

## ГИС моделиране на природни местообитания от Приложение I на Директива 92/43/ЕИО в България – методика и приложение в изграждането и управлението на защитените зони от мрежата НАТУРА 2000

Росен Цонев<sup>1</sup>, Чавдар Гусев<sup>2</sup>, Мариус Димитров<sup>3</sup>, Веска Русакова<sup>4</sup>, Калина Лазарова<sup>5</sup>, Добромира Димова<sup>6</sup>, Тома Белев<sup>6</sup>, Симеон Марин<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Биологически факултет, СУ „Св. Климент Охридски“, бул. „Драган Цанков“ 8, 1164 София, e-mail: rossentzonev@abv.bg

<sup>2</sup> Отдел „Растително и гъбно разнообразие и ресурси“, Институт по биоразнообразие и екосистемни изследвания, БАН, ул. „Акад. Георги Бончев“, бл. 23, 1113 София, e-mail: chgussev@bio.bas.bg

<sup>3</sup> Факултет „Горско стопанство“, Лесотехнически университет, бул. „Св. Климент Охридски“ 10, 1756 София, e-mail: mariusdimitrov@abv.bg

<sup>4</sup> ж.к. „Дървеница“, бл. 10, ап. 46, 1756 София, e-mail: v.rusakova@abv.bg

<sup>5</sup> ГИС експерт, бул. „Св. Климент Охридски“, бл. 9, вх. 2, 1756 София, e-mail: lazarova\_kalina@yahoo.com

<sup>6</sup> Дирекция ПП „Витоша“, ул. „Антим I“ 17, 1303 София, e-mail: dobi55@abv.bg, toma\_belev@abv.bg

<sup>7</sup> СНЦ „Зелени Балкани – Стара Загора“, ул. „Стара планина“ 9, 6000 Стара Загора, e-mail: smarin@greenbalkans.org

### Abstract

Tzonev, R., Gussev, Ch., Dimitrov, M., Rusakova, V., Lazarova, K., Dimova, D., Belev, T. & Marin, S. 2012. GIS modeling of natural habitats from Annex I of Directive 92/43/EEC in Bulgaria – methodology and applying in the establishment and management of the protected sites from NATURA 2000 network. – In: Petrova, A. (ed.), Proc. VII Natl. Conf. Bot., 29–30.09.2011, Sofia, pp. 417-436. Bulg. Bot. Soc., Sofia. ISBN 978-954-92808-2-1

A mapping of the distribution of some habitats in Bulgaria on the bases of GIS models was done. It was developed for the needs of project *Preparation of the Bulgarian NATURA 2000 network of protected zones*. Figures of national coverage of the natural habitats were used to fulfill „relative surface“ in 3.1 of NATURA 2000 SDF. The results have been used for national evaluation of the habitats and their coverage by national NATURA 2000 network during the biogeographic seminars of the European Commission. They have been used also in the project *Red Data Book of Bulgaria. Natural habitats*. The maps of 74 habitats are on the base of different initial data. They have different level of authenticity. Mainly, the information of Forestry projects has been used for 26 forest habitats; nine coastal habitats have been mapped directly on the terrain; 30 freshwater, herbaceous and shrubby habitats have been modeled on the base of different data – forestry projects, farming, geological and soil maps. There are some data for nine natural habitats with limited distribution from different project and the expert opinions.

**Key words:** GIS models, mapping, NATURA 2000, natural habitats, polygons, potential distribution

## Увод

До настоящия момент, по различни причини, в България не е провеждано целенасочено и цялостно национално полево картиране на природните местообитания (хабитати). В периода 2005–2008 г. за нуждите на проекта „Изграждане на мрежата от защитени зони *Натура 2000* в България” е направено картиране, въз основа на ГИС модели за разпространението на част от природните местообитания, което е използвано за определяне на националните оценки на площите им и тяхната представеност в мрежата НАТУРА 2000. Проектът е финансиран от Министерство на околната среда и водите, чрез Предприятие за управление дейностите по опазване на околната среда. Изпълнител на проекта е СНЦ „Зелени Балкани – Стара Загора” (фази на проекта: 02.02.2005–30.03.2006, 01.06.2006–30.06.2008).

При ГИС моделирането се използват съществуващи бази данни, като по избрани и зададени предварително критерии се определят територии (полигони) с потенциално разпространение на различни природни местообитания. Степента на вероятност за съвпадение с действителното разпространение е различна и зависи, както от вида и достоверността на информацията, послужила като основа за моделирането, така и от типа на природните местообитания и техните екологични особености. След изготвянето на ГИС модели следва да се осъществи задължителна проверка (валидиране) на терен на получените резултати. В този случай това беше невъзможно, поради финансовите и времеви ограничения на проекта.

