



СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ
„СВЕТИ КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“
БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ

КАТЕДРА „ЕКОЛОГИЯ И ОПАЗВАНЕ НА ОКОЛНАТА СРЕДА“

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертация

за присъждане на образователната и научна степен

„доктор“

по професионално направление 4.3. Биологически науки
(Екология и опазване на екосистемите)

Деян Манджуковски

Фитоценологично проучване на горските съобщества доминирани от бял
(*Pinus sylvestris*), черен (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) бор и бяла мура (*Pinus
peuce*) в планините Нидже, Козяк и Кожух

Научни ръководители: проф. д-р Росен Тодоров Цонев

доц. д-р Мариус Алипиев Димитров

София
2022

Съдържание

I.	Въведение	4
1.	Увод	4
2.	Цели и задачи на изследването	5
II.	Литературен обзор	6
1.	Досегашни проучвания на горите от бял бор (<i>Pinus sylvestris</i>)	6
2.	Досегашни проучвания на горите от черен бор (<i>Pinus nigra ssp. pallasiana</i>)	7
3.	Досегашни проучвания на горите от бяла мура (<i>Pinus peuce</i>)	7
III.	Материали и методи на изследването	9
1.	Рекогносцировка и планиране на теренната работа	9
2.	Методи за проучване на растителността и екологичните условия, в които се развиват ценозите	9
IV.	Физикогеографски особености на планините Нидже, Козяк и Кожух	12
2.	Геоморфоложка характеристика на планините Кожух, Козяк и Нидже	12
3.	Климатична характеристика на Кожух, Козяк и Нидже	14
3.1.	Температури на въздуха	14
3.2.	Валежи от дъжд	15
3.3.	Валежи от сняг	15
3.4.	Вятър	15
4.	Геоложка характеристика на района на изследване	15
	Главни геоложки структури	15
5.	Педологична характеристика	16
5.1.	Камбисоли (Cambisols)	16
5.2.	Ранкери (Rankers)	16
5.3.	Рендзини (варовиково-доломитни рендзини)	16
5.4.	Други видове почви	16
6.	Хидроложка характеристика	16
6.1.	Повърхностни води	16
6.2.	Подземни води	17
7.	Растителност	17
V.	Резултати и обсъждания	19
1.	Първи анализ: определяне на сходството и характеризирането на направените специално за дисертацията описания с регионални такива от съседни територии на Балканския полуостров	19
2.	Втори анализ: определяне на синтаксономията на събраните по дисертацията описания	20

3.	Синтаксономична схема на горските съобщества доминирани от бял (<i>Pinus sylvestris</i>), черен (<i>Pinus nigra ssp. pallasiana</i>) бор и бяла мура (<i>Pinus peuce</i>) в планините Нидже, Козяк и Кожух	25
4.	Педоложки проучвания по дисертацията на горските съобщества доминирани от бял (<i>Pinus sylvestris</i>), черен (<i>Pinus nigra ssp. pallasiana</i>) бор и бяла мура (<i>Pinus peuce</i>) в планините Нидже, Козяк и Кожух	26
VI.	Разпространение и характеристика на горските съобщества на бял бор (<i>Pinus sylvestris</i>) черен бор (<i>Pinus nigra ssp. pallasiana</i>) и бяла мура (<i>Pinus peuce</i>) в планините Нидже, Козяк и Кожух	27
1.	Горски съобщества от съюз <i>Fraxino orni-Ostryion</i> Tomažič 1940	28
1.1.	Асоциация <i>Aurinio saxatile - Pinetum nigrae</i> ass. nova holotypus rel.1. nom. № 3 hoc loco.....	29
1.2.	Съобщество <i>Arabis alpina+Ostrya carpinifolia</i>	29
1.3.	Съобщество <i>Viola allchariensis+Pinus nigra</i>	30
2.	Горски съобщества от съюза <i>Fraxino orni-Pinion nigrae</i> Em 1978	32
2.1.	Асоциация <i>Cyano pindicolae-Pinetum sylvestris</i> ass. nova holotypus rel. nom. № 4 hoc loco (Табл. 2 от приложенията).....	32
2.2.	Съобщество на <i>Pinus sylvestris+Hypericum olympicum f. tenuifolium</i>	33
2.3.	Съобщество <i>Pinus sylvestris+Viola brachyphylla</i>	33
2.4.	Асоциация <i>Lathyro pannonici-Pinetum nigrae</i> Em 1978	34
2.5.	Асоциация <i>Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae</i> Em (1962) 1978	34
2.6.	Асоциация <i>Pulsatillo macedonici-Pinetum nigrae</i> Em 1962	36
3.	Горските съобщества од Съюз <i>Pinion peucis</i> Horvat 1950	36
3.1.	Педоложки характеристики на горите от бяла мура	37
3.2.	Числови анализи на съобществата на бяла мура (<i>Pinus peuce</i>).....	38
3.3.	Асоциация <i>Adenostylo allariae-Pinetum peucis</i> Nikolov & Dimitrov 2015.....	39
3.4.	Асоциация <i>Dryadeto octopetali-Pinetum peucis</i> ass. nova.....	39
4.	Горски съобщества от съюз <i>Fago-Pinion</i> Em 1981 (<i>Pinion sylvestris</i> (Aichinger 1933) Lakušić 1972	40
4.1.	Асоциация <i>Fago sylvaticae-Pinetum sylvestris</i> Em (1962) 1981	41
a.	Вариант с <i>Campanula abietina</i>	42
4.2.	Асоциация <i>Fago sylvaticae-Pinetum nigrae</i> Em (1962) 1981.....	42
VII.	Стопански дейности, естествено възобновяване и сукцесионна динамика в горите от бял (<i>Pinus sylvestris</i>), черен (<i>Pinus nigra ssp. pallasiana</i>) бор и бяла мура (<i>Pinus peuce</i>).....	44
VIII.	Изводи и препоръки	46
IX.	Приноси.....	48
	Публикации по темата на дисертацията:.....	48

I. Въведение

1. Увод

В историческото развитие на растителността покривка на македонските планини участието и ролята на представителите на род бор (*Pinus*) в горските фитоценози са претърпели големи промени. В хода на сукцесионните процеси, движени основно от климатичните промени, участието на боровете е варирано от доминиращо до единично.

В Република Северна Македония видовете от род Бор, както и техните съобщества са разпространени основно в 4 (четири) пространствено обособени зони и 2 (две) помалки. По-конкретно те са в Порече в централната част, Мариово (Нидже, Козяк) и Кожух на юг, както и Малеш с Пиянец на изток. Незначителна и с най-малката площ е разпространението им в Долно Повардарие, в басейна на река Търканя. Разбира се, много важно е и находището в Пелистер на Баба планина, където се намира *locus classicus* на бялата мура (*Pinus peuce*), пространствено отдалечено от споменатите погоре (Ем 1963; Ем & Цеков 1970; Ем 1978, 1981). Находищата на боровете (*Pinus peuce*, *P. sylvestris*, *P. heldreichii*, *P. nigra*) в планините Рудока-Шар планина, Кораб, Ябланица и Галичица, се характеризират само с единични индивиди или малки групи дървета (Ем 1963; Ацевски 2000). В синтаксономично отношение боровите гори в Македония досега са изследвани от Ем (1962, 1978, 1981), Мицевски (1978); Цеков & Ризовски (1978), но въпреки това има непроучени съобщества, както и нерешени проблеми, свързани със синтаксономията, особено по отношение на реликтните белоборови и беломурови гори, черборовите гори в дъбовия пояс и др. Не са решени и някои номенклатурни проблеми.

Във вертикално отношение, горите от черен бор се срещат в по-ниските райони, на надморска височина от 400 (600) до 1000-1500 m, (Фукарек 1958; Цеков & Ризовски 1986; Nikolovski 1987; Tzonev et al. 2018), а отделни групи или индивиди достигат и до 1900 (2100) m, (Ем 1978), докато белият бор формира фитоценози над 1000 m надморска височина - 1200 - 1300 m, (Цеков & Ризовски 1978). Не е необичайно горите от бял бор да се срещат и на надморска височина от 1300–1500 m (Димитров 2004), даже до 1900-2200 m (Баткоски 1977; Ем 1981; Манджуковски 2014), но са с влошена структура. В тази връзка, горите от черен бор се отнасят към по-топлата растителна зона на термофилните дъбови гори в Южна и Югоизточна Европа, навлизайки в зоната на смесените гори от обикновен габър и обикновен бук, а даже и до иглолистния горски пояс (Tzonev & al. 2018). Горите от бял бор най-често се отнасят към по-студените части на растителния пояс на елово-буковите и смърчовите, а понякога и към климатоналния пояс на бялмуровите гори. Горите от бяла мура се развиват оптимално във високопланинския пояс, но са климатично зонални във високопланинския горски пояс, където формират стабилни насаждения при липса на голяма конкуренция от други видове – от 1500 (1600) до 1800 (2200) m н.в (Ем & Джеков 1970; Janković 1960; Mandžukovski & Acevski 2013; Nikolov & Dimitrov 2015; De Sanctis & al. 2018).

2. Цели и задачи на изследването

- Целта на дисертацията е да се направи фитоценологично проучване на горските съобщества доминирани от бял (*Pinus sylvestris*), черен (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) бор и бяла мура (*Pinus peuce*) в планините Нидже, Козяк и Кожух в района на Република Северна Македония. Характеристиката включва флористичния им състав, екологичната структура, сукцесионната динамика, синтаксономичната им принадлежност, както и фитогеографските и фитоекологичните връзки с подобни на тях фитоценози.
- За постигане на поставената цел, в изследванията проведени в района са поставени следните задачи:
- определяне на екологичните характеристики на местообитанията: климатичните условия, хидрологичните условия, както и влиянието им върху разпространението на черния бор, белия бор и бялата мура, като и съответното изследване на динамиката и посоките на възможни сукцесии поради природните процеси и зоо- и антропогенното въздействие, като се вземат предвид исторически данни и данните от теренните наблюдения;
- проучване на заплахите за съобществата и възможните механизми за тяхното регулиране и отразяване. Те включват заплахите, свързани с естествената динамика на растителността, но и от антропогенните дейности – залесяване, изграждане на инфраструктурни и други съоръжения.
- да се определи синорморфологията (структура и флористичен състав) на съобществата;
- да се състави синтаксономична класификационна схема, като новоустановените синтаксони бъдат описани в съответствие с принципите и правилата на Международния кодекс на фитоценологичната номенклатура (Theurillat et al. 2021)
- да се направи съпоставка със съществуващите литературни данни, които се отнасят за наличието на съобщества от съответния тип растителност от останалите части на територията на Република Северна Македония, т.е. сравнение помежду им на изследваните горски съобщества с цел установяване на връзките и различията между отделните горски насаждения доминирани от борове;
- да се определи хоризонталното и вертикално разпространение на съобществата;
- да се определи биологичния спектър на установените синтаксони;
- да се определят фитогеографските отношения и да се направи анализ на фитогеографската структура във всяко едно от съобществата;
- да се определят видовете почви (посредством педоложки анализ) чрез разкриване на почвени профили и последващи анализи..

II. Литературен обзор

Първите флористични проучвания на планинската верига Нидже – Козяк - Кожух са направени в средата и края на 19-ти век. Флористични данни за района от проучванията си през 1838 г. дава Grizebach (1844). Подобни са работите на Formanek, чиито резултати са публикувани от Vandas (1909) и Dörfler (Degen & Dörfler 1897).

По време на Първата световна война, ботанически изследвания в района има Vogtmüller (1928), и на българските ботаници Тодор Николов и Иван Мърквичка. Материалите събрани от Николов са обработени и публикувани по-късно от Николай Стоянов (Stojanov 1928), а тези на Мърквичка са публикувани от Velenovský (1922).

Фитоценогичните проучвания се осъществяват след флористичните, във връзка с развитието на съвременните методи в тази насока.

След популяризацията на метода на Сигматичната школа за проучване на растителността, предложен от Braun-Blanquet (1928), важен момент представляват проучванията на планинската растителност на Нидже, осъществени от Иво Хорват през 1933-1938 година (Horvat 1933, 38).

Във връзка с посоченото може да се констатира, че в периода между двете световни войни в Македония е започнало проучването на растителността чрез модерните методи предложени от Braun-Blanquet (1928, 1964).

Работейки в района на Порече по западните склонове на планината Караджица, като отговорник по смолодобива във фабриката за дестилация на смола, Ханс Ем заедно с Иво Хорват събира първите данни за горите от черен бор, развиващи се върху доломитни мрамори. Също така, през 1937 г. Хорват и Ем осъществяват първите предварителни проучвания на ацидофилните гори от черен и бял бор в Мариовские гори на територията на планините Нидже и Козяк. Тези проучвания са допълнени през 1946 г. и публикувани по-късно (Horvat 1950; Em 1962).

Проучвания на горите от бял (*Pinus sylvestris*), черен (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) бор и бяла мура (*Pinus peuce*) в Македония правят Ем (1962, 1978, 1981), Мицевски (1978), Цеков и Ризовски (1978).

1. Досегашни проучвания на горите от бял бор (*Pinus sylvestris*)

В публикацията на Ем (1962), се съдържа първата информация за горите от бял бор (*Pinus sylvestris*) в Македония. Именно по инициатива на Ханс Ем двамата с Иво Хорват осъществяват първите целенасочени проучвания в Мариовските планини Нидже, Козяк и Кожух. В резултат от тези предварителни проучвания на ацидофилните борови гори в Мариовските планини, а Ем (Em 1946, 1962) отнася към тях и Плачковица и Малешевските планини, авторите (вж. Horvat 1950, 1963) ги отнасят към асоциациите *Pinetum silvestris macedonicum* Em 1946, *Pinetum silvestris-pallasianae* Ht. et Em prov. in Ht. 1950 и *Pinetum silvestris-nigrae macedonicum* Ht. et Em in Ht. 1963. В този период ацидофилните белоборови гори са отнасяни към съюза *Piceion excelsae* Pawl. & al. 1928). Но макар и предварителни, тези проучвания показват, че няма голяма връзка между белоборовите и смърчовите гори и се е предполага, че е необходимо да бъде обособен отделен съюз, към който да се включат горите с вторичен произход от бял бор и от бяла мура, и развиващи се на по-малки надморски височини (Em 1962, 1965).

Ем съобщава за находище на естествени борови гори в планината Нидже на около 1500 m н.в., които не са достатъчно проучени и не са отнесени към конкретен

синтаксон (Em 1965, 1978; Ризовски 1978; Em & al. 1985). Повече информация за естественото находище на белия бор в Нидже дават Манџуковски (2014) и Mandžukovski et al. (2018).

2. Досегашни проучвания на горите от черен бор (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*)

Най-подробни сведения за горите от черен бор в Република Северна Македонија дават многобройните проучвания на Em (1962, 1963, 1965, 1978, 1981), осъществявани самостоятелно или заедно с Хорват. Според Em (1962), най-широко разпространени са горите от черен бор в сравнение с всички останали иглолистни гори. Във вертикално отношение боровите горски съобщества в Северна Македонија са разпространени от 250 до 1800 m надморска височина на доломити, мрамори и други варовити скали, а така също и на серпентинити, габро, трахиандезити, трахити, както и на силикатни шисти.

Към **първата група** се отнасят термофилни гори от черен бор на базична геоложка основа:

Ass. *Pulsatillo macedonici-Pinetum nigrae macedonicum* (*Pinetum pallasianae macedonicum* Em apud Horvat 1950), описана за територията на Порече, по средното течение на реката Треска.

Ass. *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae*, която според Em (1962, 1978) е сходна в екологично и флористично отношение до предишната, но има и определени специфики. Разпространена е в различни локалитети в Нидже и Кожух в диапазона 900 – 1600 (1700) m н. в.

Към **втората група** се отнасят съобществата на ass. *Lathyro versicoloris-Pinetum nigrae*, описана от Em в два локалитета в Кожух. Срещат се в диапазона от 900 до 1000 m н.в., върху офиолити.

Третата група е представена от съобществата на черния бор с воден габър и дъбове (*Pinus nigra*+*Ostrya carpinifolia*+*Quercus* sp.), отнасяща се към ass. *Querceto-Ostryetum carpinifoliae pinetosum nigrae*. Em (1962) отбелязва, че тази асоциация по-слабо отдиференцирана в екологично и флористично отношение. Среща се в Мариово (Козяк) на варовик, а в Порече - на силикат.

Термофилни горски съобщества на черен бор на силикатни субстрати:

Em отнася тези съобщества към ass. *Coccifero-Carpinetum orientalis pinetosum pallasianae* (Rudski) emend. Em 1962, която е разпространена в пояса на псевдомаквисите (250–500 m н. в.) в близост до град Струмица и долината на р. Търканя. Първоначално асоциацията е проучена от Рудски (1938), а по-късно и от Em (1962).

Em поставя специален акцент в проучванията си върху ацидофилните гори доминирани от черен бор в района на Мариово (Нидже, Козяк), Кожух, а по-късно и по-на изток в района на Малеш (водосбора на р. Брегалница). Първоначално ги отнася към субасоциацията *Pinetosum nigrae* на асоциацията *Pinetum silvestris-nigrae macedonicum* (*Pinetum silvestris macedonicum* Em apud Horvat 1946, *Pinetum silvestris-pallasianae* Horvat. et Em prov. in Ht. 1950 и *Pinetum silvestris-nigrae macedonicum* Ht. et Em in Ht. 1963). По-късно Em (1981) я описва като асоциация *Fago-Pinetum nigrae*, която е възприета и от Манджуковски и Теофиловски (2020) за района на Малеш.

3. Досегашни проучвания на горите от бяла мура (*Pinus peuce*)

Проучванията на горите от бяла мура (*Pinus peuce*) в РС Македонија датират след Втората световна война. Най-мощабни са тези осъществени на територията на Пелистер от Em (1962), който отнася съобществата на бялата мура към асоциациите *Pteridio-Pinetum peucis* и ass. *Myrtillo-Pinetum peucis* (*Pinetum peucis* Em in Horvat 1950).

