

Бъдещето на горите в Югозападна и Западна България с оглед на променящия се климат

Доц. д-р Момчил ПАНАЙОТОВ – Лесотехнически университет,
Васил ВАСИЛЕВ и Надя ЦВЕТКОВА – Сдружение „Геополиморфик Клауд“,
Андрей Ковачев – Сдружение за дива природа „Балкани“, Цветомир
КЪНЧЕВ – климатолог

Климатичните промени са едно от най-съществените предизвикателства на нашето време. Сред най-уязвимите компоненти на околната среда са горите. Изключително сложната комбинация от различни елементи на горските екосистеми, голяма част от които живи, предполага неяснота за това как те ще се справят с прогнозираните по-високи температури и летни суши през следващия век. Един от районите у нас, в който се очакват най-сериозни промени, е Югозападна България, където според климатичните модели е много вероятен средиземноморски тип климат със значително повишаване на температурите. Това е сред основните причини територията на Югозападното държавно предприятие – Благоевград (ЮЗДП) да бъде избрана за моделиране на потенциалната очаквана пригодност на условията на средата за основните дървесни видове в рамките на проект „Подпомагане на възстановяването, климатичната устойчивост и значимостта за биологичното разнообразие на приоритетни горски местообитания в „Натура 2000“ зони“ LIFE19 NAT/BG/000986 – LIFE REFOREST, финансиран от Програма LIFE Nature 2019 на Европейската комисия. Другата причина е изключителното разнообразие от релефни, почвени и климатични условия на територията на ЮЗДП, което покрива почти пълния спектър за нашата страна и съответно развитите модели могат да помогнат да се опознае по-добре екологичната ниша, която заемат дървесните видове.

Въпреки някои свои недостатъци и условности различните компютърни модели за прогнозиране на бъдещето позволяват да се направят предварителни предвиждания и да се очертаят приоритетни дейности и мерки за подготовка на горите. Сред най-популярните подходи е моделирането на екологичните ниши на видовете. Концептуално подходът се базира на това, че отделните видове съществуват в рамките на взаимното влияние на редица фактори, които имат своите гранични стойности и съответно чрез моделиране тези стойности могат да бъдат търсени. В рамките на своята еволюция различните видове са заели определени територии, които се характеризират с подходящи за тях условия (ареал). В много случаи е възможно на други места също да има подходящи комбинации от условия, но поради различни причини видовете да не са достигнали до тях и да не са успели да реализират пълноценно своята ниша. Пример за това е географска изолация заради

непреодолими за разпространението на вида условия.

Един от най-популярните компютърни модели за моделиране на екологичната ниша на видове е MaxEnt. Оригинално той възниква в Центъра за биоразнообразие и консервация към Американския музей по естествена история (AMNH). По същество е техника за прилагане на алгоритми за машинно самообучение (machine learning), наречена „моделиране на максималната ентропия“, и позволява да се установят комбинациите от фактори с най-голямо значение за разпространението на даден вид на базата на данни от реалното му разпространение. Въз основа на тази комбинация от фактори и изчисления се съставят карти, които показват пригодността на дадена територия като условия на месторастене спрямо проучвания дървесен вид. Същият алгоритъм може да се използва и за изчисляване на потенциално бъдещо разпространение на базата на получения модел за зависимости между екологичните фактори. Трябва да се отбележи,

че моделирането с MaxEnt позволява разкриването на екологична ниша, но не може да се използва за направа на изводи за конкурентните и други биотични взаимоотношения между отделни видове. Също така, както при всеки друг модел, недостатъци във входящите данни на някой параметър може да не позволят адекватно да се оцени влиянието му.

В рамките на посочения проект бяха използвани данните от предходно моделиране по проект, финансиран от НДЕФ („Адаптиране на горите на Югозападното държавно предприятие към климатичните промени“), на варирането на климатичните параметри върху територията на ЮЗДП. За основа послужиха данните от реални измервания в голям брой метеорологични станции за периода 1961 – 1990 г. и прогнозираните изменения на климата в региона според модела „Аладин“ при среден климатичен сценарий A1B по проекта CECILIA. От тези модели бяха извлечени стойностите на различни климатични параметри за всеки подотдел, в който се среща дървесен вид от интерес. Въз основа на данните от горскостопанските планове и триизмерен модел на релефа беше получена и информация за почвеното покритие, релефните особености и изложението. Тези дейности бяха изпълнени от екипа на Сдружение „Геополиморфик Клауд“, което е специализирано в обработката и анализите на данни в ГИС среда. Получените данни бяха въведени в модела MaxEnt като променливи в рамките на две изчисления. При първото беше направена оценка кои променливи са взаимосвързани и кои са от малко значение и съответно могат да отпаднат за второто проиграване на модела. За втория етап на изчисления бяха използвани 9 променливи, като 6 от тях бяха климатични, а другите 3 – свързани с почвеното покритие.

