 (около 90°). Отчита се възрастта на запазване на иглиците ( $K_k$  и  $K_c$ ). Примерно при запазени иглици по последните 2 леторасъла на страничните клони и 40% от иглиците по 3-годишния леторасъл, то  $K_k=2,4$ , при запазени иглици по последните 3 леторасъла във върха на стъблото и 10% по 4-годишния леторасъл, то  $K_c=3,1$ .

Измерват се достатъчно височини и на дървета от други (5–10) степени на дебелина за съставяне на крива на височините. Подходящи за измерване са и налични повалени дървета.

Оценяване може да се направи и за качествата на стъблата и степента на самоокастрияне с 5 степени, предложени от Olexun and Giertich [97]. Така по правостъбленост оценките са от 1 – много криво, до 5 – идеално право; по самоокастрияне от 1 – с много мъртви клони, до 5 – изцяло освободено от мъртви клони; за характера на клоните от 1 – с много дебели клони, до 5 – с много тънки клони.

5. Поваляне и разкрояване на средно и доминиращо дърво за стъблен анализ.

Стъблените анализи се основават на традиционните изисквания на горската таксация [16, 45, 46]. За целите на горските плантации, анализът следва да е пълен и задълбочен.

Особено важно е да се избере най-подходящото нормално развито от избраните средни дървета по т. 4. Секциите са дълги 1 m за широколистни и 2 m – за иглолистни видове. Информацията за дърветата може да бъде различно подробна, в зависимост от научния интерес и поставените задачи. Тук представяме възможно по-пълния вид. При иглолистните видове се прави пряко измерване на текущия прираст (височините до всеки прешлен –  $H_i$ ). Измерванията в основата на дървото се правят още преди повалянето, а височините до останалите прешлени се отчитат след повалянето. Към този момент се установява възрастта ( $A$ ) на дървото по годишните пръстени на пъна и сверка с броя на прирастите по височина. По същия начин може да се определи възрастта на всяка шайба за стъблени анализ по позицията ѝ между съответните поредни прешлени. Както в т. 4 се определят: брой на основните и допълнителни клони в прешлените и ъгълът им;  $H_{ж}$ ,  $d_{ж}$  и  $l_{ж}$  за най-ниския жив прешлен. Преди разкроя-

ването се отчитат още: възраст на запазване на иглиците; разположение и брой на репродуктивните материали (шишарки) по прешлените, брени от върха към основата. При боровите има възможност да се отчетат заложените 1-годишни, зреещите 2-годишни и/или шишарки от предна реколта. Поради неяснотата в прешлените при широколистните видове, разположението на плодовете може да се опише по височинното място в короната. При интерес към плодоносенето, се прави частичен или пълен сбор на шишарките, съплодията или плодовете. В такъв случай методиката се съчетава с тази за оценка на реколтите.

6. Оценка на възобновяването.

Стремежът за запазване на биологичното разнообразие и преценката за ролята на залесяванията като предкултури, определят интереса към възобновителните процеси. В тази връзка методиката търпи обогатяване с оценка на самосева. За целта се изброяват пониците и фиданките на принципа на представителни извадки, с оглед статистическа обработка и преценка за достоверността на различията. Тук подходът ни също има предимства. Т.нар. преброителни площадки могат да се обособят по междуредия, части от тях или други характерни участъци от ПП. Изброяването става диференцирано по дървесни видове и възрастов признак: поници; 2–5 г.; 6–10 г.; 11–15 г.; над 15 г.

Изследването продължава с **камерална работа** по следния ред:

7. Стъблен анализ.

Шайбите се обработват и отчитат възможно бързо – до 3–5 дни, преди да се свият или напукаат поради просъхване. Краткосрочното им съхраняване трябва да става на проветриво място с умерена въздушна влажност. Прави се пълен стъблен анализ чрез отчитане на всеки годишен пръстен. Измерват се прирастите по дебелина по два перпендикулярни диаметра – с кора, без кора и навътре до центъра на шайбите. Данните се въвеждат и обработват с програма „STA 13” [55]. Резултатите за хода на растежа по височина, дебелина и обем се конвертират за Excel. Текущият прираст по височина се заменя с пряко измерените стойности. Растежът и прирастите се представят графично. Текущите прирасти очертават благоприятни и критични години и периоди в развитието на моделното дърво. Идентифицират се „ключовите” години, които служат за контрола при прецизиране на прирастните редици, получени от измерванията по т. 4. Резултатите се използват за изчисляване на средната височина ( $H_{cp}$ ), стъблени запас ( $V_{cp}$ ) и прирастите ( $Z_d$ ,  $Z_h$ ,  $Z_v$ ).

8. Определяне на гъстотата и резултатите от инвентаризацията.

Съблюдава се естествената хронология на развитие на културата. Най-напред се определя първоначалната гъстота на залесяване ( $N_0$ ) по формула (10):

$$N_0 = \frac{N_{пп}}{F_0} \cdot 10^4, \text{ бр./ha} \quad (10)$$

Освен по документален път (от регистъра на горските култури), за първоначалното прихващане, респективно загубите, може да се съди по установените празни посадни места (липси), нанесени с „о“ в карнет-скицата. Младите култури позволяват тази преценка да се направи с достатъчна точност, защото рано изсъхналите фиданки с височина 1–3 m се запазват и личат в иглолистните култури след 20–40 години. Така с достатъчна точност можем да приемем, че отчетените „о“ по карнет-скицата на ПП са загуби през първите 3–5 години, до когато продължават отглежданията. По дела в проценти на тези липси, спрямо посадните места, може да се изчислят оцеляването (в %) и гъстотата в млада възраст ( $N_m$ ). По-нататъшният отпад е отразен чрез сухите дървета с различни размери. Те се изчисляват в проценти от посадните места и спрямо общия брой на дърветата. Поради трудоемкост, не предвиждаме възстановяване динамиката на отпадане. Гъстотата на дървостоя в момента на изследване се определя според броя на живите дървета ( $N_{ж}$ ) по формула (8). Съответно се определя делът на дърветата с различните повреди и недостатъци. По отчетените места на повредите по стъблата (примерно от зимна летораслозавивачка) може да се определи диапазона и средната височина, от тук и на каква възраст са проявени. Когато е провеждана отгледна сеч, по отчетените пъни се изчислява интензивността по брой. Документално и по годишните пръстени на пъните се определя годината на сечта.

