



ЕВРОПЕЙСКИ СЪЮЗ
ЕВРОПЕЙСКИ
СОЦИАЛЕН ФОНД



Съвременни природосъобразни методи за стопанисване на горите

Понятие за структура на гората и начини за нейното
характеризиране. Структура на изборната гора.
Видове изборни структури.

гл. ас. д-р Нено Александров



Структура на гората - определение

Понятието структура на насаждението включва в себе си представа за разположението на компонентите на насаждението (не само дървета) в пространството.

Гората може да бъде описана посредством нейния състав, вертикалния и хоризонтален модел на разпределение на дърветата, възрастта, размера на дърветата

Шютц (1999) разглежда структурата като начин по който дърветата се разпределят във вертикалното пространство, а положението на дърветата и дървесните видове в хоризонталното пространство определя текстурата насажденията.



❖ Хоризонтална структура (текстура)

Хоризонталната структура на гората характеризира разположението на дърветата в пространството. Широко признато, е че пространствената структура на горите е движещ фактор за процесите на растеж и конкуренция. Също така всяко въздействие върху горите е преди всичко промяна на пространствена структура на горите.

❖ Вертикална структура

Вертикалната структура на гората е важна характеристика, която отразява ключови фактори като условията на месторастене, както и екологичните процеси като конкуренция или режима на природните нарушения. Вертикалното разположение на короните на дърветата е една от най-често използваните характеристики при характеризиране вертикалната структура на насажденията.

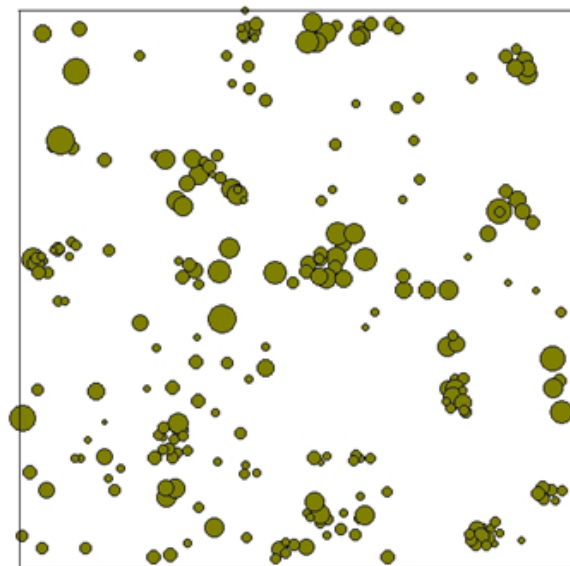
❖ Възрастова структура

Възрастовата структура на гората характеризира разпределението на дърветата по класове на възраст. При наличие на дървета от едно възрастово поколение (кохорта) насажденията се счита за едновъзрастно, а при повече от едно възрастови поколения (класове на възраст) разновъзрастно.



Хоризонтална структура на гората (текстура)

равномерна



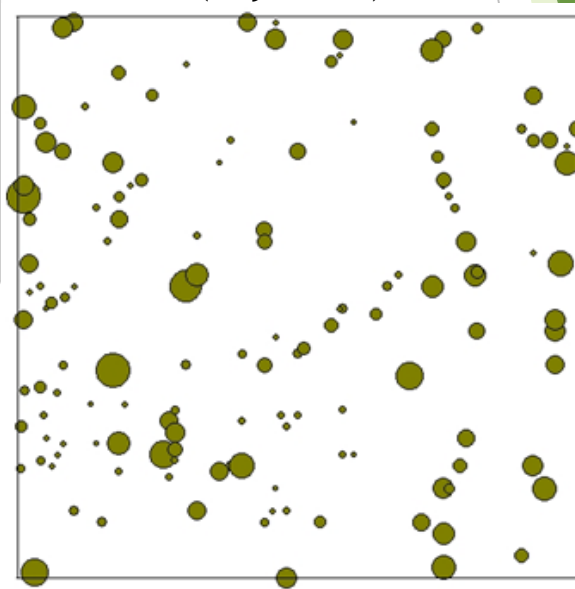
$$CE > 1$$
$$CI < 1$$

групова

$$CE < 1$$
$$CI > 1$$

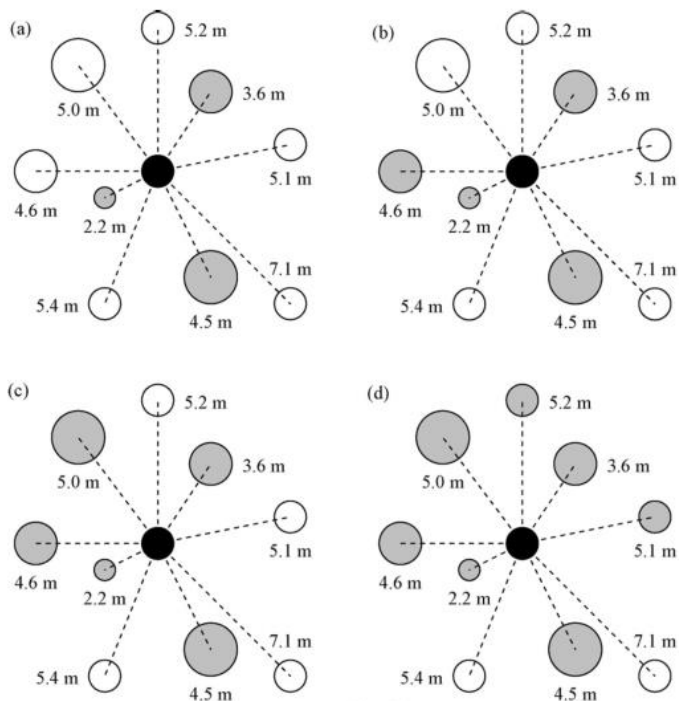
$$CE \approx 1$$
$$2 < CI < 2,5$$

неравномерна
(случайно)





