



Годишен доклад (2013 г.) за биологичен мониторинг на проект Крумовград в района на участък „Ада тепе“ на находище „Хан Крум“

Дънди Прешъс Метълс ЕАД

доц. д-р Стефан Мирчев, ас. д-р Елена Цветкова, ас. Анна Гаврилова, Рашид Рашид
01.12.2013 г.

Съдържание

1	Въведение.....	1
2	Предмет и обекти на биологичния мониторинг	1
3	Метод на работа	6
3.1	Фитоценотична оценка	6
3.2	Здравословно състояние на горските екосистеми	8
3.3	Акумулация на тежки метали и металоиди в индикаторни тревни и дървесни растения 15	
4	Изпълнени дейности и анализ на резултатите	17
4.1	Фитоценотична оценка	17
4.2	Здравословно състояние на горските екосистеми	20
4.3	Акумулация на тежки метали и металоиди в индикаторни тревни и дървесни растения 28	
5	Заключение.....	42
6	Приложения.....	43
6.1	Пробни площи.....	43
6.2	Полеви формуляри от фитоценотичната оценка	66
6.3	Протоколи от лабораторните изследвания за почви и растения	86

1 Въведение

Този доклад е изготвен в съответствие с Плана за мониторинг на околната среда, част VII Биологичен Мониторинг: растителност, за целите на златодобивен проект на Дънди Прешъс Метълс – Крумовград в района на участък Ада тепе на находище Хан Крум, гр. Крумовград.

Годината 2013-та е базова за биологичния мониторинг. Всички изследвания за част Растителност се осъществяват за първи път във вид, в който ще обслужват дългогодишен целеви план за биологичен мониторинг.

Основна цел на настоящия доклад е да осигури достоверни научно обосновани данни за извършване на:

1. Снемане на съществуващото базово състояние при липса на минна дейност;
2. Анализ и оценка на състоянието при активна минна дейност и
3. Прогноза на очакваните промени в динамиката на компонента „растителност“.

2 Предмет и обекти на биологичния мониторинг

В този доклад са разгледани следните три основни части:

1. Фитоценотична оценка;
2. Здравословно състояние на горските съобщества (вкл. дендрохронология);
3. Акумулация на тежки метали и металоиди в индикаторни тревни и дървесни видове.

Трите части са взаимнообвързани и целят извършване на пълен мониторинг на компонента растителност. Фитоценотичната оценка цели да установи динамиката в избрани представителни растителни съобщества, които са чувствителни към промените на околната среда. Оценка на здравословното състояние, от друга страна, цели да допълни фитоценотичната оценка на горските съобщества, като позволява да се определят абиотичните, биотичните и антропогенните фактори, които биха оказали въздействие върху промените в здравословното състояние на горските съобщества в района на проекта Крумовград. Биоаккумуляцията на тежки метали и металоиди в индикаторни тревни и дървесни видове, от една страна, цели да се определят фоните/базовите концентрации на тежките метали и металоиди в индикаторните видове при отсъствие на минна дейност, а от друга страна – да позволи да се правят адекватни анализи при евентуални промени в състава на наблюдаваните тревни и дървесни съобщества след стартиране на минната дейност.

Биологичният мониторинг се извършва в две условни зони в зависимост от степента на очакваното въздействие от минната дейност:

1. Зона на въздействие – територията в границите на 600-метров буфер около инвестиционното намерение и територията, в която моделирането на очакваните атмосферни замърсители показва най-високи концентрации.
2. Референтна зона – територия, отдалечена от инвестиционното намерение, в която не се очаква пряко въздействие от минната дейност.

Въздействието на минната дейност ще се оценява основно в зоната на въздействие чрез сравнителен анализ на промяната на параметрите на околната среда, от една страна – спрямо базовата година в двете зони, и от друга – спрямо данните за референтната зона. Получените данни от референтната зона ще позволят да се установят абиотичните и биотичните

въздействия, което ще даде възможност да се изолира антропогенното въздействие в района на Ада тепе.

В периода юли-август на базовата 2013-та година бяха определени пробните площи, които ще бъдат обект на биологичния мониторинг, част Растителност в двете зони. За мониторинга на фитоценозите са избрани три местообитания по НАТУРА 2000:

- 91M0 – Балкано-панонски церово-горунови гори;
- 6220* – Псевдостепа с житни и едногодишни растения от клас Thero-Brachypodietea;
- 5210 – Храсталаци с *Juniperus* spp.

За мониторинга на здравословното състояние на горските съобщества са избрани пет дъбови съобщества. Допълнително през базовата година пилотно са взети проби от годишни пръстени на благун, черен бор и бял бор. Пробите от годишните пръстени ще се използват за установяване на тенденциите в растежа на дървесните видове в района на Ада тепе. В този район липсват семенни гори от благун или друг вид дъб, поради което бяха взети проби и от иглолистни видове. Въпреки че те не са местни видове, сигналът в годишните им пръстени е по-достовирен от този при издънковете.

За определяне на акумулацията на тежки метали и металоиди в растенията бяха взети по една средна проба от всяка зона от *Dactylis glomerata* (Ежова главица) и по една от всяка зона от *Quercus frainetto* (Благун).

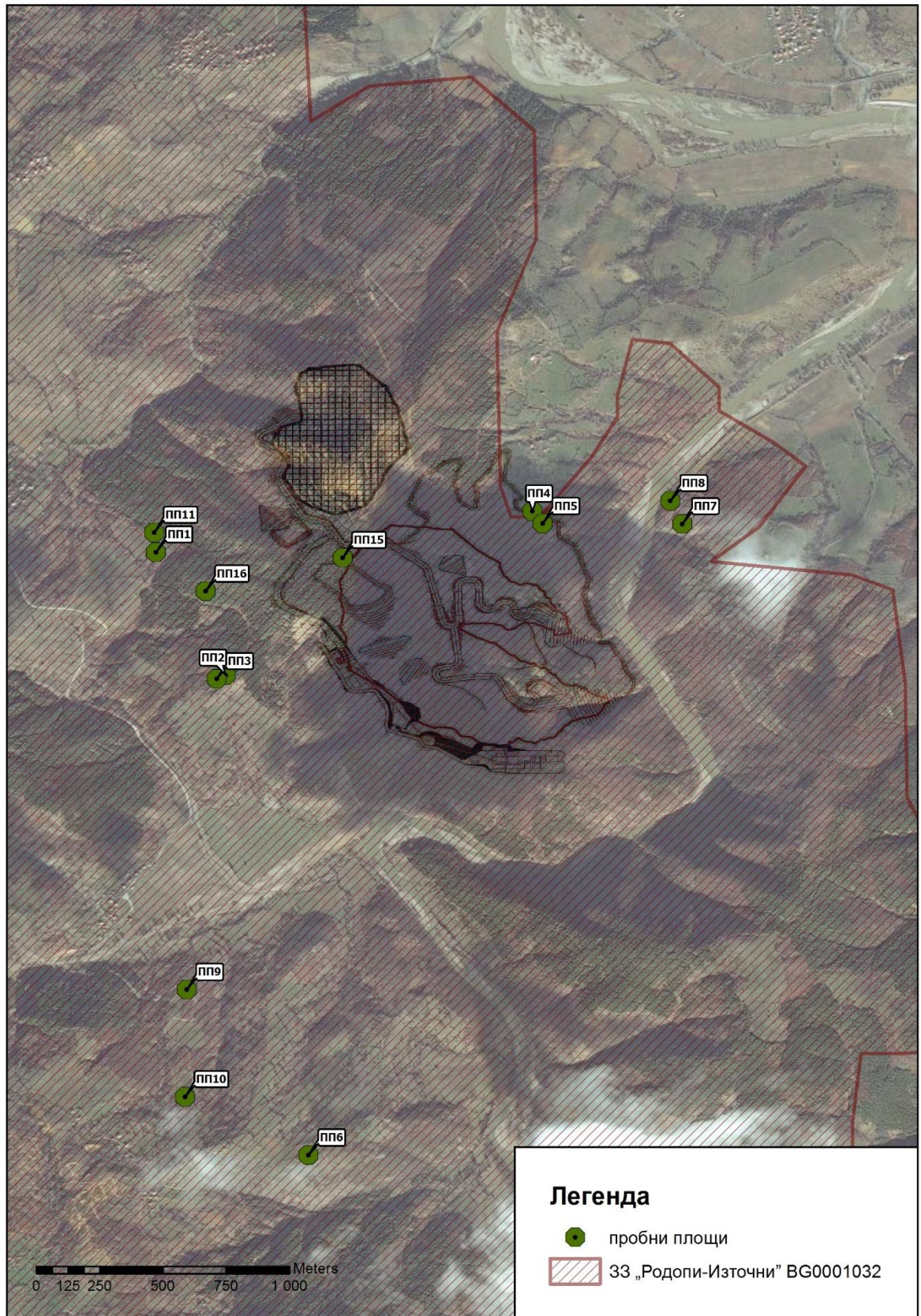
Пробните площи са трайно маркирани с червени дървени колчета. Дърветата, от които са взети листни проби, са маркирани с червен надпис „М“ на 1,5 метра височина на стъблото.

Данните за пробните площи са въведени в ГИС. Картата, на която те са нанесени, и атрибутната таблица към нея могат да се видят по-долу:

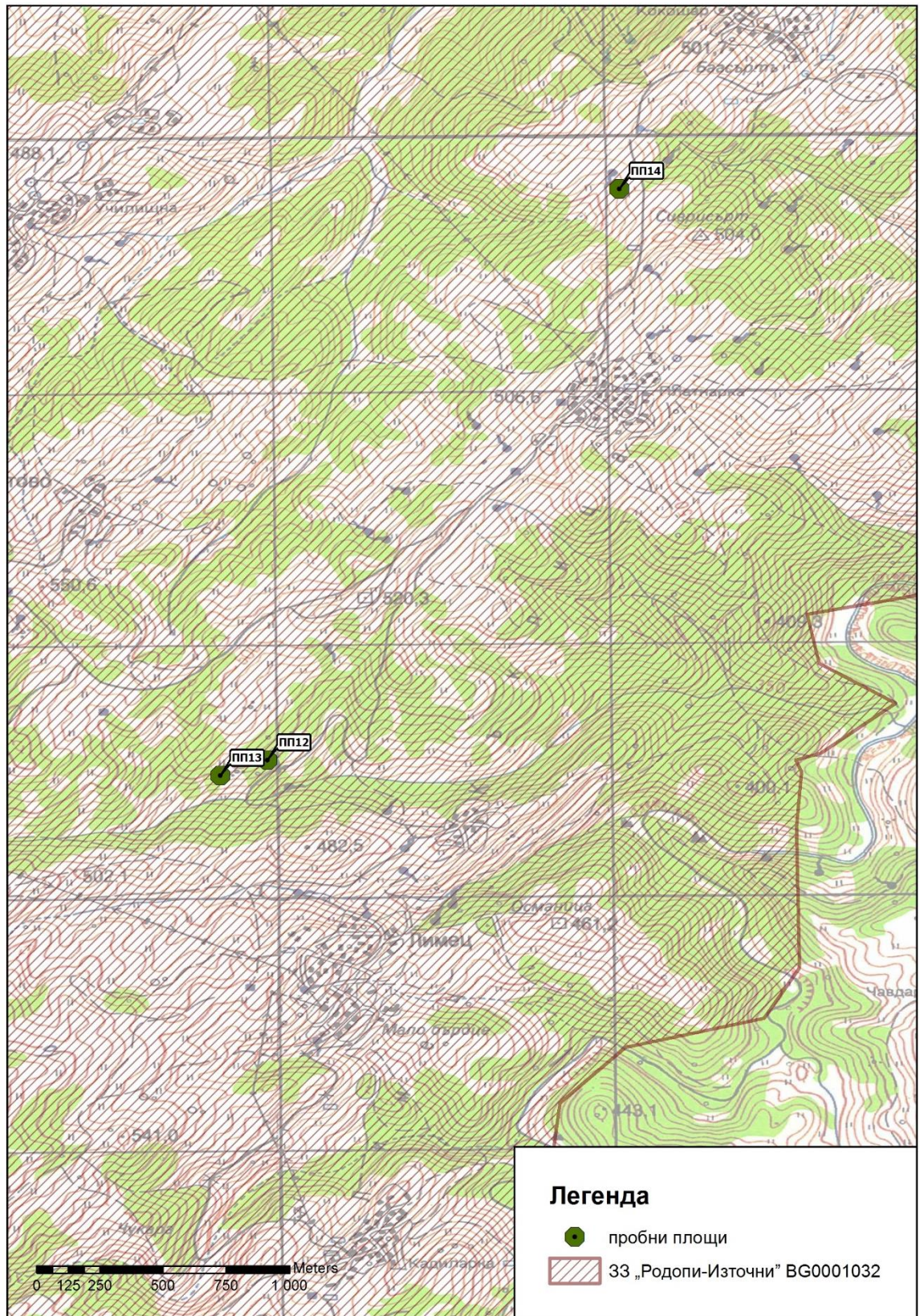
Таблица 1. Пробни площи за биологичен мониторинг: растителност

№	Тип съобщество	Координати		Мониторинг на				Хабитат	Зона
		X	Y	Фитоценози	Почви	Биоакумулация	Гори		
ПП1	Тревно	25,64723	41,4339	Да	Да	Да	Не	6220	Въздействие
ПП2	Храстово	25,64971	41,42951	Да	Не	Не	Не	5210	Въздействие
ПП3	Дървесно	25,64938	41,42939	Да	Не	Не	Да	91M0	Въздействие
ПП4	Дървесно	25,66061	41,43536	Да	Не	Не	Да	91M0	Въздействие
ПП5	Храстово	25,66098	41,43491	Да	Не	Не	Не	5210	Въздействие
ПП6	Храстово	25,65265	41,41244	Да	Не	Не	Не	5210	Референтна
ПП7	Храстово	25,66594	41,43491	Да	Не	Не	Не	5210	Въздействие
ПП8	Дървесно	25,66552	41,43572	Да	Не	Не	Да	91M0	Въздействие
ПП9	Дървесно	25,64832	41,41833	Да	Да	Да	Да	91M0	Референтна
ПП10	Тревно	25,64826	41,41451	Да	Не	Не	Не	6220	Референтна
ПП11	Дървесно	25,64716	41,4346	Не	Да	Да	Да	91M0	Въздействие
ПП12	Дървесно	25,6232	41,38297	Не	Не	Не	Да	Култура	Референтна
ПП13	Дървесно	25,62153	41,38242	Не	Не	Не	Да	Култура	Референтна
ПП14	Дървесно	25,63574	41,40331	Не	Не	Не	Да	Култура	Референтна
ПП15	Дървесно	25,65386	41,4337	Не	Не	Не	Да	Култура	Въздействие
ПП16	Дървесно	25,64899	41,4325	Не	Не	Не	Да	Култура	Въздействие

Пробни площи за биологичен мониторинг 1/2



Пробни площи за биологичен мониторинг 2/2



3 Метод на работа

3.1 Фитоценоотична оценка

Мониторингът на фитоценозите се извършва по утвърдена в българската практика методология.

Методологията се изразява в изпълнение на следните етапи:

Избор на пробна площ

Изборът на места за мониторинг се извършва на базата на принадлежност на съответния тип природно местообитание към Националната екологична мрежа Натура 2000. За залагане на всяка конкретна пробна площ е избрана хомогенна, представителна и ненарушена част от местообитанието.

В зависимост от типа растителност площта на пробните площи е, както следва:

1. За тревни съобщества: 16 m² (4x4)
2. За храстови съобщества: 100 m² (10x10)
3. За горски съобщества: 400 m² (20x20)

В района на Ада тепе са описани 4 типа местообитания по Натура 2000. В три от тях са разположени пробни площи по настоящия доклад.

Маркиране

За да може лесно да се откриват пробните площи през следващите години, освен с GPS координати, крайните точки на пробните площи се маркират с дървени колчета. При всяко следващо теренно посещение е нужно да има налични нови колчета, за да се подновяват при необходимост.

Наблюдение, анализ и оценка

През първата година на мониторинга се прави снемане на базовото състояние.

Анализът и оценката на състоянието на изследваните параметри са възможни едва след повторното посещение, когато ще се получат данни за сравнение.

По време на теренната работа при посещение на пробната площ в полеви формуляр се снемат следните данни:

- ✓ Местоположение;
- ✓ Тип растително съобщество;
- ✓ Тип природно местообитание от Натура 2000;
- ✓ GPS координати;
- ✓ Размери на пробната площ в m²;
- ✓ Експозиция и наклон на терена в градуси;
- ✓ Видов състав;
- ✓ Проективно покритие на растителността, което включва отчитане на следните показатели:
 - Общо проективно покритие на растителността в пробната площ;
 - Проективно покритие на отделните хоризонти: на дърветата, на храстите (вкл. ниски дървета и подраст), на тревите (вкл. храстчета, ниски храсти и много млад подраст) и приземен (пълзящи висши растения, мъхове и лишеи);

- Проективното покритие на индивидите от един и същи вид в пробната площ в проценти. За видове, на които покритието (в границите на пробната площ) е около или по-малко от 1%, се отбелязва присъствие само със знака +.

Проективното покритие на различните елементи на растителните съобщества се определя като хоризонтална проекция на надземните части на растенията, която се определя окомерно в проценти спрямо общата пробна площ.

Теренните наблюдения се извършват в периода юли-август. Анализът и оценката се правят на базата на натрупани данни за:

1. Проективното покритие на фитоценотичните хоризонти в границите на пробната площадка – отчита се намаляване или увеличаване на това покритие.
2. Флористичният състав на фитоценозите – отчитат се промени, свързани с изчезване на видове или появата на нови такива; увеличаване на общия брой видове, намаляване на общия брой видове и др.
3. Промени в ценопулациите на видовете (респ. на тяхното проективно покритие), което може да бъде свързано с намаляване или увеличаване на тяхното екологично (фитоценотично) значение.

Периодичност

Теренните наблюдения е достатъчно да се правят през 3 години. При започване на минната дейност през първите 3-5 години или при установяване на значителни промени в структурата на хабитата е препоръчително наблюденията да бъдат ежегодни.

3.2 Здравословно състояние на горските екосистеми

Оценката на здравословното състояние на горските екосистеми се свежда до изясняване на:

- възрастовата структура на насажденията;
- фитосанитарното състояние на основните дървесни видове;
- определяне на важните стресори в района на проучването.

За решаване на посочените задачи са използвани следните методи:

- Макроскопски;
- Микроскопски;
- Дендрохронологичен.

Изборът на един или друг метод за диагностика се базира на фитосанитарното състояние на даден представител на определен дървесен вид и естеството на стресора. Най-често при настоящата експертиза беше използван *макроскопският метод*, при който диагностиката се осъществява с помощта на характерни външни признаци по увреденото растение – т.н. *симптоми*. Този метод дава възможност да се идентифицира причинителят на повредата или заболяването с невъоръжено око или посредством лупа и бинокъл. Методът изисква задълбочени познания и в много случаи дава възможност за категорични заключения без лабораторни анализи. Точността при определяне на стресора чрез макроскопски анализ зависи предимно от *отчетливостта* и *уникалността* на съответните симптоми.

Общото състояние на дърветата в пробните площи се определя чрез утвърдената в нашата страна европейска система за степента на дефолиация и обезцветяване на иглиците и листата (виж Таблица 2, Таблица 3 и Таблица 4). Еталонните дървета, използвани за оценката, са дадени на Фигура 3 и Фигура 4.

Таблица 2. Здравен статус на моделните дървета в зависимост от степента на тяхното обезлистване

№	Здравен статус	Клас на обезлистване	Процент на обезлистване
1	Здрави дървета	0	0 - 10 %
2	Слабо увредени	1	10 - 25 %
3	Средно увредени	2	25 - 60 %
4	Силно увредени	3	60 - 100 %
5	Изсъхнали дървета	4	100%

Таблица 3. Здравен статус на моделните дървета в зависимост от степента на обезцветяването на листата/иглиците им

№	Степен на обезцветяване	Клас на обезцветяване	Процент на обезцветяване
1	Здрави дървета	0	0 - 10 %
2	Слабо обезцветяване	1	10 - 25 %
3	Средно обезцветяване	2	25 - 60 %
4	Силно обезцветяване	3	60 - 100 %
5	Изсъхнали дървета	4	100%

Таблица 4. Обобщена оценка за степента на увреждане на листата/иглиците

Клас на обезлистване	Клас на обезцветяване		
	0 или 1	2	3
	Обобщена степен на увреждане		
0	0	1	2
1	1	2	2
2	2	3	3
3	3	3	3

Получените данни за определен брой дървета позволяват да се определи степента на увреждане за даден дървесен вид (R) в съответната пробна площ чрез следната формула:

$$R = \frac{\sum(n.k)}{NK} 100,$$

където:

n – брой на моделните дървета с определена степен (бал)на обезлистване

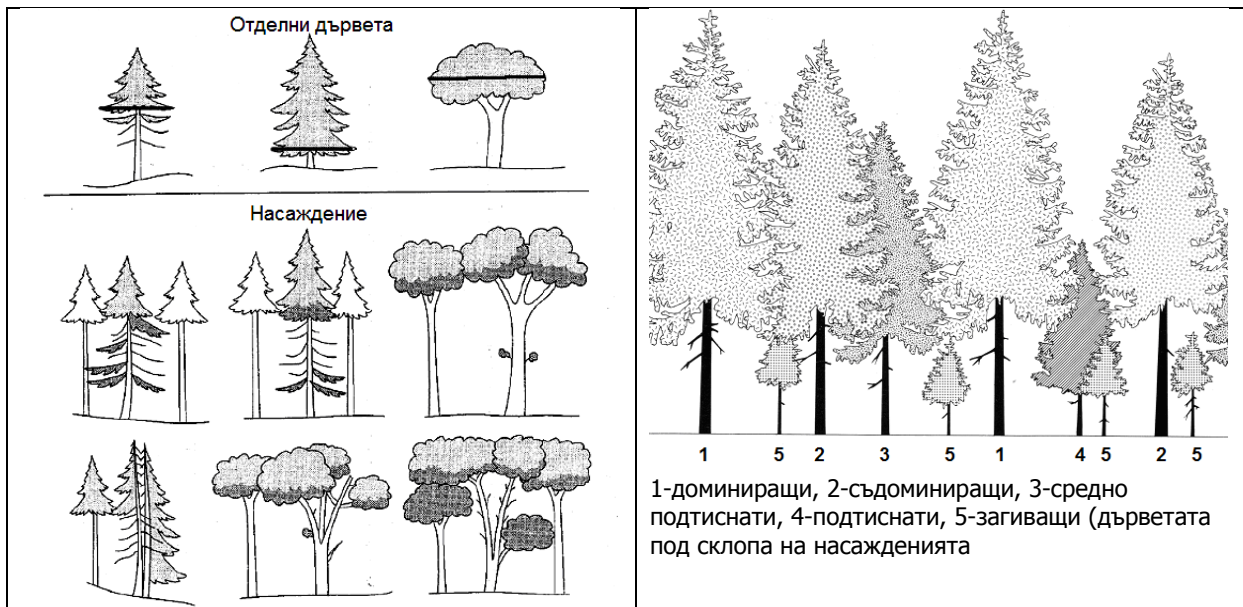
k – бал на обезлистване

N – общ брой на моделните дървета

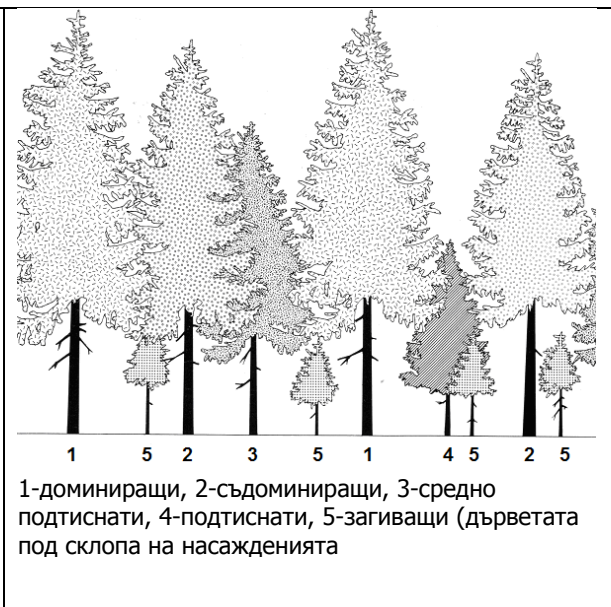
K – максимална степен на балната система за оценка на обезлистването ($K = 4$)

Ако се изхожда от стойностите на този показател, за *здрави* насаждения могат да се считат само тези, които са със степен на увреждане под 30% ($R \leq 30\%$). При *загиващите* този показател е над 60% ($R > 60\%$), а при *болните* варира в границите на другите две групи ($30\% \leq R \leq 60\%$).