9. Определяне на таксационните показатели – средни и по групи на растежен простор.

За средните таксационни показатели се следва стандартния начин на действие. При вече определените среден ( $D_{cp}$ ) и доминиращ ( $D_{дом}$ ) диаметър по т. 2 и т. 3, се продължава с изчисляване на останалите показатели.

- Средна ( $H_{cp}$ ) и доминираща ( $H_{дом}$ ) височина – като средно аритметични на измерените по т. 4.
- Бонитет – по съответните бонитетни таблици.
- Средна кръгова площ ( $G_{кр}$ ) – формула (11):

$$G_{кр} = \frac{G_{пп}}{F_0} \cdot 10^4 \cdot m^2/ha \quad (11)$$

г) Среден стъблен запас ( $V_{cp}$ ) – по формули (12–14):

$$g_{мд} = \frac{\pi \cdot d_{мд}^2}{4 \cdot 10^4}, m^2 \quad (12)$$

където:

$g_{мд}$  – кръгова площ на моделното дърво;  
 $d_{мд}$  – диаметър на моделното дърво, в см.

$$N_{усл} = \frac{G_{кр}}{g_{мд}}, \text{ бр./ha} \quad (13)$$

където

$N_{усл}$  – условен брой средни дървета на 1 ha.

$$V_{cp} = v_{мд} \cdot N_{усл}, m^3/ha \quad (14)$$

където

$v_{мд}$  – обем на средното моделно дърво, в  $m^3$ .

д) Пълнота ( $S$ ) – според средния стъблен запас по формула (15):

$$S = \frac{V_{cp}}{V_T} \quad (15)$$

където:

$V_T$  – нормален запас при пълнота 1,0 за същите бонитет и възраст, по съответните таблици за растеж и производителност, в  $m^3/ha$ .

В случай, че не се взема моделно дърво, обемът на средното дърво може да се отчете чрез височинния разред и съответната разредна обемна и сортиментна таблица.

е) Средни прирасти по дебелина ( $Z_{d-cp}$ ), височина ( $Z_{h-cp}$ ), кръгова площ ( $Z_{g-cp}$ ) и запас ( $Z_{v-cp}$ ) – чрез разделяне на съответния среден показател ( $D_{cp}$ ,  $H_{cp}$ ,  $G_{cp}$ ,  $V_{cp}$ ) на възрастта ( $A$ ) на културата.

ж) Текущи прирасти:

- Текущ прираст по дебелина ( $Z_{d-тек}$ ) – представя се графично по резултатите от стъблени анализ.
- Текущ прираст по височина ( $Z_{h-тек}$ ) – представя се графично по резултатите от стъблени анализ и преките измервания по т. 4. Индивидуалните криви се проверяват чрез датирание по календарни години и установените „ключови“ от тях. Нетипичните се изключват и от останалите се изчислява осреднена крива, която представя достоверно хода на текущия прираст по височина.

- Текущ прираст по обем ( $Z_{v-тек}$ ) – представя се само за моделните дървета.

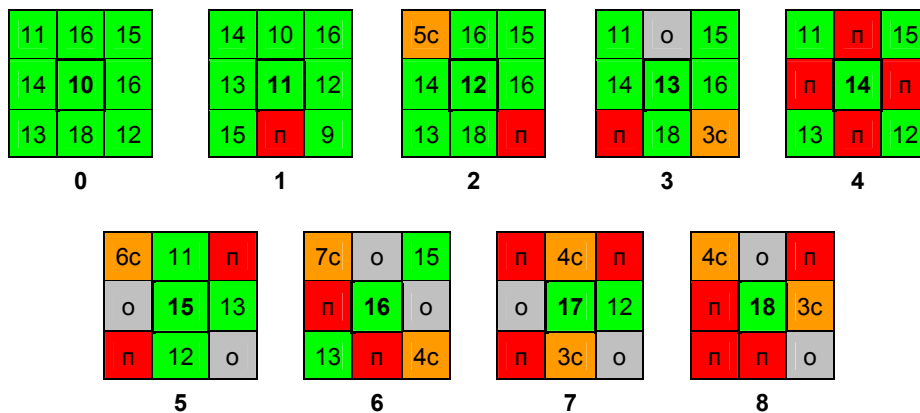
Текущите прирасти по основните таксационни показатели (най-често  $Z_{d-тек}$  и  $Z_{h-тек}$ ) се подлагат на анализ за влиянието на факторите на средата. Особен интерес представляват вариращите метеорологични условия, предлагащи стресови периоди и „ключови“ години с екстремни стойности на фактора и индекса на прираста. Тук се прилага инструментариума на дендрохронологията [44, 67, 96]. За обработката на данните е подходящо програмното осигуряване за стандартизиране на хронологиите за годишния прираст с DendroStat [19].