Тези асоциации са валидизирани малко по-късно от Ем и Цеков (1970). Първата асоциация (*Pteridio-Pinetum peucis*) е с вторичен произход и включва горите от бяла мура с орлова папрат в нископланинския и планинския пояс от 1100 до 1500 m н. в. Втората (*Myrtillo-Pinetum peucis*) е климаксна и се развива във високопланинския горски пояс от 1800 до 2200 m н. в. И в двете асоциации съществуват варианти с ела, които авторите издигат до ранг субасоциация *abietetosum*. В Македония, бялата мура е разпространена на силикат, но макар и по-рядко на варовик – на малки фрагментирани територии в Шар планина и в по-големи участъци в Нидже. Съобществата на бялата мура на варовик са недостатъчно проучени (Ем 1965).

III. Материали и методи на изследването

1. Рекогносцировка и планиране на теренната работа

Фитоценологичните проучвания на съобществата доминирани от бял (*Pinus sylvestris*), черен (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) бор и бяла мура (*Pinus peuce*) са осъществени през 2010 г., 2013 г., 2015 г., 2017-2019 г. на територията на планините Нидже, Козяк и Кожух.

В посочения период бяха проучени следните обекти:

В планината Нидже: водосбора на Бела Река с локалитетите Топлик, Змеица, Дългият Рид; гребена Вир; високите дялове на Бело Гротло, под връх Нидже (Флока) до Чемериката; Българския път под връх Каймакчалан; по-голямата част от Добро Поле;

На планината Козяк: Голема и Мала Круша; Ловище; Лешничка река; Мешник; Каравашина; Връткова ливада; Петле; Клиново;

На планината Кожух: водосбора на Конска река в близост до Катерина чешма; Двете Уши; Мала Рупа; Чичи Кая; Аджибарица; от Трой Братие до средната част на горскостопанската единица Дошница 2.

Предварителната рекогносцировка и планирането на теренните работи са осъществявани при работа свързана с горска таксация в посочените райони. За точна локализация в част от съобществата са използвани работните карти по проекта „Растителността на Македония“, част от които са на планините Нидже, Козяк и Кожух. При теренните проучвания са използвани и топографските карти, издадени от Държавната Агенция за кадастър на недвижимите имоти в Северна Македония.

2. Методи за проучване на растителността и екологичните условия, в които се развиват ценозите

Фитоценологичните проучвания са осъществени чрез стандартните методи на школата на Браун-Бланке (Braun-Blanquet 1964). Избирани са хомогенни представителни съобщества, в които са направени 98 фитоценологични описания. При избора на участъците, в които са правени описанията, са избягвани хетерогенни съобщества по отношение на видовия състав, структурата на ценозите и едафичните характеристики. Избягвани са и участъци с природни нарушения и засилено човешко влияние, като например скоро проведени сечи.

Освен това са отразявани и данни за основната скала, за почвите – тип, структура и приблизителна мощност. В някои представителни участъци са направени почвени профили и са вземани проби за лабораторен анализ и са определяни физичните и химичните свойства на почвените типове. Терените проучвания за установяване на почвените типове се извършиха по стандартната методика (Филиповски 1967). След това почвените проби бяха изсушени на въздух и предоставени в лабораторията на Отдела за изследване на почвата към Земеделския институт “Св. Кирил и Методий” в Скопие за анализ на механичния им състав и химичните им свойства.

3. Обработка и анализ на данните

Събраният при теренните проучвания растения са хербаризирани и депозираны в частната колекция на автора на дисертацията. За определяне са използвани следните флори и определители: Flora Europaea (Tutin & al. 1964-1993); *Prodromus florae peninsulae Balcanicae* (Науек 1927-1933); Флора на Република Македония (Мицевски 1985-2005); Флора на Република Македонија (Матевски 2010); Флора на България (1963-1995) - Велчев (ред.) 1982, 1989., Йорданов (ред.) 1966, Йорданов (ред.) 1963–

1979; Велчев (ред.) 1982, Кожухаров (ред.) 1995, Пеев (ред.) 2012; Флора на СР Сърбия (Јосифовић 1970-1977), Mountain flora of Greece Vol. 1 и 2 (Strid 1989; Strid & Tan 1991) и др.

При определяне на таксоните от таксономично по-сложните родове са използвани най-новите монографии и други флористични и таксономични статии, свързани с флората на Северна Македонија, Балканският полуостров и Европа. За сравнение са използвани и хербарийниот материал, депозирани в хербариума на Института по биологија (МКНХ), при Природо-математическиот факултет-Скопие, както и хербариумът в частната колекција на Ацо Теофиловски. Таксономичното и номенклатурното хармонизиране на регистрираните таксони од нашите растителни изображения беше направено с помошта на онлайн-платформата EURO + MED PLANT BASE (база данни на висшите семенни растения од Европа и Средиземноморскиот регион - <http://www.euromed.org.uk/>).

Направените фитоценолошки описанија, како и тези, цитирани во литературата, са воведени во базата данни Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001). Основен софтуерен проблем е скалата, со која се оценува обилноста на секој вид во растителните сообщества. Во скалата на Браун-Бланке (r, +, 1, 2, 3, 4 и 5), присустват нечислови данни (r и +), коишто не можат да бидат обработени. Поради тоа скалата е трансформирана согласно процедурата, разработена и предложена од van der Maarel (1979).

За остварување на анализите, фитоценолошките описанија се експортирани во компјутерниот софтуер JUICE (Tichý 2002). Първоначалната идентификација на групите во сообществата е остварена преку програмата PC-ORD (McCune & Mefford 1999), како за йерархичните агломеративни кластерни анализи се користени индексот на сличност на Jaccard, „Flexible Beta“ методот при $\beta = -0,25$ и трансформацијата на данните со $b = \log(X_i, j + 1)$ како нај-подходяща, која водеше до нај-адекватни резултати. Методот OptimClass е користен за објективна селекција на кластерите и определување на оптимален број кластери со максимален број „сврзани“ видови (Tichý & al. 2010), но во некои случаи сме вземали и субјективно решение, во резултат на еколошките особености на групите, согласно и експертниот ни опит. Диагностичките за одделните кластери (веројатни синтаксони) видови се определени преку изчислявање на константноста и вярноста („fidelity“) за секој вид во секој од кластерите, како е користен коефициентот ϕ (Chytrý & al. 2002) во програмата JUICE. Врзката на растителните сообщества кон еколошки услови е изчислена преку неметрично многуизмерно скалирање („Non-metric Multidimensional Scaling“ - NMDS), а ординацијата е направена со помошта на стаистичката програма R. Прагтот, којшто определува фитоценолошката рола на видовите (дијагностичен, постоянен и доминираш) е избран субјективно.

Исползвачки опцијата „analysis of constancy columns in synoptic table“ од програмниот пакет JUICE, беа одиференцирани три групи таксони - дијагностични, константни и доминантни.

Прагтот, којшто определува фитоценолошката рола на видовите (дијагностични, константни и доминантни) е избран субјективно и се вземат видови со вредности на коефициентот Φ поголеми од 0,10. Класификационните анализи беа обобщени во синоптични табели, каде што вредностите за прецизирање ($\phi \times 100$, $p < 0,001$) се представени во низходяш ред.

За определување на жизнените форми на растенијата и за составување на биолошкиот спектар на сообществата е користена класификацијата на Raunkiaer (1934). Резултатите, добиени од числовите анализи, ни помогнаа при обработката на аналитичните, а по-късно и на синтетичните табели.

С помощта на съответната литература, както и познанията, с които разполагаме, за всеки от изброените в таблицата таксони беше определена принадлежността му към съответната синтаксономична категория. В последната колона на аналитичните таблици са изчислени процентите за срещаемост на вида въз основа на общия брой описания в рамките на дадено съобщество. Представена е и константността, която се определя по следната скала: I – видът е със срещаемост по-малка от 20% срещаемост; II – видът е със срещаемост 21-40%; III – срещаемостта е 41-60%; IV – срещаемостта е 61-80% V – срещаемостта е 81-100%.

Там където е възможно, имената на регистрираните синтаксони и техните автори са коригирани, съгласно правилата на Международния кодекс за фитосоциологична номенклатура (Theurillat & al. 2021).

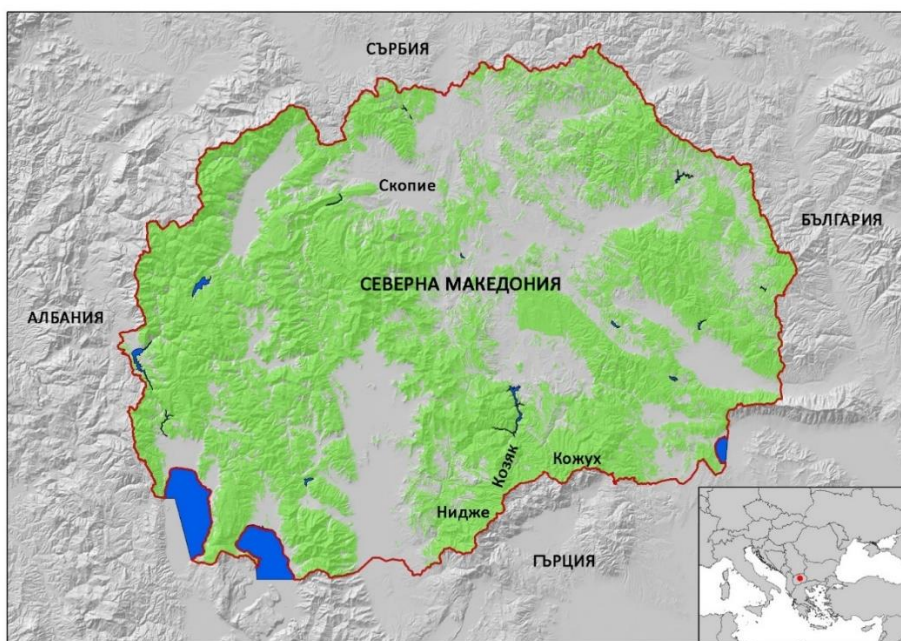
В хорологичния анализ са използвани флорните елементи според Gajić (1980), Pignatti (2005) и др.

Освен това, за да се направи сравнение, което би предоставило допълнително обяснение на получените резултати, данните от "WorldClim" (Hijmans et al. 2005, <https://www.worldclim.org/>), която е онлайн база данни за глобални климатични данни в слоеве с пространствена разделителна способност 1 km². Чрез използване на базата данни посредством програма R и въвеждане на геокоординати за всяка от изследваните и известните от литературата района бяха определени 19 биоклиматични променливи за всяко от изображенията на растителността. Следва описание на биоклиматичните променливи: BIO1 = Средна годишна температура, BIO2 = Среден дневен диапазон (средномесечна максимална температура - минимална температура), BIO3 = Изотермичност (P2 / P7), BIO4 = Сезонна температура, BIO5 = Максимална температура през най-топлия месец, BIO6 = Минимална температура в най-студения месец, BIO7 = годишен температурен диапазон (P5-P6), BIO8 = Средна температура на най-влажното тримесечие, BIO9 = средна температура на най-сухата четвърт от годината, BIO10 = средна температура на най-топлото тримесечие, BIO11 = средна температура на най-студеното тримесечие; BIO12 = Годишни валежи, BIO13 = Валежи през най-влажния месец, BIO14 = Валежи през най-сухия месец, BIO15 = Сезонни валежи (коефициент на вариация), BIO16 = Валежи в най-влажното тримесечие, BIO17 = Валежи в най-влажния месец, BIO18 = Валежи в най-горещото тримесечие, BIO, BIO19 = Валежи в най-студеното тримесечие.

IV. Физикогеографски особености на планините Нидже, Козяк и Кожух

1. Обща характеристика на района на изследване

Планинските масиви на Нидже-Козяк-Кожух се простират под формата на скалиста планинска верига с дължина около 50 km между Пелагонийското и Солунското поле (фиг. 1). Тя се издига на височина до 2521 m н. в. Това създава естествена бариера, която предотвратява проникването на топли средиземноморски въздушни маси от Егейско море на север. Геоложкият състав е разнообразен. Хидрографската мрежа е силно фрагментирана и редица планински реки се спускат през дълбоко врязани долини в планинските склонове, а влажността на въздуха е висока. Поради тези причини лесистостта е много висока и само в най-високите части на планините има пасища (Ризовски и др. 2000). Териториално тези планини се намират в южната част на република Северна Македония. Границата между Северна Македония и Гърция минава по билото им и през най-високите върхове на тези планини, поради което само северните им склонове са разположени в Северна Македония, а южните – в Гърция (Смоймилов 2011).



Фигура 1. Местоположение на Нидже, Козяк и Кожух

2. Геоморфоложка характеристика на планините Кожух, Козяк и Нидже

Кожух планина геоложки е една от най-старите планини в Северна Македония (Смоймилов 2011). Като цяло тя от геоморфоложка гледна точка е с ерозионна повърхност с надморска височина от 2000 m, започвайки от връх Мала Рупа (2005 m), и продължавайки към върховете Зелен брег (2165 m), Порта (2104 m) и Дудица (2132 m).

Козяк е средно висока планина, разположена в местността Марьово в южната част на Северна Македония. Намира се между планините Нидже и Кожух, издигащи се от лявата страна на долините на Рожденска река и Бластица, и се простира от Черна река на север в меридионална посока чак до македоно-гръцката граница на юг.

По-конкретно, Козяк е северно разклонение на целия планински масив Нидже и Кожух и по своето протежение разделя Прилепската и Тиквешка (Кавадарци) част на Мариово. Билото, което е голо и доста заоблено, се простира в меридионално в направление от север - юг, с най-висок връх Балтова чука (1823 м). На север до него се намира малко по-ниският връх Перум (1807 м), още по-на север е по-изолирания връх Перун (1703 м), като пак в тази част на планината са и върховете Дуров камен (1569 м), Мешник (1470 м) и Зеле (1426 м), а на границата с Гърция е връх Голем Козяк (1814 м).

Самата планина има по-голямо билно отклонение на запад, където се намира ридът Скърка с връх Панделе висок 1344 метра. Сред проходите най-важен е Трибор (1406 м), през който преминава транспортния коридор между Прилепската и Кавадарската част на Мариово.

Планината Нидже е една от петте най-високи планини в Северна Македония. Местоположението и е също в най-южната част на страната. На запад тя граничи с Пелагония, а на юг с Островната (Йорданската) долина. На север се отделя от Селечка планина (вр. Студеница 1664 м) от Скочивирското дефиле на Черна река, а на изток морфологично следва билото на планината Козяк (вр. Голем Козяк 1814 м). Освен най-високия си връх Каймакчалан (2521 м), по-ясно се открояват масивите на връх Нидже (2361 м), както и Старков гроб (1876 м).

3. Климатична характеристика на Кожух, Козяк и Нидже

Районът е повлиян от три типа климат: средиземноморски, умерено континентален и планински (Филиповски и др. 1996).

Въз основа на влиянието на трите типа климат, той може да бъде разделен на осем климатични зони със следните надморски височини:

1. Субсредиземноморска (модифицирана средиземноморска) зона: между 50 - 500 m;
2. Континентално-субсредиземноморска зона: до 600 m;
3. Зона на смекчен континентален климат: 600-900 m;
4. Студена континентална зона: 900-1100 m;
5. Континентална планинска зона на ниския пояс: 1100-1300 m (най-ниските планински райони);
6. Горска континентално-планинска зона: 1300-1650 m (средно-високите планински терени);
7. Субалпийска планинска зона: 1650-2250 m;
8. Алпийска зона над 2520 m, която заема само най-горните части на планината Нидже.

3.1. Температури на въздуха

Регистрираните средногодишни температури на въздуха в планините Кожух и Козяк във височинен градиент (400 (420-500) - (1790-1886) 2100 m) са показани в таблици 1 и 2. Температурният градиент в този регион е 0,5 °C за всеки 100 m надморска височина до 400 m и 0,65 °C на всеки 100 m за височина над 400 m). Изчисленията са извършени по Лазаревски (1993). Според преизчислението, средната годишна температура варира от 12,40°C до 3,30°C, в зависимост от надморската височина, в диапазона на разпространение на горската растителност с доминиране на иглолистни видове.

Средногодишните температури за Козяк са интерполирани на базата на метеорологичната станция в Демир Капия и съответно средногодишната температура варира от 13,3°C до 3,40°C, в диапазона на разпространение на горската растителност доминирана от иглолистни видове.

Средните годишни температури за Нидже са интерполирани на базата на метеорологичната станция в Битоля. Съответно в диапазона на разпространение на горската растителност доминирана от иглолистни видове, средната годишна температура варира от 11,9°C до 5,4°C.

3.2. Валежи от дъжд

- Средномесечното количество на валежите в Кожух е 839 mm.
- Средномесечното количество на валежите в Козяк е 782 mm.
- Средномесечното количество на валежите в Нидже е 935 mm.

3.3. Валежи от сняг

- На височина 700 m н. в. (Смръдлива вода) делът на снега е около 13%; валежите под формата на сняг са само 80 mm.

- На 1600 m н.в. (Момина чука) делът на снега е около 34%, валежите под формата на сняг са около 320 mm.

- На 2100 m надморска височина (Зелен брег, Бело Гротло) делът на снега е около 58%; валежите под формата на сняг са около 550 mm.

Няма дългосрочни данни за продължителността на снежната покривка в планините Кожух, Козяк и Нидже.

3.4. Вятър

Северните ветрове са силно доминиращи (95%) в сравнение с южните ветрове (5%). Средната годишна скорост на вятъра за изследвания район е 8,8 m/s.

4. Геоложка характеристика на района на изследване

Геоложкият състав на района, който е обект на изследване, е подробно проучен при изготвянето на геоложката карта на Република Македония в мащаб 1:100000 със специалните им листа за Кожух, Витолище и Каймакчалан (Думурчанов и др. 1976).

Главни геоложки структури

Прието е следното литостратиграфско разделяне по формации за Кожух:

1. Докамбрий,

Докамбрийската формация се състои от два вида метаморфни скали: мусковитови или биотитови гнайси и задруга от чиполинови мрамори и мрамори, чието стратиграфско положение в прекамбрия се определя по аналогия със същата формация в Пелагония. Мусковитният гнайс е доминиращата скала и всички разлики, които възникват в състава му, са на ниво вариация, така че не оказват влияние върху петрографските особености на района.