Използването на ГИС модели за определяне и картиране на природни местообитания е широко разпространена практика в Европа. Тя се прилага, както на национално ниво (Zimmerman & Kiennast 1999; Palo & al. 2005; Bonn & Gollub 2006), така и на наднационално ниво – напр. Европейски съюз или Европа и прилежащите територии от Азия (Mücher & al. 2000, 2003, 2004, 2005a, b, 2009; Weiers & al. 2004). Въпреки това, използването на модели за определяне на потенциалното разпространение и площта на различни природни местообитания е процес, свързан с много рискове. Тези рискове имат връзка с избора на достатъчно достоверни критерии за моделиране, който често е субективен (Jonhson & Gillingham 2004), както и от разликите в разбиранията на експертите в отделните страни, кои растителни съобщества и синтаксони се включват в обхвата на дадено местообитание (Evans 2006, 2010). Но най-големият риск произхожда от използваната изходна база данни и нейната точност. Затова е препоръчително след такова моделиране да се извърши теренна проверка на получените резултати и последваща оптимизация.

## Материал и методи

Критериите и алгоритмите за съставяне на моделите, преди да бъдат ревизирани и проверени, са публикувани на следния интернет адрес: [http://www.natura2000bg.org/natura/bg/Downloads/Habitati\\_razprostranenie\\_plosht\\_i\\_algoritam\\_za\\_kartirane.pdf](http://www.natura2000bg.org/natura/bg/Downloads/Habitati_razprostranenie_plosht_i_algoritam_za_kartirane.pdf).

Основната база данни за изготвянето на моделите включва геоложка и почвена карта на България, карта *CORINE land cover*, карта на растителността на България (Бондев 1991), височинен модел на България и карти от лесоустройствените проекти на държавните горски стопанства и държавните лесничейства.

### Карта *CORINE land cover*

Базата данни на *CORINE land cover* е най-подробната и стандартизирана в границите на Европейския съюз. *CORINE* е йерархична класификация на типовете земно покритие с 44 класа (респ. картируеми единици). Тя се базира на визуалното разпознаване (интерпретация) на сателитни изображения в М 1:100 000 с висока резолюция (СЕС 1994; Feranec & al. 2007). Минималните картирани полигони са с размер 25 ha, площ, много по-голяма от реалния ареал-минимум на проявление на много от растителните типове, респ. на природните местообитания. Заради това и има съществени разминавания на полигоните на *CORINE land cover* с картата на възстановената собственост (КВС), които основно се ползват за нуждите на управлението на земеделските земи и горския фонд на страната. Картата на земното покритие е използвана като референтна основа при идентифицирането и сравнителния анализ на всички природни местообитания от Приложение I на Директива 92/43/ЕЕС. Отделни типове земно покритие са включени като критерии и при съставянето на алгоритмите за идентификация на следните местообитания: 1530, 4060, 4090, 5130, 5210, 6150, 6170, 6210, 6220, 6230, 6240, 6250, 6510, 6520, 40A0, 62A0 и 62D0.

### Карта на растителността

За целите на проект „Изграждане на мрежата от защитени зони *Натура 2000* в България” е дигитализирана картата на растителността на България в мащаб 1: 600 000 публикувана от Бондев (1991). Тази карта е включена в трансформиран и по-едромасщабен вариант в картата на растителността на Европа (Bohn & al. 2004), която много автори (Mücher & al. 2000, 2004, 2009; Bohn & Gollub 2006; и др.) използват за моделиране на потенциалното разпространение и определяне на площите на различни местообитания в Европа. Още повече, картата на растителността на Европа е препоръчвана в официални документи на Европейската комисия за определяне на ареал и площ на хабитатите в дадена страна, с цел оценка на тяхното благоприятно природозащитно състояние (вж. Habitat Committee 2011). Картата на Бондев (1991) има много съществени недостатъци, главните от които са: силно изместване на картираните полигони; несъответствия с реалната им големина и др. Тези недостатъци са преодолявани в процеса на моделиране по различни начини, които често зависят и от особеностите на дадено местообитание. За моделиране на горски хабитати картата е неизползваема, а за тревните местообитания е търсено съответствие (припокриване) с някои от класовете земно покритие по *CORINE land cover* на избраните картируеми единици по тази карта. От общо 150 картируеми единици, при съставянето на алгоритмите за идентификация на природните местообитания са използвани 19, с помощта на които

са създадени алгоритми за следните местообитания: 1530, 40A0, 4060, 4070, 4090, 5130, 5210, 6150, 62D0, 6170, 6230, 6510, 6520.

За идентифициране на местообитания: 1530, 6210, 6220, 6230, 62A0 и 6510 са използвани и резултатите от инвентаризацията на тревните съобщества в България (Meshinev & al. 2005), при които също е търсено съответствие с основните картируеми единици на *CORINE land cover*.

### **Почвена карта на България**

За създаване на алгоритмите за идентифициране на 5 природни местообитания от Приложение I на Директива 92/43/ЕЕС е използвана цифрова почвена карта на България с референтен мащаб 1:600 000. Тази почвена карта е на основата на почвената карта в М 1:400 000 (Койнов и др. 1968). Категориите почвени типове са представени от общо 69 картируеми единици, от които 20 са използвани при съставянето на модела на алгоритмите за идентифицирането на следните типове тревни местообитания: 6510, 6250, 6230 и 62D0.