- 3) Коефициент на механична стабилност –  $K_{mc}=H:D$ . За този важен показател за устойчивостта на дърветата и дървостойките към най-проблемните абиотични фактори, следва да се имат предвид изследванията на Панайотов [51], Цаков и др. [66], Jelonek et al. [86], Petty and Worrell [103], Peltola et al. [98], Peltola [99], Stathers et al. [114].

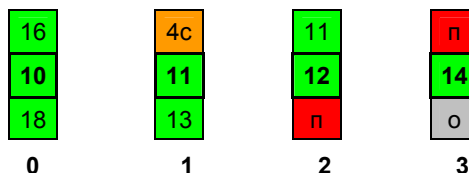
10. Индивидуален и групов анализ.

В определена степен предходните 8 стъпки по изпълнението на методиката включват подбрани и доразвити похвати за получаване и анализиране на резултатите от ПП. Тази специфична част, наричана „Индивидуален и групов анализ“, се явява допълнение за по-обстойно вътрешно-структурен анализ. Същността е в индивидуалната преценка на всяко дърво по карнетскицата и причисляването му към определена група с еднотипен растежен простор. В класическия вид, при стриктно спазена схема, групите са 9 – от 0 (с налични всички дървета в съседство по схемата), 1 (липсва или не влияе съществено един от съседите) до 8 (свободни/невлияещи са всички околни посадни места). Примери са представени във фиг. 2.

При по-свободно изпълнена схема на залесяване (най-често правоъгълна), групите могат да се редуцират до 4 (фиг. 3): 0 – налични са двете съседни дървета в реда; 1 – липсва съсед в реда откъм сенчестата страна в реда; 2 – липсват и двата съседа в реда. Експертно могат да се обособяват и други интересни за анализиране групи.



Фиг. 2. Примери за групи по растежен простор – 0 до 8



Фиг. 3. Примери за групи по растежен простор в реда – 0 до 3

Особен интерес представлява 0-та група. Таксационните показатели за нея представят ефекта при съхранена първоначална схема. Резултатите за междинните групи показват как повлиява по-големия растежен простор. Те отразяват различни варианти на схеми и начини на прореждане – примерно какъв е ефектът при схематично изреждане с премахване на всяко

второ дърво. В някои обекти специален интерес представляват многостъблените дървета, при които конкуренцията е по-голяма спрямо 0-та група.

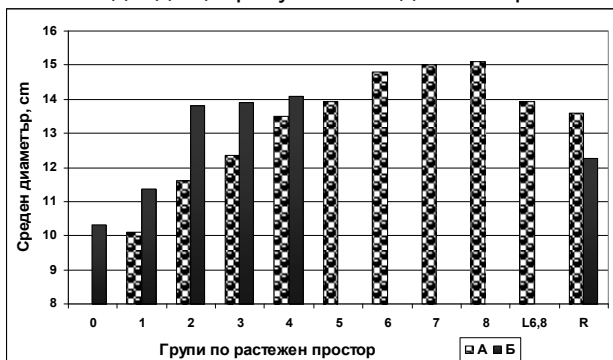
Методът е приложим и за анализиране на междувидовото влияние при смесени култури. На внимание могат да се поставят периферните дървета, тези в контакт с друго съседно насаж-



дение или расли без конкуренция. Обичайните пробни площи изключват периферните ивици, а те имат реален производствен ефект. При раздробения малоплощен характер на териториите, подобни крайнини на подотделите имат съществен дял.

Важен е въпросът за мощността на извадката. За рационалното му решаване е необходимо да се определят интересуващите ни групи и да се следи набирането на изискваната бройка. При конкретна задача е възможно целенасочено измерване само на дървета от интересуващата ни група.

За установяване достоверността на различията е подходящо резултатите да се обработят



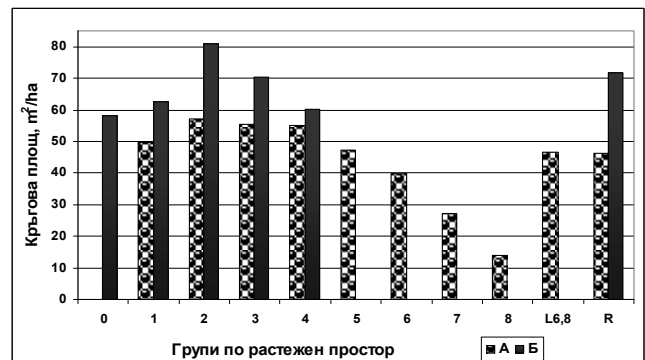
Фиг. 4. Средни диаметри за варианти А и Б по групи на растежен простор

Най-често резултатите за средните диаметри са с тенденцията, показана на фиг. 4. Градацията е по-ясна за вариант А – по-големи са средните диаметри при по-голям растежен простор. В неотгледаната част (Б) не се срещат дървета от групи 5–8. Естественният отпад тук е позволил на дърветата от групи 2–4 да увеличат чувствително диаметъра си. Анализът в случая показва, че отгледната сеч е закъсняла и тя се е отразила слабо за нарастване на средния диаметър само с 1,3 cm. Комбинираният, а не низов метод на сечта, също е повлиял за несъществената разлика по среден диаметър.

Резултатите за средните кръгови площи (фиг. 5) показват тенденция, за която силно влияние има гъстотата. Именно по-малкият брой дървета на единица площ е в основата на по-малките стойности при групите след 4-та. Задържането на сравнително големи стойности до група 4 показва, че по-добрият растеж по диаметър при по-голям растежен простор, е в състояние да компенсира по-малката гъстота. Можем да приемем група 4, с отстранени 4 съседни дървета, за оптимална, доколкото се постига голяма кръгова площ и същевременно се формират по-

със статистическия апарат на Excel или SPSS. За средните стойности, грешките и достоверността на получените различия е удобна програмата ANOVA. Сравнителният анализ на групите позволява да се ориентираме къде е оптимумът на гъстотата (растежния простор) към даден възрастов момент и да се прецизират стопанските намеси към най-подходящия режим от залесяването, при намесите с отгледни сечи, до края на ротационния период.