2. Палеозой,

Палеозойската формация е представена от доминиращи скални породи, като филитни шисти, филити и мрамори, чиполинови мрамори и филити, филити, глинести шисти и пясъчници. Скалите на тази формация се наслагват върху докамбрийските скали от източната и северната страна, т.е. лежат конкордантно върху тях.

3. Неоген-Кватернер.

Неоген-кватернерните скални маси имат много слабо присъствие в по-голяма част от масива и са представени от амфибол-биотитни и санидинови андезити. Амфибол-биотитовите андезити изграждат масива на Момина чука и проникват в старопалеозойската формация, като има видими промени в контактните зони.

Територията на планината Козяк има силикатна и карбонатна геоложка основа. Съставът на силикатната подложка включва ледникови седименти, кварцити, кварцитови брекчи, агломерати и туфи, някои с пирокластичен произход, флиш, конгломерати и пясъчници, глинести шисти, дибази, периодити и серпентинити, порфиroidни грандиорити и мусковитови гнайси, а в карбонатната скална основа влизат мраморизирани варовици и доломити и ивици мусковитови гнайси.

Според Колчаковски (2003/2004) планината Нидже е част от неотектоничния Селецко-Каймакчалански блок. Следващият геоложки фациес се намира в Нидже и включва ивичести мусковитни гнайси, доломитни мрамори, филито-микашисти, зелени и карбонатни шисти, серпентинити и перидотити, серпентиноиди, плочести и масивни варовици.

5. Педологична характеристика

Почвеният състав на района (Филиповски и др. 2015) на изследване е представен от редица почвени типове, които са представени по-долу:

5.1. Камбисоли (Cambisols)

Камбисолите (кафяви горски почви) имат профили А-(В) -С. Развиват се в условията на умерено хумиден и хумиден климат в планините. Във вертикално разпространение, камбисолите в областта на проучване заемат пояса между 900 m до горната граница на гората. Най-често се образуват върху различни видове силикати и кварцити. В изследвания район те са слабо кисели и принадлежат към подтипа ненаситени камбисоли. Разпространени са в зоната на нископланинските, планинските и субалпийските букови гори.

5.2. Ранкери (Rankers)

Ранкерите (хумусно-силикатни почви) са почви, които се развиват върху небазичен, обикновено силикатен или кварцов субстрат. Тези почви се срещат главно в субалпийската или алпийската зона на планините в Северна Македония.

На Кожух, Козяк и Нидже се срещат по билата и високите части. Заедно с тях има и голи скални разкрития или и други представители на педогенетичния еволюционен ред: литозоли, регозоли, камбизоли и др. Образоването на тези почви се характеризира с 1. активно натрупване на хумус, 2. активно физическо и слабо химическо разлагане и 3. вкиселяване.

5.3. Рендзини (варовиково-доломитни рендзини)

Срещат се върху чисти и компактни варовици и доломити. В рамките на проучваната територия те са установени в Кожух - Чичи Кая, Двете уши, Мала Рупа, Капките, Стара река и други находища; Козяк - на Мешник, Клиново, Петле, Майдън и др. На Нидже заемат по-големи площи във водосбора на Бела река, по билото Вир, Бело Гротло и други места на по-малка надморска височина.

5.4. Други видове почви

В рамките на изследвания район се срещат и други типове почви. Те обхващат по-малки площи и следователно имат относително по-малко значение:

Бруниподзоли (кафяви подзолисти почви), планосоли (pseudogleic), канелени горски почви (хромови камбисоли), хистосоли (торфени почви), кафявите почви, формиращи върху варовик.

6. Хидроложка характеристика

Хидрографските условия са тясно свързани с релефа, геологията и климатичните условия.

6.1. Повърхностни води

Цялата хидрографска мрежа на планините Нидже, Козяк и Кожух принадлежи към Егейския водосборен басейн.

Речната мрежа и потоците в района на Кожух принадлежат към следните водосборни райони: водосбор на река Дошница, водосборен басейн на Конска река, водосборен басейн на Стара река и водосборен басейн на Майденска (Козячкака-Бласничкака) река, която всъщност разделя Кожух от Козяк.

Речната мрежа на Нидже е добре развита, като по-значими водни течения са водосборните зони на следните реки: река Градешка, Сува река, Шалева река, Сува Река, Бела река, Голема река, река Тръновчица и река Конджарка.

6.2. Подземни води

Следните извори на подземни води могат да се считат за по-важни за района на проучване:

- изворите, формирани в алувиалните наноси на р. Дошница, в долината на десния ѝ приток. В зависимост от дебелината на алувиалните наноси, водосборната площ и средното количество на валежите, може да се очаква дебит от 5-10 l/s;
- извори, които се формират в дебелия докамбрийски мрамори;
- територия с извори в старите палеозойски мрамори в местността Смрека-Алчак; Има и поредица от типични извори, които се вливат в река Цреша:
- минералният извор в с. Смърдлива вода;
- изворът Лукар в подножието на Кожух, който се използва за водоснабдяване за питейни нужди от местното население на град Кавадарци;
- изворът Петте чешми по склоновете на Нидже и др.

7. Растителност

Според Ем (1974, 1978, 1981, 1985), Ризовски (1978), Николовски (1986), Мицевски и Ризовски (1987) и други автори, горската растителност на района е представена от няколко височинни пояса. В най-ниския пояс, който заема източните склонове на Кожух, над река Вардар, са разпространени съобщества, доминирани от пърнар и келяв габър, известни като псевдомаквиси, представени от асоциацията *Achnathero bromoides-Quercetum cocciferae*. Над тях се намира поясът на косматия дъб и келявия габър представен от зоналната климатична асоциация *Hippocrepido emeroides-Carpinetum orientalis*, която е основна за т.нар. “шибляк”. Съобществата се развиват върху различни геоложки субстрати, под влияние на регионалните климатични фактори. До 600 m тези гори показват зонално разпределение, докато на по-високо заемат само местата с по-топло изложение и с варовикова геоложка основа. По източните склонове на Кожух се развива по-различен вариант на дъбовите гори с участие на острици представен от асоциацията *Carici cuspidatae-Quercetum frainetto*. В този пояс могат да се наблюдават и някои по-специфични съобщества: *Phillyreo-Carpinetum orientalis*, *Pruno webii-Juniperetum excelsae*, разпространени основно в дефилетата на Черна река и Бластица, но също и в долната част на долината на Конска река. Асоциацията *Quercetum trojanae* се среща по топлите склонове на планината Козяк, върху доломити. Последните три растителни съобщества се приема, че са с терциерна възраст.

При по-топли и ксерофитни условия, под влияние на специфични орографско-едафични фактори, на места до 1300 m се развива асоциацията *Querco-Ostryetum carpinifoliae*. Подобна на нея, но на силикатни скалисти терени, с плитка почвена покривка е разпространена асоциацията *Ostryo-Quercetum petraeae silicolum*.

Над пояса на смесените дъбови и келяво-габъровите гори има добре развит пояс на климатично зоналната асоциация *Quercetum frainetto-cerridis*, но само на Нидже и Козяк, докато на Кожух и особено в по-високите ѝ части, които са свързани с Долно Повардарие, тази асоциация се сменя от *Carici cuspidatae-Quercetum frainetto*. Среща се до 900 m височина, на терасите, където са акумулирани дълбоки и средно дълбоки колувиални почви, предимно на терени с южна експозиция.

По-високо от тях, като добре развит височинен пояс с амплитуда от 900 до 1300 m н. в. са разпространени горите доминирани от горун, представени от асоциацията

Fraxino ornī-Quercetum petraeae. Над този пояс се развиват монодоминантни церови гори, които представляват съобщества с локални екологични особености, представени от асоциация *Fraxino ornī-Quercetum cerris*. В този дъбов пояс, но върху офиолитна геоложко подложка се развиват съобществата на асоциация *Lathyro versicoloris-Pinetum nigrae*.

Покрай течението на по-големите реки, предимно на Черна река, но и някои други, главно в подножието на Нидже и Козяк, се среща асоциацията *Salici-Populetum nigrae*. От другата страна на масива, по източните склонове на Кожух, под влиянието на средиземноморски климат, по поречието на реките Конска, Река, Белица и други по-големи реки в района, се срещат съобществата на асоциацията *Juglandi-Platanetum orientalis*.

Над дъбовия пояс се развива поясът на буковите гори. Те се редуват последователно като нископланински букови гори в диапазона от 1000 (1100) до 1300 m н.в., представени от асоциация *Festuco heterophyllae-Fagetum*. Реликтните съобщества на асоциацията *Seslerio-Pinetum nigrae* се развива в този пояс, но само при проявление на специфични едафични особености. Също така в ниската част на буковия пояс, се срещат вторични съобщества на черен и бял бор от следните асоциации: на пониски места - *Fago-Pinetum nigrae*, а на по-високите - *Pinetum sylvestris*.

След това, в планинския пояс от 1300 до 1650 m се развива климатично зоналната асоциация *Calamintho grandiflorae-Fagetum* и смесените буково-елови съобщества на асоциация *Abieti borisii regis-Fagetum*.

Във високопланинския пояс и на трите проучени планински масиви се появяват и практически чисти гори от ела – асоциация *Fago-Abietetum*.

В субалпийския пояс от 1650 до 2200 m могат да бъдат установени няколко асоциации: субалпийски букови гори: асоциация *Asyneumo pichlery-Fagetum*, гори от бяла мура: асоциация *Gentiano luteae-Pinetum peucis* и съобщество от бял бор, като отделен вариант.

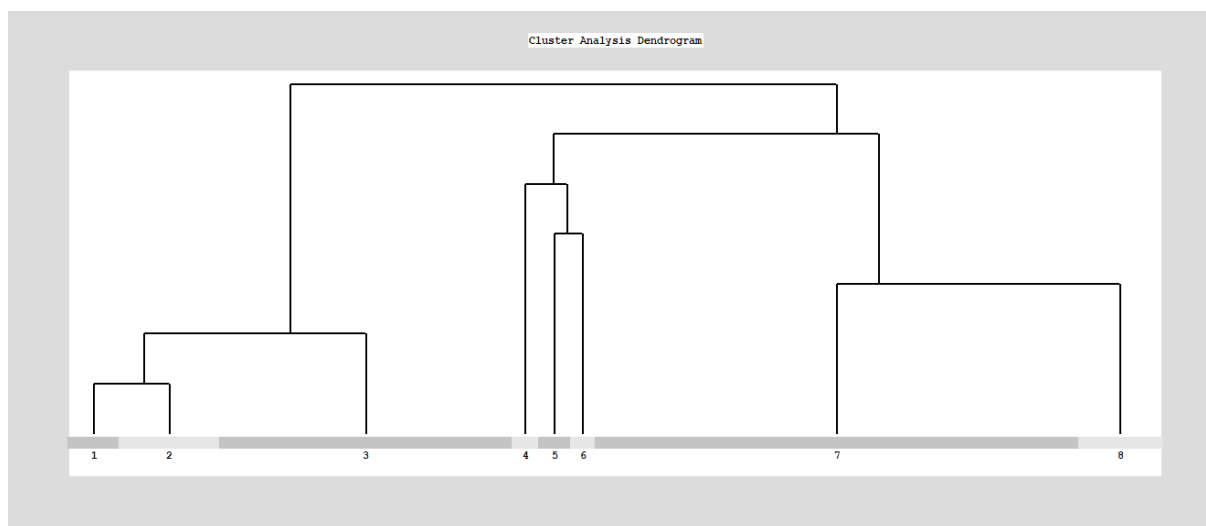
V. Резултати и обсъждания

За определяне на синтаксономичната принадлежност на проучените съобщества е създадена база данни, в която съобществата доминирани или съдоминирани от един от представителите на род *Pinus* са представени от общо 579 описания, в които се включват 1032 растителни таксони. Базата данни включва 98 собствени фитоценологични описания направени за целта на дисертацията от територията на планините Нидже, Козяк и Кожух, 57 описания са от литературни данни от територията, както на Северна Македония, така и 430 броя от съседните страни - Албания, България, Гърция и Сърбия.

1. Първи анализ: определяне на сходството и характеризирането на направените специално за дисертацията описания с регионални такива от съседни територии на Балканския полуостров.

В първия сравнителен анализ, трябва да се отбележи, че съобществата от Балканския полуостров от следните държави: Албания (AL), България (BG), Гърция (GR), Северна Македония (MKD) и Сърбия (SRB), бяха включени, за да се демонстрира сходството на фитоценозите от Северна Македония с тези на съседните балкански страни. Тази база данни съдържа 579 описания на такива съобщества и включва 1032 таксона, които след това бяха прехвърлени в компютърната програма JUICE за последващ анализ.

Избран е най-подходящият метод за анализ на данните с помощта на софтуерния пакет PC-ORD – “Euclidian distance” и “Beta flexible”, със стойност за $\beta = -0,25$, данните за покритието/обилието на видовете бяха трансформирани с функцията “Ordinal scale with cut levels”. За оптимален брой бяха избрани 8 клъстера (Фиг. 2). За тези 8 клъстера, които са най-подходящи при дадения набор от фитоценологични описания на растителността и след анализа, направен с програмата PC-ORD, беше получена следната дендрограма



Фиг. 2. Йерархична класификация на фитоценологичните описания - дендрограмата с включени 579 фитоценологични описания, разделени в 8 клъстери: Клъстер 1 - Нидже, Шар планина – фитоценологични описания направени в рамките на дисертацията на съобщества доминирани от бяла мура - МКД и ас. *Adenostylo alliariae-Pinetum peucis* Nikolov & Dimitrov 2015 - BG; Клъстер 2 - ас. *Erico-Pinetum sylvestris* Stefanović 1963 (SRB); фитоценологични описания направени за целите на дисертацията на гори от бял бор от Нидже, Кожух - МКД и 1 съобщество на офиолити от Гърция - GR; Клъстер 3 - ас. *Digitali viridiflorae-Pinetum sylvestris* Dimitrov 2004; ас. *Veronico urticifoliae-Abietum albae*

var. *Pinus sylvestris* Dimitrov 2004 - BG; Клъстер 4 - собствени описания на гори от бял бор от Нидже на базичен субстрат - MKD; Клъстер 5 - ас. *Pulsatillo macedonici-Pinetum nigrae* Em 1978; - литературни данни от MKD; Клъстер 6 - ас. *Fago-Pinetum nigrae* Em 1981 - MKD; Клъстер 7 – описания за целите на дисертацията на гори от черен бор от Кожух, Козяк и Влахина планина върху базофилен и офиолитен субстрат - MKD; ас. *Lathyro laxiflori-Pinetum pallasianae* Tzonev & al. 2018; ас. *Junipero deltoidi-Pinetum pallasianae* Tzonev & al. 2018, BG; съобщество *Staehelina uniflosculosa-Pinus pallasiana* Barbero & Quézel 1976, GR; съобщество *Pinus nigra-Fagus sylvatica* Hoda 1989, AL; съобщество *Pinus nigra-Abies alba* Hoda 1989; AL; *Pinus nigra-Buxetum sempervirens* Hoda 1989, Албания; *Pinus nigra-Cotinetum coggygryae* Hoda 1989; AL; *Pinus nigra-Quercetum cocciferae* Hoda 1989, AL; *Erico-Pinetum nigrae* Hoda 1989, AL; *Forsythio-Pinetum nigrae* Hoda 1989, AL; *Pinus nigra-Euphorbietum spinosae* Hoda 1989, AL; *Seslerio robustae-Pinetum pallasianae* (Barbero & Quézel 1976) Bergmeier 1990; GR; съобщество *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* - *Crataegus pycnoloba* (Barbero & Quézel 1976) Bergmeier 1990; Клъстер 8 - Нидже, Козяк, Кожух – описания по дисертацията на гори доминирани от черен бор върху доломити и варовици - MKD; ас. *Seslerio robustae-Pinetum pallasianae* (Barbero & Quézel 1976) Bergmeier 1990, GR.

В дендрограмата може да се види, че се формират 3 (три) по-големи групи.

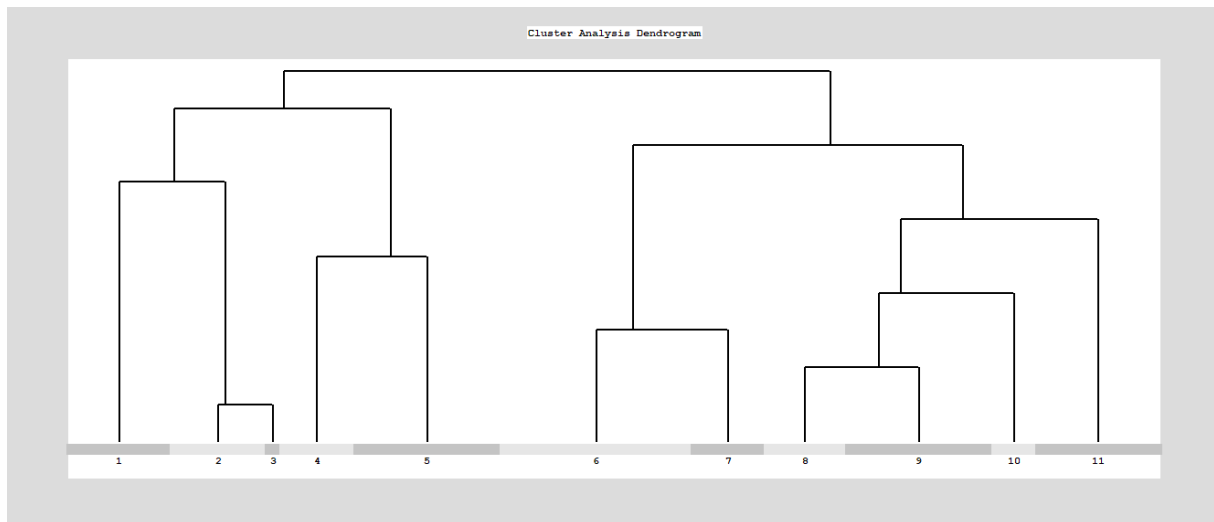
Първата група, в която се обособяват общо 3 (три) клъстери, включва горите от бяла мура и бял бор, които се срещат на по-голяма надморска височина в среднопланинския, високопланинския и най-високия горски пояси върху различен геоложки субстрат. А именно общото за растителните съобщества от първия клъстер (фиг. 1) е, че той обединява горите, доминирани от бяла мура в Северна Македония и България. Вторият клъстер включва гори от бял бор предимно върху офиолити, но и върху други силикатни скали. Третият клъстер съдържа гори от бял бор на силикати в България.