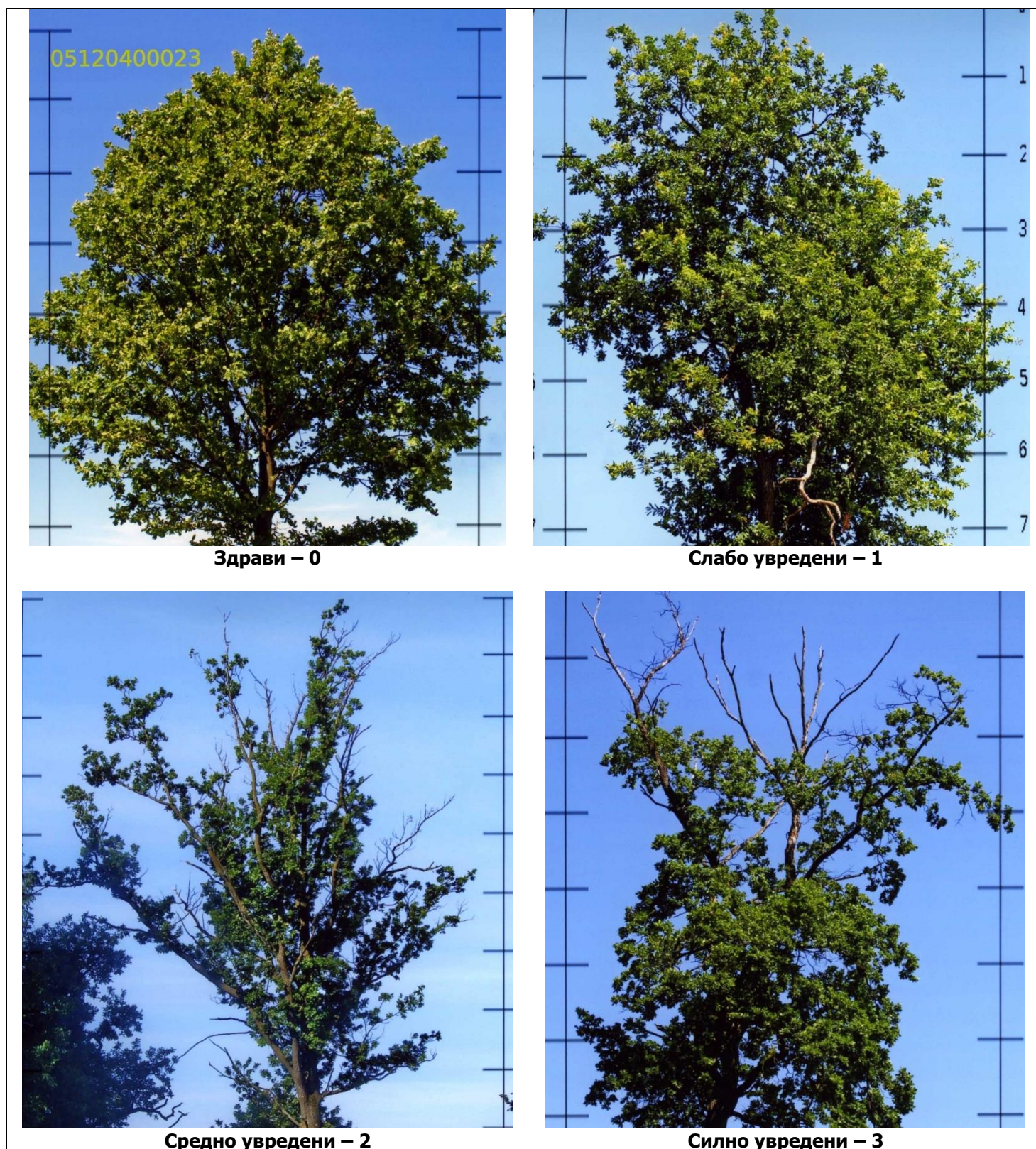
Оценяването се прави на определени части от короните на дърветата по схемата на Фигура 1. Нужно е да се има предвид и рангът на моделните дървета, защото представителите на двата рода (*Quercus* и *Pinus*) са светлолюбиви и здравният им статус в значителна степен зависи и от позицията им в насаждението. За обективна преценка на този показател е използвана схемата на Фигура 2.



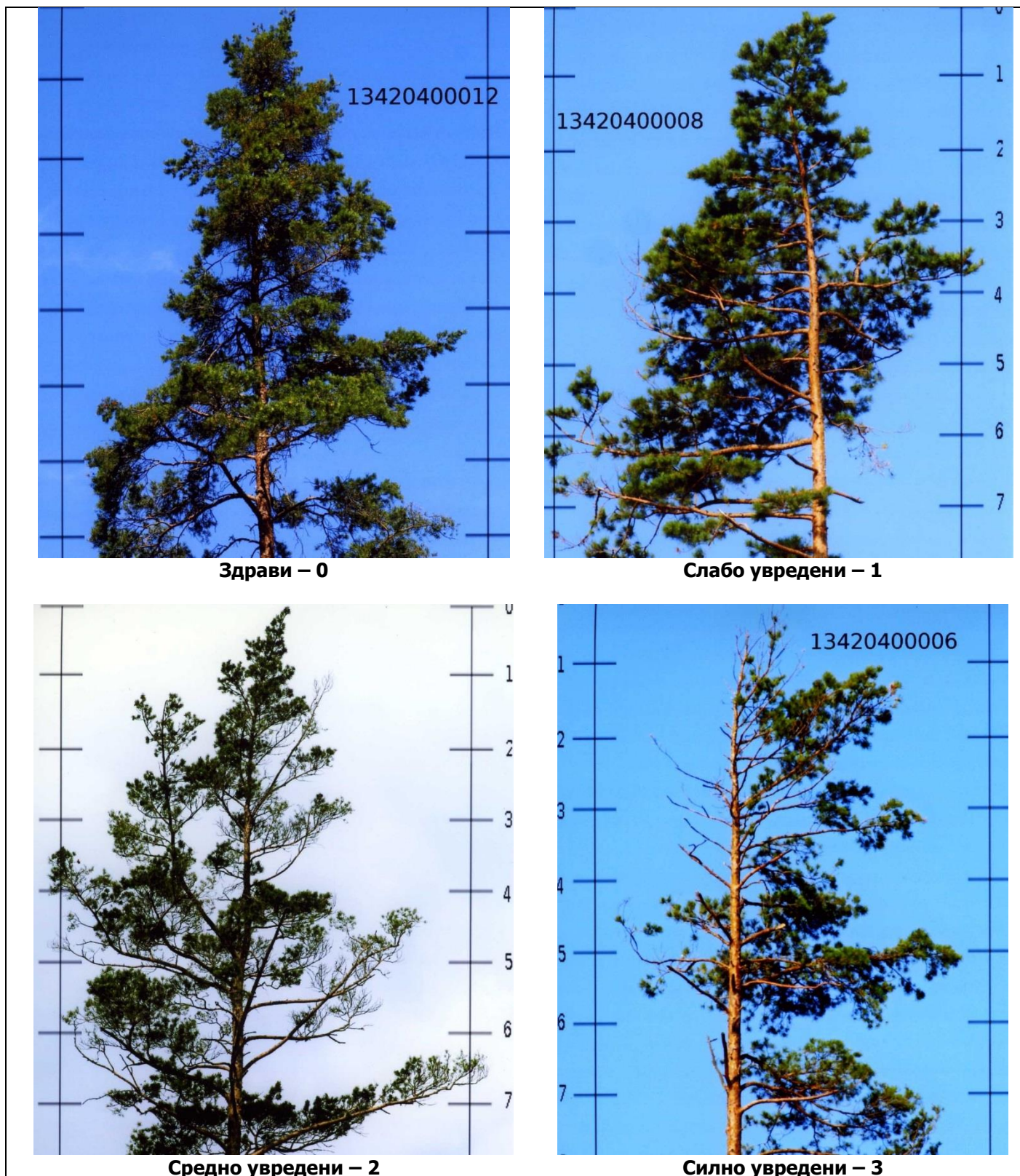
Фигура 1. Зони за оценка на листната система на моделните дървета



Фигура 2. Класификация по Крафт за растежа на дърветата



Фигура 3. Еталонни дървета за визуална оценка за степените на увреждане на моделните дървета от род Quercus



Фигура 4. Еталонни дървета за визуална оценка за степените на увреждане на моделните дървета от род Pinus

Макроскопският метод позволява да бъдат установени симптоми по вегетативните органи на дърветата, причинени от атмосферни замърсители. В Таблица 5 са представени наличните данни за представители на двата рода с оглед на тяхната устойчивост към основните

атмосферни замърсители. Те очертават боровите култури като по-чувствителни в сравнение с дъбовите насаждения.

Таблица 5. Относителна чувствителност на дървесните видове към въздействието на различни замърсители на въздуха (У - устойчиви, Ч - чувствителни, П - променлива чувствителност, ? – няма проучвания)

Дървесен вид	SO ₂	O ₃	F	NO _x
<i>Pinus nigra</i>	П	Ч	Ч	У
<i>Pinus sylvestris</i>	П	Ч	Ч	У
<i>Quercus petraea</i>	У	?	П	?
<i>Quercus robur</i>	У	У	У	У
<i>Quercus rubra</i>	У	У	У	?

Натрупаните данни и опит от прилагането на различни методи на съвременния мониторинг позволяват при проучвания с такава насоченост да се използват не само скъпи анализи за определяне на естеството и степените на въздушно замърсяване, но да се изхожда в някои случаи от характерни симптоми и от данни за чувствителността/толерантността на индикаторни видове към първични (NO_x, SO_x) и вторични замърсители (O₃, фотооксиданти) на атмосферата.

Микроскопският метод се използва, когато предходният (*макроскопският*) метод не позволява да бъдат получени точни и еднозначни диагностични резултати. Този метод дава възможност в лабораторни условия, с помощта на стереоскоп и микроскоп да се определи видовата или родовата принадлежност на съответните вредители (насекоми, гъби и др.).

Третият метод, чрез който се анализират горските екосистеми, е *дендрохронологичният*. Същността му се свежда до екстрахиране на данни от годишните пръстени на анализираните дървесни видове, които се съхраняват в тях в кодирана форма. Тези данни съдържат ценна екологична информация. От съществено значение е фактът, че тази информация много често не може да бъде получена от други източници. Това отнежда на дендрохронологията уникална роля при анализи и реконструкция на растежните условия за определен минал период от време.

Дендрохронологичният метод е свързан с различни направления за анализи на годишни пръстени (*дендроекология, дендроклиматология, дендропирология, дендрохимия, дендрентомология* и др.). Най-често той се използва с цел да се установи степента на въздействие на различни абиотични и антропогенни фактори върху определен дървесен вид за даден период от време и за определен регион. Математическият подход за разкриване на тези връзки се базира предимно на многофакторния регресионен анализ. Чрез него се изследва влиянието на няколко факторни променливи (*климат, атмосферно замърсяване и др.*) върху една резултатна променлива (*среден индекс за радиалния прираст*). Важно изискване за променливите е те да са *количествени или индикаторни*.

Тъй като липсват данни за атмосферни замърсители, дендрохронологичните изследвания са насочени изцяло към определяне на връзката между растеж на дървесните видове и климатичните фактори. Целта е да бъдат решени следните по-важни задачи:

- да бъдат изградени представителни хронологии на дървесните видове в района на Ада тепе за радиалния прираст, които да отразяват специфичните растежни условия за съответни пробни площи;
- да се установи влиянието на температурно-валежния режим върху радиалния прираст за двата дървесни вида чрез многофакторен регресионен анализ;

- да се направи линеен регресионен анализ за промените на температурите на въздуха през последните 70 години;
- да се определят степените на въздействие на почвени и въздушни замърсители върху дъбови и борови представителни насаждения.

Пробите за дендрохронологични анализи са взети в буферните зони около пробните площи с Преслеров свредел на височина около 1⁰⁰ m от 10 доминиращи дървета. След съответна обработка на пробите са извършени сканиране, измерване и статистическа обработка на данните със следните програмни продукти:

- CDendro version 7.5;
- Coorecorder version 7.5;
- DendroStat 2.0;
- STATGRAPHICS Centurion XVI.

Радиалният прираст по години се измерва с точност $\geq \pm 0.01$ mm. За осъществяването на обективна дендроклиматична интерпретация на получените данни след съответна обработка на пробите от моделните дървета се прилагат различни статистически методи (Fritts, 1976).

За дендрохимичния анализ биологичната крива (тренд) се изчислява за стойностите на радиалния прираст до годината на започване на експлоатация на точков източник на замърсяване. След това с помощта на многофакторния регресионен анализ се калибрира връзката климат-прираст. За верификация на този модел се използва коефициентът на детерминантност (R^2). Въздействието на съответните замърсители за определен дървесен вид се изчислява като чрез получения модел по данните от климата се опрели индексът за радиалния прираст за целия растежен период и той се сравнява с реалния индекс за прираста. Различията между действителните и изчислените индекси дават обективна оценка за въздействието на замърсяването върху определен дървесен вид (Fritts, Oleskyn и Hughes, 1993).

Определяне на индекс на засушаването по де Мартон.

Изчислява се на базата на температурно-валежните условия. Изчислява се по следната формула:

$$J_t = \frac{P_t}{T_t + 10}$$

където

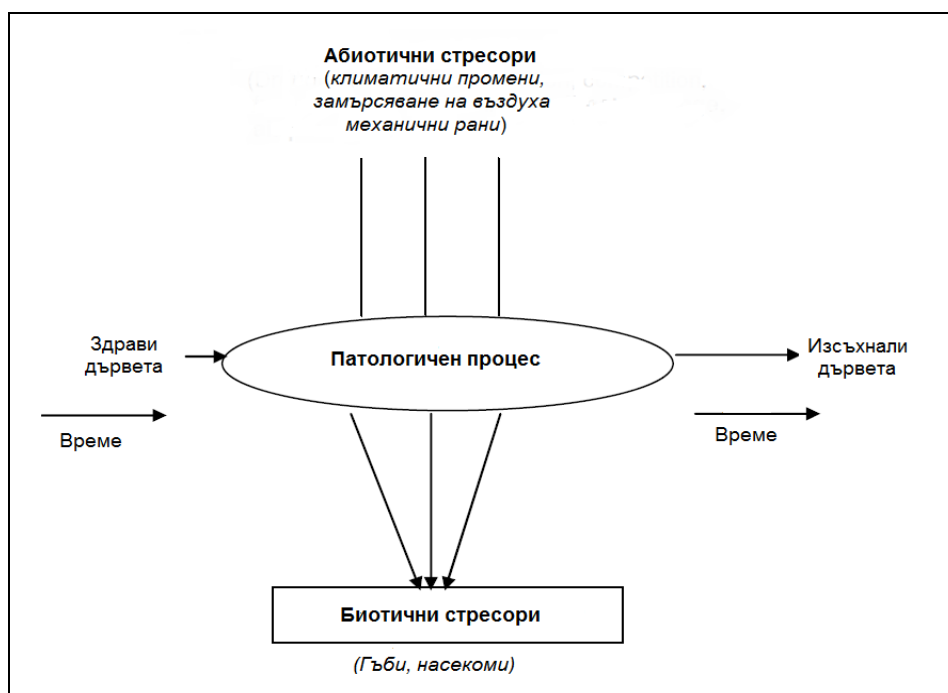
P_t – годишната валежна сума в mm,

T_t – средната годишна температура в °C.

На база на стойностите на този показател се разграничават следните зони:

- *Зона с вариране на индекса от 20 до 30.* Периодично възникват трайни смущения във влагоосигуряването на дървесните видове;
- *Зона с вариране на индекса от 30 до 40.* Проблеми с влагоосигуряването възникват само в отделни години;
- *Зона с вариране на индекса от 40 до 70.* Това е регионът с оптимални температурно-валежни условия за дървесната растителност;
- *Зона със стойности на индекса над 70.* Зона с преовлажняване, което е неблагоприятно за горските екосистеми.

Обобщаването на получените данни от макроскопския, микроскопския и дендрохронологичния анализи при проучването ще се реализира по схемата, представена на Фигура 5.



Фигура 5. Схема на развитие на патологичния процес

3.3 Акумулация на тежки метали и металоиди в индикаторни тревни и дървесни растения

Използваната методика за оценка на биоаккумуляцията на тежки метали и металоиди в растенията напълно съответства на възприетата и в нашата страна методика на ICP Forest за мониторинг на горските местообитания. В България методиката се прилага повече от 25 години като част от интензивния и широкомащабния мониторинг на горските екосистеми, извършвани от Изпълнителна агенция по околната среда (ИАОС).

Определянето на биоаккумуляцията на тежки метали в растенията най-общо казано се извършва чрез анализ и оценка на взаимовръзката между концентрацията на тежки метали в почвата и атмосферния въздух и концентрацията на същите елементи във вегетативните органи на растенията в избраните пробни площи.

Почвените проби се взимат от минимум два слоя: 0-5 cm и 5-30 cm. Това цели определяне на източника на евентуалното замърсяване: висока фонова концентрация или антропогенно натоварване.

Почвените проби се анализират в съответствие с методологиите в ръководство № 10 на ICP Forest¹ в акредитирана лаборатория по следните показатели:

- рН във воден извлек и рН в 0,01 M CaCl₂ – (БДС ISO 10390:2011);
- свободен Н⁺ в 0,1 M BaCl₂ – (БДС EN ISO 14254:2011);
- съдържание на катиони с базични функции (K⁺, Ca²⁺, Na⁺ и Mg²⁺) – (ISO 13536:1995);
- общо съдържание на тежки метали и металоиди в почвите при екстракция с aqua regia – ВВЛМ 4004/2010;
- обменни форми на тежки метали и металоиди (Al, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr и As) – в амониено-ацетатен извлек чрез атомноемисионна спектрометрия с индуктивно свързана плазма (AES-ICP) ETC V3I2/7.1-28/2010.

Листни проби се взимат от индикаторни видове. За целите на настоящия мониторинг са избрани два индикаторни вида: *Dactylis glomerata* като тревисто растение и *Quercus frainetto* като дървесен вид. Тези видове са определени като индикаторни на национално ниво и за тях са налични регионални данни, с които резултатите от биологичния мониторинг на Ада тепе ще бъдат сравнявани през годините.

Пробонабирането от листата на дървесния вид (благун) се осъществява от доминиращи по височина и диаметър дървета. По възможност листата се взимат от горната част на короната и от 4-те посоки.

Пробата от тревистите растения (в случая от *Dactylis glomerata*) се взима от цялото тяло.

Всички растителни проби се анализират в съответствие с методологии в ръководство № 12 на ICP Forest² в акредитирана лаборатория по следните параметри:

- съдържание на макро- (K, Ca и Mg) и микроелементи (Na, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Cd, Al, Ni, Cr и As). Микровълново киселинно разлагане на пробите за последващо ААС или ICP изпитване за съдържание на метали и металоиди – за K, Ca, Mg и Na чрез атомноабсорбционно определяне с ААС, а останалите чрез ICP.

¹ http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_soil.pdf

² http://www.icp-forests.org/pdf/FINAL_Foliage.pdf

Почвени и листни проби се взимат от две пробни площи – една в зоната на въздействие и една в референтната зона.

При оценката на резултатите се използват регионални прагови стойности за растения и почви от 9-ти район (включва Източни Родопи и Сакар) на ICP Forest за България, Наредба №3 за нормите за допустимо съдържание на вредни вещества в почвите, литературни данни и критерии за дървесни растения⁴ и почвите³ в Европа, съгласно ICP Forest.

Определя се хранителният статус⁴ на наблюдавания дървесен вид в три диапазона:

1. ниски/в недостиг;
2. нормални/оптимални;
3. високи стойности/в излишък.

Анализът и оценката на резултатите се правят на базата на:

1. Сравнителен анализ между базовите резултати от Ада тепе и регионалните стойности на съдържанието на тежки метали в почвите и в растенията.
2. Оценка на промяната в концентрацията на тежките метали в почвата и растенията спрямо данните от базовото проучване, от една страна, и от друга – промяната между пробните площи в референтната зона и в зоната на въздействие.

³ Vanmechelen, L. et al., 1997 - Forest soil conditions in Europe

⁴ Fürst, A., 2013 - Classification Values for European Foliage Data

4 Изпълнени дейности и анализ на резултатите

4.1 Фитоценотична оценка

Базовото проучване на фитоценозите се извърши на 17.06.2013 г. от Анна Гаврилова и Рашид Рашид.

Бяха определени 10 пробни площи за мониторинг на фитоценозите. Данните от наблюденията са описани в полеви формуляри, които са приложение към настоящия доклад.

Описанията на пробните площи са, както следва:

ПП 1 (Таблица 16) – Пробната площ е заложена в ксеротермно тревно съобщество с преобладаване на едногодишните видове *Taeniatherum caput-medusae* и *Aegilops geniculata*. То се отнася към местообитание 6220 Псевдостепа с житни и едногодишни растения от клас *Thero Brachypodietea*. Този тип местообитания е приоритетен за НАТУРА 2000. Площта се характеризира с 95% тревно покритие, като най- добре е представено сем. Роасае – с 14 вида и над 85% от общото покритие. Общият брой видове, открит на площадката за мониторинг, е 41, но повечето от тях са с покритие под 5%. Извън мониторинговата площадка се наблюдават и други типични за местообитанието видове като *Cistus incanus*. В цялата околност има следи от умерена до засилена паша, за което може да се съди от утъпкването на терена.

ПП 2 (Таблица 17) – Площадката за мониторинг съвпада с границите на ксеротермно храстово съобщество с доминиране на червена хвойна (*Juniperus oxycedrus*). То граничи с гори от черен бор, на места примесени с благун (*Quercus frainetto*), както и с тревни съобщества от клас *Thero Brachypodietea*, на места в комплекси с обикновена хвойна. Пробната площ попада в тип местообитание по НАТУРА 2000: 5210 Храсталаци с *Juniperus spp.* В централната част на площадката има няколко високи храста от червена хвойна, разположени компактно, под които почти напълно отсъстват тревни растения. Те са с много ниска плътност, разпръснати мозаечно около червената хвойна по силно ерозирания субстрат. Само в отделни участъци от мониторинговата площадка се наблюдава запазен скелетен почвен слой, като в останалата част от площадката субстратът е представен от скални фрагменти с големината на чакъл. В околността на много места със значително по-малък наклон, запазен почвен слой и по-голямо участие на тревисти растения се наблюдават съобщества на обикновената хвойна (*Juniperus communis*), като в тях червената хвойна отсъства изцяло.