При използвания пример получихме средни диаметри и кръгови площи, показани на фиг. 4 и фиг. 5.



Забележка: С L6,8 са показани резултатите за редовете около изсечения 7-ми ред (6-ти и 8-ми), с R – реалните за цялата ПП.

Фиг. 5. Средни кръгови площи за варианти А и Б по групи на растежен простор

едри сортименти. Подобна закономерност се получава за стъблените запаси и обемните прирасти.

Съвременната техника позволява автоматизиране на работите. От 2007 г. екипът на „Лигнум Холдинг“ АД, гр. Русе, прави подобна инвентаризация. Системата включва мобилен компютър, свързан с електронна клупа и висотомер. Вграденият GPS позволява позициониране на всяко дърво в дигитален картен модел на плантацията с точност около 0,5 m. Клупата и висотомерът предават сигнала с Bluetooth устройство. Целта е контрол на прираста на създадените плантации от бяла акация (*Robinia pseudoacacia* L.) и други бързорастящи видове. Този авангарден опит показва потенциала за внедряване на методиката както за научни цели, така и в практиката за пряк контрол на производствените резултати. Той разширява възможностите с отчитане размера на короните, височина на кастрене и др. Един от проблемите е, че GPS трудно работи под склопа на дърветата. Възможните подходи за решаването му са два. Да се заснемат координатите на посадните места при създаването и да се разчита на тях за-

напред (за облистените през зимата). При листопадните видове работата може да продължи безпрепятствено през зимния покой.

### Заклучение

Експерименталното прилагане на методиката очерта редица възможности. Опитът ни показва, че те се разширяват и са въпрос на изследователски опит и творчески нюх. Основните предимства са следните:

1. Подходът позволява да бъдат използвани за научни цели не само специално създадени опитни култури, а всеки, представяващ интерес обект.
2. Има възможност да се получат реални резултати за специфични части и общо за обекта, а не само средни за подбрана хомогенна част.
3. Получават се пълни резултати за оцеляването, растежа и производителността на плантациите, както и за различните повреди по дърветата.
4. Могат да се анализират различни еднородни групи от дървета, расли при еднотипни условия, което да послужи за оптимизиране на технологиите по създаване и стопанисване.
5. Получава се трайна картина за състоянието на отделните дървета, което позволява последващи актуализации и допълнителни анализи – в цялост или по интересоващ ни критерий.
6. Улеснен е изборът на пробни дървета.
7. С автоматизирането на работите ще се разкриват и допълнителни възможности както за научен анализ, така и в посока на пласмента и маркетинга на продукцията от плантациите.

Трябва да се отчитат и следните слабости:

1. Прави се преди всичко моментна „снимка“ на състоянието на обекта и методът не може да замени по информативност постоянните пробни площи, които осигуряват най-пълни данни за развитието на обекта във времето.
2. Голяма трудоемкост и разход на време.
3. Трудност за схематично представяне на обекти върху неправилни релефни форми и при неравномерна схема.
4. Трудно постигане на достатъчно мощна извадка за някои групи, за да се получат достоверни резултати за нея.
5. Някои обособени групи са само теоретични и не могат да се прилагат като практически модел.

Основните слабости могат да се преодолеят с посочените средства за автоматизиране и специализиран софтуер. Перспективите са за

доразвитие чрез въвеждане на получените данни в подходящ модел за симулиране на сценарии за прогнозиране на резултатите от различни подходи на създаване и стопанисване – залесителни схеми, прореждане и др.

Плантажното лесовъдство се основава на трайния дефицит на горски суровини, екологичния потенциал на изкуствените екосистеми и интензивното инвестиране в тях. Необходими са благоприятни природни условия, подобрени репродуктивни материали и оптимизиране на технологиите. В резултат се получават значими добиви в съкратен период, бърза възвращаемост и добри икономически резултати. Постига се и съществен социален ефект – генериране на заетост и допълнителни доходи. Като цяло залесяванията носят многопосочни ползи – екологични, за селското стопанство, енергетиката, туризма, транспорта и др.

Разчитаме прилагането на методиката да спомогне за успешно развитие на плантажното лесовъдство – една от най-издържаните горскостопански дейности в контекста на устойчивото развитие.

### Благодарности

Изказвам благодарност на доц. д-р Наско Илиев – участвал в експериментирането на методиката, както и за старанието при пробното ѝ прилагане от дипломантите: инж. И. Михайлов (2007); инж. В. Кимов (2007); инж. С. Герасков (2009); инж. Н. Джонгалова (2012); инж. Л. Господинова (2013); инж. Л. Чучукова (2013).

### Литература

1. Александров, А. Селекционно-генетични проучвания върху смърча (*Picea abies Karst.*) в България и запазване на неговите генетични ресурси. Дисертация за дсн. БАН. 1984. 414 с.
2. Александров, Н. Проучване динамика на природните нарушения във високопланинските смърчовите гори като основа за тяхното природосъобразно стопанисване. Управление и устойчиво развитие. 2012. ЛТУ, София. (под печат).
3. Богданов, Б., Дакев, Т. Проучване на посевни и посадъчни материали от плюсови дървета на белия и черния бор и създаване на опитни култури от тях. Отчет по научен проект. НИС–ВЛТИ. 1982.
4. Богданов, Б., Милев, М., Александров, П. Изследване състоянието и развитието на потомствените опитни култури от бял и черен бор на територията на ГС Ихтиман. Отчет по научен проект. НИС–ЛТУ. 1996.
5. Большакова, Н. Влияние густоты и размещения посадочных мест на рост ели при выращивании культур по интенсивным технологиям. Дисертация за ксн. ГЛА, Санкт-Петербург. 2007. 166 с.
6. Борисов, М., Александров, Н., Димитрова, С. Природна структура на буквите гори, модел за тяхното устойчиво и природосъобразно стопанисване. Управление и устойчиво развитие. 2012. ЛТУ, София. (под печат).