Втората група също съдържа 3 клъстера (4, 5 и 6). Тя обединява съобщества на геоложка основа от доломитни мрамори, върху които се развиват реликтни гори от бял и черен бор и такива на силикатна скална основа, които представляват сукцесионни етапи на развитието на боровите гори, получени в резултат на възобновяването от предходните типове, служещи като първични местообитания. Четвъртият клъстер (4) в групата, съдържа базофилни гори върху доломитни мрамори, като стои доста изолиран, петият клъстер включва реликтни гори от черен бор в Поречие, а шестият представлява чисти черноборови гори на силикати в Северна Македония, заемащи вторични местообитания.

Третата група е съставена почти изключително от черноборови гори на различен геоложки субстрат. Състои се от два клъстера: 7 и 8. В седмия клъстер са групирани предимно черноборови гори, които се развиват на по-малка надморска височина, въпреки че има и такива, които се развиват в планинския пояс. Осмият клъстер е представен от черноборови гори в Северна Македония и Гърция, които са реликтни по природа и са разположени предимно на по-голяма надморска височина.

2. Втори анализ: определяне на синтаксономията на събраните по дисертацията описания

Вторият анализ включва данните от направените по дисертацията фиоценологични описания и литературата от територията на Северна Македония. С помощта на софтуерния пакет PC-ORD като най-подходящия метод за анализ на данните беше избран "Euclidian distance" и метода "Flexible Beta", с параметър $\beta = -0,25$, данните за покритието на таксоните бяха трансформирани с функцията "Ordinal scale with cut level". За да определим оптималния брой клъстери, се ръководихме от позицията на предварително събраните описания и за целта бяха избрани 11 клъстери (фиг. 2).



Фиг. 3. Йерархична класификация - дендрограма на 149 фитоценологични описания групирани в 11 клъстери.

Клъстер 1 съдържа фитоценологични описания по настоящата дисертация, които са на съобщества доминирани от бял бор върху доломитни мрамори в Нидже; Клъстер 2 – включва описания по дисертацията на съобщества на бяла мура в планината Нидже върху доломитни мрамори и на Шар планина върху варовици; Клъстер 3 – включва описания по дисертацията на съобщества, доминирани от бяла мура на връх Нидже върху силикатни субстрати (флувогласиални отложения); Клъстер 4 – описания по дисертацията на гори от бял бор на Кожух върху варовик и на бял бор от Нидже върху серпентинити; Клъстер 5 – включва описания по дисертацията на гори на бял бор върху вторични местообитания на Нидже, Козяк и Кожух; Клъстер 6 – включва описания по дисертацията и по литературни данни на съобщества на черен бор на вторични местообитания в Нидже, Козяк и Кожух и други планини на Северна Македония; Клъстер 7 – включва описания направени по дисертацията на доминирани от черен бор гори на Кожух; Клъстер 8 – включва описания по дисертацията на доминирани от черен бор горски съобщества в състава на клас *Quercetea pubescentis* от Кожух и Влахина планинна; Клъстер 9 – включва описания по дисертацията на доминирани от черен бор гори върху варовик на Нидже, Козяк и Кожух; Клъстер 10 – включва описания по дисертацията на доминирани от черен бор гори на Нидже върху доломитни мрамори; Клъстер 11 – включва описания по литературни данни на доминирани от черен бор гори на доломитни мрамори в централните части на Северна Македония; регион Поречие - ас. *Pulsatilo-Pinetum nigrae* Em 1978.

Като част от клъстерите на дендрограмата (Фиг. 3) идентифицирахме 4 съюзи растителност: *Fraxino orni-Pinion nigrae*, *Pinion peucis*, *Fraxino orni-Ostryon* и *Fago sylvaticae-Pinion*, които са разделени в две по-големи групи и са описани в легендата по-горе. В първата група (1-5) градиентът е най-силен във фитогеографските им особености, т.е. съобществата са доминирани от бял бор и бяла мура и са предимно във високопланинския горски пояс, но също и в среднопланинския и високопланинския пояси. Във втората група (6-11) черният бор доминира във всички описания в клъстера и е представен от термофилни съобщества.

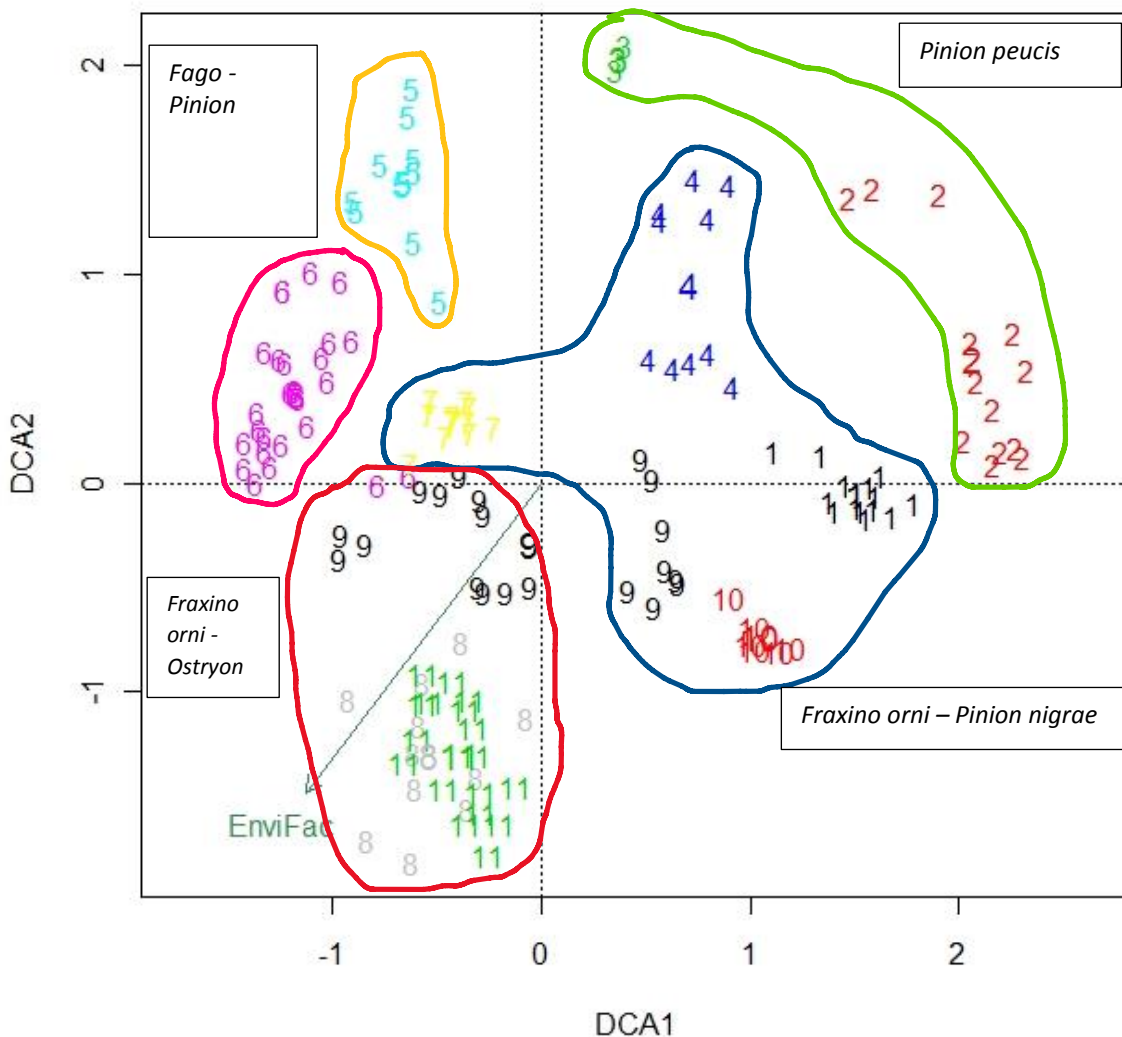
Ординационният анализ потвърди присъствието на тези 4 съюзи. Те също са показани на ординационната диаграма по-долу (Фиг. 4). Доминират характерните видове за съюза *Fraxino orni-Pinion nigrae*: *Carex humilis*, *Hieracium pannosum*, *Euphorbia barrelieri*, *Laserpitium siler*, *Melampyrum heracleoticum*, *Cytisus hirsutus*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*. Тези видове, представени в съобществата от клъстери 1, 4, 7, 9, 10 и 11, които потвърждават синтаксономичната им принадлежност към този синтаксон описан от Em (1978). Всички съобщества, които влизат в този съюз и които са установени при анализа, са с реликтен произход.

Трябва да се отбележи, че оригиналните описания на Ем за ass. *Pulsatilo-Pinetum nigrae* (кълъстер 11) не бяха достъпни за нас, но които авторът отнася към съюза *Fraxino orni-Pinion nigrae*. Напротив, литературните данни (Мицевски 1978) показват, че за характеризиране на тази асоциация са избрани нетипични местообитания, с доминиране на видове, характерни за дъбовите гори и които в ординационната диаграма показват по-голяма близост до друг съюз - *Fraxino orni-Ostryon*.

Високата представеност на характерните видове за съюза *Pinion peucis*: *Vaccinium myrtillus*, *Bruckenthalia spiculifolia*, *Vaccinium uliginosum*, *Rosa pendulina*, *Daphne mezereum*, *Daphne oleoides*, *Avenella flexuosa*, *Veratrum album* в кълъстери 2 и 3, определят принадлежността на съобществата в тях към този съюз (Horvat 1950, 1963; Em 1962; Mandžukovski et al. 2022).

В състава на растителните съобщества от кълъстер 8 и част от тях в кълъстер 9 има характерни видове за съюза *Fraxino orni-Ostryon*: *Quercus pubescens*, *Juniperus oxycedrus*, *Acer monspessulanum*, *Hippocrepis emerus*, *Carpinus orientalis*, *Ostrya caprifolia*, *Fraxinus ornus*, *Poa nemoralis*, *Campanula persicifolia*. Те определят принадлежността на съобществата, в които участват тези видове именно към този съюз. По принцип те не са "борови гори" и имат по-слабо изразена обособеност в екологично и флористично отношение, а по-скоро представляват сукцесионна фаза на трансформацията на иглолистни в широколистни гори (Em 1978).

Кълъстери 5 и 6 съдържат съобщества от бял и черен бор, които се развиват на вторични местообитания. Този тип гори Ем (1981) предлага да бъдат включени в съюза *Fago sylvaticae-Pinion*. От трите предложени вида характерни за този съюз: *Hypericum cerastoides*, *Lathyrus pratensis*, *Digitalis viridiflora* в описанията по дисертацията бяха регистрирани и трите, но са с ниско покритие и ниска степен на константност. От друга страна, при анализа е отделен следният набор от видове: *Pimpinella alpina*, *Stellaria holostea*, *Moehringia trinervia*, *Campanula abietina*, *Silene atropurpurea*, *Galium rotundifolium*, *Ajuga reptans*, *Trifolium dubium*, *Lathyrus pratensis*, *Lathyrus laxiflorus*, *Symphytum tuberosum*, които характеризират тази група, в която са с по-голямо покритие и по-висока константност. За по-точното характеризиране на тези съобщества са необходими допълнителни изследвания в регионален контекст.

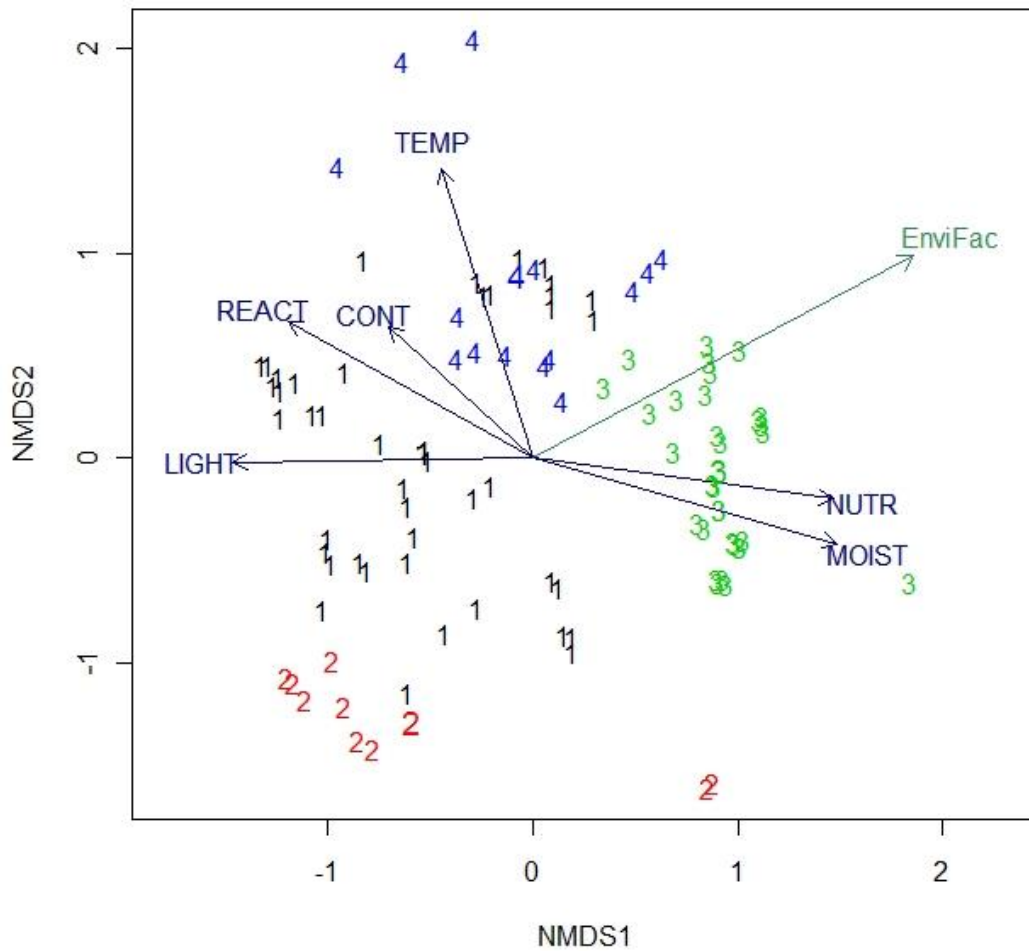


Фигура 4. Ординационна диаграма получена при прилагането на Detrended Correspondence Analysis (DCA) за 149 описания и 11 клъстери.

За да се демонстрират екологичните различия между четирите съюзи – 1. *Fraxino orni-Pinion nigrae*, 2. *Pinion peucis*, 3. *Fago sylvaticae-Pinion* и 4. *Fraxino orni-Ostryon*, установени в планините Кожух, Нидже, Козяк, като се използва корелацията между таксоните и Еленберговите стойности на скалите за отношение към светлината, температурата, континенталността, влажността, рН и еутрофността на средата, беше извършен NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling) ординационен анализ в компютърния пакет - R програма (Фиг. 4). Този анализ е най-подходящ за представяне на въздействието на факторите на околната среда върху видовете в съобществата на анализираните съюзи.

В Ординационна диаграма на резултата (фиг. 9) може да се види положителна корелация между градиента на влажност и еутрофността на средата при растителните съобществата от съюза 3. *Fago sylvaticae-Pinion*, което се дължи на факта, че съобществата се развиват на дълбоки почви (камбизоли), които са по-

богати на хранителни вещества в сравнение с другите. Влажността на средата също е сравнително висока в местообитанията на тези съобщества. Има положителна корелация между градиента на температурата на растителните съобщества от съюза 4. *Fraxino orni-Ostryon*, което показва, че тези гори се развиват при по-термофилни условия, както и положителна корелация в градиента за светлината специално за ценозите от съюза 1. *Fraxino orni-Pinion nigrae*.



Фигура 5 – Графично представяне на връзката между растителните съобщества от четирите съюза – 1. *Fraxino orni-Pinion nigrae*, 2. *Pinion peucis*, 3. *Fago sylvaticae-Pinion* и 4. *Fraxino orni-Ostryon* и средните стойности на индикатора на Еленберг (светлина, температура, континентална, влажност, рН и еутрофност) за растителните таксони на тези четири съюза.

3. Синтаксономична схема на горските съобщества доминирани от бял (*Pinus sylvestris*), черен (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) бор и бяла мура (*Pinus peuce*) в планините Нидже, Козяк и Кожух

След подробните флористични и фитогеографски анализи, числовите анализи, направени с подходящи компютърни програми, както и чрез съпоставка с вече описаните съобщества от територията на Северна Македония и съседните страни, може да се направят следните обобщения относно синтаксономичната принадлежност на растителните съобщества в изследваните райони в следните синтаксономични категории:

Клас *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959

Разред *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933

Съюз *Fraxino orni-Ostryion* Tomažič 1940

Асоциация *Aurinio saxatilae - Pinetum nigrae* ass. nova, holotypus
nom. releve описание № 4 hoc loco (таб. 1 от приложенията).

Съобщество *Arabis alpina*+*Ostrya carpinifolia* (Таб. 1 от приложенията).

Съобщество *Viola allchariensis*+*Pinus nigra* (Таб. 1 от приложенията).

Клас *Erico-Pinetea* Horvat 1959

Разред *Erico-Pinetalia* Horvat 1959

Съюз *Fraxino orni-Pinion nigrae* Em 1978

Асоциация *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae* Em (1962)1978

субасоциация *pulsatillaetosum slaviankae* subass. nova holotypus
nom. rel. № 37 hoc loco (Таб. 2 от приложенията).

Асоциация *Lathyro pannonici-Pinetum nigrae* Em 1978

Асоциация *Cyano pindicolae-Pinetum sylvestris* ass. nova holotypus rel. № 4
hoc loco (Таб. 2 от приложенията).

Съобщество *Pinus sylvestris*+*Hypericum olympicum* f. *tenuifolium*.

Съобщество *Pinus sylvestris*+*Viola brachyphylla*.

Клас *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl. et al. 1939

Разред *Piceetalia excelsae* Pawłowski et al. 1928

Съюз *Pinion peucis* Horvat 1950

Асоциация *Adenostylo alliariae - Pinetum peucis* Nikolov & Dimitrov 2015

Асоциация *Dryadeto octopetali - Pinetum peucis* ass. nova holotypus rel. № 6
hoc loco (Таб. 3 от приложенията).