Индексът на Clark–Evans (CE) характеризира количествено степента на групиране и хоризонтално подреждане на дървета. Този индекс описва съотношението между наблюдаваното средно разстояние от едно дърво до най-близкия му съсед и очакваното средно разстояние при случайно разположение на дърветата.



$$CE = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N r_i}{0.5 \times \sqrt{\frac{A}{N}} + 0.0514 \frac{P}{N} + 0.041 \frac{P}{\sqrt{N^3}}},$$

r_i – разстояние от което и да е дърво i до най-близкия му съсед (m);

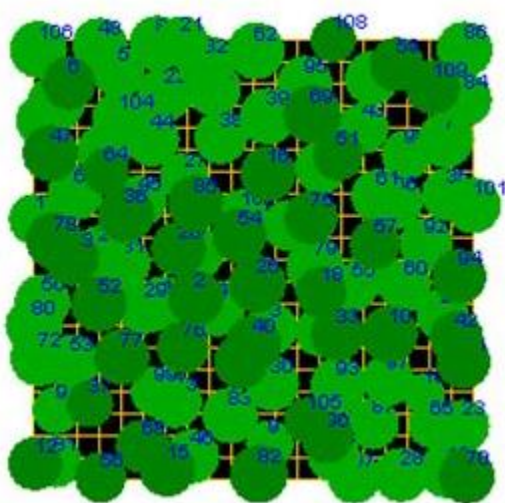
N – общ брой дървета в пробната площ;

A – площ на пробната площ (m^2);

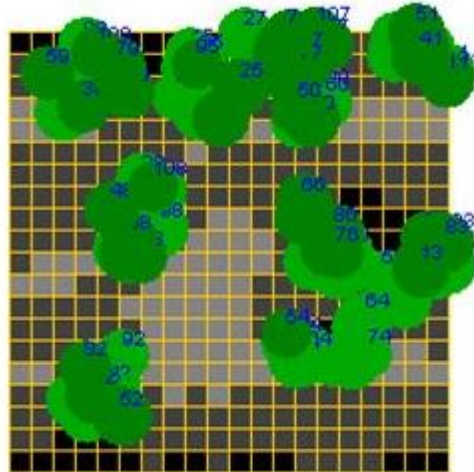
P – периметър на пробната площ (m).



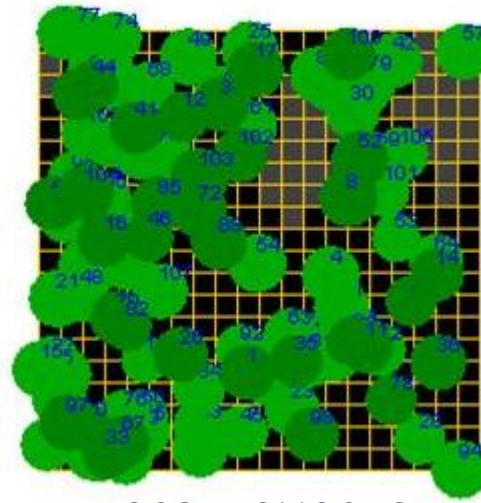
Индекс на Clark–Evans (CE)



равномерна
 $CE > 1$



группова
 $CE < 1$



неравномерна
(случайно)
 $CE \approx 1$

Стойности по-малки от единица са показателни за наличието на тенденция към групиране, стойности близки до единица показват случайно разпределение, а стойности по-големи от единица са показателни за равномерно разпределение (Clark и Evans, 1954).

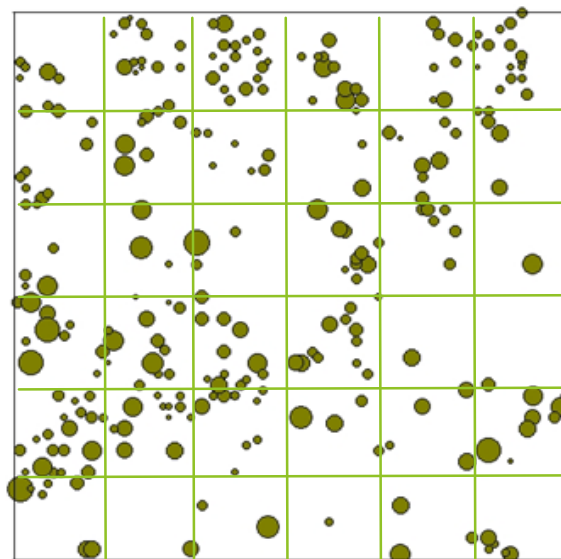


Индексът на Сох (CI) характеризира разпределението на дърветата като оценява количествено дисперсията на разстоянието между дървета чрез използването на пробни площи с еднакви размери, а не с помощта на най-близките съседни разстояния.

$$CI = \frac{s_x^2}{\bar{x}},$$

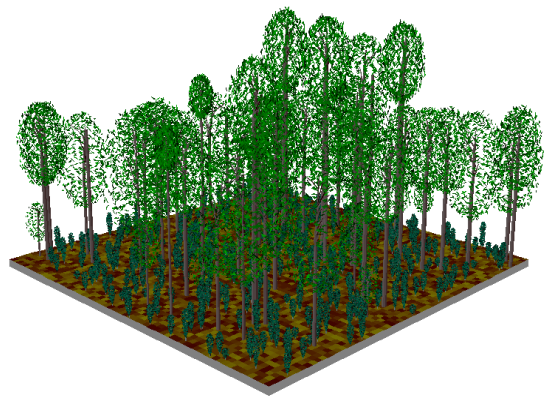
където:

s_x^2 – средно квадратично отклонение
на броя дървета x в рамките на пробната площ;
 $\bar{x}$ – среден брой дървета във всяка площадка.