ПП 3 (Таблица 18) – Територията на пробната площ съвпада с границите на малка запазена издънкова гора от благун (*Quercus frainetto*) сред обширна култура от черен бор (*Pinus nigra*). Във вертикален аспект се оформя един-единствен етаж – на дърветата, сред които доминира благунът. Той е със средна височина около 10 м. Храстите, сред които преобладава келявият габър (*Carpinus orientalis*), формират хоризонт със средна височина около 3 м. Под него се формира хоризонт, в който попадат останалите тревисти растения и някои храстчета, които не надвишават 30-40 см. По-голямата част от тревистите представители са разпространени мозаечно близо до южната граница на мониторинговата площадка, непосредствено до екотона със съседните захрастени тревни съобщества.

Видовият състав притежава характерни за това местообитание средиземноморски елементи като *Juniperus oxycedrus*, *Fraxinus ornus*, *Cistus incanus*, *Genista carinalis*, както и някои други също средиземноморски елементи, вероятно навлезли от съседните храстови и тревни съобщества – *Trifolium tenuifolium*, *Muscari neglectum*.

ПП 4 (Таблица 19) – Пробната площ е заложена в границите на издънкова гора от благун (*Quercus frainetto*) с единични дървета от цер (*Quercus cerris*). Ясно оформени са два етажа –

дървесен, достигащ на височина около 10 м, и храстов – около 3 м висок. Храстовият етаж се формира от келяв габър (*Carpinus orientalis*), обикновена хвойна (*Juniperus communis*) и от единични ниски дървета от благун (*Quercus frainetto*), черен бор (*Pinus nigra*) и планински ясен (*Fraxinus excelsior*). Тревистите представители формират хоризонт, висок до 50 см, с оскъдно проективно покритие. За сметка на тревистите растения, непосредствено върху почвата се формира хоризонт от мъхове с покритие 25-30%, представени основно от вида *Clemacium dendroides*. Долната част на клоните на много дървета са обрасли с лишея Еленови рога – *Cladonia rangiferina*, както и други лишей. В основата на стъблото на някои дървета се наблюдава брашнест лишей.

ПП 5 (Таблица 20) – Мониторинговата площадка е заложена в границите на ксеротермно храстово съобщество на червена хвойна, попадащо в тип местообитание по НАТУРА 2000: 5210 Храсталаци с *Juniperus spp.* Съобществото е около два пъти по-голямо от самата отчетна площадка. Тревистите видове са малко на брой и с незначително покритие. Открити са основно представители на сем. Житни (Poaceae) и на род *Trifolium* от сем. Бобови (Fabaceae). Северната граница на площадката граничи с издънкова гора от благун (*Quercus frainetto*), примесена с келяв габър (*Carpinus orientalis*) и единично мъждрян (*Fraxinus ornus*). На около 5 метра от югозападния ъгъл на площадката по права линия се намира ограда, поставена, за да възпрепятства навлизането на релокализирани костенурки обратно в района на инвестиционното предложение. Почвата е типична за този тип местообитание – скелетна, на много места липсва и там се открива слой от скални фрагменти с големина на чакъл.

ПП 6 (Таблица 21) – Мониторинговата площадка попада в ксеротермно съобщество на червена хвойна (*Juniperus oxycedrus*) с проективно покритие 40%, в което присъства и обикновената хвойна (*Juniperus communis*). Растителността обраства сух стръмен сипеи с югозападно изложение, който на север граничи с тревни съобщества в различна степен на сукцесия с обикновена хвойна (*Juniperus communis*) и драка (*Paliurus spina-cristi*). Изследваното съобщество попада в тип природно местообитание по НАТУРА 2000 5210 Храсталаци с *Juniperus ssp.* Площадката се намира на около 30 м надолу по склона от линията, разделяща тревното от храстовото съобщество. Общото проективно покритие на растителността е 70%. От тревистите растения се срещат най-много видове от семейства *Fabaceae*, *Poaceae* и *Asteraceae*, а с най-голямо проективно покритие са *Cistus incanus*, *Satureja montana* и *Koeleria nitidula*.

ПП 7 (Таблица 22) – Площадката за мониторинг е тип местообитание по НАТУРА 2000: 5210 Храсталаци с *Juniperus ssp.* Храстите са представени основно от червена хвойна (*Juniperus oxycedrus*), която е доминиращият вид, и единични индивиди от мъждрян (*Fraxinus ornus*) с храстовиден хабитус. Съобществото заема югозападния склон на стръмно дере, свързващо се с река Крумовица. На територията на мониторинговата площадка общото проективно покритие на растителността е 80%, от които 70% се падат на червената хвойна. Тревистите видове са с много малко процентно участие, но с разнообразен видов състав.

ПП 8 (Таблица 23) – Мониторинговата площадка попада в издънкова гора от благун (*Quercus frainetto*). Общото проективно покритие на растителността в рамките на площадката е 80%. Първият етаж е формиран основно от благун с единични дървета от цер, на височина достига 12 м. В храстовия етаж, висок до 2 метра, участват благун, цер и келяв габър. Тревните видове формират хоризонт с височина до 40-50 см. Около 10% от субстрата (почва, камъни, основа и корени на дърветата) са покрити с мъха *Clemacium dendroides*.

ПП 9 (Таблица 24) – Пробната площ попада в тип местообитание по НАТУРА 2000: 91M0 Балкано-Панонски церово-горунови гори. Площадката заема около 1/3 от дървесно съобщество с издънков характер, съставено единствено от представители на благун (*Quercus frainetto*). Общото проективно покритие на растителността е 80%. Формирани са два етажа - дървесен и храстов. Първият етаж е представен от благун (*Quercus frainetto*) и достига височина от 10-12 м. Добре формиран е и вторият, храстов етаж, където с най-голямо процентно участие са

червената хвойна (*Juniperus oxycedrus*) и келявият габър (*Carpinus orientalis*). Тревните видове формират хоризонт с височина до 50 см. Мъховете заемат около 10 % от повърхността на почвата и са представени основно от вида *Clemacium dendroides*.

ПП 10 (Таблица 22) – Мониторинговата площадка се намира в непосредствена близост до пояс от благун и попада в ксеромезофитно тревно съобщество. Типът местообитание по НАТУРА 2000, на който тя отговаря, е: 6220 Псевдостепа с житни и едногодишни растения от клас *Thero Brachypodietea*. Към датата, в която е направено фитоценотичното описание, в околността всички тревисти местообитания имат следи от умерена до засилена паша. Мониторинговата площадка е заложена на място, където следите от паша са най-малки и могат да се оценят като незначителни. Общото проективно покритие на растителността в площадката е 95%. Доминират едногодишните житни растения – *Aegilops triuncialis*, *Taeniatherum caput-medusae* и *Cynosurus echinatus*. Извън границите на площадката се открива *Cistus incanus*.

4.2 Здравословно състояние на горските екосистеми

Теренните проучвания бяха проведени през месец август на 2013 г. от доц. д-р Стефан Мирчев и Рашид Рашид. Заложени са 10 пробни площи – пет в иглолистни и пет – в дъбови насаждения. Дъбовите насаждения съвпадат с пробните площи (хабитат 91M0) за оценка на фитоценозите.

Във всички пробни площи са оценени стресовите фактори и са взети проби от годишни пръстени от благауна, белия и черния бор, които са обработени в дендрохронологичната лаборатория при ЛТУ.

Резултатите от обследването на стресовите фактори са описани в

Таблица 6 за дъбовите насаждения и в Таблица 7 за иглолистните насаждения. Описани са насекомните вредители, установени във всяка пробна площ. Предимно по изсъхнали дървета и по такива с максимална степен на дефолиация бяха наблюдавани корояди и сечковци, които се определят като основни представители на вторични стресови фактори.

Гъбните болести по моделните дървета включват както облигатни фитопатогени (*Melampsora piniatorqua*), така и факултативни паразити и факултативни сапрофити (*Armillaria sp.*, *Heterobasidion sp.*, *Lophodermium pinastri*, *Cenangium abietis* и др.). Степента на разпространение и характера на хранене на установените патогенни гъби дават основание и на тях да бъде отредено второстепенно значение при развитието на патологични процеси в района на проучването.

Не са открити ясни симптоми от антропогенни стресови фактори.

Степента на обезлистване и обезцветяване на листната система дава основание да се характеризират дъбовите насаждения и боровите култури предимно като леко увредени (среден бал 1), но индексите за степените на дефолиация във всички пробни площи са под 30%. Този факт дава основание да бъдат причислени към групата на *здравите насаждения*. Короните им са сравнително добре облистени или частично засегнати от дефолиация. Текущият отпад не превишава нормалния за вида при съответен произход (издънков, култури), месторастене, състав и възраст. Изсъхналите дървета са предимно с диаметър, по-малък от средния за дървостоя.

Бяха установени голям брой дървета с механични повреди от пречупване на короните в боровите култури. На голяма част от младите белборови дървета са били пречупени връхните леторасли, което е довело до изкривяване на стъблото поради заместване на централния леторасъл от страничен. Също така броят на дърветата с вилужно разклонение е немалък. При зрелите насаждения състоянието е по-добро, като някои насаждения от черен бор са в много добро състояние.

Имайки предвид издънковия произход на дъбовите насаждения в района на Крумовград като цяло и липсата на семенни дъбови гори в радиус 30-50 km, оценката на здравословното им състояние крие риск от допускане на грешки, тъй като голяма част от методиките са разработени за семенни насаждения. Издънковите дървета са по-уязвими към биотичните и абиотичните фактори на средата, поради което промените могат да настъпят във всеки един момент.

На този етап може да се каже, че дъбовите издънкови съобщества, представени чрез избраните пробни площи в района на Ада тепе, са слабо засегнати от гъбни болести и насекоми и общото им фитосанитарно състояние е добро.

Таблица 6. Оценка на стресорите в дъбовите насаждения

№	Стресови фактори	Срещаемост				
		ППЗ	ПП4	ПП8	ПП9	ПП11
I	Насекоми					
1	<i>Agrius viridis</i>			+	+	+
2	<i>Attelabus nitens</i>	+			+	+
3	<i>Balaninus (Curculio) glandium</i>	+		+	+	+
4	<i>Cerambyx cerdo</i>				+	+
5	<i>Cynips caput - medusae</i>	+	+	+	+	+
6	<i>Cynips kollari</i>	+		+	+	+
7	<i>Cynips quercus tozae</i>	+		+	+	+
8	<i>Diololepis quercus - folli</i>	+	+	+	+	+
9	<i>Dryomyia circinnans</i>	+				
10	<i>Erannis defoliaria</i>	+	+		+	+
11	<i>Euproctis chrysorrhoea</i>				+	+
12	<i>Haltica saliceti</i>	+	+	+	+	
13	<i>Lymantria dispar</i>	+		+	+	
14	<i>Operophtera brumata</i>				+	
II	Фитопатогени					
1	<i>Armillariella mellea</i>	+	+	+	+	+
2	<i>Daedalea quercina</i>					+
3	<i>Ganoderma applanatum</i>				+	+
4	<i>Inonotus nidus-pici</i>	+				
5	<i>Loranthus europaeus</i>				+	
6	<i>Microsphaera alphitoides</i>	+	+	+	+	+
7	<i>Nectria cinnabarina</i>	+	+	+	+	+
8	<i>Ophiostoma quercus</i>	+				+
9	<i>Phellinus robustus</i>					+
10	<i>Stereum hirsutum</i>	+	+	+	+	+
III	Степен на увреждане	2	2	2	1	1

Таблица 7. Оценка на стресорите в иглолистните насаждения

I	Стресови фактори	Срещаемост				
		ПП12	ПП13	ПП14	ПП15	ПП16
	Насекоми					
1	<i>Aradus cinnamomeus</i>	+	+			+
2	<i>Hylobius abietis</i>		+			
3	<i>Ips sexdentatus</i>	+	+	+	+	+
4	<i>Leucaspis loewi</i>		+	+		+
5	<i>Monochamus galloprovincialis</i>		+	+	+	+
6	<i>Thaumetopoea pityocampa</i>	+				
7	<i>Rhyacionia buoliana</i>		+			+
8	<i>Pissodes spp.</i>	+		+		
9	<i>Thecodiplodis brachyntera</i>		+	+		+
10	<i>Tomicus piniperda</i>		++	+		+
II	Фитопатогени					
1	<i>Armillaria ostoyae</i>	+	+	+	+	+

2	<i>Cenangium ferruginosum</i>	+	+	+	+	+
3	<i>Heterobasidion annosum</i>	+	+	+	+	+
4	<i>Lophodermium pinastri</i>		+	+	+	+
5	<i>Melampsora pinitorqua</i>		+			+
6	<i>Phellinus pini</i>			+		
7	<i>Sphaeropsis sapinea</i>	+			+	
III	Абиотични фактори					
1	Мокър сняг	+	++	+		++
2	Силен вятър			+	+	
IV	Степен на увреждане	1	2	1	1	2

При направения анализ на климатичните фактори са използвани данни за 70-годишен период. Използваните климатични параметри са средни месечни температури на въздуха и месечни валежни суми. Данните са взети от метеорологичната станция, разположена в района на Кърджали.

Данните за температурно-валежните условия позволяват да се изчисли *индексът на засушаването по де Мартон*.

$$J_t = \frac{P_t}{T_t + 10} = 652,2 / (12,4 + 10) = \mathbf{29}$$

Този резултат показва, че районът се характеризира с трайни смущения във влагоосигуряването на дървесните видове. За установяване на периодичността на тези климатични аномалии е използван графичен анализ (Фигура 6).

На графиката за промените в температурно-валежния режим през вегетационния период са изчислени индекси за летните температури на въздуха (I_t) и за годишните валежни суми (I_p). Тези величини са получени, като за дадена година средните температури за вегетационния период (от месец май до месец септември) (T_i) и валежната сума за цялата година (P_i) са разделени на средните стойности на тези величини (T_{cp} и P_{cp}) за целия анализиран период. Най-неблагоприятни растежни условия в климатично отношение за боровите култури и дъбовите насаждения се получават при малко валежи ($I_p < 1$) и много високи летни температури ($I_t > 1$).

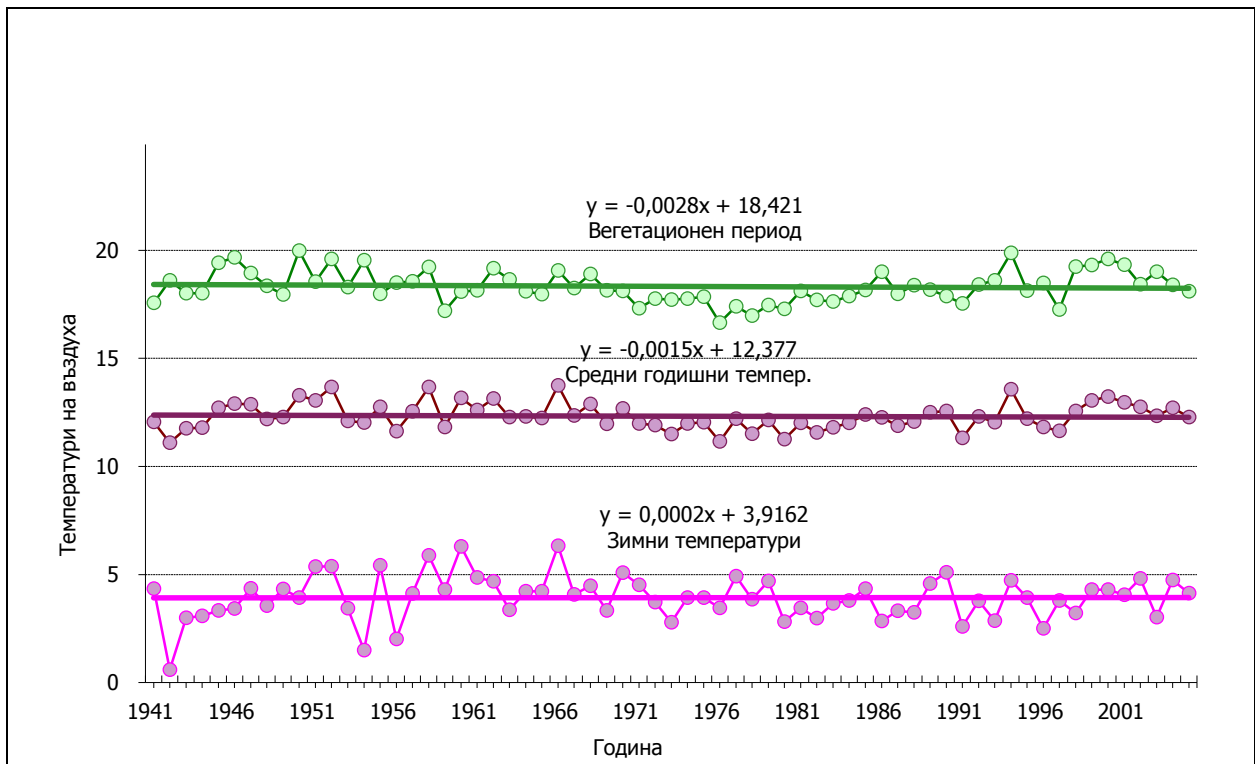
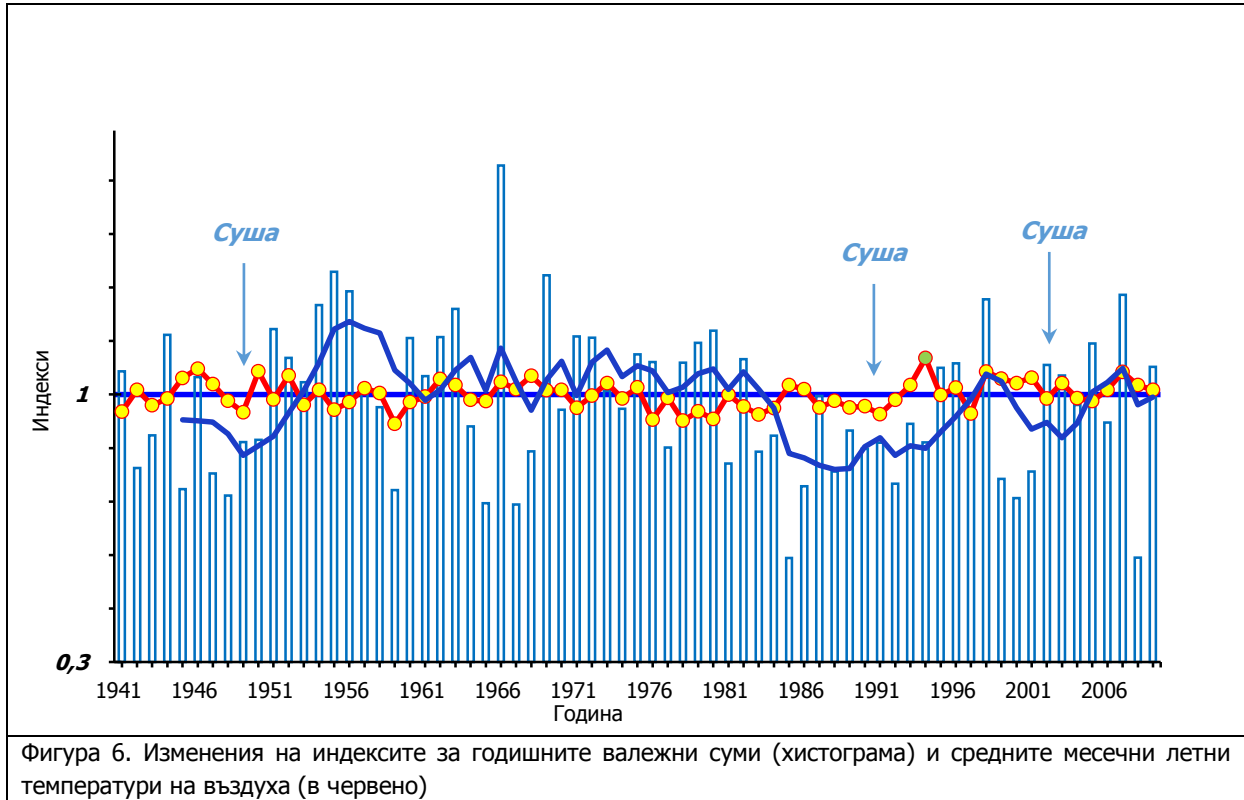
Средните индексни хронологии, предимно за температурно-валежните условия са изгладени посредством 11-годишна плъзгаща се линия, за да се очертаят по-ясно важните периоди, чрез следната формула:

$$G_t = \frac{R_{t-5} + R_{t-4} + R_{t-3} + R_{t-2} + R_{t-1} + R_t + R_{t+1} + R_{t+2} + R_{t+3} + R_{t+4} + R_{t+5}}{11}$$

На графиката на Таблица 7 Фигура 6 се вижда, че през анализирания период по-голямо вариране имат валежите (плътна синя линия) и ясно са очертани три продължителни засушавания, като две от тях са през последните три декади.

С цел да се установят тенденции в промяната на температурата през годините за района, е изготвен линеен регресионен анализ. Резултатите от този анализ са представени на Фигура 7 и те показват, че няма ясно изразена тенденция за промяна на температурите на въздуха през вегетационния, зимния и годишния периоди за разглеждания район.

Резултатите, показани на Фигура 6 и Фигура 7, потвърждават, че паралелно с периодичните засушавания, важно влияние върху борвите култури оказват и снеговалежите. Периодично, при по-високи температури на въздуха в района, са падали така наречените „мокри“ снеговалежи и те са причина за установените на терен пречупени корони на значителен брой, предимно млади белборови дървета.



Фигура 7. Линеен регресионен анализ за измененията на средните месечни температури на въздуха през различни периоди за последните 70 години

Дендрохронологичният анализ позволи, с необходимата прецизност за целите на проучването, да се изясни степента на въздействие на променящите се климатични условия, свързани предимно с температурно-валежния режим. След направените измервания за радиалния прираст на пробите от моделните дървета, минимум десет от пробна площ, беше изградена средна хронология за индексите на радиалния прираст (I_r) за всеки дървесен вид. За тази цел чрез математико-статистическия анализ се определиха най-подходящите биологични криви (*трендове*), които адекватно апроксимират многогодишната динамика на радиалния прираст, в зависимост от възрастта и дървесния вид. Математически смисъл имат само тези редици от иглолистните насаждения. Резултатите от този анализ доказват, че в района най-подходящи трендове за боровите култури са степенни функции (виж Фигура 8 и Фигура 9). След намиране на регресионните уравнения за биологичните криви (трендове) на моделните дървета са изчислени индексите, като за всяка година измерените стойности за радиалния прираст се разделят на съответните стойности от регресионния модел. При изграждането на представителна средна индексна хронология за дадена пробна площ и определен дървесен вид беше извършена филтрация за извличане на хомогенните хронологии чрез използване на корелационен анализ.