### **Геоложка карта на България**

При създаването на алгоритмите за идентифициране на 15 природни местообитания от Приложение I на Директива 92/43/ЕЕС, като критерий е използвана геоморфоложката характеристика на терена. Този критерий е представен в алгоритмите от два обобщени типа геоложка основа на терена – варовикова геоложка основа и силикатна геоложка основа. Те са определени след извършването на сравнителен анализ на 2 източника на информация: Геоморфоложка карта на България, мащаб 1:600 000, подготвена въз основа на геоморфоложка карта с М 1:400 000, публикувана в Герасимов и Гълъбов (1966) и геоложка карта на България, мащаб 1:600 000, въз основа на инженерногеоложката карта на България (Каменов и др. 1962). Получените *shape* файлове, са включени в математическите модели на алгоритмите, в които геоложката основа на терена участва като критерий и са използвани за идентифицирането на следните типове природни местообитания: 2340, 6150, 6170, 62A0, 62D0, 6210, 6220, 6230, 6240, 6250, 8110, 8120, 8210, 8220, 8230.

### **Височинен модел на България**

При съставянето на алгоритмите за идентифицирането на 14 природни местообитания от Приложение I на Директива 92/43/ЕЕС е използван височинен модел на България (DTM) с размер на клетката 100/100 m. Анализът на височинния модел включва определянето на зададени наклон и изложение на терена, както и диференциация на територията по тези два критерия. Използван е при съставянето на алгоритмите на следните природни местообитания: 4060, 62A0, 62D0, 6220, 6230, 6240, 6250, 6510, 6520, 8110, 8120, 8210, 8220, 8230.

### **Карти от лесоустройствени проекти в България**

За идентифициране на горските местообитания, някои от скалните местообитания и някои местообитания от групата на умереноконтиненталните ерикоидни

храсталаци, е използвана електронната геобаза данни от лесоустройствените проекти (ЛУП) на териториите в горския фонд (ГФ) на България, мащаб 1:10 000. Геобазата данни за горите (ГБДГ) включва таксационни описания на горските площи на ниво подотдел с информация за състава, структурата и състоянието на горските съобщества и сравнително подробна екологична информация – географско положение, климат, геоложка основа, характеристики на почвите, релеф – изложение и наклон на терена, надморска височина и т.н. Сравнителният анализ на тази информация е основа за създаването на алгоритмите за идентификация на горепосочените местообитания и за определяне на общото им разпространение и площ на територията на страната. Получените резултати в някои случаи могат да се приемат като изключително достоверни, но в други трябва да се приемат с различна степен на условност, поради непълнота и неактуалност на ГБДГ за някои територии от страната, или поради спецификата на много хабитатни типове, изразена главно чрез флористичния състав на основните типове растителни съобщества и липсата на такава информация в ГБДГ. Създадените алгоритми са усъвършенствани и тествани многократно, в случаите на условност на получените резултати, в алгоритмите са включени и други слоеве изходна информация, като карта на земното покритие – *CORINE land cover*, карта на растителността в България (Бондев 1991), височинен модел на България, карта на хидроложката мрежа в България и топографска карта на България, както и допълнителна информация от карти на хабитатите на природните и национални паркове.

В резултат на извършените сравнителни анализи са създадени 2 групи алгоритми за идентификация на природните местообитания:

- 1) алгоритми, изцяло основаващи се на информацията от ГБДГ, с помощта на които са определени следните типове горски местообитания: 91CA, 91F0, 91G0, 91H0, 91I0, 91M0, 91S0, 91W0, 91Z0, 91AA, 91BA, 91E0, 92A0, 92C0, 95A0, 9110, 9130, 9150, 9170, 9180, 9260, 9270, 9410, 9530, 9560.
- 2) алгоритми, основаващи се на информацията от ГБДГ и други слоеве изходна информация, описани по-горе, с помощта на които са определени следните типове местообитания: 40A0, 4070, 4080, 5130, 5210, 8110, 8120, 8210, 8220 и 8230.

## ГИС методика

Поради големия обем цифрова информация, който се съдържа в повечето от геобазите данни (например в ГБДГ, в КВС – над един милион записа), използваният файлов формат е *ESRI File Geodatabase*, който е бърз при прилагане на операции на геопроектиране и поддържащ максимален размер на данните 1 TB.

Поради големия обем атрибутна информация, главно при горската база данни, по-голямата част от информацията е организирана и структурирана в таблици (*Geodatabase tables*) и е свързана с графичната информация, посредством релационни класове (*relationship classes*). За осъществяването на ГИС анализите

е използван софтуер ArcGIS (ESRI), функционално ниво ArcEditor. Този продукт притежава възможности и функции, които имат решаващо значение при създаването и анализирането на релационните геобазисни данни, а именно:

- Създаване на релационни класове – *Create Relationship Class (Relationship Class Geoprocessing/Attribute Validation)*;
- Създаване на топология и анализ на топологичните грешки. Тъй като анализите за идентификация на природните местообитания са главно площни по същество, и тъй като те са правени за територията на цялата страна, грешката в геометрията на площните обекти (полигони) е много важен фактор за определяне на достоверността на анализите. За да се вземе предвид процента на грешката в геометрията (предвиден е анализ на грешката по 3 топологични правила – припокриване, празнини и незатворени полигони), беше необходимо създаване и проверка на топологията с инструмента *Create and Manage Geodatabase Topology/ (Geodatabase Topology Management)*.