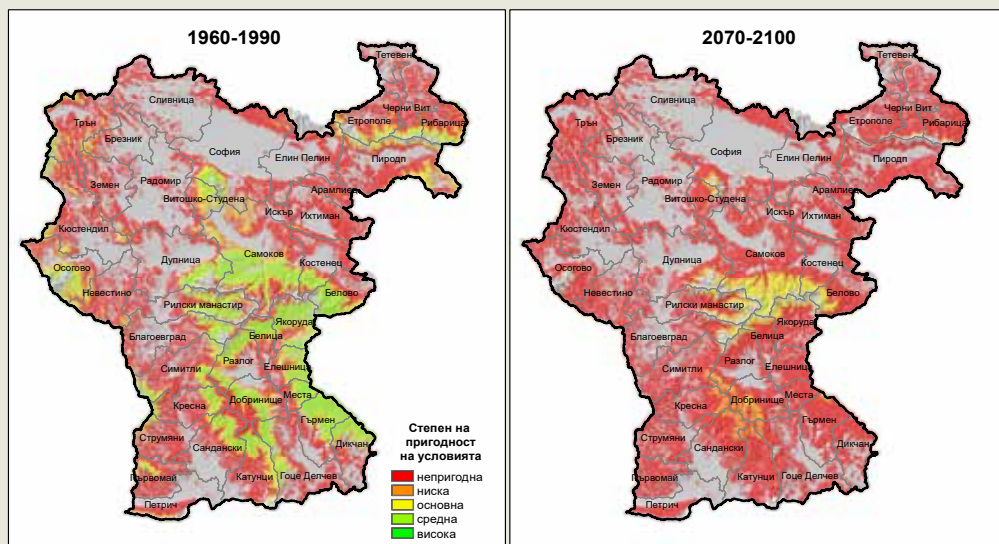
Какво показва моделирането с MaxEnt за основните дървесни видове на територията на ЮЗДП

Условно дървесните видове може да се разделят на 3 категории:

- дървесни видове, за които се очаква да се сблъскат със сериозно свиване на териториите с подходящи климатични условия;

- дървесни видове, за които може да се очаква нишата да се разширява

Степен на пригодност в условията на *Picea abies*



Ниска пригодност на условията ($>0.3, <0.5$): 992 кв.км
Висока пригодност на условията (>0.5): 2288 кв.км

Ниска пригодност на условията ($0.3, <0.5$): 579 кв.км
Висока пригодност на условията (>0.5): 137 кв.км

Фиг. 1. Моделиране на степен на пригодност на територията на ЮЗДП за обикновен смърч (*Picea abies*) при базисен климат (1961 – 1990 г.) и климатична прогноза (2070 – 2100 г.). Зеленият цвят показва територии с висока степен на пригодност на базата на климатични показатели, а жълтият – със средна степен. Оранжевите и червените цветове сочат ниска степен на пригодност

и съответно те да увеличат заемащата от тях площ;

- видове, за които не се очаква съществена промяна.

Към първата категория, които условно можем да наречем „губещи“, се отнасят предимно иглолистните дървесни видове и особено тези, които сега заемат най-студените зони в субалпийските гори. Моделирането показва значително свиване на екологичните им ниши. На база на климатични условия екологичните ниши ще се изместват към по-големи надморски височини, но там се очаква видовете да срещнат други лимитиращи фактори като силни ветрове, лавини, прекалено скалисти участъци с примитивни почви или без почви, бавно нарастване на младите индивиди и повишен риск от измръзването им. От друга страна, от по-малки надморски височини е вероятно настъпването на силно конкурентни видове, основно обикновения бук, който може да измести или ограничи на много места разпространението на дадени иглолистни видове. Може да се счита, че за някои моделирането на екологичната ниша не представя в достатъчно добра степен пълната пластичност на вида. Пример е бялата мура, която сега успява да се развива успешно и на доста по-ниски локации от известните масови находища, което е индикация за по-широка пластичност и потенциал за понасяне и на по-високи температури при подходящи други условия. Независимо от това