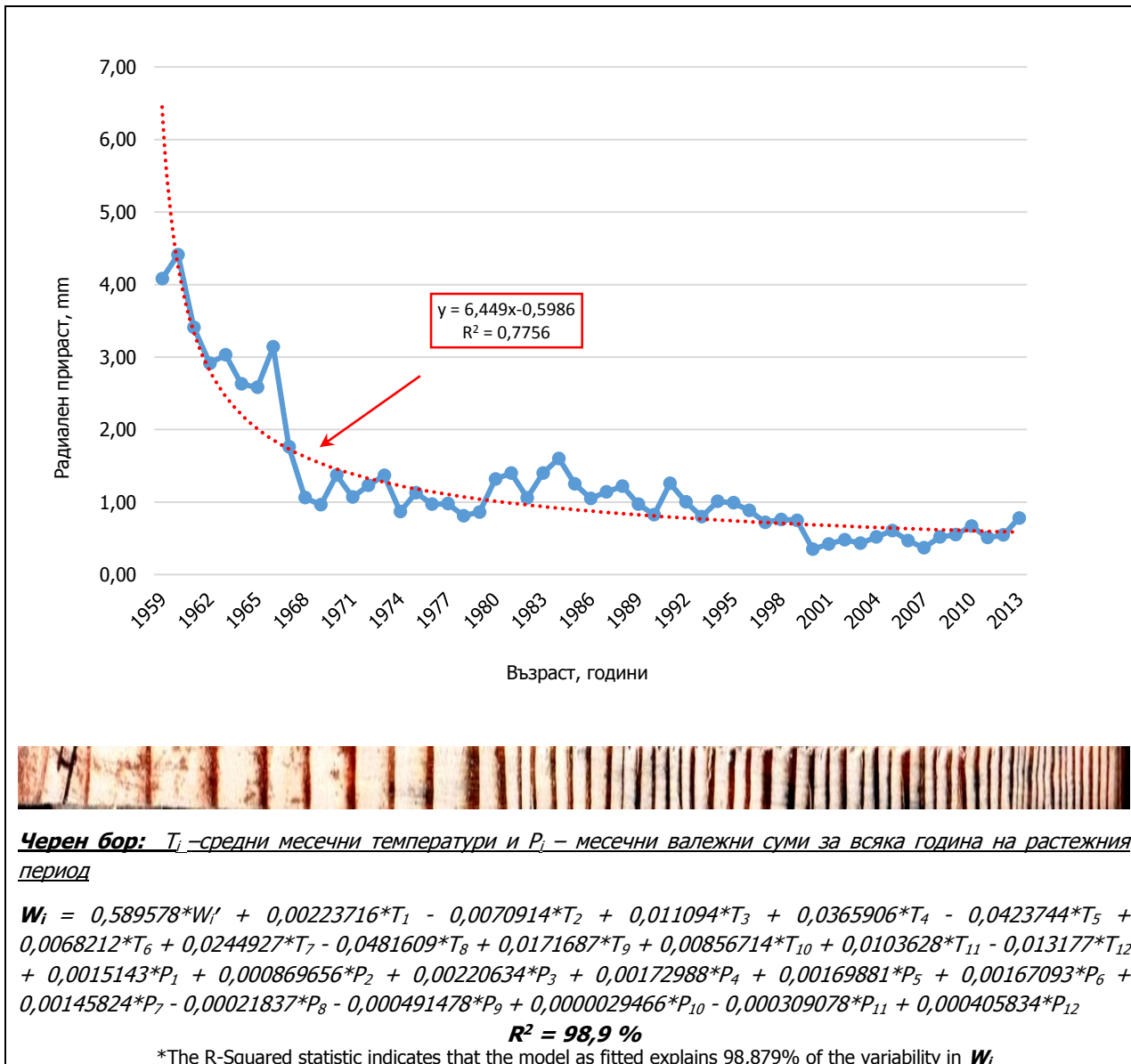
Средните индекси за представителните пробни площи за боровите култури обхващат периода от 1959 до 2013 година (черен бор) и съответно от 1966 до 2013 за белия бор (Фигура 8 и Фигура 10).

Многофакторният регресионен анализ даде възможност да се изясни ролята на температурно-валежния режим върху изменението на индексите за радиалния прираст. Стойностите на коефициентите за детерминантност (R^2) на получените регресионни уравнения за двете представителни пробни площи (черен и бял бор) показват, че климатичните условия играят ключова роля за растежа на тези дървесни видове.

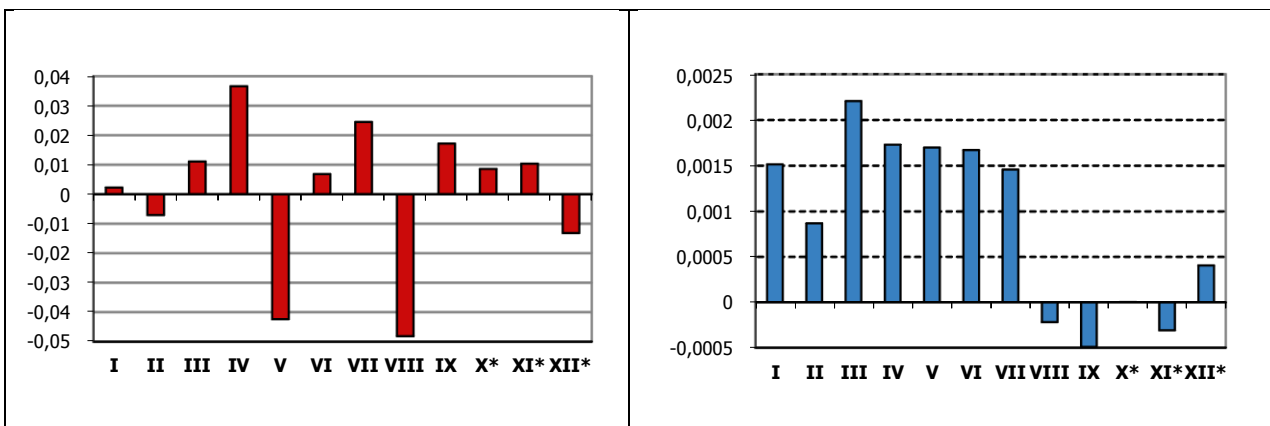
На Фигура 9 и Фигура 11 са изготвени хистограми, които онагледяват силата и характера (позитивен или негативен) на въздействието, което оказват температурата на въздуха и валежните суми за даден месец върху радиалния прираст на черборовите и белборовите култури. Вижда се, че на белия бор положително влияят температурите в месеците април и юни, а отрицателно влияят тези в месеците юли, септември и октомври. Имайки предвид ниската годишна валежна сума за района на Крумовград, хистограмата на валежите показва, че високите валежни суми влияят положително почти през цялата година.

При черния бор високите валежни суми, както при белия бор, влияят положително почти през цялата година. Високите температури в началото и края на вегетацията влияят отрицателно на черния бор, като високите преди вегетация и след вегетация влияят положително.

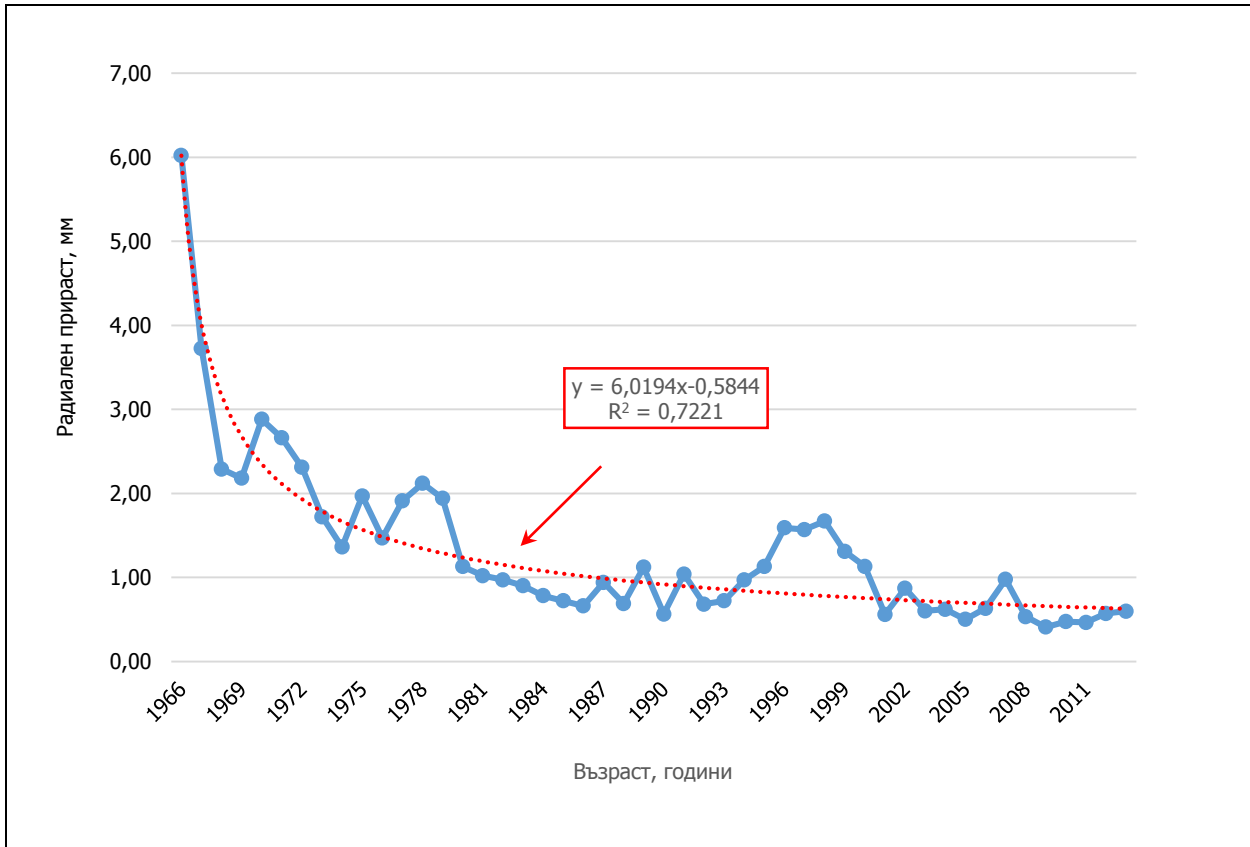
Обобщаването на данните от многофакторния регресионен анализ дава основание да се твърди, че климатичните условия са най-важният растежен фактор, като те включват температурни и валежни показатели за различни месеци с добре изразено доминиране на зимните и пролетните валежи и пролетно-летните температури.



Фигура 8. Динамика на радиалния прираст (начупена линия в синьо) и биологична крива (тренд) при черния бор



Фигура 9. Влияние на температурите на въздуха (ляво) и валежните суми (дясно) за даден месец върху радиалния прираст на черния бор в района на Ада тепе



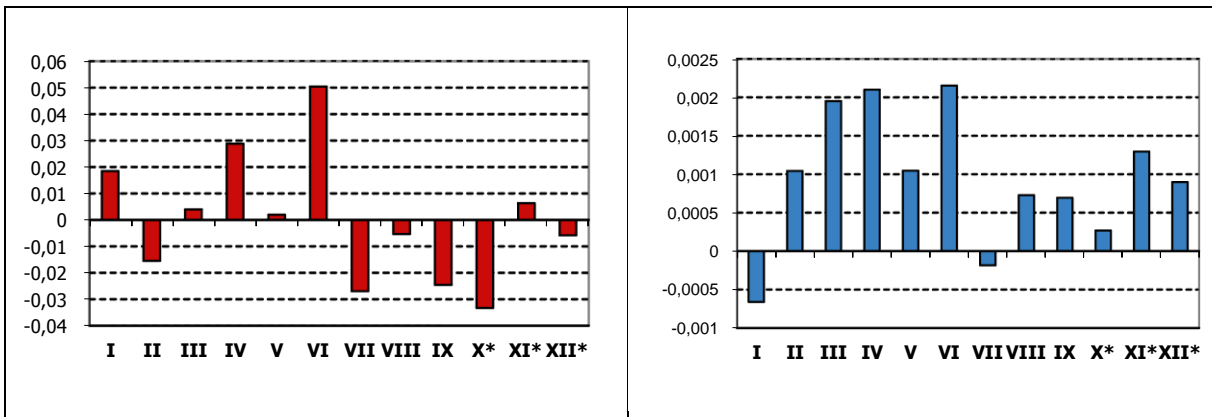
Бял бор: T_i – средни месечни температури и P_i – месечни валежни суми за всяка година на растежния период

$$W_i = 0,590315 * W_i' + 0,0184683 * T_1 - 0,0154955 * T_2 + 0,00397008 * T_3 + 0,028836 * T_4 + 0,00194489 * T_5 + 0,0504305 * T_6 - 0,0269671 * T_7 - 0,00535477 * T_8 - 0,0245862 * T_9 - 0,0332952 * T_{10} + 0,00632707 * T_{11} - 0,00582965 * T_{12} - 0,000661056 * P_1 + 0,00104296 * P_2 + 0,00195087 * P_3 + 0,00209998 * P_4 + 0,00104608 * P_5 + 0,00215286 * P_6 - 0,000184086 * P_7 + 0,000727775 * P_8 + 0,000694077 * P_9 + 0,000267535 * P_{10} + 0,00129461 * P_{11} + 0,000898196 * P_{12}$$

R² = 99,1%

*The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 99,1251% of the variability in W_i .

Фигура 10. Динамика на радиалния прираст (начупена линия в синьо) и биологична крива (тренд) при белия бор



Фигура 11. Влияние на температурите на въздуха (ляво) и валежните суми (дясно) за даден месец върху радиалния прираст на белия бор в района на Ада тепе

При дендрохронологичните анализи за дъбовите гори беше трудно да се определи биологичната крива (тренда), за да се открият стресови периоди и се установи връзката им с температурно-валежния режим в района. Най-вероятно това се дължи на издънковия им произход, различния брой на ротации, паша на добитък и т.н. Установено е, че при първата издънкова ротация кореновата система е сравнително добре развита. Тя е резултат от предходната семенна генерация и е в състояние в началото на растежа да осигури необходимото водоснабдяване за относително слабо развитата надземна част, дори при значително засушаване. Първоначалната позитивна асиметрия в степените на развитие на коренова и листна системи в издънкови дъбови гори обезпечава временно добър воден баланс и ускорен растеж на дъбчетата дори при неблагоприятни растежни условия. Трябва да се посочи, че продължителното издънково стопанисване оказва много силно негативно въздействие върху здравословното състояние на дъбовите насаждения. Установено е, че след втората и третата издънкова ротация, в много по-силна степен се отразяват стресовите въздействия в сравнение с насаждения, които имат семенен произход. В издънковите гори с повече на брой ротации загиват в значителна степен корените и стъблата и постепенно се формира повърхностна коренова система. В резултат на това многократно нараства чувствителността на издънковия дъбов дървостой към неблагоприятни абиотични и биотични въздействия. Определянето на броя на ротациите при издънково стопанисване на дъбовите гори е с изключително значение. В издънкови дъбови гори по-често се среща т. н. дъбов диклайн. Неговите симптоми са свързани с редица характерни макроскопски промени (симптоми). Горната част на короната при засегнати от дъбов диклайн дървета е рехава, с много къси леторасли, често пъти със суховършии. През есента под дървета, поразени от това заболяване, има многобройни клонки, които са отделени по границата на годишното прорастване. Върху клона, от който са се отделили тези клончета, остават характерни вдлъбнати белези. По стъблата на заразените дървета има тъмни петна и надлъжни следи от изтичане на течност. Под такива места на стъблото ликовата част и беловината са кафяво оцветени и некротизирани. Крайният етап е свързан с ускорена гибел на засегнатите от това заболяване дървета, като този заключителен етап на патологичния процес е свързан с развитие на коренови патогени (предимно припънка). Повечето съвременни фитопатолози смятат, че водеща роля за дъбовия диклайн, освен произхода, играят климатичните условия (суша, студ). Листогризещите насекоми, брашнестата мана и редица още други биотични стресори съдействат, в една или друга степен, за развитие и задълбочаване на този комплексен патологичен процес.

Резултатите от анализа и оценката на здравословното състояние на горите показват, че дъбовите насаждения, макар и в добро състояние в настоящия момент, не са добър индикатор за оценка на антропогенни фактори поради високата им уязвимост към абиотичните и биотичните фактори. От друга страна, черният бор представлява добър индикатор, при който евентуални антропогенни въздействия могат да бъдат отчетени чрез дендрохронологичния метод. Радиалният прираст на черния бор (а и на белия бор) ще позволят да се установят неблагоприятните промени, причинени както от абиотичните и биотичните фактори, така и от неблагоприятните антропогенни фактори.

4.3 Акумулация на тежки метали и металоиди в индикаторни тревни и дървесни растения

Теренните посещения бяха извършени през месец август 2013 г. от д-р Елена Цветкова и Рашид Рашид.

Взети са почвени проби от две пробни площи (виж Таблица 1). Растителни проби са взети от: ПП 1 – Зона на въздействие за индикаторен тревен вид *Dactylis glomerata*; ПП 11 – Зона на въздействие за индикаторен дървесен вид *Quercus frainetto*; ПП 9 – Референтна зона за двата индикаторни вида. В доклада под ПП-Р се разбира пробна площ от референтната зона, а под ПП-В – пробна площ от зоната на въздействие.

Пробите са анализирани в две акредитирани лаборатории – Евротест Контрол и ИАОС.

Анализ на почвените показатели е нужен, тъй като резултатите позволяват да се направи оценка в две направления: определяне на естествения геохимичен фон на района от гледна точка на изискванията на изследваните растения и наличието на замърсяване под влияние на атмосферни замърсители.

Анализ и оценка на резултатите за почвите

Активната почвена киселинност (рН) е индикатор за наличието на деструктивни процеси в почвите, преобладаване на мобилизационни процеси за микроелементите и отмиване на базите. Резултатите показват, че изследваната почва от потенциалната зона на въздействие е с по-добри стойности по отношение на активната почвена киселинност. Според класификацията тя е неутрална. Почвата в пробната площ, определена за контрола, е от слабо до средно кисела, като нивата на почвената киселинност нарастват в дълбочина по профила.

Оценката на обменната почвена киселинност (рН в солев извлек) показва, че почвата в зоната на въздействие е с много висока обменна киселинност, докато в контролата е от висока до средна, като с доближаване до основната скала спада (виж Таблица 8).

Таблица 8. Почвена киселинност

Показател	Дълбочина (cm)	ПП-В	Категория ⁵	ПП-Р	Категория ⁵
рН (H ₂ O)	0-5	6,98	неутрална 7,4 – 6,4	6,19	слабо кисела 6,4 – 6,0
	5-30	6,81	неутрална 7,4 – 6,4	5,54	средно кисела 6,0 – 5,2
рН (CaCl ₂)	0-5	6,33	много високо > 6,0	5,45	високо 5,1 – 6,0
	5-30	6,16	много високо > 6,0	4,73	средно 4,1 – 5,0

Оценката на резултатите спрямо Наредба № 3 (Таблица 9) показва, че съдържанието на Си в ПП в зоната на въздействие (В) е под фоновото за българските почви. Липсата на замърсяване на почвата с Си се потвърждава от установените количества под предохранителните концентрации (ПК) в ПП в референтната зона (Р).

⁵ Източник: Vanmechelen, L., R. Groenemans and E. Van Ranst, 1997. Forest soil conditions in Europe. Results of a large-scale soil survey. Technical Report. EC, UN/ECE, Ministry of the Flemish Community; Brussels, Geneva. 259 pp.

Количеството на Pb е 1,2 над ПК в ПП-В за почвения слой 5-30 cm, а за останалите проби под или равно на ПК.

Повишеният естествен геофонд с Zn очертава надвишаване на ПК от 1,7 до 2,9 пъти в ПП-В и с 2,6 пъти в ПП-Р, единствено в по-дълбоките почвени слоеве на контролната площ съдържанието на елемента е под ПК. Съдържанието на Cd е с 6,5 пъти над ПК в повърхностния 0-5 cm почвен слой от импактната зона.

Количествата на Cr, Ni и As са по-високи в референтната зона. В изследвания обект от зоната на въздействие концентрацията на Cr е с 1,6 пъти над ПК, а в контролната площадка е съответно 2,2 и 2,0 пъти над ПК. Съдържанието на Ni е над ПК между 1,8 – 2,0 пъти за ПП-В и 2,4 – 2,2 пъти за ПП-Р. Най-значими превишения на ПК са установени за концентрациите на As. Определените за ПП-В нива са между 3,6 – 3,8 пъти над ПК, а за ПП-Р между 11,7 – 11,3 пъти над ПК.

Съдържанието на Zn, Cu, Pb и Cr са под максимално допустимите концентрации (МДК) за постоянни тревни площи.

По-високи концентрации от МДК са установени единствено за As, Ni и Cd. Определените превишения за As и Ni са за всички изследвани проби. Количествата на As надвишават МДК от 2,2 до 2,3 пъти за ПП-В и от 6,8 до 7,0 пъти за ПП-Р. Посочената тенденция се запазва и при Ni, като за ПП-В е от 1,4 до 1,5 пъти, а за ПП-Р – от 1,8 до 1,9 пъти над МДК.

Съдържанието на Cd е с 1,6 пъти над МДК в повърхностния 0-5 cm почвен слой от ПП-В. Това съдържание кореспондира с установеното повишено количество на обменни форми на Cd в обекта.

Таблица 9. Оценка на резултатите спрямо Наредба №3

Показател	Дълбочина (cm)	ПП-В	ПП-Р	Фонови концентрации (ФК)	Предохранителни концентрации (ПК) Гл.-п. и П.-гл.	МДК за постоянни тревни площи
Cr mg/kg	0-5	140	197	65	90	200
	5-30	144	184			
Zn mg/kg	0-5	184	291	88	110	390
	5-30	314	85			220
Cu mg/kg	0-5	30,1	46,0	34	50	140
	5-30	31,0	39,8			80
Pb mg/kg	0-5	24,9	41,4	26	40	130
	5-30	48,5	26,6			90
As mg/kg	0-5	54	175	10	15	25
	5-30	57	169			25
Cd mg/kg	0-5	3,91	0,104	0,4	0,6	2,5
	5-30	0,069	0,069			2
Ni mg/kg	0-5	109	143	46	60	80
	5-30	117	131			70

Обособените гранични категории от ICP-Forest (1997) за съдържанието на свободен H^+ в минералните почвени слоеве причисляват площите към групата на почвите с много ниско количество свободен H^+ . Изключение прави единствено концентрацията на H^+ в изследваните по-дълбоки почвени слоеве на контролната пробна площ, където количеството на катиона е високо.

Таблица 10. Оценка съдържанието на свободен H^+ спрямо ICP-Forest(1997)

Показател	Дълбочина (см)	ПП-В	Категория ⁶	ПП-Р	Категория ⁶
H^+ смол(+)/kg	0-5	0,101	много ниско $\leq 0,5$	0,084	много ниско $\leq 0,5$
	5-30	0,123	много ниско $\leq 0,5$	7,92	високо 5,1-10,0

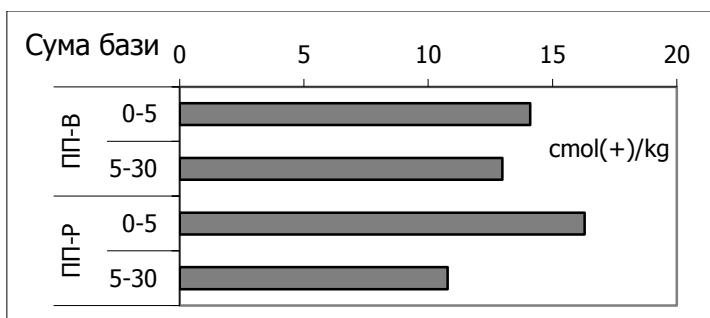
Количеството на базичните елементи, постъпващи в почвата, е значително по-високо, което дава основание сумата от базични катиони в изследваните почви да бъде оценена като много висока (спрямо критериите на ICP-Forest, (1997)).

Таблица 11. Съдържание на обменни базични катиони в почвите

Показател	Дълбочина (см)	ПП-В	Категория ⁶	ПП-Р	Категория ⁶
обм. Са смол(+)/kg	0-5	11,5		11,4	
	5-30	9,8		6,0	
обм. Mg смол(+)/kg	0-5	2,4		4,4	
	5-30	3,0		4,5	
обм. К смол(+)/kg	0-5	0,16		0,39	
	5-30	0,13		0,196	
обм. Na смол(+)/kg	0-5	0,044		0,104	
	5-30	0,051		0,081	
Сума на бази смол(+)/kg	0-5	14,1	много висока > 10	16,3	много висока > 10
	5-30	13,0	много висока > 10	10,8	много висока > 10

Разпределението на сумата от базични катиони по пробни площи и в дълбочина е представено на Фигура 12. От фигурата се вижда, че в контролната площ съдържанието на хранителните елементи спада по-бързо в дълбочина по профила. В тази минерална почва се наблюдават първоначални процеси на отмиване на базите и влошаване на хранителния режим.