В допълнение на основния софтуер ESRI – ArcGIS Desktop – ArcEditor бяха използвани и 2 разширения – *Spatial Analyst* и *Geostatistical Analyst*, необходими при анализирането на височинния модел на страната, главно при прилагането на критериите за наклон и изложение на територията, а така също и при определяне на потенциалното разпространение на природни местообитания, за местата, където липсва или няма актуална информация.

Критериите за селекция и получените резултати са демонстрирани с два конкретни примера: едно тревно местообитание – **62A0** Източно-субмедитерански сухи тревни съобщества и едно горско местообитание – **9110** Букови гори от типа *Luzulo-Fagetum*.

## Резултати и дискусия

Както вече беше споменато, работата по картиране и моделиране на разпространението на природни местообитания беше извършена за нуждите на проекта „Изграждане на мрежата от защитени зони НАТУРА 2000 в България”. Направеното картиране на разпространението на част (59 броя) от природните местообитания е използвано за определяне на националните оценки за хабитатите (обща площ) и процентната им представеност в мрежата.

Основни етапи на работата са:

- предварителен анализ на наличните данни – съществуващи карти, бази данни и др.;
- подбор на критерии и изготвяне на алгоритми за идентификация на природните местообитания, въз основа на дигитализирани карти и други бази данни;
- теренно картиране на важни малкоплощни хабитати с ограничено разпространение – дюни и влажни зони, основно по Черноморското крайбрежие;
- ГИС анализи за идентифициране на местоположението на основните местообитания с по-широко разпространение и заемащи по-големи площи;

- логичен оглед и камерална верификация на резултатите от моделирането. Тази дейност е осъществявана паралелно с ГИС анализа и в него участваха авторите на настоящата работа.

Природните местообитания като обект на картиране и изследване по отношение на структура, функции и бъдещи перспективи са предимно площни обекти в границите на горския и земеделския фонд на страната. Ефективната площ (покритието на местообитанията в 33), която заемат в границите на екологичната мрежа НАТУРА 2000 на територията на България, е около 1 216 989 ha или 44 % от общата площ на мрежата. В зависимост от типа на природните местообитания и основните им екологични характеристики, получените резултати се отличават, както по отношение на качеството си, така и по степента на достоверност. Трябва да се отбележи, че и досега не са направени целенасочен анализ и систематична проверка на получените резултати, които да доведат до научнообосновани корекции на алгоритмите, критерите и на използваните бази данни.

### **Горски местообитания – широколистни и иглолистни гори**

Горските местообитания (9110, 9130, 9150, 9170, 9180, 91D0, 91E0, 91F0, 91G0, 91H0, 91I0, 91M0, 91S0, 91W0, 91Z0, 91AA, 91BA, 91CA, 9260, 9270, 92A0, 92C0, 92D0, 9410, 9530, 9560, 95A0) са групата с най-голяма площ и най-голям брой (27 бр.) от целевите местообитания. Към тях се числи и едно от крайбрежните местообитания – Облесените дюни (2180). Те заемат най-голям процент от ефективната площ, заета от природни местообитания – около 1 200 000 ha.

При моделирането е използвана базата данни, включваща информация от лекоустройствените проекти (ЛУП), разработвани за инвентаризация и стопанисване на горския фонд в България и актуализирани през 10-годишен период.

В алгоритъма (последователността на стъпките), за моделиране и изготвяне на предварителни карти на потенциалното разпространение, са използвани данни от таксационните описания (видов състав по първи и следващи дървесни видове, количествени характеристики, като склопеност, пълнота, произход на дървостоя и др.), горскостопанското райониране и други характеристики, като надморска височина, тип на почвите, основна скала и друга специализирана информация в ЛУП. Границите на полигоните по типове местообитания в модела се извеждат или се нанасят наново въз основа на границите на основните кадастрални горски единици – подотдели, които са представени в мащаб 1:10 000 към ЛУП. Припокриването на полигоните на природните местообитания с подотделите е удобно и от практическа гледна точка, доколкото управлението на защитените зони и устойчивите горски практики, с цел опазване и възстановяване на благоприятното природозащитно състояние на горите, може да се извършва именно в тази минимална управлявана единица.

Актуалността и точността на информацията в ЛУП е от изключително важно значение за ефекта от моделирането и точността на получените ГИС модели и карти. Съществен проблем е, че някои от горските местообитания не са лесоус-

тройвани и за тях няма или почти няма информация в ЛУП. Такива са основно различните типове крайречни гори (91E0, 92A0, 92D0), за които трудно можеха да бъдат направени и модели на разпространението им. При анализа на качеството и актуалността на данните за горските съобщества, направен по проект „Изграждане на мрежата от защитени зони *Натура 2000* в България” се установи, че на места наличната информация в ЛУП е само за около 1/10 от реалното присъствие на тези местообитания в зоните. За тях моделите на вероятно присъствие са с много ниска степен на достоверност. Друг специфичен проблем е липсата на актуално лесоустройство за националните паркове и резерватите, защото тяхната земя е публична държавна собственост и не се допуска стопанско ползване, поради което инвентаризация на горите не се извършва.