7. Бъчваров, Д. *Началната гъстота на черноборовите култури и влиянието ѝ върху някои таксационни показатели*. Горскостопанска наука. 17(6). 1980. 3–22.
8. Бъчваров, Д. *Към въпроса за началната гъстота на черноборовите култури*. Наука за гората. 4. 1991. 22–32.
9. Горячев, В. *Влияние пространственного размещения деревьев в сообществе на формирование годичного слоя древесины хвойных в южнотаежных лесах Урала*. Экология. 1. 1999. 9–19.
10. Градяцкас, А., Малинаускас, А. *Оценка качества лесных культур*. Методические рекомендации. Каунас. 1980. 20 с.
11. Денев, Д., Цанов, Ц., Найденов, Я., Калчев, П. *Наръчник по тополовѣдство*. Земиздат. София. 1987. 114 с.
12. Димитров, С., Панов, П. *Промислени горски култури*. МГГП. София. 1982. 75 с.
13. Добрев, Д., Боджаков, П. *Нашият опит с бързорастящи горски дървесни видове*. Земиздат. София. 1971. 137 с.
14. Димитров, Е. *Моделиране на строежа, обема и сортиментите на средновъзрастните и дозряващите белборови, смърчови и елови дендроценози*. Симолини 94. София. 2003. 448 с.
15. Димитров, Т. *Частно лесовѣдство. Лесоразвъждане и изкуствено лесовъзобновяване*. Печатница И. Божинов. София. 1926. 476 с.
16. Духовников, Ю. *Горска таксация*. Издателство за селскостопанска литература. София. 1977. 217 с.
17. Желев, И. *Растежен простор и склопеност на отделното дърво*. Горскостопанска наука. 7(1). 1971. 33–51.
18. Желев, И. *Метод за определяне растежния простор на елитните дървета*. Горскостопанска наука. 12(4). 1975. 47–55.
19. Зафиров, Н. *Компютърна програма за анализ на хронологии от дървесни пръстени*. Лесовѣдска мисъл. 12(1–2). 2006. 44–53.
20. Захариев, Б. *Горски култури*. Земиздат, София, 1959. 482 с.
21. Захариев, Б. *Създаване на горски култури от някои бързорастящи дървесни видове*. ЦСНТИ. Обзор, София. 1967. 112 с.
22. Захариев, Б. *Оптимална гъстота при създаване на горските култури*. ЦСНТИ. Обзор, София. 1974. 60 с.
23. Захариев, Б. *Нова ценна възможност за увеличено и ускорено плантажно производство на тополова дървесина*. Горско стопанство. 2. 1975. 14–18.
24. Захариев, Б. *Горски култури*. Държавно издателство за селскостопанска литература, София. 1977. 364–370.
25. Захариев, Б. *Промислени култури от иглолистни видове*. Горско стопанство. 10. 1980. 25–30.
26. Захариев, Б. *Енергийни гори*. Горско стопанство и горска промишленост. 5. 1986. 28–29.
27. Захариев, Б., Орозова, Н. *Отглеждане на горски култури от някои бързорастящи дървесни видове. I част*. АСН. София. 1968. 124 с.
28. Захариев, Б., Сираков, Х., Наумов, З., Роснев, Б., Йорова, К., Керемидчиев, М., Гунев, Г. *Интензивни горски култури*. Земиздат, София. 1983. 164–167.
29. Илиев, С. *Технология за създаване на култури за интензивно производство на дървесина*. Горско стопанство. 10. 1980. 36–42.
30. Калмуков, К. *Влияние на първоначалната гъстота върху растежа и развитието на някои дървесни видове в култури за биомаса*. Юбилейна научна сесия 70 години лесотехническо образование в България. I. Серия Горско стопанство. София. 1995. 129–137.
31. Калчев, П. *Лесоикономически проучвания на тополовите култури*. Горско стопанство. 9. 1983. 17–18.
32. Коларов, Д., Цанов, Ц., Калчев, П. *Тополови и върбови култури за интензивно производство на дървесина*. Горско стопанство. 10. 1980. 43–48.
33. Костадинов, К. *Оптимална гъстота на горските култури*. Горско стопанство и горска промишленост. 9. 1985. 29–30.
34. Костов, К. *Гъстотата – фактор за формиране на насажденията*. Горско стопанство и горска промишленост. 3. 1985. 17–19.
35. Костов, К., Цанов, Ц., Найденов, Я., Броцилов, К., Броцилова, М., Калмуков, К., Калчев, П. *Възможности за създаване на интензивни горски култури и насаждения за ускорено производство на дървесина от някои дървесни видове в централната и източната част на Северна България*. Наука за гората. 1. 1988. 46–55.
36. Ляпова, Й. *Растеж и продуктивност на интензивни култури*. Горско стопанство. 7. 1990. 6–8.
37. Малинаускас, А. *Влияние размещения посадочных мест на рост и продуктивность культур хвойных пород*. Лесоведение. 6. 2003. 49–57.
38. Маринов, И. *Промислени култури от ясен, липа и други широколистни видове*. Горско стопанство. 10. 1980. 49–52.
39. Маринов, И., Кънев, К. *Метод за ускорено производство на едроразмерна ясенова дървесина*. Горскостопанска наука. 4. 1982. 18–24.
40. Маринов, И., Велков, Д., Роснев, Б. *Инструкция за създаване, отглеждане и стопанисване на интензивни култури от обикновен ясен*. 1985. 30 с.
41. Милев, М., Илиев, Н. *Влияние на географския произход и схема на залесяване в култури от бял бор. I. Състояние, растеж и производителност*. Сборник научни доклади, Международна научна конференция „50 г. Лесотехнически университет“, серия „Горско стопанство и Ландшафтна архитектура“. 2003. 51–54.
42. Милев, М. *Проучвания върху развъждането на европейската (Larix decidua Mill.) и японската (Larix kaempferi (Lamb.) Carr.) лиственица в България*. Дисертация за ОНС „доктор“. 1996.
43. Милев, М., Илиев, Н. *Създаване на горски култури*. В: Нинов Н. и др. Наръчник на предприемача в горското стопанство при условията на членство на България в Европейския съюз. Лесотехнически университет. София. 2010. 68–101.