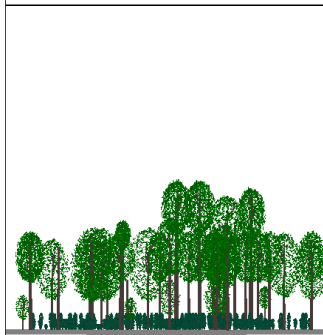
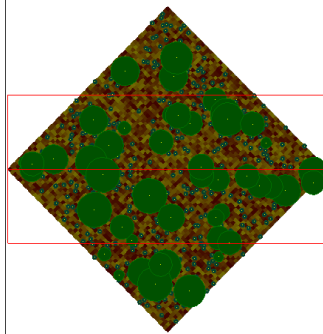


Стойности близки до единица показват случайно разпределение, стойности по-малки от едно – нормално разпределение, а стойности по-високи от единица – групово разпределение.

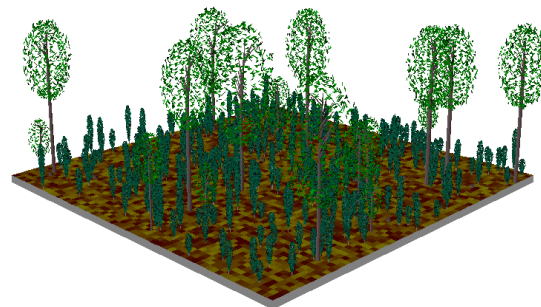
Stand Visualization System



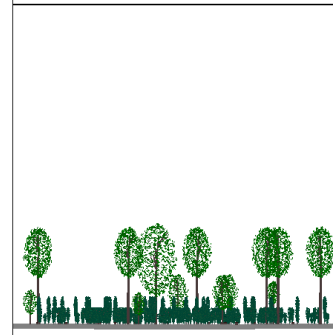
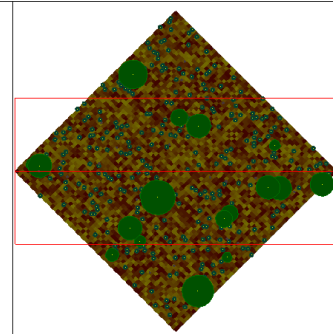
Basic



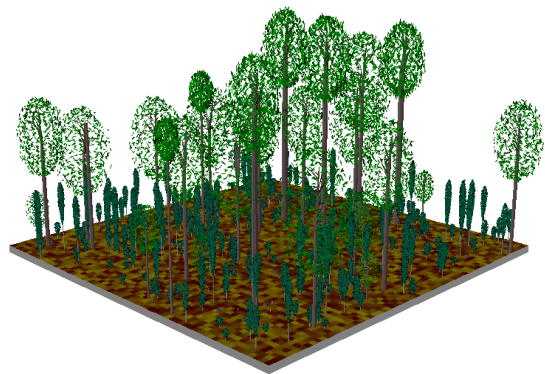
Stand Visualization System



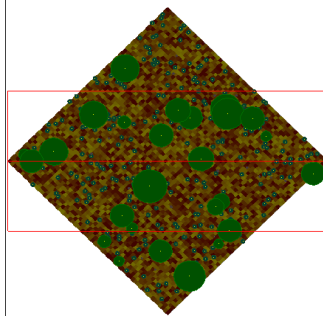
post_02



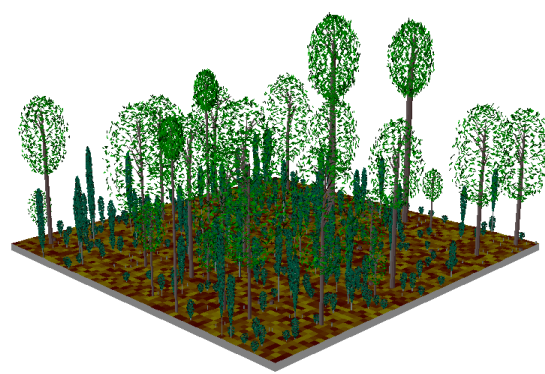
Stand Visualization System



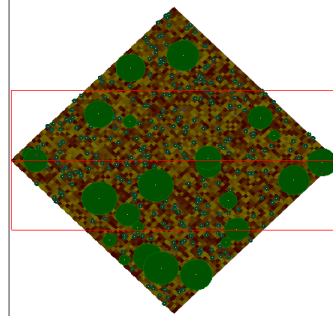
femel02



Stand Visualization System



selek02





Индекс на Shannon–Wiener – широко използван в екологичните проучвания и доказано добър показател за структурната сложност на гората.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i ,$$

p_i – относителната кръгова площ в i -тия клас по височина.

Индексът на Pielou е произведен от индекса на Shannon–Wiener, но е по-лесен за тълкуване, тъй като варира в интервала от 0÷1, като максималната му стойност отговаря на максимална хетерогенност (разнообразие).

$$J = \frac{- \sum p_i \ln p_i}{\ln S} = \frac{H'}{\ln S} ,$$

S – брой класове по височина.