### **Негорски местообитания – пасища, ливади, храсталаци, крайбрежни местообитания, скали и скални повърхнини**

Негорските местообитания условно включваха: крайбрежни (1210, 1240, 1310, 1340, 1410, 1530, 2110, 2120, 2130, 2190, 2340); тревни (ливади и пасища) (6110, 6150, 6170, 6210, 6220, 6230, 6240, 6250, 6260, 62C0, 62A0, 62D0, 6410, 6420, 6430, 6440, 6510, 6520); мочурища, торфища и временни съобщества на речните брегове (7140, 7210, 7230, 3130, 3270); храстови (4030, 4060, 4070, 4080, 4090, 40A0, 40B0, 40C0, 5130, 5210) и хазмофитни съобщества (8110, 8120, 8210, 8220, 8230). Характерно за тях е, че могат да формират комплекси и мозайки помежду си, като тези мозайки могат да бъдат тревно-храстови, тревно-скални и др. Полигоните, заети от природни местообитания, съвпадаха основно с полигоните от *CORINE land cover*, принадлежащи към класовете земно покритие: 231 – пасища, 321 – естествени ливади, 322 – ниски храстчета и треви, 333 – площи с рядка растителност, 331 – плажове, дюни и пясъци, 332 – голи скали, 324 – храсталаци на прехода на гората и др.

За изготвяне на предварителните (моделни) карти на разпространението се изискваха данни, касаещи основно физико-географските особености на местообитанията (вкл. и абиотичните фактори) – надморска височина, тип почва, вид и киселинност на скалната основа, както и специфична фитоценологична информация. За някои от природните местообитания не е възможно изготвянето на модели, поради това, че имат линейна структура – напр. такива по бреговете на реките (6430, 3270) или много спорадично и локално разпространение (6420). За други местообитания, които са разпространени основно в крайбрежната зона (дюни, крайморски скали и др.), също не беше възможно да се изготвят модели и затова са картирани директно на терен, на основата на топографски карти в М 1: 50 000, в рамките на допълнителен проект, проведен в рамките на проект „Изграждане на мрежата от защитени зони *Натура 2000* в България”. При бъдеща теренна проверка на моделите за негорски местообитания е целесъобразно да се направи специална селекция от кадастрални единици по КВС, според кода на имотите и начина на трайно ползване. В много случаи тази информация, макар и насочваща, изисква теренна проверка, защото има разминаване с реалната обстановка на



терен. В цялата страна има повсеместни и бързи промени в НТП (начина на трайно ползване) на земите, свързани основно с разораване на пасищата, мерите и ливадите, във връзка със субсидиите за земеделие от европейските фондове. Това поставя под сериозен въпрос актуалността на получените модели, особено когато са въз основа на големите (над 250 dka) полигони на *CORINE land cover*.

За разпространението на скалните (хазмофитни) местообитания бе възможно да бъдат изготвени модели не само по наличната информация от общогеографски и специални карти, но са използвани и данните от таксационните описания в горския фонд, съдържащи се в ЛУП, където има налична информация за скали, грехоти, сипеи и др. и когато са отделени, като подотдели със съответната номерация в горския фонд.

За установяване и картиране на храстовите местообитания е използван смесен подход. За повечето от тях изготвянето на модели е трудно, поради липса на налична достоверна информация, която да бъде използвана. В някои случаи е използвана съществуващата частична информация в ЛУП, която обаче не е достатъчна. Някои от тях, като хвойновите храсталаци (5210, 5130), представляват комплексни храстово-тревни съобщества. В такива случаи основно е използвана картата на Бондев (1991), като селектираните картируеми единици с храстова растителност са засичани с различни основни класове земно покритие на тревиста растителност от *CORINE land cover*.

Някои природни местообитания са с много ограничено разпространение в страната или заемат много малки площи. Те са картирани и площта им е определена въз основа на експертни мнения и оценки. Към тези природни местообитания се отнасят: *тревни* (Пясъчни степи – 6260 и Заливни ливади край р. Дунав – 6440), *храстови* (Понто-сарматски храстчета – 40C0, Родопски съобщества на *Potentilla fruticosa* – 40B0) и *сладководни* (Дистрофни езера – 3160).

За други местообитания, основно торфищните (7140, 7230, 7210) и частично за карстовите извори (7220), в последните години, в резултат на съвместни българо-чешки научни проекти, бяха установени данни за разпространението и екологичните им особености (Найкова & al. 2006; Найек & al. 2008). Географските координати на изследваните по тези проекти торфища, бяха предоставени от Michal Najek и Petra Najkova (Бърно, Чехия), които обаче не се ангажираха с оценки на площта им. Тази информация беше добавена впоследствие в резултат на експертни оценки.