⁶ Източник: Vanmechelen, L., R. Groenemans and E. Van Ranst, 1997. Forest soil conditions in Europe. Results of a large-scale soil survey. Technical Report. EC, UN/ECE, Ministry of the Flemish Community; Brussels, Geneva. 259 pp.



Фигура 12. Профилно разпределение на базичните катиони

Съдържанията на Al, Cr и Ni се оценяват като много високи спрямо Европейските критерии за оценка на почвите и в двата обекта (ICP-Forest, 1997). На ПП в зоната на потенциалното бъдещо въздействие количеството на Zn е от високо до много високо, като достига до 314 mg/kg в почвения слой, който е разположен по-близо до основната скала (виж Таблица 12). Обратна е тенденцията в контролната площ. Там съдържанието на Zn е от високо до средно, като в дълбочина на профила концентрацията спада.

Съдържанието на Cd в повърхностния 0-5 cm слой на ПП-В се оценява като много високо (по критерии на ICP-Forest, 1997), като за останалите проби е много ниско.

Спрямо критериите за Европейските горски почви количеството на Mn е средно, а това на Cu – високо.

Съдържанието на Pb е ниско до средно, като за ПП в зоната на въздействие тенденцията е за увеличаване на концентрацията в дълбочина, а за ПП в референтната зона е обратно.

В ICP-Forest няма критерии за оценка на съдържанието на As в горските почви.

Таблица 12. Оценка на съдържанието на тежки метали според критерии на ICP Forest

Показател	Дълбочина (cm)	ПП-В	ПП-Р	Критерии на ICP-Forest ⁶				
				много ниско	ниско	средно	високо	много високо
Al mg/kg	0-5	42835	54855	≤ 2000	2001-4000	4001-8000	8001-16000	> 16000
	5-30	46030	48552					
Mn mg/kg	0-5	708	1170	≤ 100	101-500	501-1500	1501-3000	> 3000
	5-30	793	832					
Zn mg/kg	0-5	184	291	≤ 30	31-70	71-170	171-300	> 300
	5-30	314	85					
Cr mg/kg	0-5	140	197	≤ 5	6-10	11-30	31-75	> 75
	5-30	144	184					
Ni mg/kg	0-5	109	143	≤ 5	7-10	12- 35	36-95	> 95
	5-30	117	131					
Cu mg/kg	0-5	30,1	46	≤ 3	4-10	11-20	21-60	> 60
	5-30	31	39,8					
Pb mg/kg	0-5	24,9	41,4	≤ 10	11-30	31-100	101-500	> 500
	5-30	48,5	26,6					
Cd mg/kg	0-5	3,91	0,104	≤ 0,2	0,3-0,4	0,5-1,0	1,1-3,5	> 3,5
	5-30	0,069	0,069					

Случаи на превишаване на токсичното ниво са установени при Zn, Al, Cr, Cd и Ni. Счита се, че прилагането на международни критерии следва да става внимателно, като се отчитат специфичните особености на почвите в страната. В България има успешни опити по отношение на разработването на национални и регионални стойности за оценка.

По-ниско от фоновите нива е съдържанието на Cu и Cd за двете зони, като изключение прави само Cd в 0-5 cm почвен слой на ПП-В (Таблица 13). Посочената проба надвишава 4,6 пъти максималната стойност, предложена за незамърсени почви от Vojinova et al., (1996) (Таблица 14). Установената стойност от 3,91 mg/kg е значително под отчетената максимална концентрация на Cd в замърсени почви от България – 86,6 mg/kg.

Независимо, че са над фоновите нива, количествата на Pb не надхвърлят предложените от Vojinova et al., (1996) максимални граници за незамърсени почви в България, съответно – 48 mg/kg.

Съдържанието на Zn в почвения слой 5-30 cm на импактната ПП надвишава 1,6 пъти предложения в литературата максимум от 193 mg/kg. Подобно е превишението в повърхностния почвен слой на контролната площ – 1,5 пъти. Установените концентрации на Ni надхвърлят предложените максимални граници за България (112 mg/kg), съответно от 1,3 пъти в 0-5 cm слой до 1,2 пъти в 5-30 cm почвен слой.

Съдържанието на Cr в пробната площ в зоната на въздействие също не надвишава максимално отчетените концентрации в незамърсени български почви (152 mg/kg), но в контролната площ стойностите са съответно 1,2-1,3 пъти над установените от Vojinova et al., (1996). Количеството на Cr в повърхностните почвени слоеве надвишава незначително и това, предложено от авторите като максимално за замърсени почви в България (193 mg/kg) (Таблица 14).

Таблица 13. Оценка на съдържанието на тежки метали в почвите спрямо фоновите концентрации за България

Показател	Дълбочина (cm)	ПП-В	ПП-Р	Фонове концентрации за България ⁷	
				от	до
Zn mg/kg	0-5	184	291	55	95
	5-30	314	85		
Cr mg/kg	0-5	140	197	30	90
	5-30	144	184		
Ni mg/kg	0-5	109	143	5	45
	5-30	117	131		
Cu mg/kg	0-5	30,1	46	5	55
	5-30	31	39,8		
Pb mg/kg	0-5	24,9	41,4	10	40
	5-30	48,5	26,6		
Cd mg/kg	0-5	3,91	0,104	0,15	0,55
	5-30	0,069	0,069		

⁷ Източник: Petroff, Iv., H. Tchuldjian (1987). Agricultural and health Consequences of Soil and Plant Pollution with Heavy Metals. Institute of Nutrition, Report.

Таблица 14. Оценка на съдържанието на тежки метали спрямо критерии за България⁸

Показател	Дълбочина (см)	ПП-В	ПП-Р	Незамърсени почви		Замърсени почви	
				от	до	от	до
Zn mg/kg	0-5	184	291	56,6	193	86,6	5231
	5-30	314	85				
Cr mg/kg	0-5	140	197	34	152	16	193
	5-30	144	184				
Ni mg/kg	0-5	109	143	10,3	112	10,7	303
	5-30	117	131				
Cu mg/kg	0-5	30,1	46	12	154	11	432
	5-30	31	39,8				
Pb mg/kg	0-5	24,9	41,4	16	48	45,6	4196
	5-30	48,5	26,6				
Cd mg/kg	0-5	3,91	0,104	0,18	0,85	0,33	86,6
	5-30	0,069	0,069				

Оценката на данните спрямо предложените регионалните нива от 20-годишния широкомащабен мониторинг на горските екосистеми в България показва, че установените концентрации на Mn, Cu и Pb са в рамките на естествено срещаните за канелените горски почви в района на Източни Родопи (Таблица 15).

По-различна е оценката по отношение на съдържанието на Zn. Измерени са много високи концентрации в почвата за този елемент, като изключение прави само съдържанието в дълбочина по профила на референтната пробна площ. Превишението е съответно между 2,2-3,0 пъти за почвата в ПП в зоната на въздействие, а за контролата е 3,5 пъти над максималния праг, определен за граница, над която могат да възникнат токсични изменения в растенията. Подобни високи количества на Zn в района на Ада тепе са представяни и в предишни проучвания.

За съдържанието на Cd в 0-5 cm слой на импактната площ (ПП-В) също се отбелязват стойности, които са 2,1 пъти над максимално установеното съдържание за незамърсените канелени горски почви от района.

Таблица 15. Оценка на съдържанието на тежки метали в почвите спрямо регионални критерии за канелени горски почви

Показател	Дълбочина (см)	ПП-В	ПП-Р	Дълбочина (см)	9-ти район на МКП – Източни Родопи и Сакар ⁹	
					min	max
Mn mg/kg	0-5	708	1170	0-5	400	1400
	5-30	793	832	5-40	250	2450

⁸ Източник: Vojinova, P., Iv. Kabakchiev, B. Georgiev, Krasteva, V., Stanislavova, L., H. Tschuldjian, G. Welp, G. Brümmer (1996). Harmonization of the Methods for the Investigation of Heavy Metal Pollution of Soils and the Standardization of the Assessment Criteria for Soil Protection. IM aftrag, des umweltBUNDESAMTES, Januar, pp. 166.

⁹ Източник: Павлова, Ек., Д. Павлов, М. Дончева-Бонева, Л. Малинова (2006). Почви. В: „20 години широкомащабен мониторинг на горските екосистеми в България“. С. Изд. къща „Миневра“. ISBN 954-90568-4-8

Zn mg/kg	0-5	184	291	0-5	12	84
	5-30	314	85	5-40	10	105
Cu mg/kg	0-5	30,1	46	0-5	2	57
	5-30	31	39,8	5-40	2	56
Pb mg/kg	0-5	24,9	41,4	0-5	8	47
	5-30	48,5	26,6	5-40	8	153
Cd mg/kg	0-5	3,91	0,104	0-5	1,1	1,9
	5-30	0,069	0,069	5-40	0,8	2,0

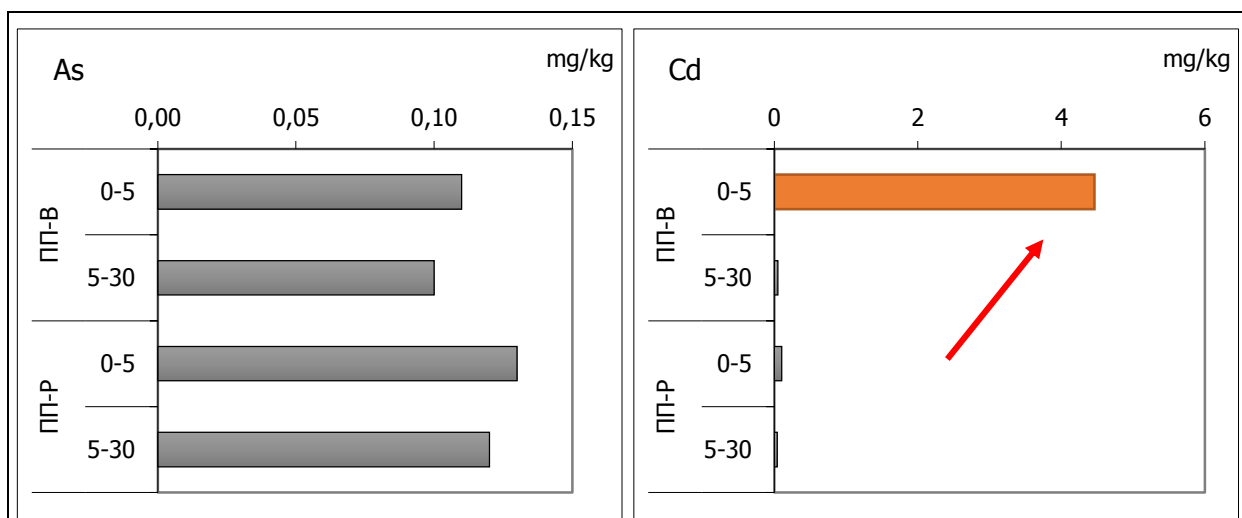
В рамките на МКП-Гори в България не се следи съдържанието в почвата на следните тежки метали и металоиди: Cr, Al, Ni и As.

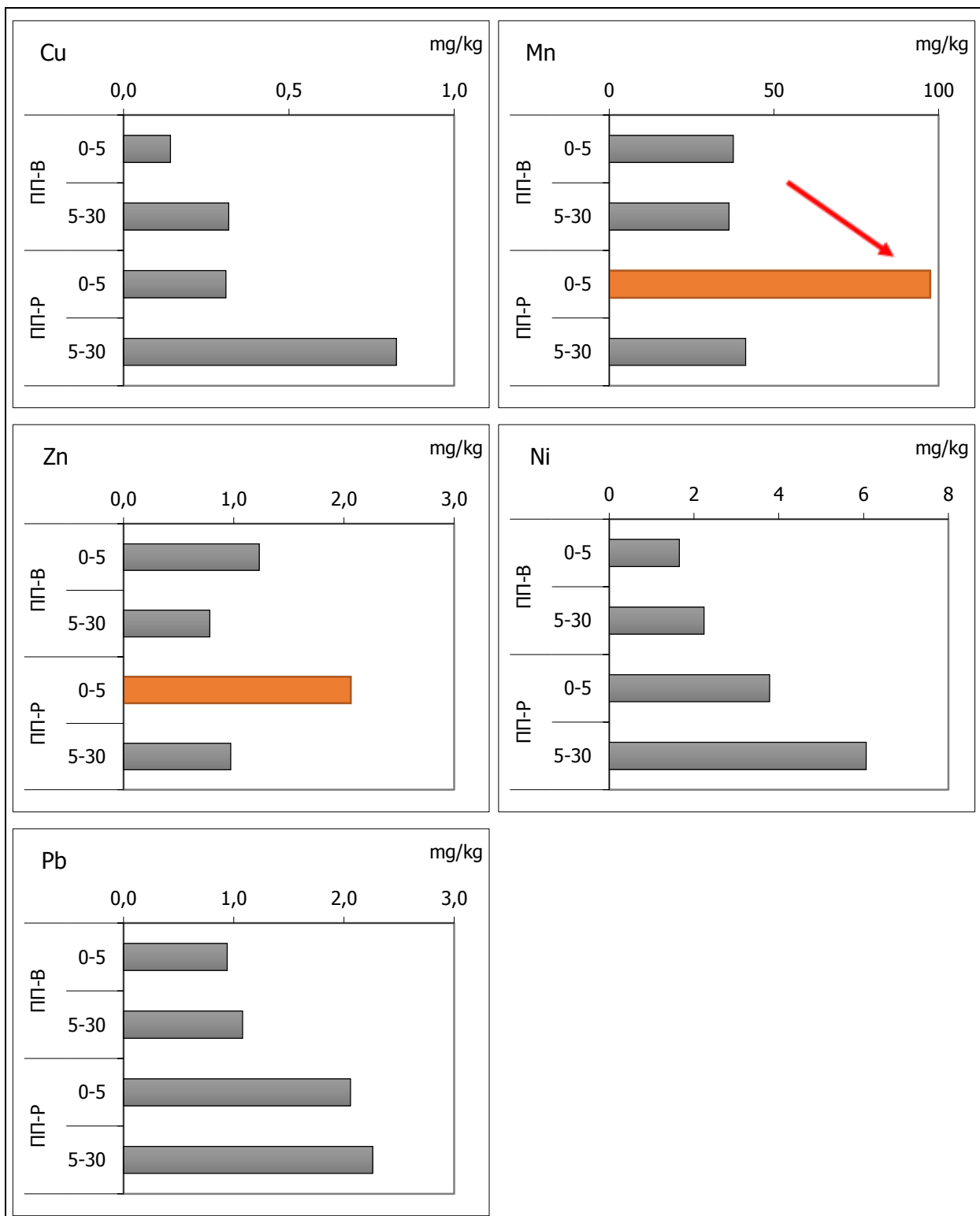
В почвите от изследваните пробни площи се наблюдава известна акумулация на тежки метали в повърхностните минерални слоеве 0-5 cm. Анализът показва по-високо съдържание на обменни форми на Cd на повърхностния 0-5 cm почвен слой в площта, която се очаква да бъде подложена на локално въздействие. Установеното количество на обменни форми на Cd е над 43 пъти по-високо от това в изследваната контролна точка. Посочената тенденция е далеч по-слаба в дълбочина по профила, като в слоя от 5-30 cm превишението е само 1,2 пъти. Това е признак, че високите стойности на този елемент са от антропогенни източници.

Обменните количества на всички останали изследвани тежки метали и металоиди са по-високи в избраната за референтна /контролна/ площ, сравнено с тези от ПП в зоната на въздействие.

Повишаването в дълбочина по профила на съдържанието на обменните форми на Cu, Pb и Ni се дължи на естествения геохимичен фон на района. В същото време установеното по-високо съдържание на As, Cd, Mn и Zn в слоя от 0-5 cm съответства повече на протичащи биогенно-акумулативни процеси, отколкото на атмосферно замърсяване, тъй като реакцията на почвения разтвор е неутрална до слабо кисела и тя е определяща по отношение поведението на металите.

Изключение прави установеното по-високо съдържание на обм. Cd в ПП в зоната на въздействие и на обм. Mn в ПП в референтната зона. Неутралната почвена реакция възпрепятства биоакумулация на тежки метали в растенията, въпреки високите им стойности.



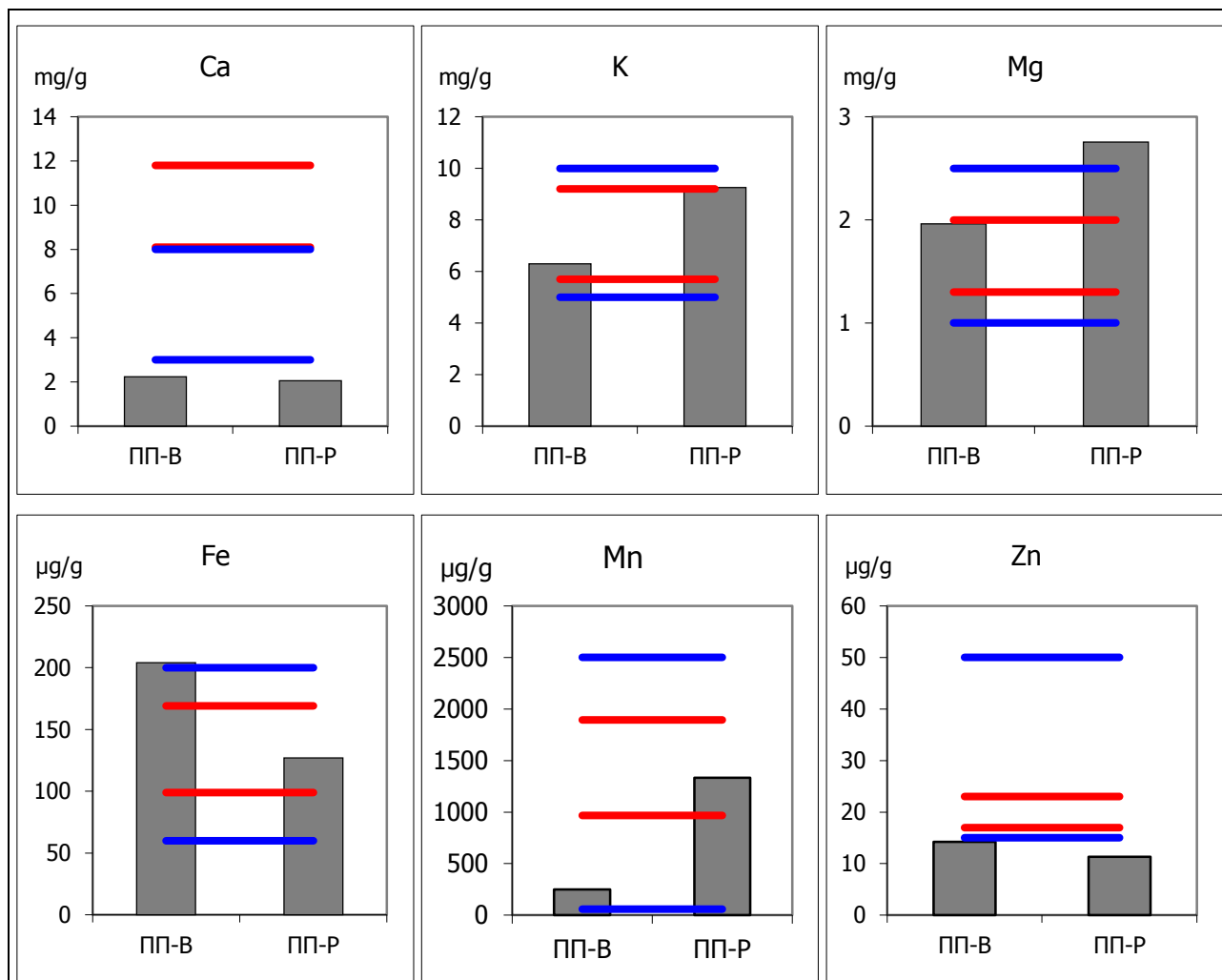


Фигура 13. Профилно разпределение на обменните форми на тежки метали и металоиди в почви

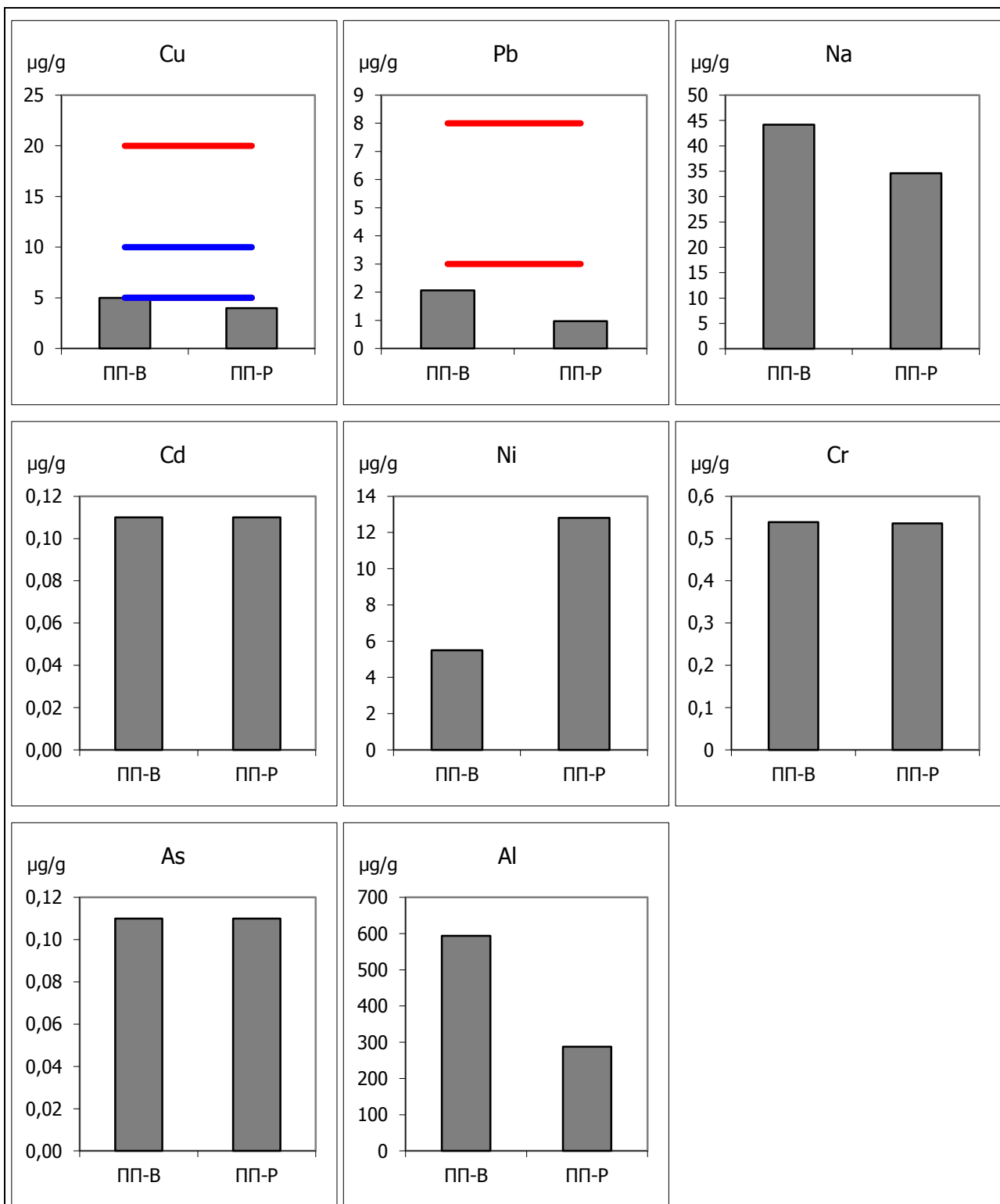
Анализ и оценка на резултатите за растенията

Оценката на данните от листния анализ показва, че за изследваните дървесни растения съдържанието на Mg е с високи стойности за контролната пробна площ (ПП-Р). Количеството на този макроелемент е в оптималните граници за пробна площ от импактната зона (Фигура 13).