44. Мирчев, С., Любенова, М., Шикаланов, А., Симеонова, Н. *Дендрохронология – кратък курс*. Пенсофт. София. 2000. 198 с.
45. Михов, И. *Горска таксация*. РИК „Литера“. София. 2000. 236 с.
46. Михов, И. *Горска таксация*. РИК „Литера“. София. 2005. 222 с.
47. Недялков, С. *Методи за определяне прираста на дърветата и насажденията*. ЦСНТИ. Обзор, София. 1967. 80 с.
48. Огиевский, В., Хиров, А. *Обследование и исследование лесных культур*. ЛА. Ленинград. 1967. 50 с.
49. Онучин, А., Соколов, В., Милютин, Л. *Перспективы интенсивного лесовыращивания и современные методы искусственного лесовосстановления в Сибири*. Инновации и технологии в лесном хозяйстве. Материалы международной научно-практической конференции 22–23 марта 2011 г., Санкт-Петербург. ФГУ „СПбНИИЛХ“. 2011. 38–44.
50. Палигоров, И. *По въпроса за икономическия потенциал на иглолистните култури*. Лесовъдска мисъл. 1(3–4). 1995. 117–125.
51. Панайотов, М. *Проучване влиянието на някои екологични фактори в зоната на горната граница на гората върху видове от сем. Борови (Pinaceae)*. Дисертация за ОНС „доктор“. ЛТУ. 2006. 203 с.
52. Петкова, К. *Проучвания върху развъждането на зелената дугласка (Pseudotsuga menziesii Mirb. Franco) в някои райони на Стара планина*. Дисертация за кссн. София. 1989.
53. Попов, Е. *Проучване върху резултата от интродукцията на зелената дугласка [Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco] у нас*. Автореферат. 1991.
54. Попов, Е., Петкова, К. *Растеж по височина на дугласката (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) в опитни култури*. Сборник научни доклади Международна научна конференция „50 години Лесотехнически университет“, секция Горско стопанство. 2003. 92–95.
55. Порязов, Я., Радулов, Н. *Програмен продукт „СТА 98“ за стъблен анализ*. ЛТУ. 1998.
56. Редько, Г., Родин, А., Трещевский, И. *Лесные культуры*. Агропромиздат. Москва. 1985. 400 с.
57. Родин, А., Родин, С. *Лесные культуры и лесомелиорация*. Агропромиздат. Москва. 2000. 320 с.
58. Романов, Е., Нуреева, Т., Еремин, Н. *Критерии и показатели перевода лесных культур в плантации*. Инновации и технологии в лесном хозяйстве. Материалы международной научно-практической конференции 22–23 марта 2011 г., Санкт-Петербург. ФГУ „СПбНИИЛХ“. 2011. 88–91.
59. Романов, Е., Еремин, Н., Мухортов, Д., Нуреева, Т. *Лесные культуры*. Ускоренное лесовыращивание. Марийский государственный технический университет. Йошкар-Ола. 2007. 288 с.
60. Станкова, Т. *Възможности за оптимизиране на гъстотите на култури от бял и черен бор чрез математически модели*. Дисертация за ОНС „доктор“. София. 2006. 168 с.
61. Станкова, Т., Шибуйа, М., Хагихара, А. *Метод за контролиране гъстотите на горските култури*. Наука за гората. 2. 2002. 27–38.
62. Стипцов, В., Ботев, Н. *Влияние на гъстотата и схемата на засаждане върху растежа на култури от обикновен бук (Fagus sylvatica L.)*. Наука за гората. 2. 1994. 21–30.
63. Факиров, В. *За интензивно тополово стопанство*. Горско стопанство, 11. 1979. 10–14.
64. Цаков, Х. *Растеж и продуктивност на черноборовите култури*. Горско стопанство и горска промишленост. 11. 1985. 13–15.
65. Цаков, Х. *Диамичен растежен модел на черноборовите култури*. Горско стопанство. 5–6. 1991. 12–13.
66. Цаков, Х., Делков, А., Христова, Х. *Растеж на култури от Robinia pseudoacacia L. върху индустриални насипи близо до София в период на климатични аномалии*. Лесовъдска мисъл. 37(1). 2009. 177–185.
67. Amodei, T., Guibal, F., Fady, B. *Relationships between climate and radial growth in black pine (Pinus nigra Arnold ssp. salzmannii (Dunal) Franco) from the south of France*. Annals of Forest Science. 2012. 7 p. [DOI 10.1007/s13595-012-0237-9].
68. Burton, P. *Some limitations inherent to static indices of plant competition*. Canadian Journal of Forest Research. 23. 1993. 2141–2152.
69. Bella, I. *A new competition model for individual trees*. Forest Science. 17(3). 1971. 364–372.
70. Brand, D. *A competition index for predicting vigor of planted Douglasfir in Southwestern British Columbia*. Canadian Journal of Forest Research. 16. 1986. 23–29.
71. Brown, C. *The global outlook for future wood supply from forest plantations*. Global Forest Products Outlook Study. Rome, FAO. 2000. 156 p. [ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/X8423E/X8423E00.pdf].
72. Chandler, L., Debell, D. *Evaluation of field performance of poplar clones using selected competition indices*. New Forests. 27. 2004. 201–214.
73. Connell, J. *On the prevalence and relative importance of interspecific competition: Evidence from field experiments*. American Naturalist. 122. 1983. 661–696.
74. Cubbage, F., Mac Donagh, P., Balmelli, G., de la Torre, R., Murara, M., Gonzalez, R., Frey, G., Lord, R., MacIntrye, C., Abt, R., Koesbanda, S., Rublar, R., Olmos, V., Kotze, H., Hoeflich, V., Carrero, O., Adams, T., Huang, J., McGinley, K., Phillips, R. *Global Forest Plantation Investment Returns in 2008*. Speech Presented at the: Timberland Investors Forum, Atlanta, GA. 2008. [http://www.cnr.ncsu.edu/sofac/Cubbage\_SOFAC\_Timber\_Investments\_2009\_V5.pdf].
75. Cubbage, F., Mac Donagh, P., Balmelli, G., Rubilar, R., de la Torre, R., Hoeflich, V., Murara, M., Kotze, H., Gonzalez, R., Carrero, O., Frey, G., Koesbandana, S., Olmos, V., Turner, J., Lord, R., Huang, J., Abt, R. *Global forest plantation investment returns*. XIII World Forestry Congress. 18–23 October 2009. Buenos Aires, Argentina. 2009. 7 p.