Индекс на Gini – използван като мярка за структурна хетерогенност. Стойностите на индекса са в интервала от 0÷1, като единицата показва максимално възможното теоретично разнообразие.

$$GC = \frac{\sum_1^n (2j - n - 1) H_i}{\sum H_i (n - 1)} ,$$

j – ранг на отделното дърво по височина, определен във възходящ ред;

H_i – височина на дървото i ;

n – брой дървета.



Индексът STVI не използва височинни класове и поради това е считан за по-обективен показател са структурна хетерогенност.

$$STVI_h = \begin{cases} 1 - \left(\frac{S_{hu}^2 - S_h^2}{S_{hu}^2} \right)^{p_1}, & \text{когато } S_h^2 \leq S_{hu}^2 \\ 1 - \left(\frac{S_h^2 - S_{hu}^2}{m \times S_{hmax} - S_{hu}^2} \right)^{p_2}, & \text{когато } S_h^2 > S_{hu}^2 \end{cases},$$

$$S_h^2 = \frac{\sum_{j=1}^n w_j (H_j - \bar{H})^2}{\sum_{j=1}^n w_j}, \quad S_{hu}^2 = \frac{(b-a)^2}{12}, \quad S_{hmax}^2 = \frac{(b-a)^2}{4},$$

където:

S_{hu}^2 – теоретичното вариране на разпределението на броя на дърветата по височина при равномерно (uniform) разпределение;

S_{hmax}^2 – теоретичното вариране на разпределението броя на дърветата по височина при бимодално разпределение;

S_h^2 – действителното вариране по височина, претеглено чрез w_j ;

w_j – отношението на кръговата площ на j -тото дърво спрямо общата кръгова площ в пробната площ;

H_j – височината на j -тото дърво от пробната площ;

$\bar{H}$ – средната височина;

a – най-малката измерена височина;

b – най-голямата измерена височина.



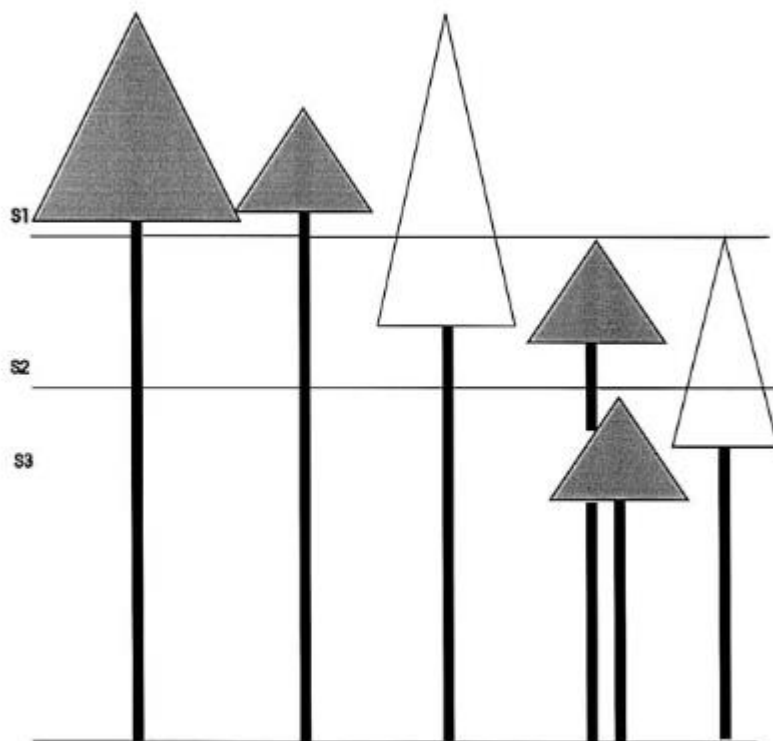
TSTRAT - program

School of Forestry, The University of Montana, Missoula USA

A method for quantifying vertical forest structure
Penelope A. Latham, Hans R. Zuuring, Dean W. Coble
18 August 1997