## **Сладководни местообитания – извори, езера, блата, течащи води и брегови ивици**

Към групата на сладководните местообитания условно са отнесени всички местообитания, които не са част от морската акватория, макар че някои от тях, като лагуните, всъщност могат да представляват и хиперхалинни водоеми. В тази група влизат речни и крайречни местообитания (3260), езера и други стоящи водоеми (3130, 3150, 3140, 3160), карстови извори (7220) и някои от крайбрежните место-

обитания (1130, 1150). Специфичното за тях е, че могат да се картират като геоморфоложки явления с населяващия ги комплекс от различни съобщества със специфична поясна стратификация на растителността – напр. стари речни корита, лагуни, крайречни блата. Могат и да се отделят само тези части от тях, които принадлежат към консервационно значимо местообитание. Така напр. блатата Алепу, Аркутино и Стомополу, от една страна по геоморфоложкия си произход са крайбрежни лагуни (1130), от друга, поради факта, че водните им тела са сладководни и еутрофицирани езера с макрофитна растителност и представляват същевременно и природно местообитание 3150. Друга характерна особеност на повечето сладководни местообитания е тяхната динамика. Например реките с макрофитни съобщества (3260) постоянно променят състоянието и местоположението на растителността си във връзка с промяната на водното им тяло. Такава динамика имат и повечето от крайбрежните съобщества. Полигоните, заети от сладководни природни местообитания, съвпадаха основно с полигоните от *CORINE land cover*, принадлежащи към класовете земно покритие: 411 – вътрешни блата, 412 – торфища, 421 – солени блата, 422 – солници, 511 – водни течения, 512 – водни тела.

Повечето от тези местообитания не можеха да бъдат установени на базата на модели, именно поради спецификата на динамиката им и липсата на достатъчно достоверна информация в общогеографските карти. Допълнителен проблем е, че напр. речните течения са линейни обекти с голяма дължина, но малка и променяща се ширина. Характерно за стоящите езера е, че се намират на различен сукцесионен етап на развитие, в повечето случаи, свързано с човешката дейност – напр. пресушаването на крайречните езера и др. Много от оцелелите след пресушаванията крайдунавски блата, въпреки че по произход са еутрофни езера, понастоящем са заети от съобщества на високи хигрофити (папур, тръстика). Това поставяше под въпрос идентификацията им към природно местообитание 3150. В този случай се прие, че определящ е техният естествен сукцесионен стадий, а състоянието им, вследствие на антропогенната дейност, е показател за тяхното лошо природозащитно състояние. Правилността на този подход беше потвърдена след дейностите по възстановяване на Персинските блата след 2009 г., при което лошият им статус се подобри.

Някои сладководни съобщества са временни и се появяват в определена година, в друга не могат да бъдат установени, поради особености на водното ниво, от което зависят. Такива са напр. харовите водорасли и техните обраствания (3140), както и съобществата, свързани с динамичните речни наноси (3130). Други обекти са точкови, като карстовите извори (7220) и не могат да бъдат площно определени. Много ниската степен на достоверност на моделите на сладководни местообитания се потвърждава и от Mûcher & al. (2009).

## Примери на модели на природни местообитания

За демонстрация на конкретни резултати са представени етапите на моделиране с два примера за един тревен хабитат – **62A0 Източно субмедитерански тревни съобщества** и един горски хабитат – **9110 Букови гори от тина *Luzulo-Fagetum***.

### Пример 1 – 62А0 Източно субсредиземноморски сухи тревни съобщества

Според Димитров (2009а) това природно местообитание включва ксеротермни тревни съобщества, които се срещат при преходно-континентален климат и се характеризират с по-голямо участие на средиземноморски видове. Разпространени са главно в предпланините и ниските планини на Югозападна и Южна България до около 1000–1200 m н.в. върху плитки, скелетни почви, основно на варовик. Типични за местообитанието видове са: *Carex humilis*, *Bromus moesiacus*, *Centaurea chrysolepis*, *Satureja montana*, *Asphodelus albus*, *Potentilla alba*, *P. cinerea*, *Edraianthus serbicus*, *Plantago argentea*, *Chrysopogon gryllus*, *Jurinea mollis*, *Iris reichenbachii*, *Pulsatilla montana*, *Asphodeline lutea*, *A. taurica*, *Artemisia alba*, *Anthericum liligo*, *Fumana procumbens*, *Hyssopus officinalis*, *Teucrium polium*, *Hypericum rumeliacum*, *Genista januensis*, *G. rumelica*, *G. sesselifolia* subsp. *trifoliata*, *Koeleria splendens*, *Stipa capillata*, *S. epilosa*, *Scorzonera hispanica*, *Euphrasia hirtella*, *Pedicularis petiolaris*, *Sesleria latifolia*, *Trinia glauca*, *Euphorbia niciciana*.

#### Алгоритъм

**I критерий** – надморска височина до 1200 m;

**II критерий** – релеф – издигнат, склонове с наклон 20°–70°;

**III критерий** – експозиция – юг, запад, изток;

**IV критерий** – по Геоложката карта на картируеми единици: 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 26, 35, 40, 42, 51, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 69, 70, 73, 74, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 106, 109, 113, 116, 118 (Таблица 1);

по *CORINE land cover*: влизат класове земно покритие 231 и 333;

**V критерий** – почвени типове – проверка на съвпадението с Почвената карта с картируеми единици – 6, 9, 14, 15, 23, 45, 46, 53 (Таблица 2).