Субасоциация: *alchemillietosum velebiticae* subass. nova holotypus
nom. rel. № 4 hoc loco (Таб. 3 от приложенията).

Субасоциация: *festucetosum kozanensii* subass. nova holotypus
nom. Rel. № 8 hoc loco (Таб. 3 от приложенията).

Съюз *Fago-Pinion* Em 1981

Асоциация *Fago-Pinetum nigrae* Em (1962) 1981

Асоциация *Fago-Pinetum sylvestris* (1962) 1981
вариант с *Campanula abietina*

4. Педоложки проучвания по дисертацията на горските съобщества доминирани от бял (*Pinus sylvestris*), черен (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) бор и бяла мура (*Pinus peuce*) в планините Нидже, Козяк и Кожух

В изследваната територия, където се срещат съобщества доминирани от род *Pinus* sp., те се формират върху варовиково-доломитни рендзини и кафяви горски почви. На малка площ от няколко стотици квадратни метри под ценози на асоциацията *Fago-Pinetum sylvestris* се има торфено-глеева (блатна) почва.

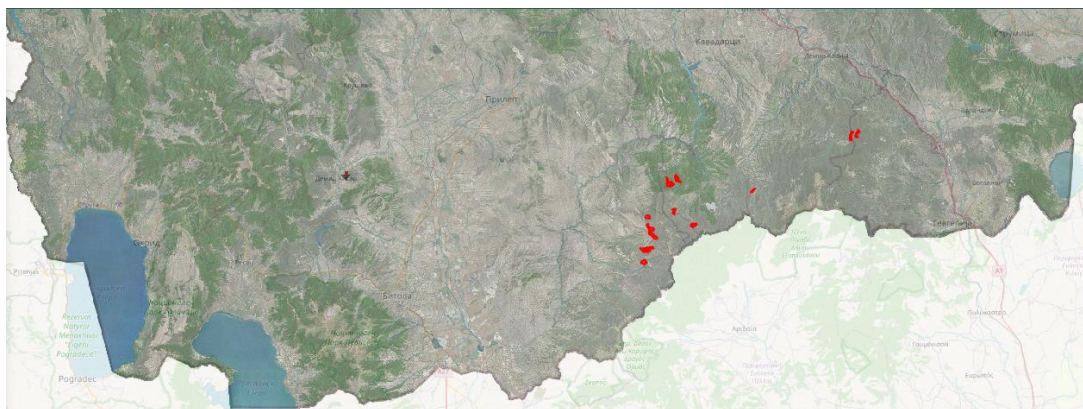
Подземните води в торфените почви са на дълбочина под 50 см, като на места излизат на повърхността. Поради малкият наклон на повърхността подземните води са подвижни (не застояват), богати са на кислород, но не са подходящи за развитието на горска и тревна растителност.

Кафявите горски почви - камбисолите, са най-благоприятните за развитие на растителността, специално доминирана от представителите на боровете. Това се дължи на по-голямата дълбочина на солума им, благоприятните свойства на почвата и липсата на скални разкрития. По-голямата дълбочина на солума под кафяви горски почви позволява на растенията да поемат вода и хранителни вещества от по-дълбок слой на почвата.

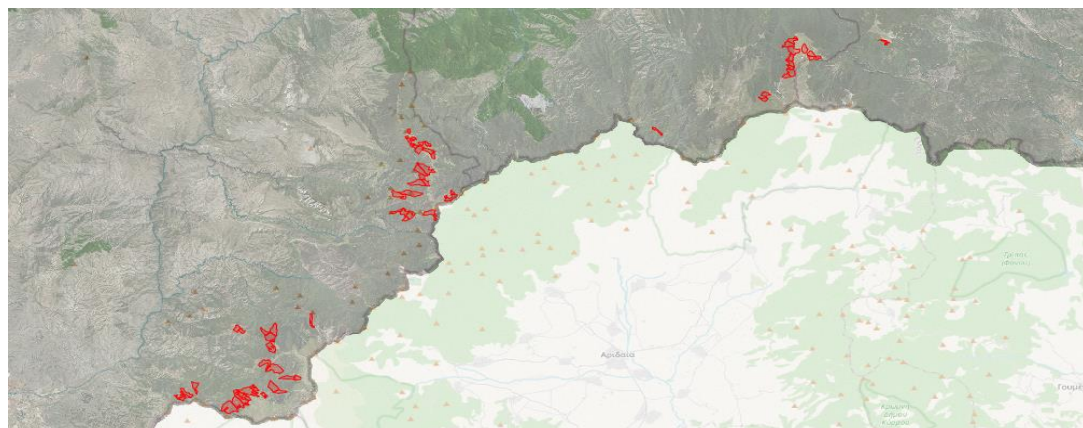
Почвените проби от *кафяви горски почви* и *торфени почви* са некарбонатни поради силикатния субстрат без CaCO_3 . Характерът на основния субстрат, както и хумидния климат обуславят значително киселяване, което се отразява в ниските стойности на рН.

Ниската продуктивност на *варовиковите-доломитните рендзини* се дължи на плиткостта на солума и изключително високата пропускливост на субстрата (варовици и доломити), разпространението на по-стръмните склонове и по-изразените разкрития на приосновна скала. Варовиково-доломитните рендзини са плитки почви с дълбочина на солума под 30 см. Поради бързото проникване на влага в тези почви, структурните инертни материали са основно песъчливи частици и заради това тези почви са добре аерирани, силно водопрпускливи и слабо водозадържащи. Ако към това се добави изключително пропускливият субстрат (напукани варовици или доломити), може да се заключи, че това са сухи почви, върху които се развива ксерофитна растителност. Ксерофилността им се подчертава и от стръмните склонове, които основно заемат, значителната каменливост и ерозираност на местообитанията. Дълбочината на солума на варовиково-доломитните рендзини варира на кратко разстояние и поради това корените на растителността в по-плитките почви са в по-силен контакт с варовиковата скала, а при по-дебелите почви този контакт е по-малък. Това е една от причините да имат голямо флористично разнообразие на малка площ.

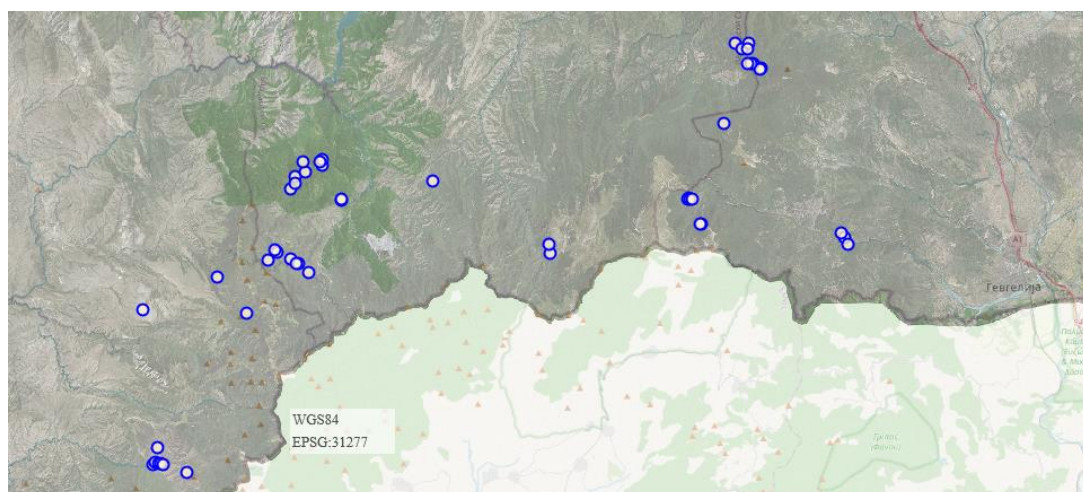
VI. Разпространение и характеристика на горските съобщества на бял бор (*Pinus sylvestris*) черен бор (*Pinus nigra* ssp. *pallasiana*) и бяла мура (*Pinus peuce*) в планините Нидже, Козяк и Кожух



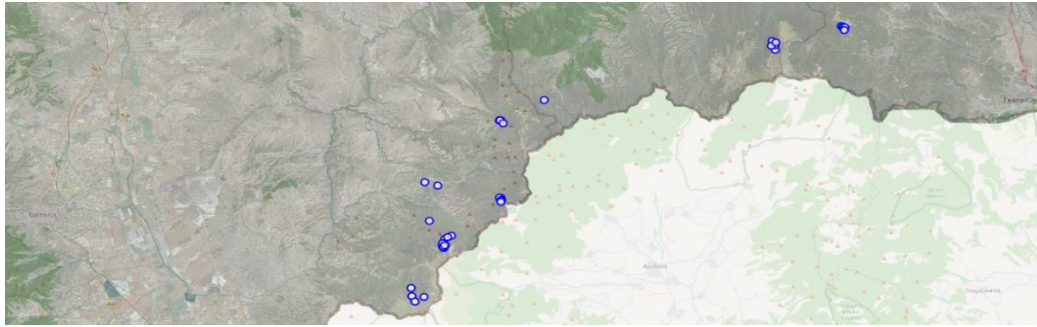
Фигура 6. Карта на съобществата на черен бор (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) на Нидже, Козяк и Кожух



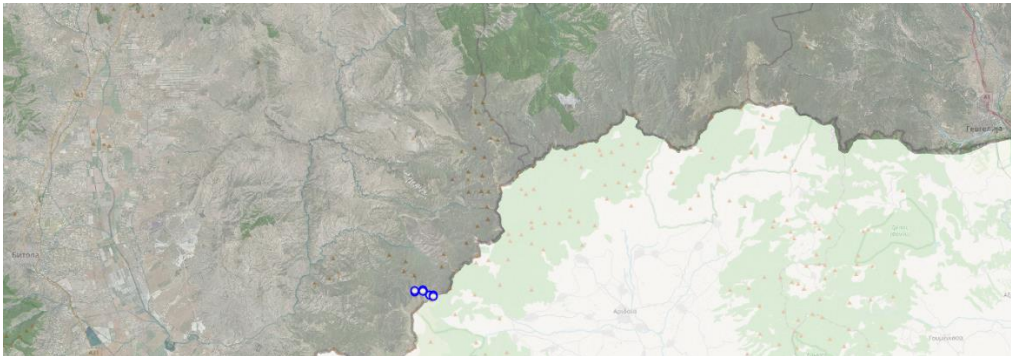
Фигура 7. Карта на съобществата на бял бор (*Pinus sylvestris*) на Нидже, Козяк и Кожух.



Фигура 8. Местоположение на съобществата доминирани от черен бор (*Pinus nigra* subsp. *pallasiana*) на Нидже, Козяк и Кожух



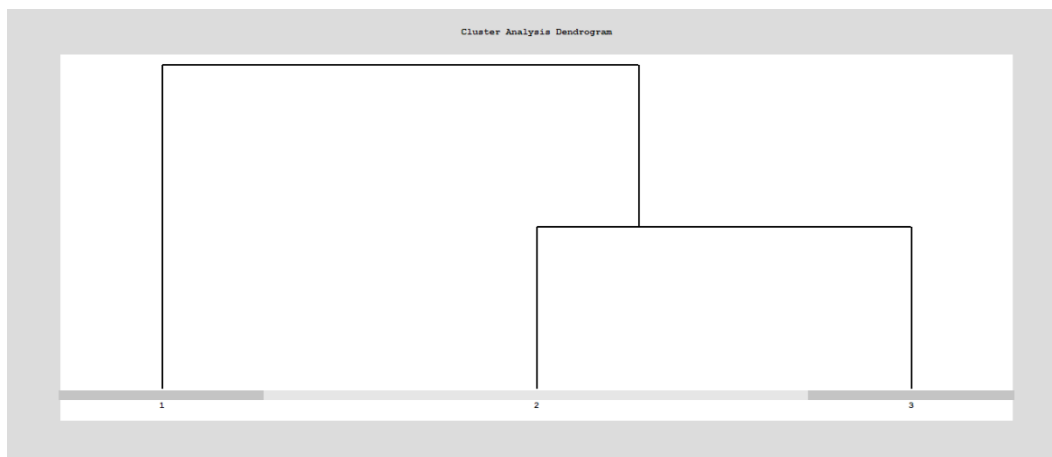
Фигура. 9. Местоположение на съобществата доминирани от бял бор (*Pinus sylvestris*)



Фигура 10. Местоположение на съобществата доминирани бяла мура (*Pinus peuce*)

1. Горски съобщества от съюз *Fraxino orni-Ostryion* Tomažič 1940

Съобществата от съюзът: *Fraxino orni-Ostryion* се разполагат на стръмни склонове на голяма надморска височина, където местообитанията са по-неподходящи за *Quercus pubescens* и *Carpinus orientalis* и те дори често не се срещат там. В северната част на Балканите тези гори се смесват с термофилните борови гори от клас *Erico-Pinetea* Horvat 1959 (Matevski et al. 2011). Подобна ситуация се наблюдава в горите с доминиране на воден габър и черен бор в планината Козяк, където в състава им се появяват видове, характерни за съюза *Fraxino orni-Pinion*.



Фигура 11. Йерархична класификация - дендрограма на фитоценологични описания, направени по дисертацията на растителни съобщества доминирани от черен бор и воден габър, които са групирани в 3 клъстери.

Клъстер 1 - ас. *Aurinio saxatile - Pinetum nigrae* – включва фитоценологични описания по дисертацията от Кожух; Клъстер 2 - съобщество *Arabis alpina+Ostrya carpinifolia* – включва описания по дисертацията на съобщества доминирани от воден габър със съдоминиране на черен бор в Козяк; Клъстер 3 – включва описания по дисертацията на съобщества доминирани от черен бор на Козяк - съобщество *Viola allchariensis+Pinus nigra*.

1.1. Асоциация *Aurinio saxatile - Pinetum nigrae* ass. nova holotypus rel.1. nom. № 3 hoc loco

Въз основа на компютърния анализ с програма PC-Ord беше установено, че описанията по дисертацията на съобщества доминирани от черен бор от източните склонове на Кожух, които са върху геоложка скална основа габро се обединяват в една синтаксономична единица, която има следните диагностични видове: *Euphorbia glabriflora*, *Satureja montana*, *Hypericum olympicum f. tenuifolium*, *Aurinia saxatilis*, *Jurinea mollis*, *Linum thracicum*, *Osyris alba*. Те ясно отдиференцират тази единица между останалите като нов, все още неописан синтаксон. Въпреки че има налични малък брой описания от местата, където са регистрирани тези съобщества, те показват ясни фитоценологични различия с останалите описани фитоценози.

Съобществата на асоциацията *Aurinio saxatile-Pinetum nigrae* се развиват в контактната зона на субсредиземноморската (модифицирана средиземноморска) и континентално-субсредиземноморска област; от 400 до 600 m надм. в., върху скална подложка от офиолитни скали - габро. Проучените обекти се намират по източните склонове на връх Кожух.

От анализа на спектъра на жизнените форми става ясно, че фитоценозите на асоциацията са с доминиращо хамефитно-хемикриптофитен характер.

Сред флорните елементи с най-високо участие се открояват Евроазиатските геоеlementи (41,18%), следвани от балканските ендемити и субендемители - с 29,41%.

Diagnostic species: *Cotinus coggygria*, *Frangula rupestris*, *Cytisus petrovicii*, *Euphorbia glabriflora*, *Genista carinalis*, *Genista tinctoria*; *Asperula purpurea*, *Aurinia saxatilis*, *Carex digitata*, *Centaurea stoebe*, *Festuca heterophylla*, *Galium paschale*, *Hypericum olympicum f. tenuifolium*, *Inula ensifolia*, *Iris sintenisii*, *Jurinea mollis*, *Leontodon hispidus*, *Linum thracicum*, *Onosma heterophylla*, *Osyris alba*, *Peucedanum austriacum*, *Satureja montana*, *Thesium divaricatum*

Constant species: *Fraxinus ornus*, *Pinus nigra*, *Quercus pubescens*; *Juniperus oxycedrus*; *Dorycnium pentaphyllum*

Dominant species: *Pinus nigra*

1.2. Съобщество *Arabis alpina+Ostrya carpinifolia*

От анализираната дендрограма (фиг. 11) класифицирахме 2ри и 3ти клъстери на ниво съобщество въз основа на ограничения материал, с който разполагахме. Клъстер 2 съдържа описания на съобщества доминирани от *Aremonia agrimonoides*, *Vicia cracca*, *Asplenium adiantum-nigrum*, *Arabis alpina*, и се отнася към съобществото *Arabis alpina+Ostrya carpinifolia*. Черният бор често присъства в това съобщество, като няма високо проективно покритие, но е морфологично специфичен, представен от стари и големи дървета, които са разпръснати в другите съобщества. Развива се от 800 до 1350 m надморска височина, върху варовикова геоложка основа, като почвите са основно варовиково-доломитни рендзини.

В съобществото доминират хемикриптофити, които имат участие на 51,75%.

В спектъра на фитогеографските елементи се забелязва, че най-застъпен е Евроазиатският флорен елемент (49,49%), следван от балканските ендемити (19,19%), докато останалите фитогеографски елементи имат по-ниско процентно участие

Analysis of synoptic table

Cluster 2

Number of releves: 8

Threshold fidelity value for diagnostic species: 65 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Diagnostic species: *Hippocrepis emerus*; *Aremonia agrimonoides*, *Melica uniflora*, *Vicia cracca*, *Arabis alpina*

Constant species: *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Pinus nigra*; *Rosa arvensis*; *Cytisus hirsutus*; *Dactylis glomerata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Galium oreophilum*, *Geranium sanguineum*, *Pilosella cymosa*, *Primula veris*, *Rubus canescens*, *Sesleria latifolia*, *Trifolium pignanti*

Dominant species: -

1.3. Съобщество *Viola allchariensis*+*Pinus nigra*

Съобществото *Viola allchariensis*+*Pinus nigra* съдържа набор от видове, които са близки до характерните за *Fraxino orni-Pinion nigrae*, но също така с високи стойности са видовете, характерни и за *Fraxino orni-Ostryon*, които определят позицията на съобществата в този синтаксон. Характерни видове, срещащи се ценозите на това съобщество са: *Eryngium amethystium*, *Stachys horvaticii* var. *macedonica*, *Verbascum herzogi*, *Scabiosa triniifolia*, *Poa thessala*, *Inula conyzae*, *Viola allchariensis*.