76. Daniels, R. *Simple competition indices and their correlation with annual loblolly pine tree growth*. Forest Science. 22. 1976. 454–456.
77. De Luis, M., Raventós, J., Cortina, J., Moro, M., Bellot, J. *Assessing components of a competition index to predict growth in an evenaged Pinus nigra stand*. New Forests. 15. 1998. 223–242.
78. Evans, J. *Plantation Forestry in the Tropics*. 2nd edition, Clarendon Press. Oxford. 1992. 403 p.
79. Evans, J. *The suitability of wood production in plantation forestry*. Unasylva. 49. 1998. 47–52.
80. Evans, J. *Sustainability of Forest Plantations – the Evidence*. Issues Paper, Department for International Development (DFID). London. 1999. 64 p. [[http://www.riverpath.com/library/pdf/sustainability\\_of\\_plantation\\_forestry.pdf](http://www.riverpath.com/library/pdf/sustainability_of_plantation_forestry.pdf)].
81. FSC. *Plantations. The evolution of FSC's position on plantations*. 2012. 2 p. [[www.fsc.org/download.plantations.441.htm](http://www.fsc.org/download.plantations.441.htm)].
82. FSC. *FSC's engagement with Plantations*. 2012. 12 p. [<https://ic.fsc.org/certification-of-plantations.146.htm>].
83. Fenning, T., Gershenson, J. *Where will the wood come from? Plantation forests and the role of biotechnology*. Trends in Biotechnology. 2002. 6 p. [<http://www.fao.org/forestry/5860-084c2a24ad61f0e0e0ca964a0d5e82a79.pdf>].
84. Goldberg, D. *Neighborhood competition in an old-field plant community*. Ecology. 68. 1987. 1211–1223.
85. Indufor 2012. *Strategic Review on the Future of Forest Plantations*. FSC. 121 p. [[http://www.binpdf.info/pdf\\_forest\\_wood\\_strategic\\_review\\_11.html](http://www.binpdf.info/pdf_forest_wood_strategic_review_11.html)].
86. Jelonek, T., Tomczak, A., Jakubowski, M., Remlein, A. *The estimation of biomechanical stability parameters of trees growing under former farmland conditions*. Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Forestry and Wood Technology. 74. 2011. 150–155.
87. Johnstone, W., van Thienen, F. *The effects of plantation density on the growth and yield of lodgepole pine: 20-year results*. B.C. Min. For. Range, For. Sci. Prog., Victoria, B.C. Exten. Note 102. 2011. 7 p. [[www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/En/En102.htm](http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/Docs/En/En102.htm)].
88. Kalmukov, K. *Appropriate tree species for intensive forest plantations in Central Northern Bulgaria*. Forestry Ideas. 18(1). 2012. 84–91.
89. Kanowski, P. *Afforestation and plantation forestry Plantation forestry for the 21<sup>st</sup> century*. Productive functions of forests. vol. 3. Proceedings of the XI World Forestry Congress, Antalya, Turkey. Ministry of Forestry. Ankara, Turkey. 1997. 23–34. [[http://www.fao.org/forestry/foda/wforcong/publi/PDF/V3E\\_T12.PDF](http://www.fao.org/forestry/foda/wforcong/publi/PDF/V3E_T12.PDF)].
90. Keddy, P. *Competition*. Chapman and Hall. London. 1989. 202 p.
91. Lines, R. *Standardization of methods for provenance research and testing*. Report of the IUFRO. Section 22 Working Group Meeting at Pont-a-Mousson. September 6th–9th, 1965. 672–718.
92. MacDonald, G., Morris, D., Marshall, P. *Assessing components of competition indices for young boreal plantations*. Canadian Journal of Forest Research. 20. 1990. 1060–1068.
93. Mather, A. (Ed.) *Afforestation: policies, planning and progress*. Belhaven Press, London, 1993. 223 p.
94. Milev, M., Bardarov, A. *Some results of studies in ecological cultures of Scots pine (Pinus silvestris L.)*. Зборник на трудови, Меѓународен научен симпозиум „50 години Шумарски факултет“, Скопје. 1997. 38–43.
95. Milev, M., Kitin, P., Takata, K., Iliev, I., Nakada, R. *The introduction of Larix in Bulgaria – adaptation, growth and utilization*. In: Larch Breeding and Genetic Resources, IUFRO International Symposium “Larix 2004”. 26 September–1 October, 2004. Kyoto & Nagano, Japan. 2004. 50.
96. Mirtchev, S., Zafirov, N., Rasheed, R. *Dendrochronology as a tool for the investigation of forest decline*. Forestry Ideas. 18(2). 2012. 117–124.
97. Olexyn, J., Giertich, M. *Results of a 70 years old Scots pine (Pinus silvestris L.) provenance experiment in Pulawy, Poland*. Sylvae Genetica. 33(1). 1984. 22–27.
98. Peltola, H., Kellomäki, S., Väisänen, H., Ikonen, V-P. *A mechanistic model for assessing the risk of wind and snow damage to single trees and stands of Scots pine, Norway spruce and Birch*. Canadian Journal of Forestry research. 29(6). 1999. 647–661.
99. Peltola, H. *Mechanical stability of trees under static loads*. American Journal of Botany. 93(10). 2006. 1501–1511.
100. Peterson, C., Squiers, E. *Competition and succession in an Aspen-white-pine forest*. Journal of Ecology. 83. 1995. 449–457.
101. Petkova, K. *Der Douglasienanbau in Bulgarien – Ergebnisse der Herkunftsversuche. Forum Genetik – Wald – Forstwirtschaft, Ergebnisse forstgenetischer Feldversuche und Laborstudien und ihre Umsetzung in die Praxis*. 20–22.IX.2004. Teisendorf, Tagungsbericht. 2004. 82–95.
102. Petkova, K. *Investigation of Douglas-Fir Provenance Test in NW Bulgaria at Age 20*. Forestry ideas. 17(2). 2011. 131–140.
103. Petty, J., Worrell, R. *Stability of coniferous tree stems in relation to damage by snow*. Forestry. 54(2). 1981. 115–128.
104. Pommerening, A. *Evaluating structural indices by reversing forest structural analysis*. Forest Ecology and Management. 224. 2006. 266–277.
105. Savill, P., Evans, J., Auclair, D., Falck, J. *Plantation Silviculture in Europe*. Oxford. 1997. 297 p.
106. Savill, P., Turnbull, J. *Plantation forestry in the tropics*. Third edition. Oxford University Press inc., New York. 2004. 467 p.
107. Schoener, T. *Field experiments on interspecific competition*. American Naturalist. 122. 1983. 240–285.
108. Sedjo, R. *The role of forest plantations in the world's future timber supply*. The Forestry Chronicle. 77(2). 2001. 221–225.
109. Silander, J., Pacala, S. *Neighborhood predictors of plant performance*. Berlin, Oecologia. 66. 1985. 256–263.