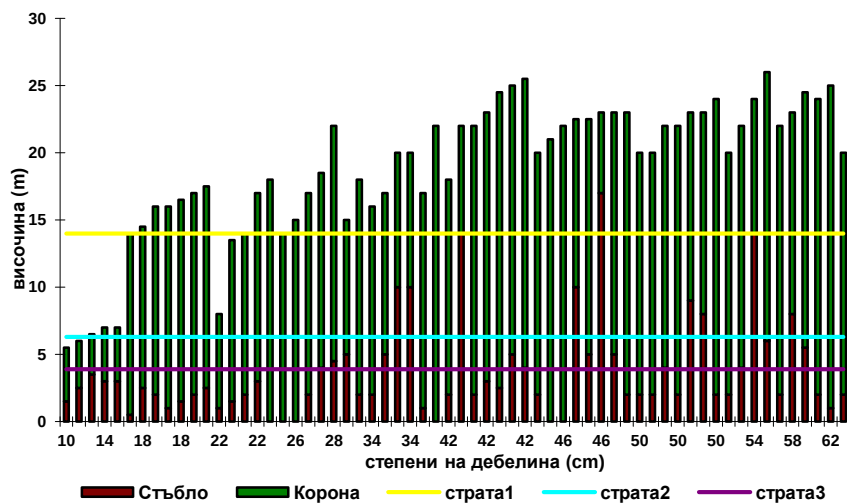
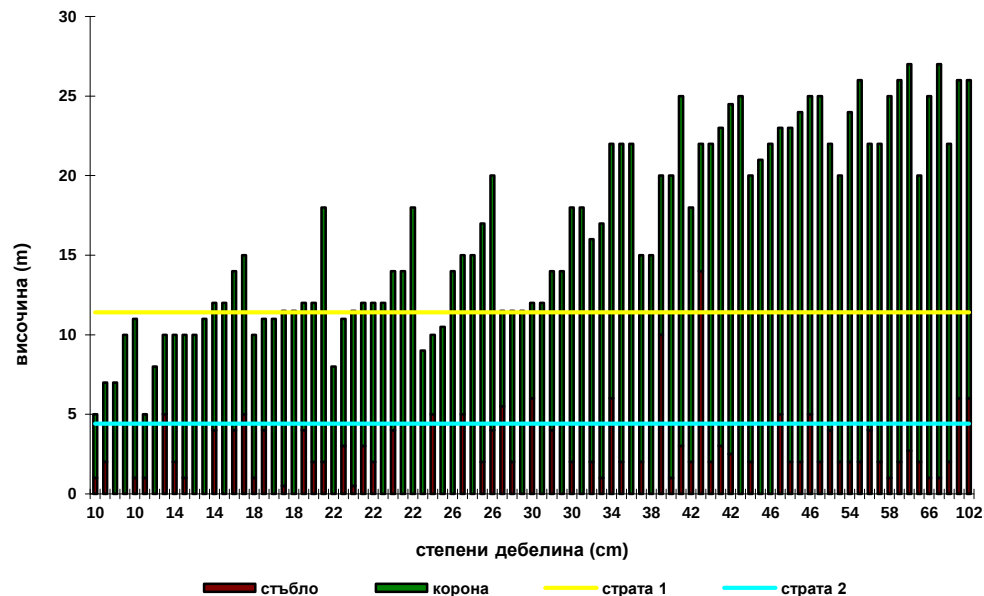
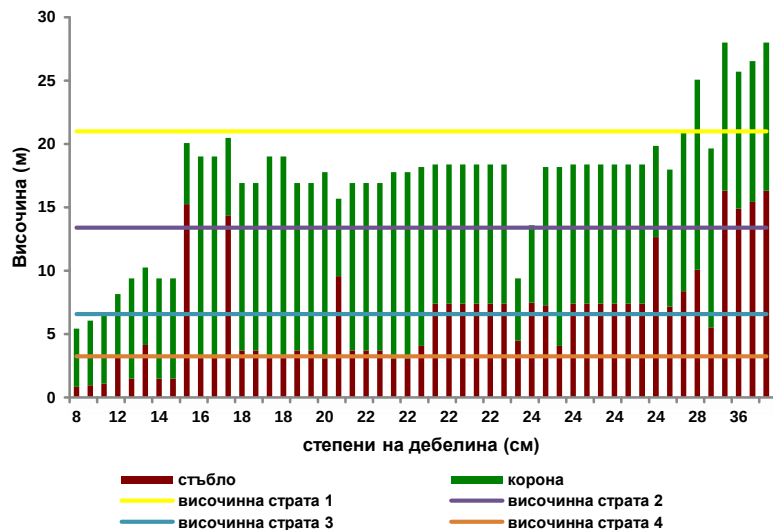
Вертикалната стратификация на дървесните корони е структурна характеристика на насажденията, която определя разпределението на светлината и валежите под склопа на гората.

Броят на стратите, получени в резултат на анализа на конкурентните взаимоотношения на дърветата, дава оценка за сложността на вертикалната структурата на насаждението.