Това е съобщество, характеризиращо се с висока степен на участие на ендемити. Според анализа на жизнените форми и в това съобщество хемикриптофитите имат доминираща роля.

По-долу е предствен оригиналният компютърен резултат от този анализ.

Analysis of synoptic table

Cluster 3

Number of releves: 3

Threshold fidelity value for diagnostic species: 65 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Diagnostic species: *Juniperus communis*, *Cytisus hirsutus*, *Anthyllis vulneraria*, *Campanula glomerata*, *Campanula persicifolia*, *Carex humilis*, *Carlina acaulis*, *Cephalanthera rubra*, *Clinopodium alpinum*, *Clinopodium vulgare*, *Cyanus tuberosus*, *Dactylis glomerata*, *Eryngium amethystium*, *Eryngium palmatum*, *Fragaria vesca*, *Helianthemum nummularium*, *Hypericum perforatum*, *Inula conyzae*, *Orobanche alba*, *Poa thessala*, *Rubus canescens*, *Scabiosa triniifolia*, *Stachys horvaticii* var. *macedonica*, *Verbascum herzogi*, *Veronica chamaedrys*, *Viola allchariensis*

Constant species: *Fagus sylvatica*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Pinus nigra*, *Prunus avium*, *Quercus pubescens*, *Juniperus oxycedrus*, *Rosa arvensis*; *Cerastium decalvans*,

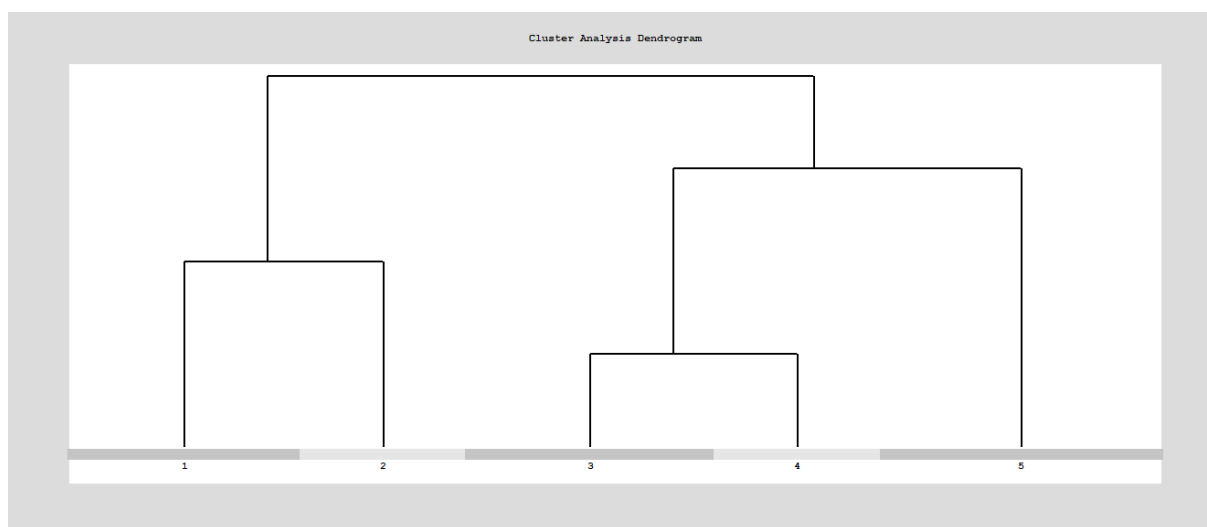
Dorycnium pentaphyllum, *Euphorbia amygdaloides*, *Galium oreophilum*, *Geranium sanguineum*, *Pilosella cymosa*, *Primula veris*, *Sesleria latifolia*, *Teucrium chamaedrys*, *Trifolium pignatii*

Dominant species: *Pinus nigra*

2. Горски съобщества от съюза *Fraxino orni-Pinion nigrae* Em 1978

Съюзът *Fraxino orni-Pinion nigrae* Em 1978, описан за първи път в Северна Македония, включва реликтни гори от *Pinus nigra*, които се развиват върху варовикови субстрати в планините на централните и южните части на Балканския полуостров (Mucina et al. 2016). Характерните видове за съюза *Carex humilis* и *Hieracium pannosum* са добре представени в направените описания по дисертацията.

Групата фитоценози от растителността, свързани със съюза *Fraxino orni-Pinion nigrae*, се състои от 66 описания, които съдържат 363 растителни таксони. С числения анализ в софтуерния пакет JUICE като най-подходящия метод за анализ на данни с помощта на софтуерния пакет PC-ORD беше избран – “Relative Euclidean distance“ и “Flexible Beta” метода, като данните покритието на таксоните бяха трансформирани с функция $b = (X_i, j + 1) / p$ с $p = 0,5$. За оптимален брой бяха избрани 5 клъстера. След анализа с програмата PC-ORD се получи следната дендрограма (Фиг. 12).



Фигура 12. Йерархична класификация – дендрограма, която включва 66 описания на растителни съобщества, доминирани от бял и черен бор разделени в 5 клъстери.

Клъстер 1 – включва описания по дисертацията на съобщества от бял бор върху доломитни мрамори - Нидже, местност Вир - Суви дол; Клъстер 2 – включва описания по дисертацията на съобщества от бял бор на варовик в района на Две уши – Кожух, и на серпентинити в района на Добро поле – Нидже; Клъстер 3 – ас. *Seslerio-Pinetum nigrae* Em (1962) 1978 - описания по дисертацията от Нидже и Кожух; Клъстер 4 - Ас. *Lathyro-Pinetum nigrae* Em (1962) 1978 – Източен Кожух (описания по дисертацията); Клъстер 5 - ас. *Pulsatillo-Pinetum nigrae* Em (1962) 1978 - по литературни данни (Мицевски 1978).

2.1. Асоциация *Cyano pindicolae-Pinetum sylvestris* ass. nova *holotypus* rel. nom. № 4 hoc loco (Табл. 2 от приложенията).

Дендрограмата от йерархичната класификация, показана на Фиг. 12 в първата група, включва клъстери 1 и 2. Съставът на клъстер 1 е от описания по дисертацията на съобщества на бял бор върху доломитови мрамори в планинната Нидже, местността Вир. Съгласно флористичният състав на тези съобщества се отделя синтаксономична единица, която с наличния си добре обособен комплекс от диагностични видове, като *Scabiosa ochroleuca*, *Leontodon crispus*, *Hieracium bifidum*, *Carum graecum*, *Dianthus haematocalyx* subsp. *pindicola*, *Cyanus pindicola*, ясно се отличава от останалите като нов, все още неописан синтаксон.

Съобществата на асоциацията *Cyano pindicolae-Pinetum sylvestris* се развиват от двете страни на билото Вир във водосборите на Суви дол и Бела река, върху доломитна мраморна основа, в планинския пояс (между 1750-1870 m), като заемат месторастения, които се характеризират със специфични екологични и флористични особености.

Съгласно анализът на жизнените форми, съобществата са доминирани от хемикриптофити, които са с участие възлизащо на 64% .

Сред флорните елементи доминират Евроазиатските (42,86%), но се открояват и Балканските ендемити и субендемители (22,22%). От последните най-съществено е участието на типичните балкански ендемити (35,71%) и южнобалканските, които са разпространени в Северна Македония, Гърция и южните части на Албания и които са с 32,14% участие.

Diagnostic species: *Sorbus austriaca*, *Arctostaphylos uva-ursi*, *Asperula aristata*, *Aurinia rupestris*, *Vupleurum falcatum*, *Carum graecum*, *Cyanus pindicola*, *Dianthus haematocalyx ssp. pindicola*, *Edraianthus graminifolius*, *Epipactis atrorubens*, *Festuca hirtovaginata*, *Gymnadenia conopsea*, *Helianthemum canum*, *Hieracium bifidum*, *Hieracium pannosum*, *Hippocrepis comosa*, *Leontodon crispus*, *Lotus corniculatus*, *Luzula sylvatica*, *Pilosella cymosa*, *Polygala major*, *Ranunculus montanus*, *Rostraria cristata*, *Scabiosa ochroleuca*, *Silene saxifraga*.

Constant species: *Abies borisii-regis*, *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Iberis sempervirens*, *Juniperus communis*, *Globularia cordifolia*, *Anthyllis vulneraria*, *Campanula rotundifolia*, *Carex humilis*, *Carex kitaibeliana*, *Centaurea affinis*, *Euphrasia salisburgensis*, *Linum elegans*, *Primula veris*, *Sesleria latifolia*, *Sesleria tenerrima*

Dominant species: *Juniperus communis*, *Brachypodium pinnatum*.

2.2. Съобщество на *Pinus sylvestris*+*Hypericum olympicum f. tenuifolium*

В клъстер 2 на йерархичната класификация представена от дендрограмата са включени фитоценологични описания на съобщества на бял бор на варовик от местността Две уши-Кожух, както и върху серпентинити в района на Добро поле – Нидже. Флористичният състав на тези растителни съобщества показва, че те са различни от другите клъстери в дендрограмата.

Първата група се развиват в субалпийския пояс на местността Две уши в планината Кожух от 1600 до 1700 m надм. височина, на южно изложение и на стръмни терени. Наборът от диагностични видове: *Rosa glauca*, *Scabiosa triniifolia*, *Hypericum olympicum f. tenuifolium*, *Vupleurum commutatum*, *Cerastium banaticum*, *Pedicularis brachyodonta*, откроява вероятен, но все още неописан нов синтаксон, който има фрагментарно разпространение. На този етап го определихме на ниво съобщество *Pinus sylvestris*+*Hypericum olympicum f. tenuifolium*.

2.3. *brachyphylla*

Съобщество *Pinus sylvestris*+*Viola*

Второто съобщество беше установено в високопланинския горски пояс (1650-1750 m) в местността Добро поле, в близост до границата с Република Гърция, в падините и върху серпентинити. Съгласно резултатите от компюърния анализ видовете, които се срещат само в съобществото са: *Viola brachyphylla*, *Dactylorhiza sambucina*, *Muscari racemosum*, *Sedum alpestre*, *Noccaea kovatsii*, *Luzula multiflora*. Затова тази група беше обособена на ниво съобщество *Pinus sylvestris*+*Viola brachyphylla*. *Viola brachyphylla* е

с локално разпространение в планината Нидже, а locus clasicus е в гръцката част на планината

Поради малката площ, върху която се развиват тези ценози и фрагментарния им характер, бяха определени само до ниво съобщество.

Diagnostic species: *Rosa glauca*, *Vaccinium myrtillus*, *Dactylorhiza sambucina*, *Hypericum olympicum* f. *tenuifolium*, *Luzula multiflora*, *Muscari racemosum*, *Noccaea kovatsii*, *Scabiosa triniifolia*, *Sedum alpestre*, *Viola brachyphylla*

Constant species: *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*; *Carex kitaibeliana*, *Galium oreophilum*, *Rubus canescens*, *Sesleria robusta*, *Viola reichenbachiana*

Dominant species: *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Brachypodium sylvaticum*

2.4. Асоциация *Lathyro pannonici-Pinetum nigrae* Em 1978

По източните склонове на Кожух, на надморска височина от 900 до 1000 m върху скална основа от габро и серпентинити, са установени съобществата на асоциация *Lathyro pannonici-Pinetum nigrae* Em 1978. На йерархичната дендрограма към нея се отнасят фитоценози, които са включени в клъстер 3. Във флористичния състав на тези фитоценози участват няколко таксона, които диагностицират асоциацията: *Ilex aquifolium*, *Rosa micrantha*, *Genista carinalis*, *Carex flacca*, *Lathyrus pannonicus* ssp. *collinus*, *Moehringia muscosa*, *Drymocallis rupestris*, *Viola riviniana*. Това са горски съобщества, които заемат труднодостъпни и скалисти терени, и които респективно не са подходящи за разпространение на дъбовите гори.

В рамките на 3-тия клъстер (Фиг. 12), където са разположени 10-те описания на растителни съобщества от асоциация *Lathyro pannonici-Pinetum nigrae*, след като се използва опцията „analysis of constancy columns in synoptic table” от програма JUICE, бяха отдиференцирани три групи таксони - диагностични, константни и доминантни, по които фитоценологичните описания на растителността от този клъстер се отделят от тези, където са включени останалите 3 групи.

По-долу е представен оригиналният резултат от този компютърен анализ:

Diagnostic species: *Quercus frainetto*, *Quercus petraea*, *Pyrus spinosa*, *Sorbus torminalis*; *Ilex aquifolium*, *Rosa micrantha*, *Brachypodium pinnatum*, *Carex flacca*, *Dorycnium pentaphyllum*, *Drymocallis rupestris*, *Lathyrus pannonicus* ssp. *collinus*, *Pilosella officinarum*, *Viola riviniana*

Constant species: *Fagus sylvatica*, *Pinus nigra*, *Juniperus communis*, *Aremonia agrimonoides*, *Euphorbia amygdaloides*, *Fragaria vesca*, *Polygala nicaeensis* ssp. *mediterranea*, *Rubus canescens*, *Sesleria robusta*

Dominant species: *Pinus nigra*

2.5. Асоциация *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae* Em (1962) 1978

Описанията на растителни съобщества, съдържащи се в клъстер 4 (фиг. 12), се отнасят към асоциация *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae*, която Em (1962, 1978) посочва за планинския масив Нидже-Кожух. Въз основа на проучванията по дисертацията фитоценози принадлежащи към асоциацията бяха установени в следните находища: Нидже - водосбора на Бела река от Топликот до Змейка, Кожух - водосбора на Стара река, местност Капките, както и във водосбора на Конска река, Чичи Кая и Мала Рупа.

При проучванията на тези съобщества е установено, че в планините Нидже, Козяк и Кожух в ценозите по дисертацията е установено, че се среща *Sesleria latifolia*. В две от публикациите си Em (1962, 1978) подчертава, че *Sesleria latifolia* в тези планини е вариабилен (изменчив) вид, т.е. използва cf. (Em 1962) или var. (Em 1978) за таксономичния ранг на вида, което показва, че той не е достатъчно добре изяснен.

Черния бор Em (1962, 1978) го е определил само до видово ниво - *Pinus nigra*, без да уточнява принадлежността му към таксономична категория от по-нисък ранг.

Асоциацията *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae* се развива в диапазона от 1000 до 1650 m надморска височина, като склопеността на горите е 0,5-0,6, което означава нисък склон. Терените, върху които се развиват тези съобщества, са стръмни, варовикови или доломитни склонове, ориентирани на запад и юг, а почвите са основно варовиково-доломитни рендзини. Черноборовите гори върху варовици, доломитни варовици, доломити, както и върху базични еруптивни скали и серпентинити, имат реликтен характер, т.е. заемат първичните си местообитания. Тези гори са орографско-едафичен феномен. В условията на бавно почвообразуване и значителна ерозия на почвената покривка, предизвикана от геоложката основа, най-често южното изложение, както и големите наклони, върху които се развиват съобществата, допринасят до голяма степен черният бор да няма конкуренция от други дървесни видове. Възобновяването е също почти изцяло от този вид. Височината на боровите дървета не е голяма, напротив - те ниски, на места с криви стъбла и големи корони. Съобществата, които се развиват при такива условия, се характеризират с висока степен на стабилност, със забележимо участие на реликтни и ендемични други видове растения. Екологичните условия, в които оцеляват тези ценози на черния и белия бор, са далеч от екологичния им оптимум, но затова пък те са в своя биоценотичен оптимум или поне са близо до него.

В описаните растителни съобщества, с висока константност се открояват като общи за всички проучени фитоценози следните видове: *Neotinea tridentata*, *Verbascum herzogi*, *Iberis sempervirens*, *Pilosella cymosa* ssp. *cymosa*. Освен това съобществата се характеризират и от видове като *Asperula aristata*, *Scabiosa graminifolia*, *Berberis vulgaris*.

Наличието на *Scorzonera austriaca*, *Stachys horvaticii*, *Aethionema saxatile*, *Pulsatilla montana* subsp. *slaviankae*, само в описания направени за целите на дисертацията, от водосбора на Бела река в Нидже, ни дава правото да обособим нова субасоциация към асоциация *Seslerio-Pinetum nigrae*. Поради доминиращо участие и висока константност на *Pulsatilla montana* subsp. *slaviankae* смятаме, че субасоциацията трябва да бъде наименована на този вид, като *pulsatillaetosum slaviankae* subass. nova holotypus rel. № 37 hoc loco (Табл. 2 от приложенията).

Само в растителните съобщества описани в местността Капките, която се намира във водосбора на Бела река на Кожух, Чичи Кая и Мала Рупа, при сливането ѝ с река Конска, на Кожух, бяха установени видовете: *Vupleurum praealtum*, *Linum flavum*, *Juniperus sabina*, *Rosa pulverulenta*, *Rhamnus alpinus*, *Sideritis scardica*, *Cyanus tuberosus*. Според хетерогенността това представлява отделна група в асоциация *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae*, но поради недостатъчно участие на тези видове в повече описания, ние не отдиференцирахме нито един от тях, за да опишем тази група фитоценози на нивото например на субасоциация.

Diagnostic species: *Neotinea tridentata*, *Verbascum herzogi*

Constant species: *Pinus nigra*, *Sorbus aria*, *Iberis sempervirens*, *Carex humilis*, *Clinopodium alpinum*, *Leontodon hispidus*, *Polygala nicaeensis ssp. mediterranea*, *Rubus canescens*, *Sesleria latifolia*

Dominant species: *Pinus nigra*, *Juniperus communis*

2.6. Асоциация *Pulsatillo macedonici-Pinetum nigrae* Em 1962

Йерархичната класификация представена на дендрограмата от клъстер 5 включва описания на растителни съобщества от района на Поречие взаимствани от литературните източници (Em 1978). Представени са в анализа за сравнение на сходството им с другите съобщества в дендрограмата по отношение на съюза *Fraxino orni-Pinion nigrae*. Само в тези съобщества се срещат: *Eryngium wiegandii*, *Pulsatilla halleri ssp. macedonica*, *Salvia ringens*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Daphne cneorum*. Клъстер 5, който включва фитоценологични описания от асоциация *Pulsatillo macedonici-Pinetum nigrae* Em 1978 има по-голям екологичен диапазон, като се среща на по-малка надморска височина и южни изложения, като в тези съобщества има значително участие на елементи характерни за дъбовите гори, следователно може да се тълкува и като сукцесионна фаза на развитие на горите от черен бор, които постепенно се заменят от гори на *Quercus trojana*, а по северните склонове и вероятно от гори на други дъбове (*Quercus* spp.) и воден габър (*Ostrya carpinifolia*). Според Em (1962), видовете в наземния етаж са по-характерни за *Fraxino orni-Pinion nigrae*.