110. Spiecker, H., Hein, S., Makkonen-Spiecker, K., Thies, M. *Valuable Broadleaved Forest in Europe*. Brill, Leiden – Boston. 2009. 256 p.
111. Spiecker, H. *Valuable wood production – an option for the future?* *Forestry Ideas*. 16(1). 2010. 11–18.
112. Stankova, T., Diéguez-Aranda, U. *Diameter distribution model for Scots pine plantations in Bulgaria*. *Forestry Ideas*. 16(2). 2010. 155–162.
113. Stanturf, J., Zhang, D. *Plantations forests in the United States of America: Past, present and future*. XII World Forestry Congress, Quebec City, Canada. 2003. [[www.fao.org/forestry/docrep/wfcxii/index\\_result.asp?strlang\\_en](http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxii/index_result.asp?strlang_en)].
114. Stathers, R., Rollerson, T., Mitchell, S. *Windthrow Handbook for British Columbia Forests*. Research Program Working Paper 9401. British Columbia Ministry of Forests. 1994. 38 p. [<http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/docs/wp/wp01.pdf>]
115. Vance, E., Maguire, D., Zalesny, R. Research Strategies for Increasing Productivity of Intensively Managed Forest Plantations. *Journal of Forestry*. 108. 2010. 183–192.
116. Weiskittel, A. Development of a Hybrid Modeling Framework for Intensively Managed Douglas-Fir Plantations in the Pacific Northwest. PhD thesis. 2006. 330 p. [<http://scholarsarchive.library.oregonstate.edu>].

## METHOD OF ANALYSIS OF FOREST PLANTATIONS

Milko Milev

University of Forestry, Sofia, Bulgaria

### Abstract

It is presented an idea for analysis of forest plantations. The method allows applying as in the simple plots and in forest plantations established in traditional afforestation. The essence of the method is a more detailed mapping and inventory of trees in certain experimental area. Along with the traditional measurements of diameters and heights, are highlighted and other features such as faults in the stems, condition of the around space – neighbouring tree species, missing trees from planting scheme, stumps held by logging and others. The analysis requires the grouping of trees in a homogeneous situation on the ground in conditional separate groups. The main differences between the groups are in the growth by diameter. Growth and other indicators of designated groups are subjected to a comparison – graphically or analytically, and then statistical prove differences are reaching useful conclusions about the positive models of establishing and managing plantations. This method can respond to important issues related to the scheme and planting density, an appropriate mixture of tree species composition, patterns of managing – time and intensity of logging and others.