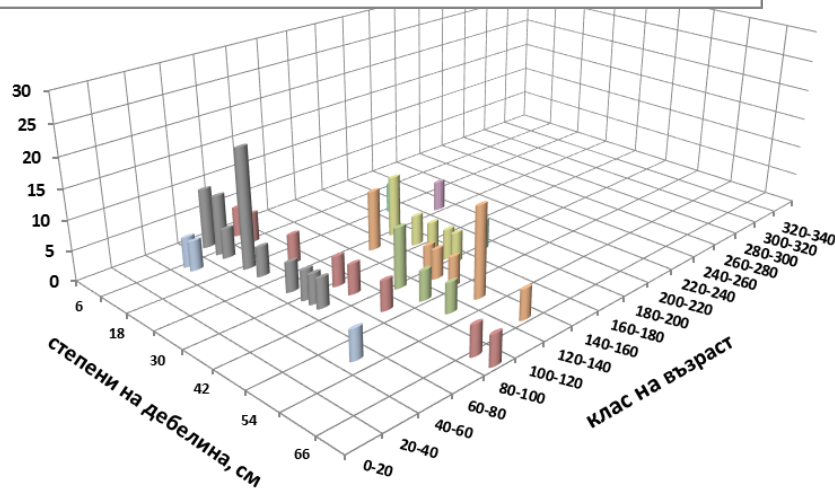
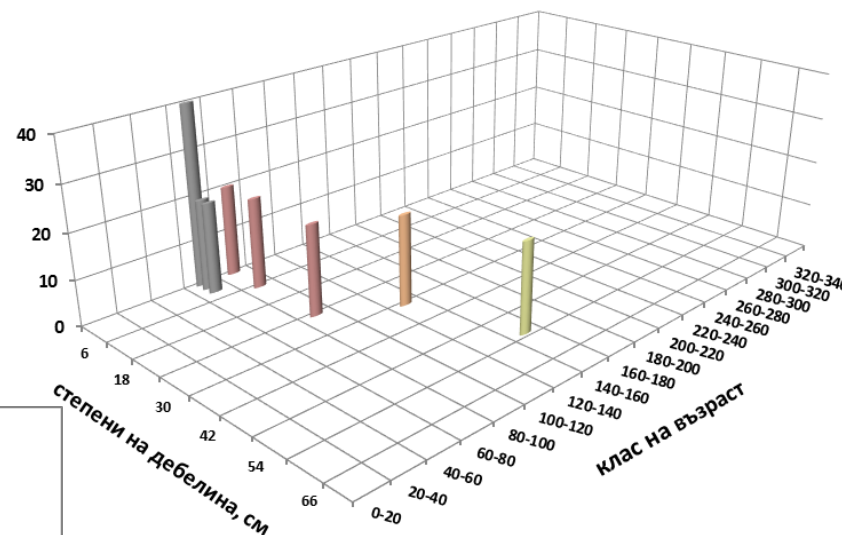
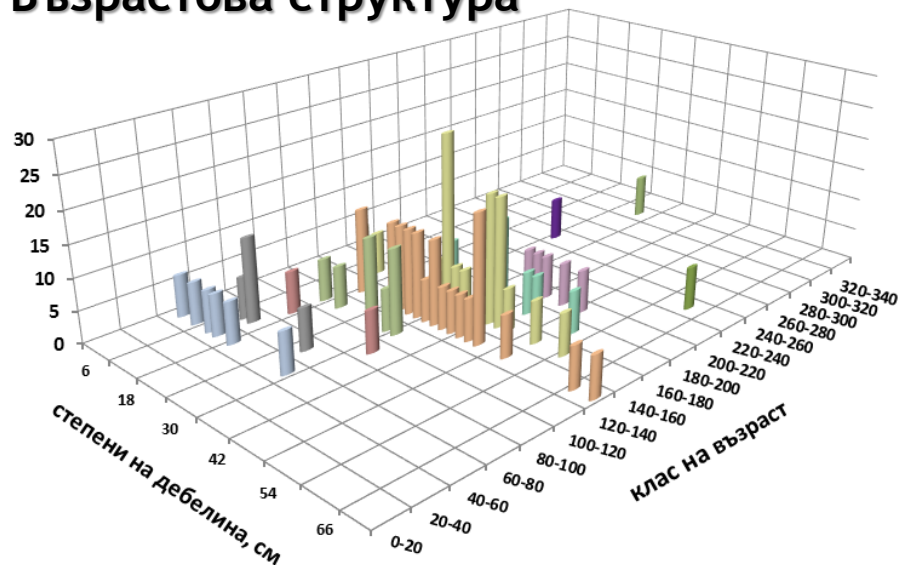


Вертикална структура на гората





Възрастова структура

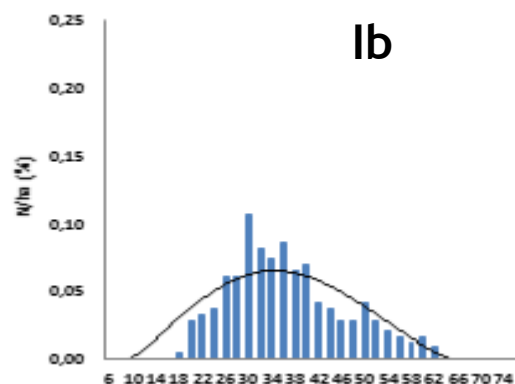
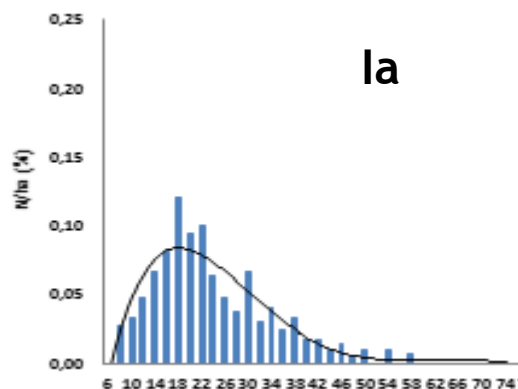


Разпределение на дърветата по степени на дебелина

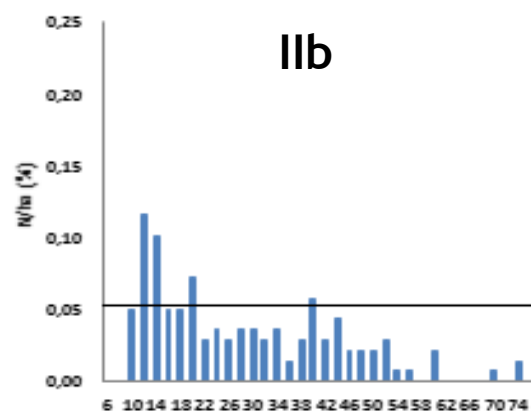
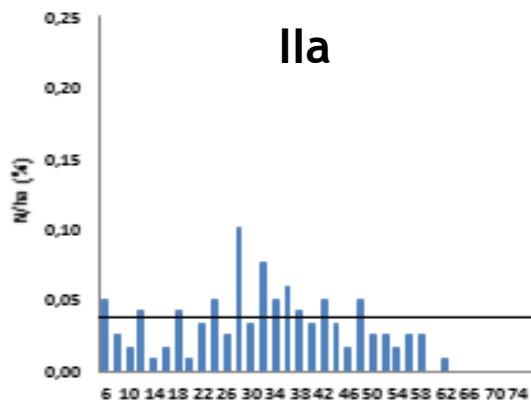
Разпределението на дърветата по степени на дебелина е един от основните параметри, характеризиращи горската структура, който традиционно се използва в научните изследвания.