Diagnostic species: *Acer obtusatum*, *Quercus pubescens*; *Juniperus oxycedrus*, *Eryngium wiegandii*, *Galium verum*, *Geranium sanguineum*, *Knautia drymeia*, *Peucedanum austriacum*, *Pulsatilla halleri ssp. macedonica*, *Salvia ringens*, *Thalictrum minus*, *Vincetoxicum hirundinaria*

Constant species: *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Pinus nigra*; *Brachypodium pinnatum*, *Carex humilis*, *Laserpitium siler*, *Stachys scardica*, *Teucrium chamaedrys*

Dominant species: -

3. Горските съобщества от съюз *Pinion peucis* Horvat 1950

Горите от бяла мура (*Pinus peuce*) се отнасят към клас *Vaccinio-Piceetea*, които включва холарктичните вечнозелени и борео-субарктични гори на олиготрофни и дренирани почви в бореалната зона и на големи надморски височини в планините в неморалната зона на Евразия. Европейските борео-планински и високопланински смърчови и борови гори на бедни почви се отнасят към разред *Piceetalia excelsae* на същия клас. Ацидофилните гори на бяла мура, разпространени в планинските и вископланинските горски пояси на планините от централните и южни части на Балканския полуостров се отнасят към съюза *Pinion peucis* (Mucina et al. 2016). Според Horvat (1963), горите от бяла мура на силикатни основни скали са едно от най-значимите явления в растителната покривка в средната част на Балканския полуостров. Horvat (1949) разглежда субалпийските гори на бяла мура, като характерна проява на височинното разпределение на горската растителност в силикатните планински масиви в херцеговско-черногорско-македонската област. И ако бялата мура (*Pinus peuce*) в рамките на ареала си е разпространена основно на силикатни скали, то при подходящи микроусловия (сенчести изложения, депресии, дълбоки клисури и по-големи надморски височини) се среща и на варовикови субстрати. Тези локалитети се разширяват вторично в обезлесени територии, след преустановяване на животновъдството.

Съюз *Pinion peucis* Horvat 1950.

Асоциация *Adenostylo alliariae-Pinetum peucis* Nikolov & Dimitrov 2015.

Асоциация *Dryadeto octopetali-Pinetum peucis* ass. nova holotypus rel. № 6 hoc loco (таб. 3 от приложенията).

Субасоциация: *alchemillietosum velebiticae* nova holotypus rel. № 4 hoc loco (таб. 3 от приложенията).

Субасоциация: *festucetosum kozanensii* nova holotypus rel. № 8 hoc loco (таб. 3 от приложенията).

На територията на Северна Македония съобществата на бялата мура (*Pinus peuce*) заемат територии с обща площ от 3360 ha (Държавен статистически институт 2020) и съществува определена закономерност във вертикалното им разпределение. Най-широко разпространение имат във високопланинския горски пояс от 1650 до 2200 m н. в. В Северна Македония горите от бяла мура на варовик заемат по-големи компактни територии в района Бело Гротло на планината Нидже, а фрагментарно се срещат в района на Плат в Шар Планина, където имат реликтен характер от периода на терциера. Тук те формират горната граница на гората. По малки територии на силикатна геоложка основа заемат и в района на Чемериката в планината Нидже.

В настоящата дисертация освен фитоценологична характеристика на горите от бяла мура се прави и опит да се установи връзката между растителните съобщества и типове почви на различни скални основни в проучваните територии.

Анализирани са флористичния състав на съобществата, развиващи се на доломитни мрамори и силикати, в резултат от което беше установено, че в първия случай почвеният тип е рендзини, а във втория – кафяви горски (Cambisols). Определени са механичните и химични свойства на почвите от направените почвени профили. Установено е високо присъствие на карбонати във варовикови-доломитните рендзини в планината Нидже. На силикатни терени в Нидже бялата мура се развива на ненаситени кафяви горски почви (Dystric Cambisols). Разликите във флористичния състав на съобществата и почвите на различни основни скали са ясно очертани и са описани по нататък в текста.

3.1. Педоложки характеристики на горите от бяла мура

За установяване на едафоекологичните условия и връзката на растителните съобщества на бялата мура с почвените типове са направени два почвени профила в планината Нидже.

Първият почвен профил е направен в полегат сипей от доломитни мрамори в района на Бело Гротло, а другият е в района на Чемериката, където геоложката основа е флувиоглациален нанос на силикат.

С влошени физични свойства е почвата от профил №1, който е направен на варовикови-доломитни рендзини, поради малката дълбочина на профила и много високата пропускливост на скалната основа (варовици и доломити). Поради голямата дълбочина и мощност на профил №2 (brown forest soil - Cambisols) и характера на основната скала (рохкав флувоглациален нанос), растенията могат да черпят вода и хранителни вещества от по-големия обем на почвата и условията са по-благоприятни в сравнения с профил №1.

Почвените проби от профил №2 са безкарбонатни, докато пробите от профил №1 са с голямо съдържане на карбонати. Поради високото съдържане на карбонати в профил №1, рН на почвения разтвор не е високо. Подобни са стойностите на рН и съдържанието на карбонати на рендзините в планината Нидже, посочени от Виларов (1965).

За почвите образувани върху доломити и доломитни мрамори е характерно, че карбонатите се намират в по-големите фракции (едър+дребен пясък) и поради това влиянието на реакцията на почвата е малко. Реакцията на почвата във вода (рН на

водния разтвор) в двете почвени проби от профил №1 е неутрална. Затова във фитоценологичните описания в територията, в която е направен този профил се развиват и ацидофилни видове като *Vaccinium myrtillus*.

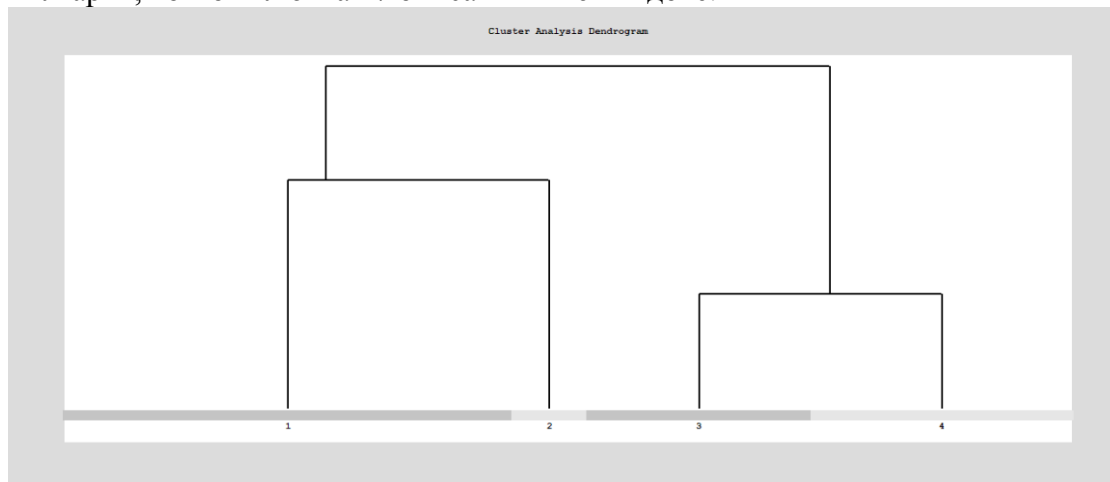
Друга важна характеристика на почвите, образувани върху доломити и доломитни мрамори, е увеличеното количество на Mg-йони в почвения разтвор, както и сорбционният капацитет на почвата, а даже в някои случаи е по-голямо участието на този йони едновременно с Ca-йони. Основната причина е, че основната скала (доломитни мрамори) има високо съдържание на Mg-йони. За разлика от доломитите и доломитните мрамори, в сорбционния капацитет и почвения разтвор на почвите, образувани върху твърди варовици и калцитни мрамори, доминантни са Ca-йони. Всъщност Ca-йони са доминантни във всички почви в Северна Македония, освен в почвите образувани върху доломити, доломитни варовици и серпентинити (Filipovski 1996).

Друга характеристика на рендзините е, че дълбочината и мощността им варират на много малки разстояния, т.е. контактът на корените с основната скала е по-голям или по-малък. При по-плитките почви, корените са в по-силен контакт с варовитата стена, а при по-дълбоките почви е по-малък. Поради това е възможно на малки разстояния да има ацидофилни и базифилни видове.

При профил №2 ситуацията е по-ясна. По целия профил почвата е безкарбонатна и с ниски стойности на рН. Това са и най-благоприятните за бялата мура местообитания, главно поради дълбочината и физиологичната активност на почвите, т.е. корените на бялата мура проникват по-дълбоко (хор. C/R, глациофлувиален нанос).

3.2. Числови анализи на съобществата на бяла мура (*Pinus peuce*)

Въз основа на предходно направените числови анализи, направените в рамките на проучването описания, включени клъстери 2 и 3 (фиг. 13) се отнасят към съюза *Pinion peucis*. За да се установи, че те се отнасят към вече описана асоциация или нова такава, беше направена база данни с описания от територията на Северна Македония и България, която включва 27 описания и 162 видове.



Фигура 13. Йерархична класификация във вид дендрограма въз основа на описанията на 27 съобщества от бяла мура.

Клъстер 1 – България (Стара планина), ass. *Adenostylo alliariae-Pinetum peucis* Nikolov & Dimitrov 2015; клъстер 2 – С. Македония, (Нидже, Чемериката), съобщества на бяла мура на силикатна основна скала (флувиоглациални наноси); клъстер 3 – С. Македония (Шар Планина), съобщества на бяла мура на твърди варовици; клъстер 4 – С. Македония (Нидже, Бело Гротло) на съобщества на бяла мура на доломитни варовици.

3.3. Асоциация *Adenostylo alliariae-Pinetum peucis* Nikolov & Dimitrov 2015

Въз основа на направения анализ беше установено, че съобществата с доминиране на бяла мура в Чемериката (Нидже) на силикатна основна скала (флувиоглациални наноси) в голяма степен са сходни с описаната в България асоциация *Adenostylo alliariae-Pinetum peucis* (Nikolov & Dimitrov 2015). Независимо, че описанията от Нидже са сравнително малко на брой (само 2), те показват флористично сходство с асоциацията от България, поради присъствието, както на диагностичните видове *Stellaria nemorum* и *Adenostyles alliariae*, така и на общите за клъстери 1 и 2 видове: *Lactuca muralis*, *Stellaria nemorum*, *Dryopteris filix-mas*, *Athyrium filix-femina*, *Adenostyles alliariae*. Присъствието само в описанията от Чемериката в Нидже на *Elymus caninus*, *Rubus hirtus*, *Clinopodium grandiflorum*, *Doronicum austriacum*, *Galium odoratum*, *Poa pratensis*, *Primula veris*, *Sanicula europaea*, *Veratrum album*, *Viola reichenbachiana*, срещащи се и на други места в Северна Македония предполага, че при евентуални бъдещи прочувания, асоциацията може да се окаже с по-широко разпространение или да бъде описана нова асоциация.

Поради дълбоката почва (Dystric Cambisols), върху която се развиват горите от асоциация *Adenostylo alliariae-Pinetum peucis*, сенчестите изложения, умерено стръмният терен и високата относителна влажност съобществата в Нидже (локалитет Чемериката), се отличават с добри биоструктурни характеристики. Заеманата площ е около 40–50 ha при надморска височина от 1700 до 1950 m.

Cluster 2

Number of releves: 2

Threshold fidelity value for diagnostic species: 70 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Диагностични видове: *Elymus caninus*, *Rubus hirtus*, *Clinopodium grandiflorum*, *Doronicum austriacum*, *Galium odoratum*, *Poa pratensis*, *Primula veris*, *Sanicula europaea*, *Veratrum album*, *Viola reichenbachiana*

Константни видове: *Abies borisii-regis*, *Pinus peuce*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Lactuca muralis*, *Luzula sylvatica*, *Stellaria nemorum*.

Доминантни видове: *Pinus peuce*

3.4. Асоциация *Dryadeto octopetali-Pinetum peucis* ass. nova

holotypus rel.описание № 6 hoc loco (таб. 3 от приложенията).

Към тази асоциация се отнасят съобществата, формиращи клъстери 3 и 4 (фиг. 13). Те включват фитоценологични описания от локалитетите: Плат на Шар планина на твърди варовици (кълъстер 3) и Нидже – локалитет Бело Гротло върху основа от доломитни мрамори (кълъстер 4). Характерният флористичен състав на тези съобщества и определените диагностични видове: *Galium anisophyllum*, *Asplenium viride*, *Crepis viscidula*, *Dryas octopetala*, *Linum capitatum*, дават основание да бъде описана нова асоциация.

Асоциацията *Dryadeto octopetali-Pinetum peucis* се развива във високия субалпийски пояс в диапазона от 1850 до 2050 m н.в на доломитни мрамори (местност Бело Гротло – Нидже) върху които е образувана плитка рендзина. Важно е да се отбележи, че в Нидже горната граница на гората формирана или от брезови гори, или по-често от борови гори.

Диференциални видове за горите от бяла мура в Нидже са: *Carex kitaibeliana*, *Festuca kozanensis*, *Armeria canescens*, *Thymus boissieri* и др. Поради доминиращото

участие и степента на срещаемост на балканския ендемит *Festuca kozanensis*, предлагаме името на тази субасоциация да бъде *festucetosum kozanensii* subass. nova holotypus rel. № 8 hoc loco (табл. 3 от приложения).

В асоциацията доминират хемикриптофитите, които имат относително участие 54,67%.

От фитогеографския спектър се вижда, че преобладават евроазиатските флорни елементи (41,77%), а от балканските флорни елементи (24,05%), които са втори по участие в тази асоциация, преобладават южнобалканските елементи.

Чрез „analysis of constancy columns in synoptic table” на програмния пакет Juice, са определени таксони от съобществата в клъстер 3 и 4, по които те различават от останалите (от кластери 1-2). Представени са резултатите от анализа:

Analysis of synoptic table

Cluster 3

Number of releves: 6

Threshold fidelity value for diagnostic species: 70 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Diagnostic species: *Alchemilla velebitica*, *Hypericum richeri* subsp. *grisebachii*, *Silene pusilla* subsp. *albanica*, *Soldanella pindicola*, *Crepis viscidula*, *Geranium sylvaticum*, *Saxifraga rotundifolia*, *Trollius europaeus*.

Constant species: *Campanula foliosa*, *Campanula pichleri*, *Lilium albanicum*, *Abies borisii-regis*, *Pinus peuce*, *Daphne mezereum*, *Juniperus communis*, *Vaccinium myrtillus*, *Luzula sylvatica*.

Dominant species: –

Cluster 4

Number of releves: 7

Threshold fidelity value for diagnostic species: 70 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Diagnostic species: *Festuca kozanensis*, *Thymus boissieri*, *Iberis sempervirens*, *Arctostaphylos uva-ursi*; *Armeria canescens*, *Asperula aristata*, *Aurinia rupestris*, *Bupleurum falcatum*, *Carex kitaibeliana*, *Cerastium decalvans*, *Edraianthus graminifolius*, *Epipactis atrorubens*, *Euphrasia salisburgensis*, *Festuca hirtovaginata*, *Galium anisophyllum*, *Galium oreophilum*, *Minuartia verna*, *Polygala major*, *Ranunculus montanus*, *Saxifraga scardica*, *Saxifraga sempervivum*, *Sedum ochroleucum*, *Sesleria tenerrima*, *Silene saxifraga*

Constant species: *Abies borisii-regis*, *Pinus peuce*, *Sorbus aucuparia*, *Daphne oleoides*, *Juniperus communis*, *Vaccinium myrtillus*, *Asplenium viride*, *Cardamine glauca*, *Dianthus integer*, *Dryas octopetala*, *Linum capitatum*, *Linum hirsutum*, *Luzula sylvatica*

Dominant species: *Pinus peuce*

4. Горски съобщества от съюз *Fago-Pinion* Em 1981 (*Pinion sylvestris* (Aichinger 1933) Lakušić 1972

Vaccinio-Picetea Br.Bl. in Br.-Bl. Et al. 1939

Pinetalia sylvestris Oberd. 1957

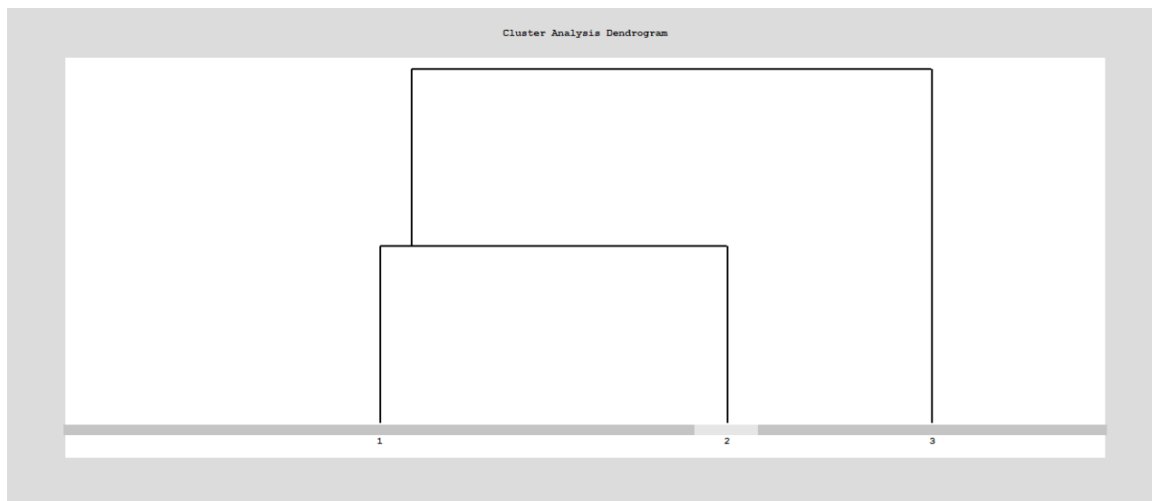
Борови гори с вторичен произход

Fago-Pinion Em 1981 (*Pinion sylvestris* (Aichinger 1933) Lakušić 1972

В по-широк контекст, в синтаксономичната йерархична схема, тези гори се отнасят към класа на вечнозелените и борео-субарктични гори на олиготрофни и дренирани почви в бореалната зона и на големи надморски височини в планините на неморалната зона на Евразия, и към разреда на бореално-умерените борови гори на бедни и хидроморфни почви.