Таблица 1. Използвани картируеми единици от *Геоложка карта на България* за изготвяне на ГИС модела на природно местообитание 62А0.

Английско наименование	Българско наименование
Alternation of sandstones, sandy limestones with flint, clayey marls, clays, packets of breccia-conglomerates	Варовици
Aphanitic, nodular and massive organogenic limestones	Варовици
Calcareous sandstones, sandy limestones; glauconite sandstones; limestones with flint; limestones	Варовици
Calcareous sandstones, silty limestones	Варовици
Carbonate flysch with rare interbeds of tuffs	Варовици
Carbonate rocks-marbles, limestones and recrystallized limestones; subordinate-terrigenous and terrigenous-carbonate rocks	Мрамори
Clayey limestones and marls	Глинести варовици
Clayey limestones and silty marls	Варовици
Clayey sands, sands, limestones	Варовици

**Таблица 1. Продължение.**

<b>Английско наименование</b>	<b>Българско наименование</b>
Clayey sands, sandstones and sands; nummulitic limestones	Нумулити варовици
Clays	Глини
Clays and limestones; conglomerates and clays	Глини и варовици
Clays, sands, limestones	Варовици
Clays, sands, limestones	Глини, пясъци и Варовици
Conglomerates, sandstones, clays, marls, organogenic limestones	Конгломерати
Grey and red limestones, limestones with flint	Варовици
Interbedding of sandstones, siltstones, limestones and marls	Пясъци
Intraclastic, organogenic and aphanitic limestones	Органогенни варовици
Kaolin, sand	Каолин
Limestones	Варовици
Limestones	Варовици
Limestones and marls	Варовици
Limestones with flint, glauconitic calcareous sandstones, marls	Варовици
Limestones, clayey limestones, marls	Варовици
Limestones, dolomitic limestones, dolomites and less shales, sandstones, siltstones	Варовици
Limestones, sandy limestones, organogenic limestones, calcareous sandstones	Варовици
Limestones; clayey limestones	Варовици
Mastra limestones; banded clays and carbonates	Мастра - варовици
Marine terrigenous and terrigenous-carbonate rocks; locally below them – continental sediments	Карбонатни скали
Marls	Глини
Marls	Мергели
Marls and clayey limestones	Варовици
Marls and clayey marls with sandstone interbeds; orbitoline sandstones	Варовици
Marls with interbeds of clayey limestones	Глини
Metasandstones, schists, calcite and dolomite marbles	Метаваровици, шисти, калцити, доломити
Mixed rocks	Смесени скали
Organogenic limestones	Органогенни варовици
Sands with clay interbeds; sandstones and limestones	Пясъци с глини, варовик
Sandstones, limestones, marls, sandy marls	Варовици, пясъчници и мергели
Sandstones, siltstones, clayey limestones	Варовици
Sandy limestones, calcareous sandstones, siltstones, marls; locally also shales and calcareous shales	Варовици
Silty limestones; limestones with flint; limestones	Варовици
Terrigenous-carbonate rocks	Варовици
Urgonian type limestones, conglomerates, sandstones, clays	Варовици, глини

**Таблица 2.** Използвани картируеми единици от *Почвена карта на България* за изготвяне на ГИС модела на природно местообитание 62A0.

Английско наименование	Българско наименование)
Cinnamonic forest with rendzinas	Канелени горски с рендзини
Eroded cinnamonic-podzolic (pseudopodzolic)	Ерозирани канелено-подзолисти (псевдоподзолисти)
Eroded grey forest	Ерозирани сиви* горски
Eroded grey forest with rendzinas	Ерозирани сиви* горски с рендзини
Eroded leached cinnamonic	Ерозирани излужени канелени
Grey forest with rendzinas	Сиви* горски с рендзини
Rendzinas (humus-calcareous)	Рендзини (хумусно-карбонатни)
Rendzinas (humus-calcareous), loamy	Рендзини (хумусно-карбонатни), песъчливо-глинести

**Прилагане на алгоритъма в ГИС:**

**Първа стъпка** – въз основа на височинен модел – формат: ESRI GRID; размер на клетката (grid cellsize) 100,100; мерни единици метри, с географски обхват – територията на страната, създаване на модел на частта от територията на страната, която се намира на надморска височина под 1200 m. Използвани инструменти: ESRI Spatial Analyst, ArcGIS 9.2;