потенциалното свиване на екологичните ниши е силно притеснително особено за редките планински видове и изисква усилия в по-детайлни проучвания, сериозен мониторинг на състоянието на популациите, експерименти за натрупване на опит с производство на посадъчен материал и залесителни дейности, целенасочено стопанисване за толериране на такива видове. Вероятно най-засегнатият вид ще е обикновеният смърч. Както е известно, той се развива добре при хладен планински климат и има предпочитания към сенчести изложения на склоновете със сравнително богати почви. За територията на ЮЗДП 90 % от разпространението му е между 1200 и 1950 м н.в. (средно 1550 м н.в.) при средна годишна температура 5.9°C , средна температура за юли 14.6°C , средна сума на валежите 890 мм и средна сума на летните валежи (юли – август) – 136 мм, при преобладаващо средноплатки и дълбоки тъмноцветни и кафяви горски почви.

Моделирането на екологичната ниша за обикновения смърч показва силна зависимост на разпространението от средната годишна температура, годишното количество на валежите и индекс на континенталност, изчислен по методиката на Ривас – Мартинез. Моделът показва висока пригодност на условията на средата при базов климат върху 2288 км² предимно в Рила, Пирин, Западните Родопи и Витоша, което да голяма степен съвпада със сегаш-

ното разпространение на територията на ЮЗДП (фиг. 1). При прогнозираните бъдещи климатични условия за 2070 – 2100 г. терените с висока пригодност от климатична гледна точка се очаква да бъдат едва 137 км² – т.е. 15-кратно намаляване на терените с подходящи условия.

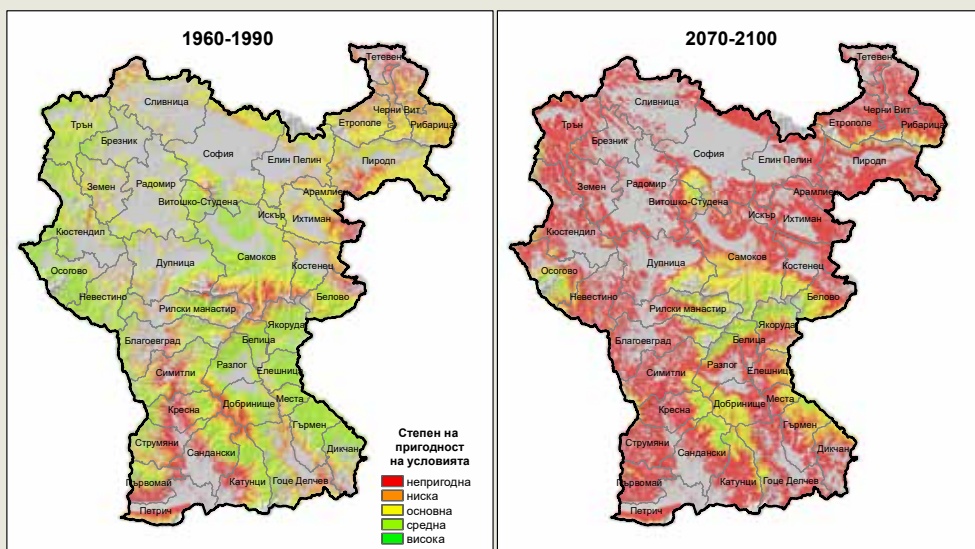
Много сходни модели се получават и за клек, бяла мура, черна мура, обикновен ела. За представителите на род бор се очаква, че реалната ситуация може и да не е толкова лоша в сравнение с модела – известна е тяхната по-висока толерантност към засушавания в планински условия и по-голямата непретенциозност спрямо почвените условия. За обикновения смърч и обикновената ела обаче прогнозите са наистина много притеснителни предвид техните изисквания към по-богати почви и повече овлажняване. Важно уточнение е, че тези модели са развивани изцяло за естественото разпространение на видовете. Както е известно, при белия и черния бор са налице много големи площи култури, създадени на по-малки надморски височини, и голяма част от тях и сега се намират извън моделираните подходящи условия за видовете. Това означава, че ако климатичните прогнози се реализират дори частично, в тези култури ще са налице условия за значително влошаване на състоянието на залесените видове. Очаква се белият бор да е особено потърпевш, защото е взискателен към атмосферната влажност и комбинацията от високи температури и засушаване на по-малки надморски височини влошава много състоянието му (фиг. 2).