За това проучване избрахме описания от Em (1981) съюз *Fago-Pinion*, който обединява съобществата на представителите на род бор във вторични местообитания и на кисела геоложка основа в южните централни части на Балканския полуостров. Той включва горските съобщества от черен и бял бор, които се развиват в македонските планини върху силикатна геоложка основа (гнайси, различни шисти, но и върху трахитоидни скали). Тясно свързани с тези борови гори, според Horvat (1950) и Em (1981) са и гори от бяла (*Pinus peuce*) в ниските части на планината Пелистер, които Em (1962) описва под името *Pteridio-Pinetum peucis*.

За разлика от реликтните, тези борови гори са се появили в по-ново време. Разположени са на вторични местообитания на силикатен геоложки субстрат (гнайси, шисти, трахиандензити и др.) и са преходен етап от сукцесионното развитие.



Фигура 14. Класификационна дендрограма на съобщества, доминирани от бял и черен бор.

Клъстер 1 – фитоценологични описания в гори на бял бор на силикатна геоложка основа в Нидже, Козяк и Кожух, **Клъстер 2** – фитоценологични описания в гори на бял бор в субалпийския пояс на Нидже; **Клъстер 3** – фитоценологични описания в гори на черен бор на силикатна геоложка основа в Нидже, Козяк и Кожух.

Производните борови гори на вторични местообитания се различават значително от първичните (реликтните) по своята синдинамика. За първичните е характерно, че показват висока степен на стабилност, докато вторичните се характеризират с нестабилност. Местообитанията, върху които са се развили, позволяват появата на редица други дървесни видове, включително представители на доминиращите в климатогенните съобщества в растителната зона. Практикуваните сечи, като цяло не позволяват успешно възобновяване на боровете и всъщност водят до климатогенни съобщества, особено букови и/или буково-елови горски съобщества в по-високата зона или дъбови гори в по-ниските зони. Поради тези причини в нашите фитоценотични описание делът на бука и дъбовете е сравнително голям.

Базата данни, която беше обработена при статистическия анализ включва 33 фитоценотични описания и 165 таксона.

4.1. Асоциация *Fago sylvaticae-Pinetum sylvestris* Em (1962) 1981

В резултат от направения анализ на фитоценологичните описания беше установено, че съобществата с доминиране на бял бор на силикатна основа в Нидже, Козяк и Кожух се отнасят към асоциацията *Fago sylvaticae-Pinetum sylvestris* Em (1962) 1981. Присъстват характерните за нея видове: *Pinus sylvestris*, *Luzula luzuloides*, *Luzula sylvatica*. Освен това, в клъстер 1 участват и други, срещащи се в асоциацията видове *Pyrola rotundifolia*, *Stellaria holostea*, *Moehringia trinervia* и *Lathyrus venetus*.

Чрез опцията „analysis of constancy columns in synoptic table” на програмния пакет Juice, са определени диференциалните за клъстер 1 таксони, чрез които съобществата се различават от останалите (кълъстери 2 и 3):

Analysis of synoptic table

Cluster 1

Number of releves: 20

Threshold fidelity value for diagnostic species: 60 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Diagnostic species: *Symphytum tuberosum*

Constant species: *Fagus sylvatica*, *Pinus sylvestris*, *Vaccinium myrtillus*, *Euphorbia amygdaloides*, *Fragaria vesca*, *Potentilla micrantha*, *Trifolium alpestre*, *Veronica officinalis*, *Viola reichenbachiana*

Dominant species: *Pinus sylvestris*

а. Вариант с *Campanula abietina*

Белоборовите гори в Нидже над 1800 m н.в. (кълъстер 2) се отличават в известна степен от останалите (кълъстери 1 и 3). Това се подчертава от често срещаните в състава им *Campanula abietina*, *Senecio squalidus* subsp. *rupestris*, *Bellardiochloa variegata*, *Geranium subcaulescens*, *Carlina acanthifolia*, *Pilosella hoppeana*, *Festuca varia*, *Dichoropetalum oligophyllum*, *Genista sagittalis*. На този етап, тези съобщества се разглеждат като вариант с *Campanula abietina* на асоциацията *Fago sylvaticae-Pinetum sylvestris*. Може да се очаква бъдещи проучвания и в други райони да потвърдят, че тези съобщества са по-широко разпространени и би могъл да бъде променен и синтаксономичния им статус.

Analysis of synoptic table

Cluster 2

Number of releves: 2

Threshold fidelity value for diagnostic species: 60 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Diagnostic species: *Genista sagittalis*, *Genista carinalis*, *Bellardiochloa variegata*, *Campanula abietina*, *Campanula spatulata*, *Carlina acanthifolia*, *Dichoropetalum oligophyllum*, *Digitalis viridiflora*, *Doronicum columnae*, *Festuca varia*, *Geranium subcaulescens*, *Helianthemum nummularium*, *Hypericum barbatum*, *Pilosella hoppeana*, *Pilosella officinarum*, *Pimpinella alpina*, *Primula veris*, *Ranunculus breyninus*, *Senecio squalidus* subsp. *rupestris*.

Constant species: *Pinus sylvestris*, *Juniperus communis*, *Vaccinium myrtillus*, *Brachypodium sylvaticum*, *Euphorbia amygdaloides*, *Fragaria vesca*, *Potentilla micrantha*, *Pteridium aquilinum*, *Trifolium alpestre*, *Veronica chamaedrys*, *Veronica officinalis*.

Dominant species: –

4.2. Асоциация *Fago sylvaticae-Pinetum nigrae* Em (1962) 1981

Анализът на фитоценологичните описания в съобществата, развиващи се на силикатни скали в Нидже, Козяк и Кожух и доминирани от черен бор показва, че те се отнасят към асоциацията *Fago sylvaticae-Pinetum nigrae* Em (1962) 1981. Основания за това дава сходния флористичен състав, както и присъствието на характерните за тази асоциация видове *Trifolium pignanii*, *Cytisus hirsutus*, *Campanula persicifolia*. Съобществата на черния бор се развиват в диапазона от 900 до 1300 m надморска височина, на слънчеви изложения и връху дълбки почви.

Характеризиращи съобществата видове, определени чрез JUICE:

Analysis of synoptic table

Cluster 3

Number of releves: 11

Threshold fidelity value for diagnostic species: 60 (70)

Threshold frequency value for constant species: 60 (60)

Threshold frequency value for dominant species with cover up to 80: 0 (100)

Diagnostic species: *Pinus nigra*, *Clinopodium vulgare*, *Poa nemoralis*.

Constant species: *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica*, *Juniperus communis*, *Arenaria agrimonoides*, *Dactylis glomerata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Fragaria vesca*, *Hieracium murorum*, *Pteridium aquilinum*, *Veronica chamaedrys*, *Viola reichenbachiana*.

Dominant species: *Pinus nigra*.

VII. Стопански дейности, естествено възобновяване и сукцесионна динамика в горите от бял (*Pinus sylvestris*), черен (*Pinus nigra ssp. pallasiana*) бор и бяла мура (*Pinus peuce*)

В естествените гори от бял бор (*Pinus sylvestris*) на силикатна геоложка основа и на дълбоки почви от типа на камбисолите, възобновяването на зрелите насаждения зависи в голяма степен от гъстотата на склопа. При по-голям склопеност естественото възобновяване се осъществява по-трудно и по-бавно. Горите се възобновяват най-добре при склоп около 0,3–0,5 и по-слабо при склоп 0,7. По отношение на изложението, най-голямо количество надежден подраст има на западни изложения, след това на южни и източни. При провеждане на горскостопански дейности, белият бор има най-добро възобновяване при отваряне на котли с площ до 500 m², след това с площ 500–100 m², а най-малко естествен подраст се развива при кръгли котли с размери 1000–1500 m². Дървесният запас се движи од 250 до 415 m³. Независимо, че по-често се прилага изборно стопанисване то е неподходящо. Най-добрият начин за възобновяване на горите от бял бор е групово-постепенно стопанисване (Баткоски 1977).

В условия на природни бедствия като пожари или каламитети протичат процеси на изсъхване на горите от бял бор и на тяхно място сравнително лесно се настаняват климатоналните видове бук и ела. Така последователните промени водят до развитието на широколистна гора или смесена гора от широколистни и иглолистни видове. Друг е случаят с естествените горски съобщества от бял бор върху базифилна геоложка основа и плитки почви. Въпреки че тези гори са в относително стабилно състояние, последователните промени протичат бавно, но сигурно. Сукцесионните процеси включват сериални съобщества, сменящи се в следния ред:

бял борова серия на силикати и дълбоки почви

Ass. Pteridio-Asphodeletum albae Em n. nud ↓

Ass. Fago sylvaticae-Pinetum sylvestris Em ↓

Ass. Abieti borisii-regis-Fagetum

бял борова серия на варовици

литична органогенна рендзина

Ass. Cyano pindicolae-Pinetum sylvestris ↓

колувиална органогенна рендзина

Ass. Quercu-Ostryetum carpinifoliae Ht ↓

Колувиална органоминерална рендзина

Ass. Abieti borisii-regis-Fagetum вариант на варовик

Що се отнася до горите от черен бор, естественото възобновяване при провеждане на възобновителни сечи, с многократно влизане и ниска интензивност, води до лошо възобновяване. Върху силикатни геоложки субстрати и дълбоки почви в черно борови гори най-подходяща е групово-постепенна сеч със съобразяване на биологията и екологията при възстановяване на черния бор.

В горите от черен бор на варовик, поради условията на месторастене (плитки и силно осветени склонове), изборът на оптимален начин на стопанисване е свързан с осигуряване на максимална защита на почвата, като се използват подходящите микроусловия за развитие на подраст, за да се избегне негативното въздействие на склопа и развитието на ерозия. Оттук се налага като оптимален начин на стопанисване, провеждане на групово изборни сечи, при което групите трябва да са на площ 2-3 пъти от средната височина на дърветата и да започват от транспортната граница (Николовски 1987).

От гледна точка на синдинамика са налице следните серии:

Съвременна динамична серия на растителността на вторични силикатни местообитания

черно борова серия

Ass. *Pteridio-Asphodeletum albae* Em n. nud ↓

Ass. *Fago sylvaticae-Pinetum nigrae* Em ↓

Ass. *Fago-Abietetum borisii-regis* Em *luzuletosum* (включително и *Calamintho grandiflorae-Fagetum*) ↓

Ass. *Abieti borisii-regis-Fagetum*

динамична серия на растителността на първични варовити местообитания

черно борова серия на варовици

литична органогенна рендзина

Ass. *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae* Em ↓

колувиална органогенна рендзина

Ass. *Quercu-Ostryetum carpinifoliae* Ht ↓

колувиална органоминерална рендзина

Ass. *Aristolochio-Fagetum* Em (включително *Carpino betuli-Buxo-Fagetum* Em)

Възобновителните процеси на горите от бяла мура на големи надморски височини и разващащи се на доломитен мрамор са тясно свързани с наличието на пряка слънчева светлина. Но тъй като бялата мура предпочита влажни местообитания дори, когато се развита и на почти гола основна скала, възобновяване се наблюдава в микропонижения на склонове със северни изложения. Тъй като са реликтно и уникално явление горите от бяла мура не са стопанисвани и страдат единствено от пожари или от природни нарушения. При връх Нидже на силикатни терени, в миналото е имало известна антропогенна намеса, но горите от бяла мура са били леко засегнати.

серия бяла мура на силикати и дълбоки почви

Ass. *Pteridio-Asphodeletum albae* Em n. nud ↓

Ass. *Adenostylo alliariae-Pinetum peucis* Nikolov & Dimitrov ↓

Ass. *Abieti borisii-regis-Fagetum*

серия бяла мура на варовици

Ass. *Dryadeto octopetali-Pinetum peucis* ↓

Ass. *Abieti borisii-regis-Fagetum* вариант на варовик

VIII. Изводи и препоръки

Изводи

Установяването на сравнително голям брой синтаксони (8 асоциации, 3 субасоциации, 4 съобщества (community) и един вариант, отнесени към 4 съюза, 3 разреда и 4 класа), е показател за голямото растително разнообразие на проучения район.

Освен с реликтни борови гори, планините Нидже, Козяк и Кожух се характеризират с разпространението на голям брой локални ендемични видове, като и ендемити за централните и южните части на Балканския полуостров. За някои от установените средноевропейски и арктоаплийски видове, проучваните планини са южна граница на ареала им. Най-много ендемити се срещат в масива Нидже - Кожух - водосбора на Стара река, м. Капките и под връх Дудица, Аджибарица, Чичи Кая, Мала Рупа, Двете уши, водосбора на река Конска, Бело Гротло, Бела Река.

Описаните нови за науката 3 асоциации и 3 субасоциации потвърждават ендемичния характер на съобществата на бялата мура и белия бор.

Част от идентифицираните съобщества могат да се разглеждат като сериални и очертават насоките на синдинамичните процеси.

Установените връзки между растителните съобщества и почвените типове, потвърждават еволюционните връзки между растителността и едафоклиматичните фактори на средата.

Горите от бял бор и бяла мура в субалпийския пояс на планините Нидже и Кожух формират горната граница на гората. Това съответства на пояското разпределение на горската растителност върху силикатни основни скали и в други планини на територията на Балканския полуостров, докато формирането на горната граница на гората от съобщества на бяла мура върху доломитни мрамори е специфичен феномен за изследваните планини.

Възстановяването на горната граница на гората протича сравнително бързо, особено в Кожух, където за период от 80 години, тя се е покачила с около 400 m. Този факт може да се обясни, както с преустановяване на интензивните антропогенни дейности, така също с екологичните особености на основните лесообразуватели, а вероятно и с протичащите климатични промени.

В планинската верига Нидже-Кожух се намира една от най-южните части на широкия евразийски ареал на белия бор, а също и на ареала на балканския ендемит бяла мура, което потвърждава реликтния характер на доминираните от тях съобщества. Бялата мура е запазила част от дизюнктния си ареал, тъй като в Нидже и Кожух не е имало ясно изразено заледяване.

Препоръки

Изследването на съобществата, доминирани от борове от южната страна на планините Нидже, Козяк и Кожух на гръцка територия, ще бъде от голямо значение за определяне на синтаксономичната категория на съобществата, които не са отнесени към асоциации или субасоциации в настоящото изследване. Това важи особено за съобществата от бял бор, които са много редки върху основни и офиолитни скали.

Голяма част от планинския масив Нидже-Козяк-Кожух заслужава да бъде обявена за зона от екологичната мрежа Натура 2000, особено предвид факта, че частите от него, намиращи се на гръцка територия са включени в мрежата. Това ще осигури обособяване на трансгранична зона и съответно по-голяма степен на защита.

В бъдещото обявяване на Натура зони особено внимание заслужават местностите Бело Гротло, Бела река и Добро поле до Каймакчалан на Нидже, където се развиват реликтни черно и бяло борови гори и гори от бяла мура, тъй като представляват

рефугиуми, от които представителите на боровете се разпространяват и в други територии. Обектите Мешник, Петле и ждрелото на река Бласница в планината Козяк също би трябвало да бъдат включени в мрежата Natura.

Следващата стъпка в изследването на планинските масиви би следвало да бъде свързано с уточняване на горската типология с цел устойчивото управление на горските комплекси в района.

IX. Приноси

Научни

- За първи път е направена обща синтаксономична схема на боровите гори в масива Нидже-Кожух-Козяк чрез прилагане на числови методи.
- За първи път е описана асоциация на гори от бяла мура върху варовикови субстрати (*Dryadeto octopetali-Pinetum peucis*).
- За първи на територията на Северна Македония са описани нови асоциации и субасоциации:
 - ас. *Cyano pindicolae-Pinetum sylvestris*
 - ас. *Aurinio saxatillae-Pinetum nigrae*
 - ас. *Seslerio latifoliae-Pinetum nigrae* Em (1962) 1978 субасоциация *pulsatillaetosum slaviankae*
 - ас. *Dryadeto octopetali-Pinetum peucis* субасоциация *typicum*
 - ас. *Dryadeto octopetali-Pinetum peucis* субасоциация: *alchemillietosum velebiticae*
 - ас. *Dryadeto octopetali-Pinetum peucis* субасоциация: *festucetosum kozanensii*
- За първи път в Северна Македония е доказана експериментално връзката между растителните съобщества доминирани от борове и почвените типове.

Приложни

- Установяването на част от растителните съобщества в планините Нидже, Козяк и Кожух е важна предпоставка за определяне на типовете местообитания и изграждане на мрежата Натура 2000 в Северна Македония.
- Установената синтаксономична схема, направените подробни фитоценологични и екологични характеристика ще допринесат за уточняване на горската типология и за горската сертификация в Северна Македония.

Публикации по темата на дисертацията:

1. **Mandžukovski, D.**, Tzonev, R., Dimitrov, M. & Andreevski, M. 2018. Certain edaphoecological factors for upper treeline expansion of forest vegetation in the northern part of Kozhuf Mountain Massif in the Republic of Macedonia. *Forest Review* 49(2): 27–36.
2. **Mandžukovski, D.**, Teofilovski, A., Andreevski, M., Čušterevska, R., Tzonev, R. & Dimitrov, M. 2022. Relationships between vegetation of Macedonian pine (*Pinus peuce* Griseb.) and different types of soils on which it develops. *Насquetia* 21(1): 89-106. **SCOPUS, Q3, SJR -0,28.**