Обикновено информацията се дава в графичен вид и се прави анализ на кривата на разпределението. Като критерий се използват вида на кривата, различни параметри характеризиращи кривата и други.

Най-често се използват четири основни типа диаметрални разпределения, за да характеризират различни фази от развитието на насажденията:



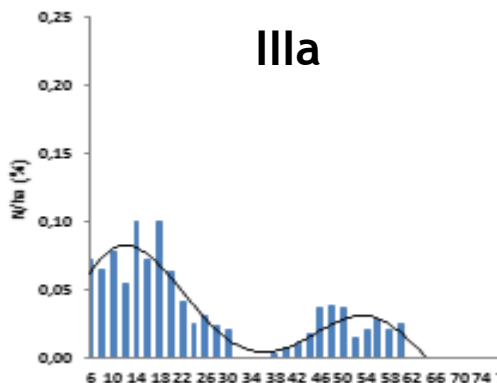
I. Нормално разпределение. Едновъзрастни насаждения с възобновяване в рамките на една кохорта, които се характеризират с нормални разпределения, както на броя на дърветата по степени на дебелина, така и на относителните кръгови площи по степени на дебелина. Тези насаждения се формират в следствие на едроплощни природни нарушения или след прилагане на голи или краткосрочно постепенни сечи. От гледна точка естествената динамика на развитие на гората с подобен тип разпределения се характеризират (1) насажденията в начална фаза на развитие след едроплощни нарушения, (2) насаждения във фаза на самоизреждане, които са следствие на едроплощни нарушения, голи или постепенни сечи (средна диаметър $D_{1,3} < 35$ cm) Ia, (3) изкуствено създадени насаждения както и насаждения във ваза на зрелост стопанисвани с краткосрочно-постепенни сечи (средна диаметър $D_{1,3} > 35$ cm) Ib



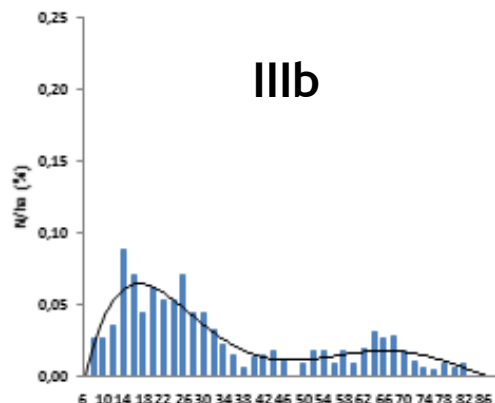
II. Равномерно разпределение. Насаждения стопанисвани с една или няколко фази на групово-постепенни сечи, или сравнително често повтарящи се дребноплощни нарушения (прозорци), които се характеризират с наличие на дървета от всички степени на дебелина относително равномерно разпределени. От гледна точка естествената динамика на развитие на гората с подобен тип разпределения се характеризират (1) насаждения във фаза на зрелост стопанисвани с дългосрочно постепенни сечи IIa, (2) не стопанисвани насаждения, при условие че динамиката на естествените нарушения е доминирана от дребноплощни нарушения на склопа (прозорци), (3) насаждения с възобновяване доминирани от сенкоиздръжливи видове в прехода между фазата на възобновяване под склопа (гар-подфаза) и фазата на стара гора, при които наличието на дървета от ниските степени на дебели <10 см все още не е достатъчно IIb, поради високата пълнота (запас) на насаждението, за да бъде формирано отрицателно експоненциално (обратна J форма) разпределение, (4) насаждения в етап на трансформация от сечищна към изборна форма на стопанството, в които се прилагат изборни прореждания.



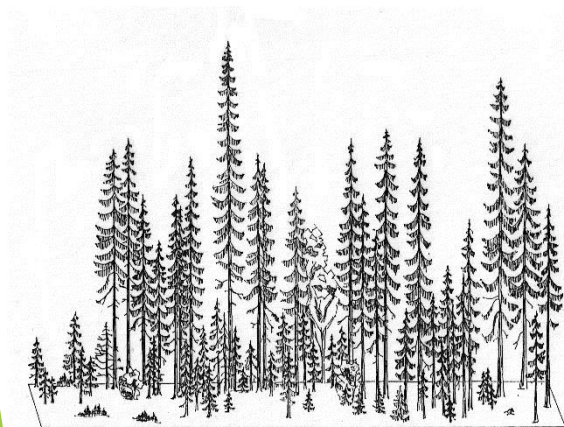
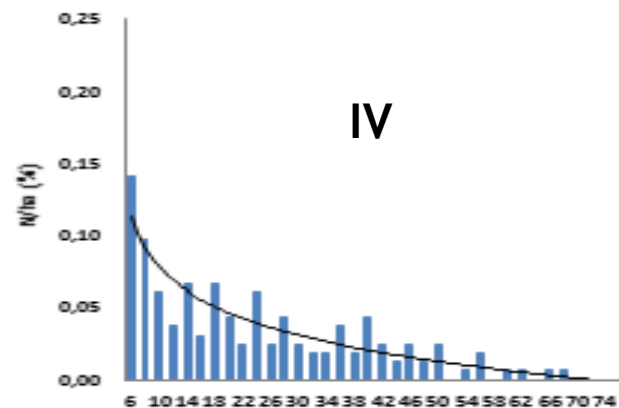
IIIa



IIIb



III. Бимодално разпределение. Насаждения състоящи се от две възрастови поколения - най-често двуетажни съставени от дървесни видове с контрастни биоecологични особености с първи етаж от светлолюбиви и втори етаж от сенкоиздръжливи. Имаме ясно изразена разлика между двата етажа с приблизително балансирана кръгова площ между тях. Този тип разпределение често пъти може да бъде трудно идентифицирано само според разпределението броя на дърветата по степени на дебелина, тъй като всяка кохорта може да бъде описана с различни математически функции. От гледна точка естествената динамика на развитие на гората с подобен тип разпределения се характеризират (1) насаждения възникнали след едроплощни нарушения или голи сечи, съставени от светлолюбиви пионерни видове, в които протича вторична сукцесия като в края на фазата на самоизреждане се появява възобновяване от късносукцесионни сенкоиздръжливи видове под склопа IIIa (2) насаждения във фаза на възобновяване под склопа, в които едновременно с появилото се голямо количество подраст са налични и едроразмерните дървета от стария дървостой IIIb.