Сред дървесните видове с моделирано очаквано намаляване на териториите с подходящи климатични условия са и по-претенциозни широколистни видове като дребнолистна и едролостна липа, обикновен кестен, елши. Възможно е това да е отражение на малкото входящи данни за подотдели с осезаемо участие на тези видове. Независимо от причините подобно развитие на ситуацията изисква внимание към тях, качествен мониторинг и своевременно подпомагане в случай на необходимост.

Към втората категория, които условно можем да наречем *печеливши*, се отнасят предимно видовете от род дъб, келявият габър, смриките. Те са добре приспособени, за да понесат много широк спектър от условия и успешно да се развиват при комбинации от бедни почви, лятно засушаване и краткосрочно, дори значително спадане на температурите през зимния сезон, което е важен фактор, ограничаващ

разпространението на видове с предимно средиземноморски ареал. Като пример бихме посочили косматия дъб, който се характеризира с най-голяма пластичност при потенциално затоплящ и засушаващ се климат. Анализът на данните за разпространение на *Quercus pubescens* на територията на ЮЗДП показва, че той се среща при високо участие (над 40 % в рамките на подотдел) на 251 км², а с по-ниско участие на още 285 км² при надморска височина от 150 до 1350 м, като най-осезаемо е в диапазона 500 – 950 м н.в. при много различни комбинации от почвени и релефни условия. В случая с територията на ЮЗДП моделирането за *Quercus pubescens* показва висока степен на пригодност на 2164 км² при базисни климатични условия, 1960 – 1990 г., и текущи данни за разпространението (фиг. 3, лява карта, жълти и зелени цветове). При очакваните бъдещи климатични условия териториите с висока пригодност на условията за разпространение на *Quercus pubescens* ще станат 3590 км², а с ниска пригодност – още 2167 квадратни километра. Това е почти двойно увеличаване на екологичната ниша. На практика всички хълмисти и нископланински терени ще са подходящи за вида. Сходно е увеличаването за благауна (*Quercus frainetto*), при който се очаква териториите с висока пригодност да се увеличат двойно – 7398 км², за цера (*Quercus cerris*) – очаквани подходящи условия на 5869 км² – почти двойно нарастване. При горуна (*Quercus petraea*) се очаква сравнително запазване на площта на териториите с подходящи условия, като голяма част от сегашната ниша се влошава с една подстепен на пригодност. Разширяването на нишата е в посока навлизане по-високо в планините, като единствено високите части на Пирин, Рила, Витоша и най-високите части на Стара планина и Беласица остават с недобра пригодност. В действителност, ако атмосферната влажност не спадне, е възможно и част от подходящите сега за горуна планински склонове да запазят своята пригодност предвид толерантността на вида към бедни почви и скалисти терени. По тази причина може да се счита, че горуният като цяло ще е вид, който няма да претърпи сериозна загуба на подходящи местообитания и по-скоро би запазил голямото си значение, особено на стръмни, скалисти и припечни склонове в средния лесорастителен пояс.

Същевременно, независимо от екологичната пластичност, трябва да се отчете трудното възобновяване на дъ-



Ниска пригодност на условията (>0.3, <0.5): 2678 кв.км
Висока пригодност на условията (>0.5): 6143 кв.км

Ниска пригодност на условията (0.3, <0.5): 1156 кв.км
Висока пригодност на условията (>0.5): 1363 кв.км

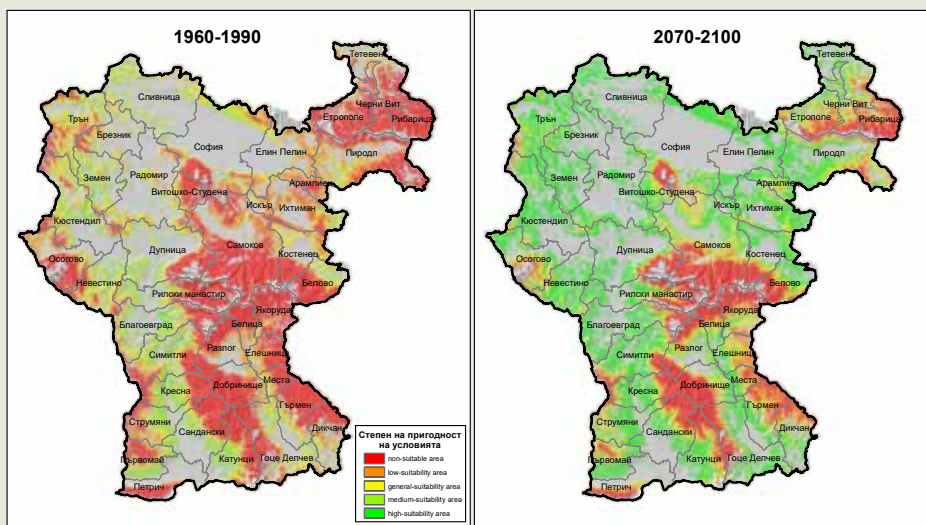
Фиг. 2. Моделиране на степен на пригодност на територията на ЮЗДП за бял бор (*Pinus sylvestris*) при базисен климат (1961 – 1990) и климатична прогноза (2070 – 2100)