За останалите изследвани макроелементи анализът показва, че съдържанията на К са в границите, приети като достатъчни за нормално функциониране на дъбовите насаждения. Обратно на посоченото, установените количества на Са в благуновите листа са в недостиг, съгласно определените прагове за района от ICP-Forest и незначително по-ниски спрямо нивата за Европа¹⁰.



¹⁰ <http://bfw.ac.at/rz/bfwcms2.web?dok=2888>



Легенда: в синьо – гранични стойности за Европа (нива 1 и 3); в червено – гранични стойности за Източни Родопи (нива 1 и 3)¹¹

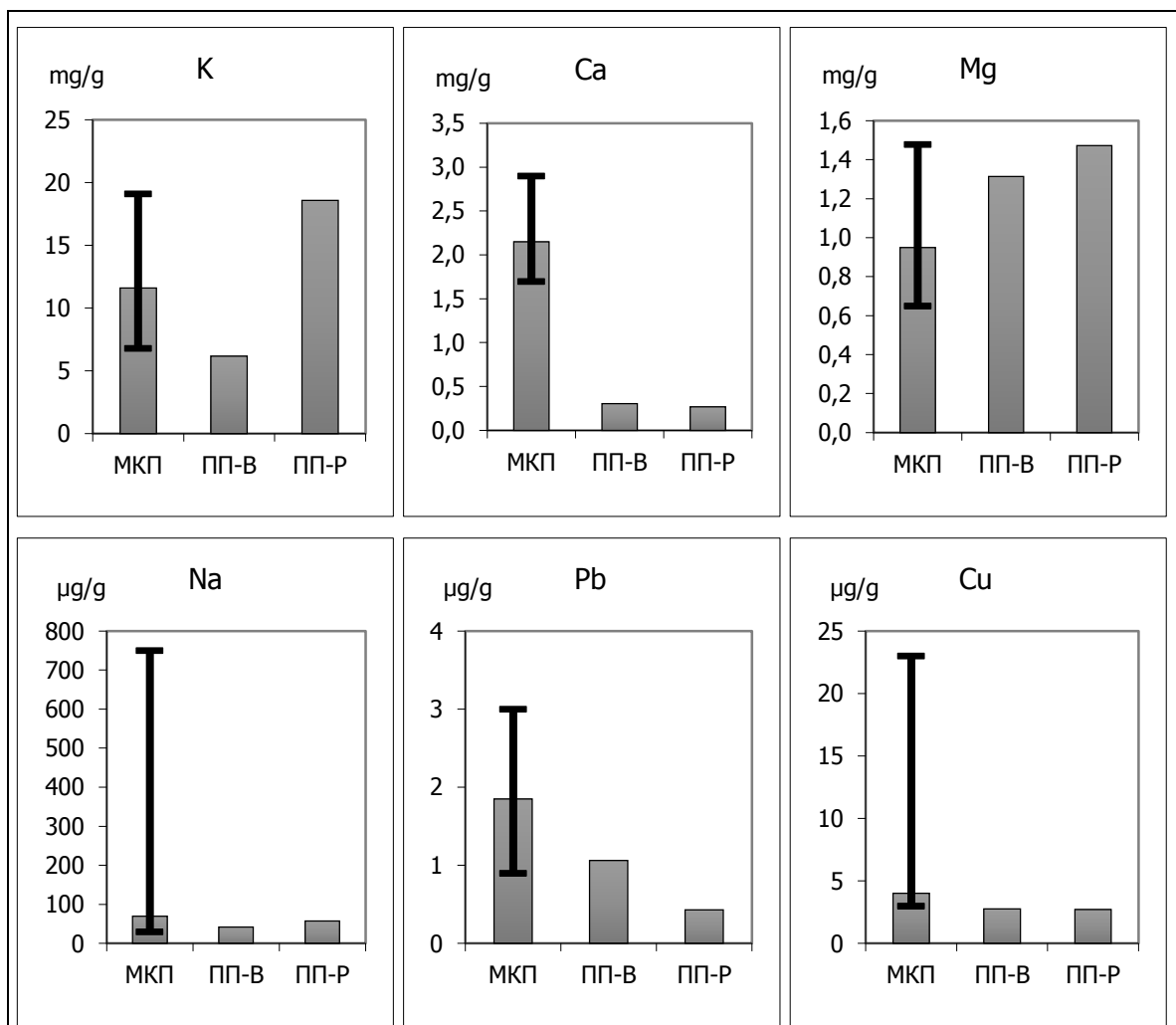
Фигура 14. Оценка на съдържанието на макроелементи и тежки метали и металоиди в листа от *Quercus frainetto*

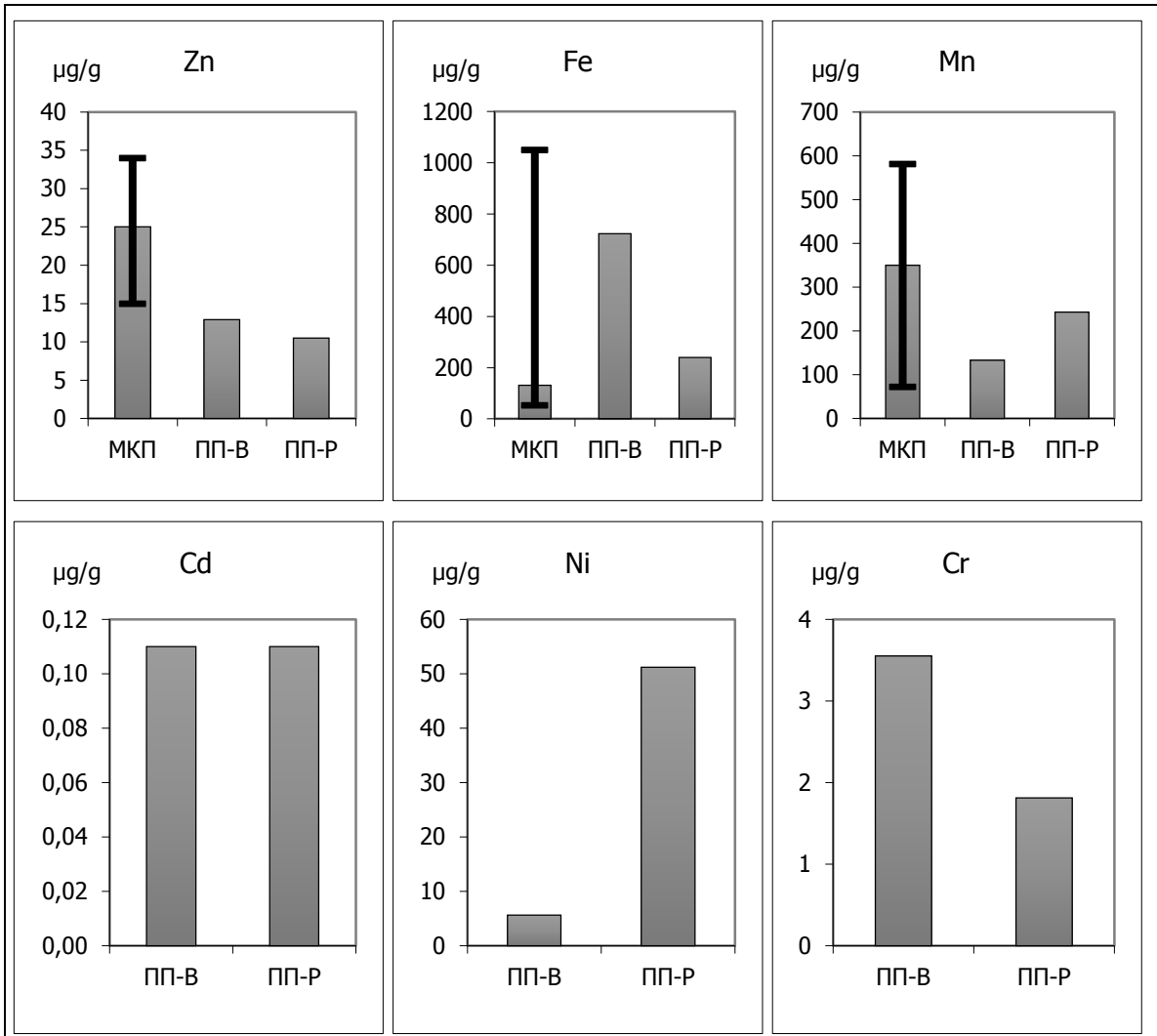
¹¹ Източник: Павлова, Ек., Д. Павлов, М. Дончева-Бонева, Л. Малинова (2006). Листен анализ и акумулация на макро- и микроелементи. В: „20 години широкомащабен мониторинг на горските екосистеми в България“. С. Изд. къща „Миневра“. ISBN 954-90568-4-8

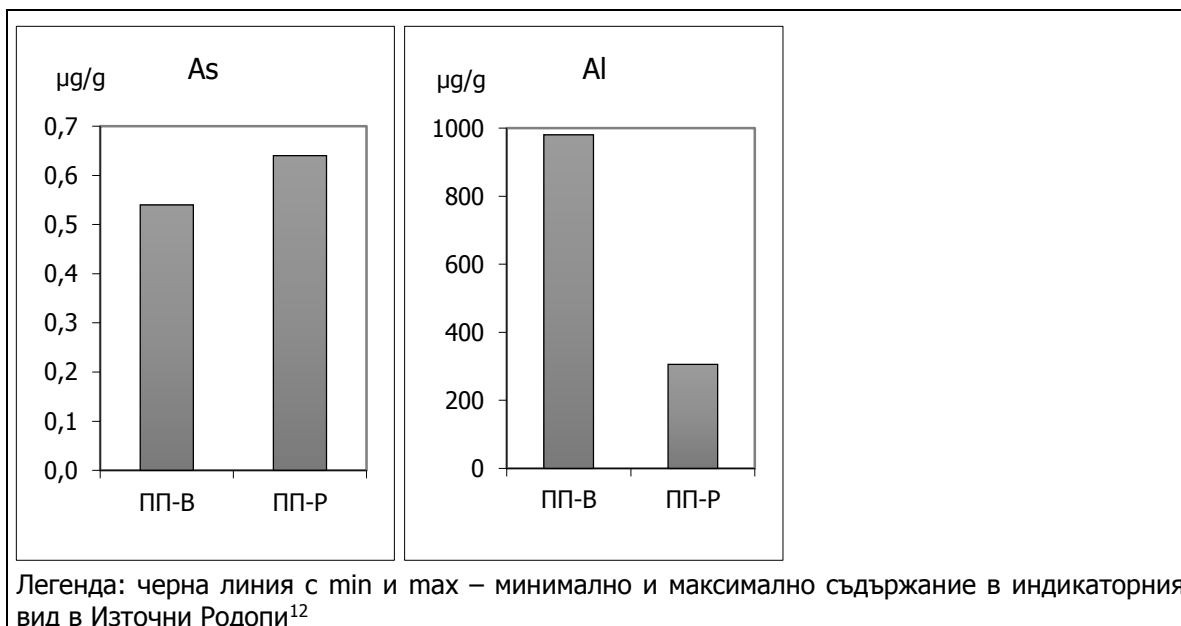
От микроелементите количествата на Fe са в границите на оптималните за храненето и в двете площи (Фигура 14). Анализите показват, че съдържанието на Pb е под долния минимум и в двете зони. Ниски са концентрациите на Zn и Cu в листата на благауна от зоната на въздействие, а тези от контролната точка са дори още по-ниски.

Поради голямото вариране в натрупването на останалите микроелементи, до момента липсват граници, приети като достатъчни за нормално функциониране на дъбовите насаждения, както за Европа, така и за района на Източни Родопи. Направеното проучване установи по-високо съдържание на Na и Al в листата от зоната на въздействие в сравнение с това от референтната зона. Обратно, количествата на Mn и Ni са над 2 пъти по-високи в благауновите листа от контролната точка, сравнени с тези в импактната зона.

Останалите микроелементи (Cd, Cr и As) са с еднакви количества и в двете пробни площи.







Фигура 15. Сравнителна оценка на съдържанието на макро- и микроелементи в *Dactylis glomerata*

Проучването на акумулацията на макроелементи в индикаторния тревен вид (*Dactylis glomerata* L.) показва, че под установения минимум за района на Източни Родопи е съдържанието на Са в двете зони и на К в ПП от зоната на въздействие. Съдържанието на К в индикаторния вид от контролната ПП и на Mg в двете е в границите на определените от МКП регионални концентрации за *Dactylis glomerata* (Фигура 15).

В изследвания индикаторен тревен вид не е установено повишено натрупване на микроелементи над регионалните нива (Фигура 15). Нещо повече, съдържанието на Pb от фитоценозата в ПП в зоната на потенциално въздействие съвпада с минималния регионален праг, а това за референтната точка е дори под него. Посоченото е валидно за количествата на Zn в *Dactylis glomerata* и от двете пробни площи. Съдържанието на останалите микроелементи (Fe, Mn, Cu и Na) е в границите на определените от МКП регионални концентрации за изследвания тревен вид.

Установените количества на Al и Cr в тревния вид от зоната на въздействие са по-високи в сравнение с тези от контролната пробна площ (Фигура 15). И обратно, съдържанията на Ni и As в импактната зона са съответно 9,1 и 1,2 пъти по-ниски от съответните в референтната зона. Анализите показаха еднакви концентрации на Cd в индикаторния вид от двете пробни площи.

Обобщение

В обобщен вид проведеното проучване показва, че съдържанията на К и Mg в листа са в границите, приети като достатъчни за нормално функциониране на дъбовите насаждения. Количествата на Са са в недостиг, но това може да се дължи на проявения антагонизъм между К и Са в растенията. Посоченото е валидно и за съдържанието на макроелементи в изследвания индикаторен тревен вид (*Dactylis glomerata*).

По отношение на микроелементите, съдържанието на Cu е ниско както в изследваните почви, така и в листа от благун и индикаторния тревен вид (*Dactylis glomerata*). При недостиг на този

¹² Източник: Павлова, Ек., Д. Павлов, М. Дончева-Бонева, Л. Малинова (2006). Флористичен състав и индикаторни видове. В: „20 години широкомащабен мониторинг на горските екосистеми в България“. С. Изд. къща „Миневра“. ISBN 954-90568-4-8

микроелемент в растителния организъм се проявяват токсични симптоми. Често пъти недостигът на даден микроелемент в почвата може да доведе до повишено усвояване на друг тежък метал, който е наличен в почвата в по-големи концентрации.

Количеството на Pb надвишава ПК само в повърхностния слой на импактната пробната площ. Според ICP-Forest (1997), концентрацията на този тежък метал е ниска до средна. Това, заедно с факта, че е отчетено много ниско съдържание на елемента в листата на благауна и индикаторния вид, доказва липсата на аерозолно замърсяване с Pb в изследваните пробни площи.

В изследваните почви е установено повишено съдържание на Zn, което се дължи най-вече на естествения висок генофонд в района. Подобни високи количества на Zn в района на Ада тепе са представяни и в предишни проучвания. Независимо от посоченото, повишеното количество на този тежък метал не се отчита в листата на благауна и в изследвания тревен вид.

В района не е установена повишена акумулация на Cd в растенията, независимо от определеното по-високо съдържание на елемента (екстрахируеми общи количества и обменни форми) в почвите, особено в повърхностния 0-5 cm слой на импактната пробната площ.

В контролната пробна площ почвата е натоварена най-вече с As и Ni сравнено с почвата от ПП в зоната на въздействие. Съдържането на Ni е оценено като много високо съгласно критериите на ICP-Forest (1997). Това замърсяване с As и Ni се отчита и с повишената акумулация на тези елементи в индикаторния вид, а за As – и в листата на благауна.

Съдържанията на Cr са над предохранителните концентрации (ПК) и много високи спрямо ICP-Forest (1997), но под максимално допустимите концентрации (МДК) за постоянни тревни площи, по тази причина все още липсват ясно очертани тенденции за натрупване на този тежък метал в растителните организми.

Количествата на Al се оценяват като много високи спрямо Европейските критерии за оценка на почвите ICP-Forest (1997) и в двата обекта. Независимо от това, резултатите посочват повишена акумулация на елемента в растителните организми от пробната площ в импактната зона.

В района не се наблюдава замърсяване с Mn. Съдържанието на този елемент е оценено като средно както спрямо критериите на ICP-Forest (1997), така и сравнено с резултатите от 20-годишния мониторинг на горските екосистеми в района.

Количеството на катионите на базичните елементи в изследваните почви е оценено като много високо, което е предпоставка за оптимални процеси на храненето при растителните организми. То ще е налице само в случай на отсъствие на стресови фактори (абиотични, биотични и антропогенни).

За всички количества на обменни форми на изследваните тежки метали и металоиди (с изключение на Cd) са установени по-високи нива в контролната пробна площ, сравнено с почвата в ПП в зоната на въздействие. Това определя наличието на потенциална опасност за храненето на растенията и условия за повишена акумулация на тежки метали в биологичните обекти.

В изследвания район са налице данни за естествено повишен генофонд с някои тежки метали (Zn, Ni) и металоиди (As). За установяване на начални етапи на увреждане на горските екосистеми са необходими повече измервания, позволяващи статистическа оценка, както и данни за натоварване с други стресори: абиотични, биотични и антропоенни.

5 Заключение

В резултат на направените теренни проучвания, анализ и оценка на резултатите може да се твърди, че избраните методологии биха позволили в голяма степен да се установят промените, настъпващи в района на Ада тепе, както от естествен характер, така и при евентуални бъдещи антропогенни въздействия от минната дейност на златодобивния проект на ДПМ – Крумовград.

Генералните заключения са, както следва:

1. От почвените анализи в настоящия доклад за биологичния мониторинг, както и от многобройните почвени анализи в района на Ада тепе за минали години, се вижда, че районът се характеризира с високо фоново съдържание на някои тежки метали и металоиди. Съществуват и данни за допълнително замърсяване, вероятно от използвани пестициди в горското стопанство и земеделието.
2. Избраната ПП от референтната зона за оценка на биоаккумуляцията на тежки метали има високи стойности за повечето изследвани елементи, което показва, че съществува или е съществувало допълнително антропогенно натоварване. От друга страна това показва, че изборът на контролната точка е грешен.
3. Почвените и растителните анализи показват, че растенията имат оптимални растежни условия.
4. Активната почвена киселинност в изследваните пробни площи може да се оцени като неутрална.
5. Въпреки високото фоново съдържание на някои тежки метали (Cd например) не са установени високи концентрации на тежки метали в растенията.
6. Горските съобщества с известни изключения имат добро общо здравословно състояние.
7. Дъбовите горски съобщества поради издънковия си характер не са добър индикатор на оценка на биотичните, абиотичните и антропогенните фактори на средата.
8. Дендрохронологичният анализ на белборовите и черборовите насаждения показва много висока връзка с абиотичните фактори на средата, което означава, че съществува математически модел, описващ достоверно растежа на тези дървостои. Това означава, че белият и черният бор са добри индикатори за оценка на стресовите фактори.

Препоръки

С цел подобряване на дейностите по мониторинг през следващите години имаме следните препоръки:

1. Пробната площ от референтната зона да бъде заменена с друга поради по-лошите резултати за съдържанието на тежките метали в почвата в сравнение с пробната площ от зоната на въздействие.
2. Поради неясното състояние на качеството на почвите в пространствен аспект в района на Ада тепе, препоръчително е да се изготви пространствен и времеви анализ на всички налични данни за почвите в района. Подобен анализ ще позволи картиране на почвите според концентрацията на тежки метали. При недостатъчни данни, по възможност могат да се извършат допълнителни почвени анализи за допълване на евентуалните липсващи данни.
3. Поради високата достоверност на дендрохронологичните данни, препоръчително е да се инсталират между 4-6 дендрометъра в моделни дървета (по 2-3 в зона), които ще позволят получаване на ценна информация за растежните условия на видовете.
4. Да се направи допълнително проучване (чрез горското стопанство в Крумовград или чрез допълнителни собствени проучвания) за броя на ротациите в дъбовите насаждения. Съществува голяма вероятност здравословното състояние на насажденията с 3 или 4 ротации да се влоши в близките 10 години под въздействието на естествени фактори.