IV. Отрицателно експоненциално разпределение. (Reverse J). Разновъзрастни насаждения, доминирани от сенкоиздръжливи видове, в които протича възобновяване под склопа, така че броя на дърветата по степени на дебелина експоненциално намалява към по-големите степени (обратната J-образна хистограма). Обикновено тази ситуация може да се идентифицира с положително асиметрична хистограма на разпределение броя на дърветата по степени на дебелина и отрицателно изкривено разпределение на кръговата площ по степени на дебелина. Перфектно отрицателно експоненциално разпределение трудно би могло да се получи в действителност, обикновено насажденията се характеризират с наличието на дървета от всички степени на дебелина с наличието на много пикове (IV). Подобен тип разпределения могат да бъдат апроксимирани с 2 или 3 параметрична Weibull функция или гама функция. От гледна точка естествената динамика на развитие на гората с подобен тип разпределения се характеризират (1) насаждения във етапа на старост (old-growth), (2) насаждения доминирани от сенкоиздръжливи видове във фаза на възобновяване под склопа (gar-подфаза), (3) разновъзрастно стопанисвани насаждения.



Индекси за характеризиране вида на диаметралните разпределения

Графичното представяне на разпределението на броя на дърветата по степени на дебелина, макар и широко използвано, не може да бъде подлагано на директен анализ и сравнение без някакъв вид субективни преценки. Поради тази причина са разработени голям брой индекси:

Индексът на Shannon

$$SH' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i),$$

p_i – относителна кръгова площ по степени на дебелина

Индексът на Pielou

$$E_{SH} = \frac{SH'}{\ln(S)}, \quad S - \text{брой степени на дебелина}$$

Индексът на Gini

$$GC = \frac{\sum_1^n (2j - n - 1)g_j}{\sum g_j (n - 1)},$$

g_j – кръговата площ на дървото с ранг j ;

j – ранг на дървото според диаметъра на гръдна височина подредени във възходящ ред от 1, ..., n ;

n – общ брой дървета.



Индекс STVI

$$S_{Dbh_i}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n ba_i (d_i - \bar{d})^2}{\sum_{i=1}^n ba_i},$$

$$STVI_{Dbh} = \begin{cases} 1 - \left(\frac{S_{Dbh_u}^2 - S_{Dbh_i}^2}{S_{Dbh_u}^2} \right)^{p_1}, & \text{когато } S_{Dbh_i}^2 \leq S_{Dbh_u}^2 \\ 1 - \left(\frac{S_{Dbh_i}^2 - S_{Dbh_u}^2}{m \times S_{Dbh_{max}}^2 - S_{Dbh_u}^2} \right)^{p_2}, & \text{когато } S_{Dbh_i}^2 > S_{Dbh_u}^2 \end{cases},$$

$$p_1 = 2.4094, p_2 = 0.5993, m = 1.1281,$$

$$S_{Dbh_u}^2 = \frac{(b-a)^2}{12}; S_{Dbh_{max}}^2 = \frac{(b-a)^2}{4},$$

$S_{Dbh_u}^2$ – теоретичното вариране на разпределението на броя на дърветата по диаметър при равномерно (uniform) разпределение;

$S_{Dbh_{max}}^2$ – теоретичното вариране на разпределението броя на дърветата по диаметър при бимодално разпределение;

S_{Dbh}^2 – действителното вариране по диаметър, претеглено чрез ba_i ;

ba_i – кръговата площ на дървото i , m^2 ;

d_i – диаметъра на гръдна височина на дървото i , cm ;

$\bar{d}$ – средният диаметър, cm ;

b – максималният измерен диаметър, cm ;

a_i – минималният измерен диаметър, cm ;

Структура на изборната гора

Най-характерната особеност на изборната гора е нейната сложна хоризонтална и вертикална структура, позната като **изборна структура**. Изборната структура е известна още като **равновесна, балансирана или оптимална структура**

Оптимална, според Недялков (1965), е структурата на насажденията, стопанисвани изборно, дървостойките на които имат оптимален строеж по дебелина и осигуряват постоянно висок (максимален) масов текущ прираст.

Балансирана е структурата на разновъзрастното насаждение, стопанисвано изборно, в което площта на относително едновъзрастните биогрупи (възрастовите класове, кохортите) е сравнително еднаква, а разпределението им по площта на насаждението е равномерно. Насажденията с балансирана структура се разглеждат като мозайка от парцели на различна възраст, в рамките на които дървостойките са относително едновъзрастни

Равновесна, според Schütz (1975), е дълговечната структура, осигуряваща равномерна продуктивност, което е възможно при наличието на достатъчно възобновяване и такова разпределение на дърветата по степени на дебелина, което при преминаването им в по-горна степен да осигурява непрекъснатост на процесите.



Структура на изборната гора