бовете, малките им възможности за миграция, значителното натоварване от прегризване и конкуренция с други видове с потенциално добро представяне при бъдещи по-топли условия като например келявия габър. Това значи, че ако трябва да се реализира потенциално по-добрата ниша на дъбовете, ще са необходими сериозни усилия в отглеждането на горите и тяхното опазване. В противен случай е вероятен преход към растителни съобщества от средиземноморски тип с доминиране на храсти и дребноразмерни дървета. Един от потенциално печелившите видове при такъв сценарий би бил келявият габър (*Carpinus orientalis*), но това не е желателно от стопанска и донякъде от екологична гледна точка.

Сред видовете, които може да запазят или дори да имат разширяване на екологичните си ниши, са обикновеният бук и обикновеният габър. И при двата вида, които са с голямо значение за средния планински пояс, се наблюдава сравнително запазване или увеличаване на екологичните ниши като територия. Логично е, че това ще е възможно при мигриране към по-големи надморски височини и засилване на конкуренцията с видовете, които сега доминират тези месторастения. Промените може да са за сметка на загуби на територии при по-малки надморски височини от обикновения бук, на заемане на тези площи от обикновен габър и навлизане на обикновения бук по-широко в зоната на иглолистните, основно на мястото на обикновения смърч и бялата мура. Моделирането показва потенциално за-

пазване и разширяване на екологичните ниши и на ценни видове с малко участие в смесените широколистни гори като обикновен явор, планински ясен, планински бряст, обикновена череша, а на по-малка надморска височина – мъждрян, сребролистна липа, полски ясен, бяла тополя, върби. Много от тях и сега имат висока пластичност, но реалното им разпространение е ограничено предвид по-ниска конкурентоспособност (например спрямо обикновен бук или други видове на по-малки надморски височини) или ограничаващи условия като тези на крайречните съобщества. Същевременно трябва да се има предвид, че при моделирането на екологичните ниши на видове с данни за малко подотдели с осезаемо участие (реалния случай с много от посочените видове) са възможни грешки в посока на изчисляване на много широка потенциална ниша.

Важно уточнение е, че посоченото моделиране е само за екологичните условия и не отчита други важни фактори като конкуренцията между видовете, възможностите за производство и особено за разпространение на семената, стопанските дейности, с които може да се направляват значително процесите в горите. При някои видове (родовете дъб, бук и кестен) семената са тежки и мигрирането към нови територии без съществено подпомагане би било много бавно. При други стратегиите за разпространение на семената позволяват по-лесно достигане на нови територии. Примери са видове с леки семена, които се разнасят от вятъра (семеиство



Ниска пригодност на условията: 2022 кв.км
Висока пригодност на условията: 2398 кв.км

Ниска пригодност на условията: 1177 кв.км
Висока пригодност на условията: 6630 кв.км

Фиг. 3. Моделиране на степен на пригодност на територията на ЮЗДП за космат дъб (*Quercus pubescens*) при базисен климат (1961 – 1990) и климатична прогноза (2070 – 2100)

борови, яворови, род ясен, родовете върба, бреза, топола, липа и др.) или чрез птици. При тях миграцията може да протече по-лесно. Голямо значение биха имали и различни едроплощни природни нарушения (ветровали, пожари, големи ледоломи), които може да ускорят значително заемаването на нови територии от пионерни видове с по-широка екологична ниша. При някои дървесни видове са възможни значителни проблеми заради нападения от насекоми и гъбни видове, които биха се възползвали от подобрени за тях климатични условия. Например мигриране на корояди към по-големи надморски височини от достиганите сега. Тези фактори биха имали съществено значение и в някои случаи то да е много по-голямо от чисто климатичните ефекти.