6 Приложения

6.1 Пробни площи



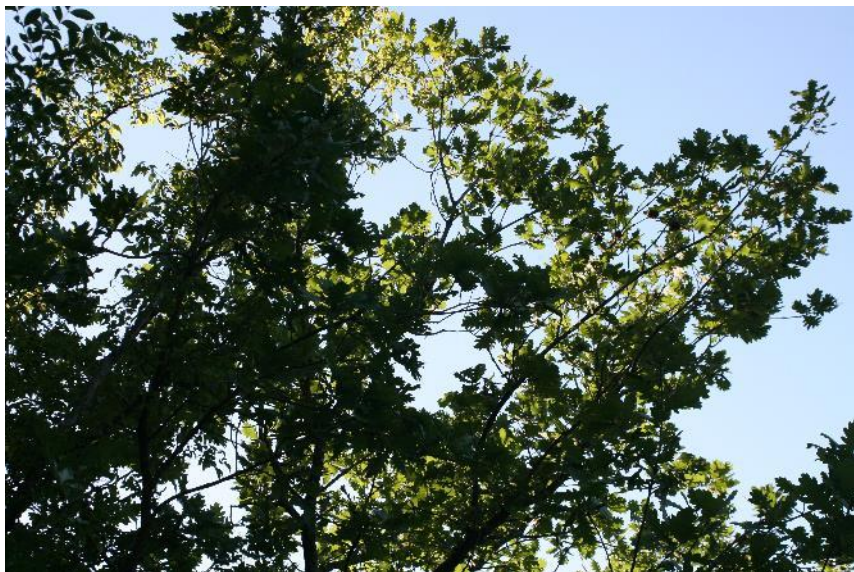
Фигура 16. Снимки на ПП1



Фигура 17. Снимки на ПП2



Фигура 18. Снимки на ППЗ



Фигура 19. Снимки на ПП4



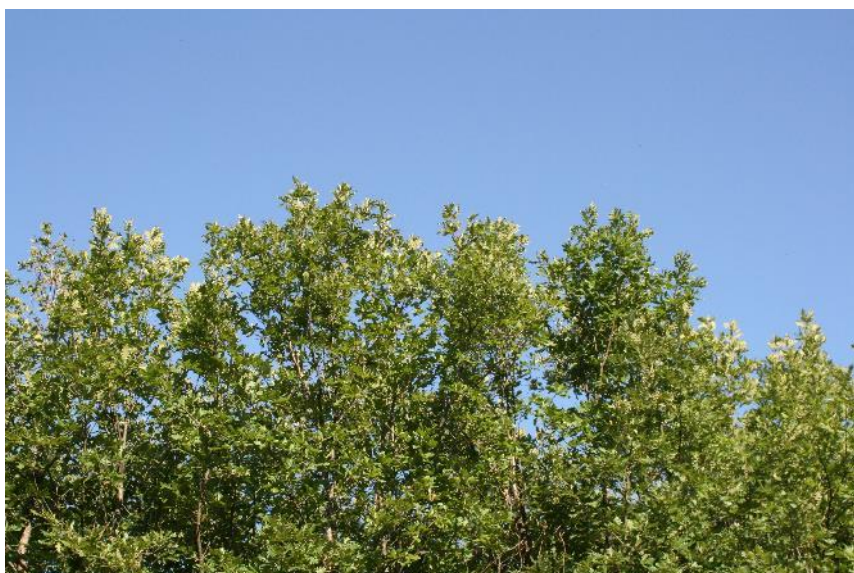
Фигура 20. Снимки на ПП5



Фигура 21. Снимки на ПП6



Фигура 22. Снимки на ПП7



Фигура 23. Снимки на ПП8



Фигура 24. Снимки на ПП9



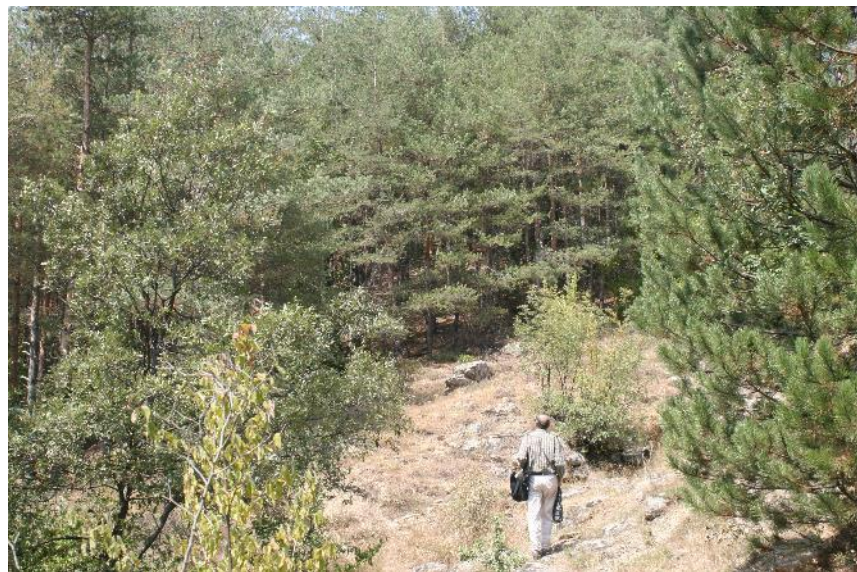
Фигура 25. Снимки на ПП10



Фигура 26. Снимки на ПП11



Фигура 27. Снимки на ПП12



Фигура 28. Снимки на ПП13



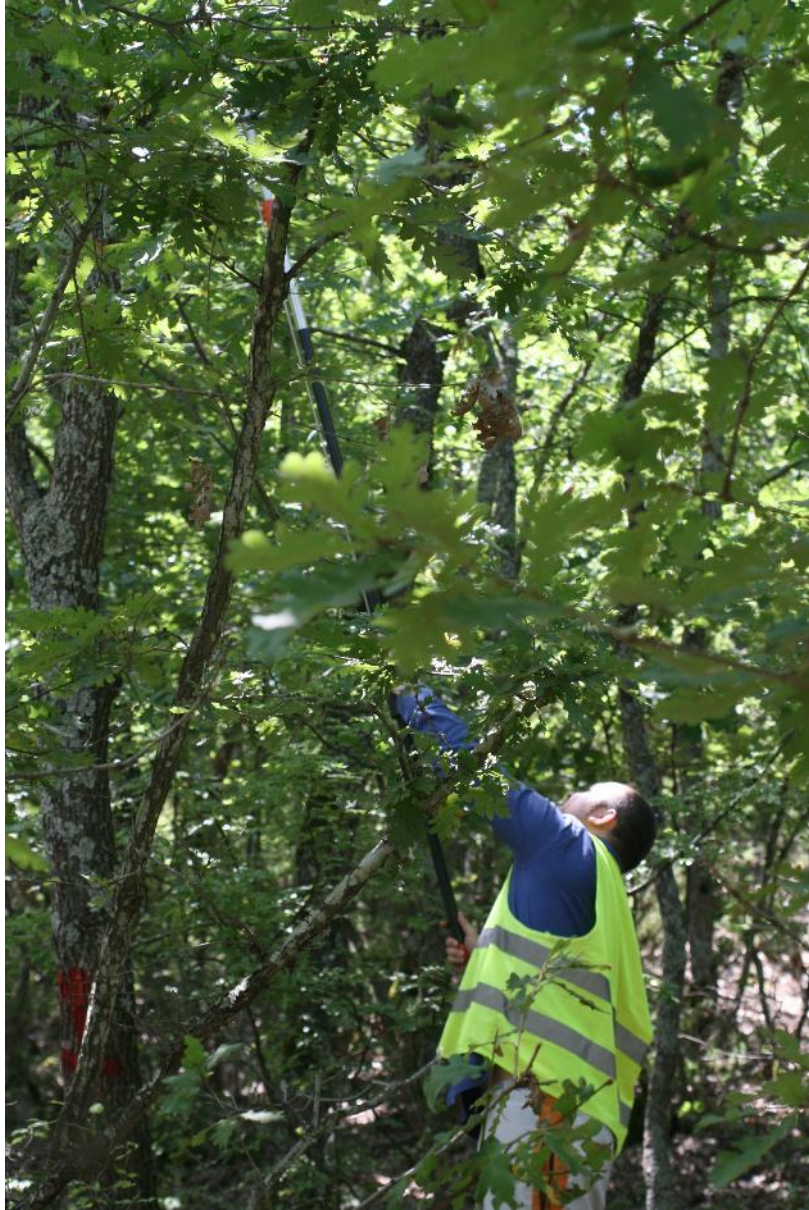
Фигура 29. Снимки на ПП14



Фигура 30. Снимки на ПП15



Фигура 31. Снимки на ПП16





Фигура 32. Взимане на листни проби и маркиране на моделните дървета



Фигура 33. Взимане на почвени проби



Фигура 34. Маркировка на дървета за визуална оценка





Фигура 35. Повреди и вредители по дърветата

6.2 Полеви формуляри от фитоценотичната оценка

Таблица 16. Полеви формуляр за пробна площ №1

Пробна площ №1				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: ксеромезофилно тревно съобщество				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 6220 Псевдостепа с житни и едногодишни растения от клас <i>Thero Brachypodietea</i>				
GPS Координати: N 41.42426 E 25.65373				
Размер на пробната площ: 4X4=16m ²				
Експозиция: запад				
Наклон на терена: 12°				
Дата: 21.06.2013 г.				
Общ брой видове: 41				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
	триви – общо покритие 95%			
	житни и кисели			
1	<i>Aegilops geniculata</i> Roth.	едногодишно	Poaceae	25%
2	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski	едногодишно	Poaceae	20%
3	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	многогодишно	Poaceae	10%
4	<i>Bromus racemosus</i> L.	едногодишно	Poaceae	10%
5	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	едногодишно	Poaceae	10%
6	<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>hyspanica</i> (Roth.) Nyman	многогодишно	Poaceae	5%
7	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Hudson) Beauv.	многогодишно	Poaceae	5%
8	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) Beauv. ssp. <i>rupestre</i> (Host) Schübler & Mertens	многогодишно	Poaceae	+
9	<i>Poa bulbosa</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
10	<i>Poa pratensis</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
11	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	едногодишно	Poaceae	+
12	<i>Lolium perenne</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
13	<i>Phleum subulatum</i> (Savi) Ascherson & Graebner	едногодишно	Poaceae	+
14	<i>Trachynia distachia</i> (L.) Link	едногодишно	Poaceae	+
15	<i>Carex muricata</i> L.	многогодишно	Cyperaceae	+
	бобови			
16	<i>Trifolium tenuifolium</i> Ten.	едногодишно	Fabaceae	5%
17	<i>Trifolium fragiferum</i> L. ssp. <i>bonanii</i> (C. Presl) Sojak	многогодишно	Fabaceae	5%
18	<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	многогодишно	Fabaceae	1%
19	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	двугодишно	Fabaceae	+
20	<i>Bituminaria bituminosa</i> (L.) Stirt.	многогодишно	Fabaceae	+

21	<i>Medicago rigidula</i> (L.) All.	едногодишно	Fabaceae	+
22	<i>Ononis spinosa</i> L. ssp. <i>antiquorum</i> (L.) Arcangeli	многогодишно	Fabaceae	+
	разнотревие			
23	<i>Xeranthemum cylindraceum</i> Sibth. & Sm.	едногодишно	Asteraceae	5%
24	<i>Anthemis tinctoria</i> L.	многогодишно	Asteraceae	+
25	<i>Crupina vulgaris</i> Cass.	едногодишно	Asteraceae	+
26	<i>Eryngium campestre</i> L.	многогодишно	Apiaceae	+
27	<i>Turgenia latifolia</i> (L.) Hoffm.	едногодишно	Apiaceae	+
28	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	едно-двугодишно	Apiaceae	+
29	<i>Nonea atra</i> Griseb.	едно-двугодишно	Boraginaceae	+
30	<i>Dianthus pinifolius</i> Sm.	многогодишно	Caryophyllaceae	+
31	<i>Cornus sanguinea</i> L.	храст	Cornaceae	+
32	<i>Euphobia seguierana</i> Necker	многогодишно	Euphorbiaceae	+
33	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	едногодишно	Geraniaceae	+
34	<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	многогодишно	Lamiaceae	+
35	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
36	<i>Thymus thracicus</i> Velen.	полухраст	Lamiaceae	+
37	<i>Linum austriacum</i> L.	многогодишно	Linaceae	+
38	<i>Plantago media</i> L.	многогодишно	Plantaginaceae	+
39	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	многогодишно	Rosaceae	+
40	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	многогодишно	Rosaceae	+
41	<i>Galium verum</i> L.	многогодишно	Rubiaceae	+

Таблица 17. Полеви формуляр за пробна площ №2

Пробна площ №2				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: ксеротермно храстово съобщество с преобладаване на червена хвойна (<i>Juniperus oxycedrus</i>)				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 5210 Храсталаци с <i>Juniperus</i> spp.				
GPS Координати: N 41.42955 E 25.64975				
Размер на пробната площ: 10X10=100m ²				
Експозиция: югозапад				
Наклон на терена: 45°				
Дата: 21.06.2013 г.				
Общ брой видове: 43				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
храсти, проективно покритие – 75%				
1	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	храст	Cupressaceae	70%
2	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	храст	Corylaceae	5%
3	<i>Pinus nigra</i> Arnold	дърво	Pinaceae	1%
4	<i>Fraxinus ornus</i> L.	дърво	Oleaceae	+
треви, проективно покритие – 20%				
житни и кисели треви				
5	<i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.	многогодишно	Poaceae	5%
6	<i>Koeleria splendens</i> C. Presl	многогодишно	Poaceae	1%
7	<i>Bromus tectorum</i> L.	едногодишно	Poaceae	+
8	<i>Bromus squarrosus</i> L.	едно-двугодишно	Poaceae	+
9	<i>Botriochloa ischaemum</i> (L.) Keng	многогодишно	Poaceae	+
10	<i>Phleum subulatum</i> (Savi) Ascherson & Graebner	едногодишно	Poaceae	+
11	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.	многогодишно	Juncaceae	+
бобови				
12	<i>Astragalus monspessulanus</i> L.	многогодишно	Fabaceae	5%
13	<i>Anthyllis vulneraria</i> L.	многогодишно	Fabaceae	+
14	<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	многогодишно	Fabaceae	+
15	<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam.	едногодишно	Fabaceae	+
16	<i>Trifolium tenuifolium</i> Ten.	едногодишно	Fabaceae	+
17	<i>Trifolium arvense</i> L.	едногодишно	Fabaceae	+
18	<i>Trifolium fragiferum</i> L. ssp. <i>bonannii</i> (C. Presl) Sojak	многогодишно	Fabaceae	+
19	<i>Trifolium incarnatum</i> L.	едно-двугодишно	Fabaceae	+

20	<i>Trifolium hirtum</i> All.	едногодишно	Fabaceae	+
21	<i>Medicago rigidula</i> (L.) All.	едногодишно	Fabaceae	+
	разнотревие			
22	<i>Salvia officinalis</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	5%
23	<i>Orlaya grandiflora</i> (L.) Hoffm.	едногодишно	Apiaceae	+
24	<i>Eryngium campestre</i> L.	многогодишно	Apiaceae	+
25	<i>Leontodon hispidus</i> L.	многогодишно	Asteraceae	+
26	<i>Carlina vulgaris</i> L.	двугодишно	Asteraceae	+
27	<i>Crupina vulgaris</i> Cass.	едногодишно	Asteraceae	+
28	<i>Erysimum cuspidatum</i> (Bieb.) DC.	едно- двугодишно	Brassicaceae	+
29	<i>Dianthus pallens</i> Sibth. & Sm.	многогодишно	Caryophyllaceae	+
30	<i>Cistus incanus</i> L.	полухраст	Cistaceae	+
31	<i>Fumana procumbens</i> (Dunal) Gren. & Godron	храст	Cistaceae	+
32	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	многогодишно	Convolvulaceae	+
33	<i>Teucrium polium</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
34	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
35	<i>Acinos rotundifolius</i> Pers.	едногодишно	Lamiaceae	+
36	<i>Acinos arvensis</i> (Lam.) Dandy	едногодишно	Lamiaceae	+
37	<i>Satureja montana</i> L. ssp. <i>kitaibelii</i> (Wierzb. Ex Heuffel) P.W. Ball	полухраст	Lamiaceae	+
38	<i>Ziziphora capitata</i> L.	едногодишно	Lamiaceae	+
39	<i>Origanum vulgare</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
40	<i>Linum thracicum</i> (Griseb.) Degen	едногодишно	Linaceae	+
41	<i>Jasminum fruticans</i> L.	храст	Oleaceae	+
42	<i>Crucianella graeca</i> Boiss.	едногодишно	Rubiaceae	+
43	<i>Asperulla tenella</i> Heuffel ex Degen	многогодишно	Rubiaceae	+

Таблица 18. Полеви формуляр за пробна площ №3

Пробна площ №3				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: субсредиземноморски (тракийски) смесени дъбови гори				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 91M0 Балкано-Панонски церово-горунови гори				
GPS Координати: N 41.42948 E 25.64939				
Размер на пробната площ: 15X25=375m ²				
Експозиция: югозапад: запад				
Наклон на терена: 7°				
Дата: 21.06.2013 г.				
Общ брой видове: 27				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
дървета, проективно покритие – 70%				
1	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	60%
2	<i>Quercus cerris</i> L.	дърво	Fagaceae	5%
храсти, проективно покритие – 20%				
3	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	храст	Coryllaceae	10%
4	<i>Pinus nigra</i> Arnold	дърво	Pinaceae	5%
5	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	храст	Cupressaceae	5%
треви, проективно покритие – 15%				
житни и кисели треви				
6	<i>Carex</i> sp.	многогодишно	Cyperaceae	5%
7	<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	многогодишно	Poaceae	+
8	<i>Poa bulbosa</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
9	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
бобови				
10	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	храст	Fabaceae	1%
11	<i>Trifolium arvense</i> L.	многогодишно	Fabaceae	1%
12	<i>Trifolium tenuifolium</i> Ten.	едногодишно	Fabaceae	+
13	<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	многогодишно	Fabaceae	+
14	<i>Lathyrus nissolia</i> L.	едногодишно	Fabaceae	+
15	<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	многогодишно	Fabaceae	+
16	<i>Genista carinalis</i> Griseb.	храст	Fabaceae	+
разнотревие				
17	<i>Ferulago sylvatica</i> (Besser) Reichenb.	многогодишно	Apiaceae	+
18	<i>Anthemis tinctoria</i> L.	многогодишно	Asteraceae	+
19	<i>Carlina vulgaris</i> L.	двугодишно	Asteraceae	+
20	<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	многогодишно	Caryophyllaceae	+

21	<i>Cistus incanus</i> L.	полухраст	Cistaceae	+
22	<i>Cornus mas</i> L.	храст	Cornaceae	+
23	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
24	<i>Muscari neglectum</i> Guss.	многогодишно	Liliaceae	+
25	<i>Fraxinus ornus</i> L.	дърво	Oleaceae	+
26	<i>Rosa canina</i> L.	храст	Rosaceae	+
27	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	едногодишно	Scrophulariaceae	+

Таблица 19. Полеви формуляр за пробна площ №4

Пробна площ №4				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: субсредиземноморски (тракийски) смесени дъбови гори				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 91M0 Балкано-Панонски церово-горунови гори				
GPS Координати: N 41.43518 E 25.66068				
Размер на пробната площ: 20X20=400m ²				
Експозиция: изток				
Наклон на терена: 45°				
Дата: 21.06.2013 г.				
Общ брой видове: 22				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
дървета, проективно покритие – 65%				
1	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	60%
2	<i>Quercus cerris</i> L.	дърво	Fagaceae	10%
храсти, проективно покритие – 35%				
3	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	храст	Coryllaceae	30%
4	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	5%
5	<i>Juniperus communis</i> L.	храст	Cupressaceae	2%
6	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	дърво	Oleaceae	2%
7	<i>Pinus nigra</i> Arnold	дърво	Pinaceae	1%
триви, проективно покритие – 8%				
житни и кисели триви				
8	<i>Poa palustris</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
9	<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>hyspanica</i> (Roth.) Nyman	многогодишно	Poaceae	+
10	<i>Luzula luzuloides</i> (Lam.) Dandy&Wilmott	многогодишно	Juncaceae	+
11	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.	многогодишно	Juncaceae	+
бобови				
12	<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	многогодишно	Fabaceae	+
13	<i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) O. Kuntze	многогодишно	Fabaceae	+
14	<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	многогодишно	Fabaceae	+
15	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	храст	Fabaceae	+
16	<i>Trifolium medium</i> L. ssp. <i>balcanicum</i> Velen.	многогодишно	Fabaceae	+
17	<i>Medicago rigidula</i> (L.) All.	едногодишно	Fabaceae	+
разнотривие				
18	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.	многогодишно	Aspleniaceae	+
19	<i>Tamus communis</i> L.	многогодишно	Dioscoreaceae	+

20	<i>Thymus thracicus</i> Velen.	полухраст	Lamiaceae	+
21	<i>Fragaria vesca</i> L.	многогодишно	Rosaceae	+
22	<i>Digitalis lanata</i> Ehrh.	многогодишно	Scrophulariaceae	+
	<i>Bryophytha – Clemacium dendroides</i>			30%

Таблица 20. Полеви формуляр за пробна площ №5

Пробна площ №5				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: ксеротермно храстово съобщество с преобладаване на червена хвойна (<i>Juniperus oxycedrus</i>)				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 5210 Храсталаци с <i>Juniperus</i> spp.				
GPS Координати: N 41.43483 E 25.66088				
Размер на пробната площ: 10X10=100m ²				
Експозиция: изток				
Наклон на терена: 40°				
Дата: 21.06.2013 г.				
Общ брой видове: 28				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
храсти, проективно покритие – 70%				
1	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	храст	Cupressaceae	50%
2	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	храст	Coryllaceae	15%
3	<i>Juniperus communis</i> L.	храст	Cupressaceae	5%
триви, проективно покритие – 25%				
житни и кисели триви				
4	<i>Poa bulbosa</i> L.	многогодишно	Poaceae	5%
5	<i>Aira elegantissima</i> Schur	едногодишно	Poaceae	+
6	<i>Poa palustris</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
7	<i>Poa nemoralis</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
8	<i>Koeleria simonkaii</i> Adamovič	многогодишно	Poaceae	+
9	<i>Koeleria nitidula</i> Velen.	многогодишно	Poaceae	+
10	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	едногодишно	Poaceae	+
11	<i>Carex</i> sp.	многогодишно	Cyperaceae	+
бобови				
12	<i>Trifolium arvense</i> L.	едногодишно	Fabaceae	8%
13	<i>Trifolium tenuifolium</i> Ten.	едногодишно	Fabaceae	+
14	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	двугодишно	Fabaceae	+
15	<i>Trifolium setiferum</i> Boiss.	едногодишно	Fabaceae	+
разнотривие				
16	<i>Cistus incanus</i> L.	полухраст	Cistaceae	7%
17	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i> L.	многогодишно	Aspleniaceae	+
18	<i>Crupina vulgaris</i> Cass.	едногодишно	Asteraceae	+
19	<i>Filago eriocephala</i> Guss.	едногодишно	Asteraceae	+
20	<i>Erysimum diffusum</i> Ehrh.	двугодишно	Brassicaceae	+

21	<i>Petrorhagia illyrica</i> (Ard.) P.W.Ball&Heywood <i>ssp. haynaldiana</i> (Janca) P.W.Ball&Heywood	многогодишно	Caryophyllaceae	+
22	<i>Velezia rigida</i> L.	едногодишно	Caryophyllaceae	+
23	<i>Hypericum perforatum</i> L.	многогодишно	Hypericaceae	+
24	<i>Hypericum umbellatum</i> A. Kerner	многогодишно	Hypericaceae	+
25	<i>Thymus thracicus</i> Velen.	полухраст	Lamiaceae	+
26	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
27	<i>Crucianella graeca</i> Boiss.	едногодишно	Rubiaceae	+
28	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	+

Таблица 21. Полеви формуляр за пробна площ №6

Пробна площ №6				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: ксеротермно храстово съобщество с преобладаване на червена хвойна (<i>Juniperus oxycedrus</i>)				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 5210 Храсталаци с <i>Juniperus</i> spp.				
GPS Координати: N 41.41228 E 25.65280				
Размер на пробната площ: 10X10=100m ²				
Експозиция: югозапад				
Наклон на терена: 40°				
Дата: 22.06.2013 г.				
Общ брой видове: 43				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
храсти, проективно покритие – 60%				
1	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	храст	Cupressaceae	40%
2	<i>Juniperus communis</i> L.	храст	Cupressaceae	10%
3	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	храст	Corylaceae	5%
4	<i>Paliurus spina-cristi</i> Mill.	храст	Rhamnaceae	5%
5	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	5%
треви, проективно покритие – 35%				
житни и кисели треви				
6	<i>Koeleria nitidula</i> Velen.	многогодишно	Poaceae	2%
7	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	многогодишно	Poaceae	+
8	<i>Melica ciliata</i> L.		Poaceae	+
9	<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>hyspanica</i> (Roth.) Nyman	многогодишно	Poaceae	+
10	<i>Poa bulbosa</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
11	<i>Carex</i> sp.	многогодишно	Cyperaceae	+
бобови				
12	<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam.	едногодишно	Fabaceae	+
13	<i>Onobrychis gracilis</i> Besser	многогодишно	Fabaceae	+
14	<i>Trifolium tenuifolium</i> Ten.	едногодишно	Fabaceae	+
15	<i>Trifolium hirtum</i> All.	едногодишно	Fabaceae	+
16	<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.	едно-двугодишно	Fabaceae	+
17	<i>Medicago dentata</i> (Waldst. & Kit.) Pers.	едногодишно	Fabaceae	+
18	<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	многогодишно	Fabaceae	+
разнотревие				
19	<i>Cistus incanus</i> L.	полухраст	Cistaceae	10%