Отговор на въпроса какви ще са тенденциите в развитието на горите в цялата страна дават два други проекта: проект, финансиран от НДЕФ – „Предложение за промяна на горската нормативна база и адаптирането ѝ към промените в климата“, и компоненти на проект на Североизточното държавно предприятие (СИДП) – LIFE 19 NAT/BG/001133 – LIFE IASHAB „Премахване на инвазивни чужди видове, възстановяване и опазване на приоритетни горски местообитания от мрежата „Натура 2000“ в Североизточна България“. В тях са сравнени климатични аналози на прогнозния горски биоклимат в периода 2070 – 2100 г., описан по метода на Ривас – Мартинез, с места, в които досега е имало такъв или много подобен

биоклимат. На тази основа е направена експертна оценка на тенденциите в развитието на горската растителност в бъдеще. Оценка на прогнозния горски биоклимат се базира изцяло върху данните на НИМХ по европейския проект CECILIA (модел Aladin, среден емисионен сценарий A1B). Според тях за периода 2070 – 2100 г. навсякъде в страната се очаква затопляне с до 3 – 4°C на средните температури, като по-силно ще е затоплянето на летните спрямо зимните температури и се очаква да има увеличаване на континенталността. Успоредно с това се прогнозира известно намаляване на валежите – най-вече на летните. Това означава изместване на горскорастителните пояси на по-голяма надморска височина приблизително с 500 м или с около 150 – 350 км на юг (например аналозите за 2070 – 2100 г. на станцията в гр. Сандански сега се намират във вътрешността на сушата в района между градовете Атина и Ламия в Гърция). Най-засегнат в цялата страна ще е долният равнинно-хълмист и хълмисто-предпланински пояс на дъбовите гори. Как изглежда това на картата на горскорастителното райониране? До 850 м н.в. в Южната крайгранична област и до около 550 м н.в. в Тракийската горскорастителна област се очаква поява на засушлив средиземноморски климат, аналогичен на днешния климат на Беломорската равнина в Гърция. Такива условия ще са неблагоприятни за всички по-влаголюбиви видове – обикновен и източен бук, горун, обикновен габър. С изключение на по-влажните

райони на Предбалкана и Странджа климатът ще е твърде сух и топъл и няма напълно да отговаря на изискванията на видове като благуи и цер, но надеждата е, че те поне ще се покажат по-устойчиви на идващите промени. От основните лесообразуватели условията ще са благоприятни най-вече за косматия дъб и неговите придружители.

Критично ще е положението до около 300 м н.в. в Тракийската и 500 м н.в. в Южната крайгранична горскорастителна област, където се очаква да се формира много топъл и силно засушлив средиземноморски климат, а под 200 м н.в. около градовете Петрич и Сандански – и полупустинен. Понастоящем при такъв климат не се срещат видове, които са важни лесообразуватели в България, а са разпространени само чисто средиземноморски видове – калабрийски и алепски бор, дъб паламуд, каменен дъб, късолистен дъб, пърнар и други видове, характерни за маквисите. От нашите видове в тази зона условия за растеж има единствено за косматия дъб и пърнара, но не е сигурно дали екотиповете на косматия дъб, разпространени у нас, ще имат нужната устойчивост.

До около 300 м н.в. в Мизийската горскорастителна област (Краище, Дунавска равнина, Лудогорие и Шуменско-Провадийско плато) се оформя пояс на силно засушлив и силно континентален средиземноморски степен биоклимат. В източния дял на Лудогорието и по Добруджанското Черноморие засушаването ще е най-силно и там също ще има цялостно неблагоприятни условия за дървесна растителност. Този бъдещ биоклимат няма точни аналози, но най-близките до него са сухите райони между Грузия и Азербайджан и равнинната част на южна континентална Турция на границата със Сирия. В природата сега за такъв биоклимат (в различните райони – аналози) са характерни светли гори, редколесни храсталаци от хвойни (дървовидна хвойна, червена смрика), драка, различни видове кукуч, пърнар, елдарски бор, силно сухоустойчиви листопадни видове дъб (космат и алепски дъб, дъб на Брант). От нашата флора в тази горскорастителна област устойчивост към тези условия се очаква да има отново косматия дъб и неговите придружители.

Освен запазване и щадящо управление на местната горска растителност в тези критични райони се препоръчва и започване на експериментални залесявания с естествени видове от най-близките до страната райони с аналогичен климат.