20	<i>Satureja montana</i> L. ssp. <i>kitaibelii</i> (Wierzb. Ex Heuffel) P.W. Ball	полухраст	Lamiaceae	5%
21	<i>Eryngium campestre</i> L.	многогодишно	Apiaceae	+
22	<i>Crupina vulgaris</i> Cass.	едногодишно	Asteraceae	+
23	<i>Jurinea mollis</i> (L.) Rchb.	многогодишно	Asteraceae	+
24	<i>Lactuca serriola</i> L.		Asteraceae	+
25	<i>Carlina vulgaris</i> L.	двугодишно	Asteraceae	+
26	<i>Petrorhagia illyrica</i> (Ard.) P.W.Ball&Heywood ssp. <i>haynaldiana</i> (Janca) P.W.Ball&Heywood	многогодишно	Caryophyllaceae	+
27	<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	многогодишно	Caryophyllaceae	+
28	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	многогодишно	Convolvulaceae	+
29	<i>Cornus mas</i> L.	храст	Cornaceae	+
30	<i>Sedum urvillei</i> DC.	многогодишно	Crassulaceae	+
31	<i>Erysimum cuspidatum</i> (Bieb.) DC.	едно- двугодишно	Brassicaceae	+
32	<i>Hypericum olympicum</i> L.		Hypericaceae	+
33	<i>Teucrium polium</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
34	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
35	<i>Sideritis montana</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
36	<i>Acinos alpinus</i> (L.) Moench ssp. <i>hungaricus</i> (Simonkai) Sojak		Lamiaceae	+
37	<i>Origanum vulgare</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
38	<i>Fraxinus ornus</i> L.	дърво	Oleaceae	+
39	<i>Galium pseudoaristatum</i> Schur		Rubiaceae	+
40	<i>Galium parisiense</i> L.	едногодишно	Rubiaceae	+
41	<i>Crucianella graeca</i> Boiss.	едногодишно	Rubiaceae	+
42	<i>Potentilla sulphurea</i> Lam.	многогодишно	Rosaceae	+
43	<i>Ziziphora capitata</i> L.	едногодишно	Lamiaceae	+

Таблица 22. Полеви формуляр за пробна площ №7

Пробна площ №7				
Местоположение: Защитена зона Родопи - Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: ксеротермно храстово съобщество с преобладаване на червена хвойна (<i>Juniperus oxycedrus</i>)				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 5210 Храсталаци с <i>Juniperus</i> spp.				
GPS Координати: N 41.43488 E 25.66595				
Размер на пробната площ: 10X10=100m ²				
Експозиция: запад				
Наклон на терена: 40°				
Дата: 22.06.2013 г.				
Общ брой видове: 31				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
	храсти, проективно покритие – 70%			
1	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	храст	Cupressaceae	70%
2	<i>Fraxinus ornus</i> L.	дърво	Oleaceae	2%
	треви, проективно покритие – 25%			
	житни и кисели треви			
3	<i>Aira elegantissima</i> Schur	едногодишно	Poaceae	+
4	<i>Poa palustris</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
5	<i>Koeleria nitidula</i> Velen.	многогодишно	Poaceae	2%
6	<i>Koeleria simonkaii</i> Adamovič	многогодишно	Poaceae	+
7	<i>Chrysopogon gryllus</i> (L.) Trin.	многогодишно	Poaceae	+
8	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
9	<i>Poa bulbosa</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
	бобови			
10	<i>Trifolium hirtum</i> All.	едногодишно	Fabaceae	+
11	<i>Trifolium arvense</i> L.	едногодишно	Fabaceae	+
	разнотревие			
12	<i>Cistus incanus</i> L.	полухраст	Cistaceae	10%
13	<i>Satureja montana</i> L. ssp. <i>kitaibelii</i> (Wierzb. Ex Heuffel) P.W. Ball	полухраст	Lamiaceae	5%
14	<i>Filago eriocephala</i> Guss.	едногодишно	Asteraceae	+
15	<i>Scleranthus annuus</i> L.	едногодишно	Asteraceae	+
16	<i>Galium parisiense</i> L.	едногодишно	Rubiaceae	+
17	<i>Crucianella graeca</i> Boiss.	едногодишно	Rubiaceae	+
18	<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
19	<i>Crupina vulgaris</i> Cass.	едногодишно	Asteraceae	+

20	<i>Stachys angustifolia</i> Bieb.	многогодишно	Lamiaceae	+
21	<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	многогодишно	Rosaceae	+
22	<i>Hieracium bauhinii</i> Besser	многогодишно	Asteraceae	+
23	<i>Allium flavum</i> L.	многогодишно	Alliaceae	+
24	<i>Genista carinalis</i> Griseb.	многогодишно	Fabaceae	+
25	<i>Rosa canina</i> L.	храст	Rosaceae	+
26	<i>Hieracium pilosella</i> L.	многогодишно	Asteraceae	+
27	<i>Trifolium tenuifolium</i> Ten.	едногодишно	Fabaceae	+
28	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	+
29	<i>Petrorhagia illyrica</i> (Ard.) P.W.Ball&Heywood ssp. <i>haynaldiana</i> (Janca) P.W.Ball&Heywood	многогодишно	Caryophyllaceae	+
30	<i>Galium parisiense</i> L.	едногодишно	Rubiaceae	+
31	<i>Thymus thracicus</i> Velen.	полухраст	Lamiaceae	+

Таблица 23. Полеви формуляр за пробна площ №8

Пробна площ №8				
Местоположение: Защитена зона Родопи - Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: Субсредиземноморски (тракийски) смесени дъбови гори				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 91M0 Балкано-Панонски церово-горунови гори				
GPS Координати: N 41.43569 E 25.66559				
Размер на пробната площ: 20X20=400m ²				
Експозиция: запад				
Наклон на терена: 2°				
Дата: 22.06.2013 г.				
Общ брой видове: 22				
№	Видове	Биол. тип	Семейство	Общо покритие
дървета, проективно покритие – 75%				
1	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	70%
2	<i>Quercus cerris</i> L.	дърво	Fagaceae	10%
храсти, проективно покритие – 30%				
3	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	20%
4	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	храст	Coryllaceae	5%
5	<i>Quercus cerris</i> L.	дърво	Fagaceae	5%
тревни, проективно покритие – 12%				
житни и кисели тревни				
6	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.	многогодишно	Juncaceae	3%
7	<i>Poa palustris</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
8	<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>hyspanica</i> (Roth.) Nyman	многогодишно	Poaceae	+
9	<i>Poa bulbosa</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
бобови				
10	<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	многогодишно	Fabaceae	3%
11	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	храст	Fabaceae	3%
12	<i>Genista carinalis</i> Griseb.	многогодишно	Fabaceae	+
13	<i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) O. Kuntze	многогодишно	Fabaceae	+
14	<i>Allium</i> sp.	многогодишно	Alliaceae	+
разнотревие				
15	<i>Muscari neglectum</i> Guss.	многогодишно	Liliaceae	+
16	<i>Tanacetum corymbosum</i> (L.) Sch.Bip.	многогодишно	Asteraceae	+
17	<i>Ranunculus adriopolitanus</i>	многогодишно	Ranunculaceae	+
18	<i>Anthemis tinctoria</i> L.	многогодишно	Asteraceae	+
19	<i>Hieracium</i> sp.	многогодишно	Asteraceae	+
20	<i>Hypericum umbellatum</i> A. Kern.	многогодишно	Hypericaceae	+

21	<i>Veronica urticifolia</i> Jacq.	многогодишно	Scrophulariaceae	+
22	<i>Silene italica</i> (L.) Pers.	многогодишно	Caryophyllaceae	+
	мъхове – 10%			

Таблица 24. Полеви формуляр за пробна площ №9

Пробна площ №9				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: субсредиземноморски (тракийски) смесени дъбови гори				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 91M0 Балкано-Панонски церово-горунови гори				
GPS Координати: N 41.41801 E 25.64811				
Размер на пробната площ: 20X20=400m ²				
Експозиция: изток				
Наклон на терена: 5				
Дата: 22.06.2013 г.				
Общ брой видове: 22				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
	дървета, проективно покритие – 70%			
1	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	70%
	храсти, проективно покритие – 40%			
2	<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	храст	Cupressaceae	15%
3	<i>Carpinus orientalis</i> Miller	храст	Corylaceae	15%
4	<i>Juniperus communis</i> L.	храст	Cupressaceae	5%
5	<i>Fraxinus ornus</i> L.	дърво	Oleaceae	2%
6	<i>Pinus nigra</i> Arnold	дърво	Pinaceae	2%
7	<i>Sorbus domestica</i> L.	дърво	Rosaceae	+
8	<i>Genista ovata</i> Waldst. & Kit.	храст	Fabaceae	+
9	<i>Quercus cerris</i> L.	дърво	Fagaceae	+
10	<i>Pyrus pyraister</i> Burgsd.	дърво	Rosaceae	+
	треви, проективно покритие – 8%			
	житни и кисели треви			
11	<i>Dactylis glomerata</i> L. ssp. <i>hyspanica</i> (Roth.) Nyman	многогодишно	Poaceae	1%
12	<i>Poa bulbosa</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
13	<i>Luzula forsteri</i> (Sm.) DC.	многогодишно	Juncaceae	+
	бобови			
14	<i>Lathyrus laxiflorus</i> (Desf.) O. Kuntze	многогодишно	Fabaceae	1%
15	<i>Dorycnium herbaceum</i> Vill.	многогодишно	Fabaceae	+
16	<i>Chamaecytisus hirsutus</i> (L.) Link	храст	Fabaceae	+
17	<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	многогодишно	Fabaceae	+
	разнотревие			
18	<i>Quercus frainetto</i> Ten.	дърво	Fagaceae	3%
19	<i>Campanula rapunculus</i> L.	многогодишно	Campanulaceae	+
20	<i>Galium pseudoaristatum</i> Schur	многогодишно	Rubiaceae	+

21	<i>Rosa canina</i> L.	храст	Rosaceae	+
22	<i>Convolvulus cantabrica</i> L.	многогодишно	Convolvulaceae	+
	мъхове – 10%			

Таблица 25. Полеви формуляр за пробна площ №10

Пробна площ №10				
Местоположение: Защитена зона Родопи – Източни BG 0001032				
Тип растително съобщество: ксеромезофилно тревно съобщество				
Тип местообитание по НАТУРА 2000: 6220 Псевдостепа с житни и едногодишни растения от клас Thero Brachypodietea				
GPS Координати: N 41.41455 E 25.64826				
Размер на пробната площ: 4X4=16m ²				
Експозиция: югозапад				
Наклон на терена: 10°				
Дата: 22.06.2013 г.				
Общ брой видове: 26				
№	Видове	Биологичен тип	Семейство	Общо покритие
	тревни, проективно покритие – 95%			
	житни и кисели тревни			
1	<i>Aegilops triuncialis</i> L.	едногодишно	Poaceae	25%
2	<i>Taeniatherum caput-medusae</i> (L.) Nevski	едногодишно	Poaceae	20%
3	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	едногодишно	Poaceae	10%
4	<i>Bromus racemosus</i> L.	едногодишно	Poaceae	5%
5	<i>Poa pratensis</i> L.	многогодишно	Poaceae	5%
6	<i>Phleum subulatum</i> (Savi) Ascherson & Graebner	едногодишно	Poaceae	5%
7	<i>Aegilops cylindrica</i> Host	едногодишно	Poaceae	+
8	<i>Vulpia ciliata</i> Dumort.	едногодишно	Poaceae	+
9	<i>Bromus commutatus</i> Schrader	едногодишно	Poaceae	+
10	<i>Lolium perenne</i> L.	многогодишно	Poaceae	+
	бобови			
11	<i>Trifolium fragiferum</i> L. ssp. <i>bonannii</i> (C. Presl) Sojak	многогодишно	Fabaceae	15%
12	<i>Trifolium campestre</i> Schreber	двугодишно	Fabaceae	5%
13	<i>Trifolium tenuifolium</i> Ten.	едногодишно	Fabaceae	5%
14	<i>Ononis spinosa</i> L. ssp. <i>antiquorum</i> (L.) Arcangeli	многогодишно	Fabaceae	+
	разнотревие			
15	<i>Prunella laciniata</i> (L.) L.	многогодишно	Lamiaceae	5%
16	<i>Eryngium campestre</i> L.	многогодишно	Apiaceae	1%
17	<i>Galium verum</i> L.	многогодишно	Rubiaceae	1%
18	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	многогодишно	Rosaceae	1%
19	<i>Fraxinus ornus</i> L.	дърво	Oleaceae	1%
20	<i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.	едно-двугодишно	Apiaceae	+

21	<i>Xeranthemum cylindraceum</i> Sibth. & Sm.	едногодишно	Asteraceae	+
22	<i>Scabiosa argentea</i> L.	двугодишно	Dipsacaceae	+
23	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	едногодишно	Geraniaceae	+
24	<i>Clinopodium vulgare</i> L.	многогодишно	Lamiaceae	+
25	<i>Potentilla recta</i> gr.	многогодишно	Rosaceae	+
26	<i>Pyrus pyraeaster</i> Burgsd.	дърво	Rosaceae	+

6.3 Протоколи от лабораторните изследвания за почви и растения

Таблица 26. Резултати от изпитванията за определяне на обменни форми на елементи в почвени проби – зона на въздействие (Евротест Контрол)

№ по ред	Наименование на показателя	Единица на величината	Стандарти/валидирани методи	№ на образеца по вх.-изх. дневник	Резултати от изпитването (стойност, неопределеност)	Стойност и допуск на показателя	Условия на изпитването
1	Определяне на обменни форми (амониево-ацетатен извлек) на:						
1.1	Арсен /As/		ETC V312/7.1-28/2010	Почвена проба „В ₁ 0-5”, лаб. № 27974, от обект „В ₁ ” – местност „Ада тепе”, гр. Крумовград	0.11 ± 0.01	-	t (22 ± 4) °C, RH (30÷60) %
1.2	Кадмий /Cd/				4.46 ± 0.45		
1.3	Мед /Cu/	mg/kg			0.142 ± 0.014		
1.4	Манган /Mn/				37.68 ± 3.77		
1.5	Никел /Ni/				1.653 ± 0.165		
1.6	Олово /Pb/				0.94 ± 0.09		
1.7	Цинк /Zn/				1.232 ± 0.123		
1	Определяне на обменни форми (амониево-ацетатен извлек) на:						
1.1	Арсен /As/		ETC V312/7.1-28/2010	Почвена проба „В ₁ 5-30”, лаб. № 27975, от обект „В ₁ ” – местност „Ада тепе”, гр. Крумовград	0.10 ± 0.01	-	t (22 ± 4) °C, RH (30÷60) %
1.2	Кадмий /Cd/				0.050 ± 0.005		
1.3	Мед /Cu/	mg/kg			0.318 ± 0.032		
1.4	Манган /Mn/				36.41 ± 3.64		
1.5	Никел /Ni/				2.235 ± 0.224		
1.6	Олово /Pb/				1.08 ± 0.11		
1.7	Цинк /Zn/				0.782 ± 0.078		

Таблица 27. Резултати от изпитванията за определяне на обменни форми на елементи в почвени проби – референтна зона (Евротест Контрол)

№ по ред	Наименование на показателя	Единица на величината	Стандарти/валидирани методи	№ на образеца по вх.-изх. дневник	Резултати от изпитването (стойност, неопределеност)	Стойност и допуск на показателя	Условия на изпитването
1	Определяне на обменни форми (амониево-ацетатен извлек) на:						
1.1	Арсен /As/	mg/kg	ETC V3I2/7.1-28/2010	Почвена проба „P ₃ 0-5”, лаб. № 27976, от обект „P ₃ ” – местност „Ада тепе”, гр. Крумовград	0.13 ± 0.01	-	t (22 ± 4) °C, RH (30÷60) %
1.2	Кадмий /Cd/				0.103 ± 0.010		
1.3	Мед /Cu/				0.310 ± 0.031		
1.4	Манган /Mn/				97.47 ± 9.75		
1.5	Никел /Ni/				3.782 ± 0.378		
1.6	Олово /Pb/				2.06 ± 0.21		
1.7	Цинк /Zn/				2.061 ± 0.206		
1	Определяне на обменни форми (амониево-ацетатен извлек) на:						
1.1	Арсен /As/	mg/kg	ETC V3I2/7.1-28/2010	Почвена проба „P ₃ 5-30”, лаб. № 27977, от обект „P ₃ ” – местност „Ада тепе”, гр. Крумовград	0.12 ± 0.01	-	t (22 ± 4) °C, RH (30÷60) %
1.2	Кадмий /Cd/				0.043 ± 0.004		
1.3	Мед /Cu/				0.825 ± 0.083		
1.4	Манган /Mn/				41.40 ± 4.14		
1.5	Никел /Ni/				6.061 ± 0.606		
1.6	Олово /Pb/				2.26 ± 0.23		
1.7	Цинк /Zn/				0.973 ± 0.097		

Таблица 28. Резултати от изпитвания за съдържание на елементи в растения (лаборатория при ИАОС)

№ по ред	Вид на изпитване/ характеристика	Единица на величината	Стандарти/валидирани методи	Код (№) на извадката по вх.-изх. дневник	Резултати от изпитването (стойност, неопределеност)	Стойност и допуск #
1	Натрий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05498 р	44,2±13,3	-
2	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05498 р	14,2±1,9	-
3	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05498 р	0,11±0,01	-
4	Никел	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05498 р	5,50±0,71	-
5	Хром	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05498 р	0,539±0,146	-
6	Натрий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05499 р	34,6±13,4	-
7	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05499 р	11,3±1,6	-
8	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05499 р	0,11±0,01	-
9	Никел	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05499 р	12,8±1,7	-
10	Хром	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05499 р	0,536±0,145	-
11	Натрий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05500 р	41,7±12,5	-
12	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05500 р	12,9±1,81	-
13	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05500 р	0,54±0,06	-
14	Никел	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05500 р	5,60±0,73	-
15	Хром	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05500 р	3,55±0,96	-
16	Натрий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05501 р	57,7±17,3	-
17	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05501 р	10,5±1,48	-
18	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05501 р	0,64±0,07	-
19	Никел	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05501 р	51,2±6,7	-
20	Хром	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05501 р	1,81±0,49	-

Легенда: 05498 р – ПП В – блягун; 05499 р – ПП Р – блягун; 05500 р – ПП В – ежова главица; 05501 р – ПП Р – ежова главица

Таблица 29. Резултати от изпитвания за съдържание на елементи в растения (лаборатория при ИАОС)

№ по ред	Вид на изпитване/ характеристика	Единица на величината	Стандарти/валидирани методи	Код (№) на извадката по вх.-изх. дневник	Резултати от изпитването (стойност, неопределеност)	Стойност и допуск #
1	Калций	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	2238±269	-
2	Калий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	6296±693	-
3	Магнезий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	1962±275	-
4	Олово	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	2,06±0,45	-
5	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	0,11±0,02	-
6	Мед	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	4,99±1,3	-
7	Желязо	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	204±61	-
8	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	594±148	-
9	Манган	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05494 р	250±27	-
10	Калций	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	2050±246	-
11	Калий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	9258±1018	-
12	Магнезий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	2755±386	-
13	Олово	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	0,97±0,21	-
14	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	0,11±0,02	-
15	Мед	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	3,97±1,03	-
16	Желязо	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	127±38	-
17	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	288±72	-
18	Манган	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05495 р	1334±147	-
19	Калций	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	305±37	-
20	Калий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	6162±678	-
21	Магнезий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	1314±184	-
22	Олово	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	1,06±0,23	-
23	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	0,11±0,02	-
24	Мед	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	2,76±0,72	-

№ по ред	Вид на изпитване/ характеристика	Единица на величината	Стандарти/валидирани методи	Код (№) на извадката по вх.-изх. дневник	Резултати от изпитването (стойност, неопределеност)	Стойност и допуск #
25	Желязо	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	723±217	-
26	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	981±245	-
27	Манган	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05496 р	133±15	-
28	Калций	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	267±32	-
29	Калий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	18571±2043	-
30	Магнезий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	1473±206	-
31	Олово	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	0,43±0,09	-
32	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	0,11±0,02	-
33	Мед	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	2,70±0,7	-
34	Желязо	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	240±72	-
35	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	306±76	-
36	Манган	mg/kg	ВВЛМ 1101/2010	05497 р	243±27	-

Легенда: 05494 р – ПП-Зона въздействие – благун; 05495 р – ПП-Референтна зона – благун; 05496 р – ПП-Зона въздействие – ежова главица; 05497 р – ПП-Зона въздействие – ежова главица.

Таблица 30. Резултати от изпитвания на почвени проби (лаборатория при ИАОС)

№ по ред	Вид на изпитване/ характеристика	Единица на величината	Стандарти/валидирани методи	Код (№) на извадката по вх.-изх. дневник	Резултати от изпитването (стойност, неопределеност)	Стойност и допуск #
1	pH (H ₂ O)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05502 пч	6,98±0,17	-
2	pH (CaCl ₂)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05502 пч	6,33±0,16	-
3	Обменен натрий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05502 пч	0,044±0,013	-
4	Обменен калий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05502 пч	0,16±0,048	-
5	Обменен калций	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05502 пч	11,5±2,5	-
6	Обменен магнезий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05502 пч	2,4±0,45	-
7	Свободен водород	cmol(+)/kg	БДС EN ISO 14254:2011	05502 пч	0,101±0,038	-
8	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	42835±9852	-
9	Манган	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	708±85	-
10	Хром	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	140±38	-
11	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	184±26	-
12	Мед	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	30,1±3,6	-
13	Олово	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	24,9±2,7	-
14	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	54±3,8	-
15	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	3,91±0,89	-
16	Никел	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05502 пч	109±14,2	-
17	pH (H ₂ O)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05503 пч	6,81±0,17	-
18	pH (CaCl ₂)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05503 пч	6,16±0,15	-
19	Обменен натрий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05503 пч	0,051±0,015	-
20	Обменен калий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05503 пч	0,13±0,039	-
21	Обменен калций	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05503 пч	9,8±1,82	-

22	Обменен магнезий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05503 пч	3,0±0,65	-
23	Свободен водород	cmol(+)/kg	БДС EN ISO 14254:2011	05503 пч	0,123±0,037	-
24	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	46030±10587	-
25	Манган	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	793±95	-
26	Хром	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	144±39	-
27	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	314±44	-
28	Мед	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	31,0±3,7	-
29	Олово	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	48,5±5,3	-
30	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	57±4	-
31	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	0,069±0,016	-
32	Никел	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05503 пч	117±15	-
33	pH (H ₂ O)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05504 пч	6,19±0,15	-
34	pH (CaCl ₂)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05504 пч	5,45±0,14	-
35	Обменен натрий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05504 пч	0,104±0,031	-
36	Обменен калий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05504 пч	0,39±0,12	-
37	Обменен калций	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05504 пч	11,4±2,5	-
38	Обменен магнезий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05504 пч	4,4±0,82	-
39	Свободен водород	cmol(+)/kg	БДС EN ISO 14254:2011	05504 пч	0,084±0,025	-
40	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	54855±12617	-
41	Манган	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	1170±140	-
42	Хром	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	197±53	-
43	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	291±41	-
44	Мед	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	46,0±5,5	-

45	Олово	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	41,4±4,6	-
46	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	175±12,2	-
47	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	0,104±0,024	-
48	Никел	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05504 пч	143±18,5	-
49	pH (H ₂ O)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05505 пч	5,54±0,14	-
50	pH (CaCl ₂)	pH ед.	БДС ISO 10390:2011	05505 пч	4,73±0,12	-
51	Обменен натрий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05505 пч	0,081±0,024	-
52	Обменен калий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05505 пч	0,196±0,059	-
53	Обменен калций	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05505 пч	6,0±1,3	-
54	Обменен магнезий	cmol(+)/kg	ISO 13536:1995	05505 пч	4,5±0,84	-
55	Свободен водород	cmol(+)/kg	БДС EN ISO 14254:2011	05505 пч	7,92±2,38	-
56	Алуминий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	48552±11167	-
57	Манган	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	832±100	-
58	Хром	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	184±50	-
59	Цинк	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	85±12	-
60	Мед	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	39,8±4,8	-
61	Олово	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	26,6±2,9	-
62	Арсен	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	169±11,8	-
63	Кадмий	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	0,069±0,016	-
64	Никел	mg/kg	ВВЛМ 4004/2010	05505 пч	131±17	-

Легенда: 05502 пч – ПП В 0-5; 05503 пч – ПП В 5-30; 05504 пч – ПП Р 0-5; 05505 пч – ПП Р 5-30.