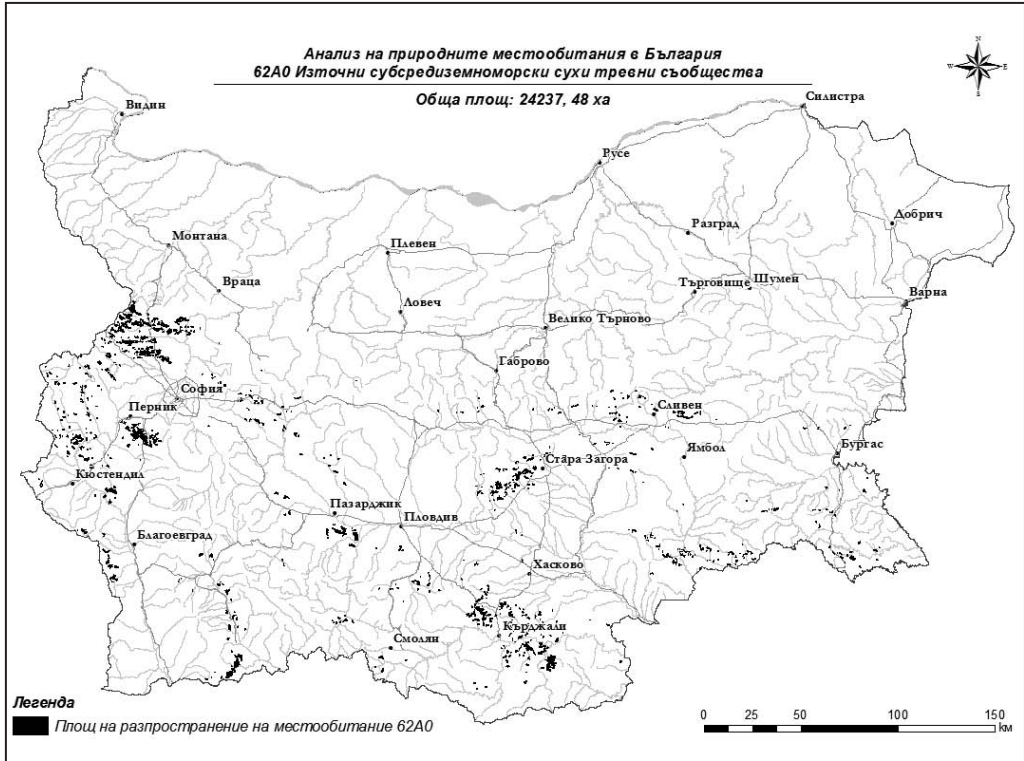
**Втора стъпка** – въз основа на височинен модел – формат: ESRI GRID; размер на клетката (grid cellsize) 100,100; мерни единици – метри, с географски обхват – територията на страната, създаване на модел на частта от територията селектирана в първа стъпка, която се намира на склонове с наклон от 20° до 70°. Използвани инструменти: ESRI Spatial Analyst, ArcGIS 9.2;

**Трета стъпка** – въз основа на височинен модел – формат: ESRI GRID; размер на клетката (grid cellsize) – 100,100; мерни единици метри, географски обхват – територията на страната, създаване на модел на частта от територията селектирана във втора стъпка, с експозиция – юг, запад, изток;

**Четвърта стъпка** – селекция на полигони (на частта от територията селектирана в трета стъпка) по геоморфоложка карта на България, референтен мащаб 1:600 000 на избраните картируеми единици (Таблица 1).

Проверка на получените резултати чрез сравнение с полигоните по *CORINE land cover* – класове земно покритие: 231 пасища и 333 площи с разпокъсана растителност и добавяне на някои от тях. Поради това, че критериите за селекция съвпадаха с тези на природно местообитание 40A0 (същите класове земно покритие от *CORINE land cover*, съвпадащи с картируема единица 136 по картата на Бондев 1991), се наложи проверка и селекция на полигоните, които формират комплекси с 40A0;

**Пета стъпка** – селекция и сравнителен анализ с полигони по Почвена карта на България от избраните картируеми единици (Таблица 2), референтен мащаб 1:600 000, на полигоните селектирани досега. Полученият резултат – модел на природното местообитание 62A0 е представен на Фиг. 1. Някои от териториите, за които беше известно от теренни проучвания разпространението на подобни съобщества, бяха валидизирани при логичния оглед на резултатите. Такива са ниските планини на Западна България, Бесепарските ридове, „пазлаците” в Странджа планина и др.



Фиг. 1. ГИС модел на разпространението и площ на природно местообитание 62A0.

### Пример 2 – 9110 Букови гори от типа *Luzulo-Fagetum*

Според Димитров (2009b) в това природно местообитание се включват букови гори, развиващи се на бедни, понякога ерозирани, кисели, сухи до свежи почви. То заема както сенчести, така и припечни изложения. Преобладаващ дървесен вид е обикновеният бук (*Fagus sylvatica*). Често пъти на по-големи надморски височини букът образува смесени съобщества с *Abies alba* и *Picea abies*. Съотношението между бука, елата и смърча е променливо, като видовете имат най-често групово разположение. Като съпътстващи дървесни видове с единично участие се срещат *Sorbus aucuparia*, *Populus tremula*, *Pinus sylvestris*. Типични видове за местообитанието са *Fagus sylvatica*, *Abies alba*, *Picea abies*, *Luzula luzuloides*, *Lerchenfeldia flexuosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Vaccinium myrtillus*, *Pteridium aquilinum*, *Poa nemoralis*, *Oxalis acetosella*, *Dicranum scoparium*, *Polytrichum juniperinum*, *Leucobryum glaucum*, *Polytrichum formosum*. Разпространени са във всички планини в България, но никъде не заемат големи площи.

Поради спецификата на използваните таксационни описания от ЛУП при създаването на моделите за горските хабитати са използвани 5 основни ГИС операции с ESRI ArcGIS:

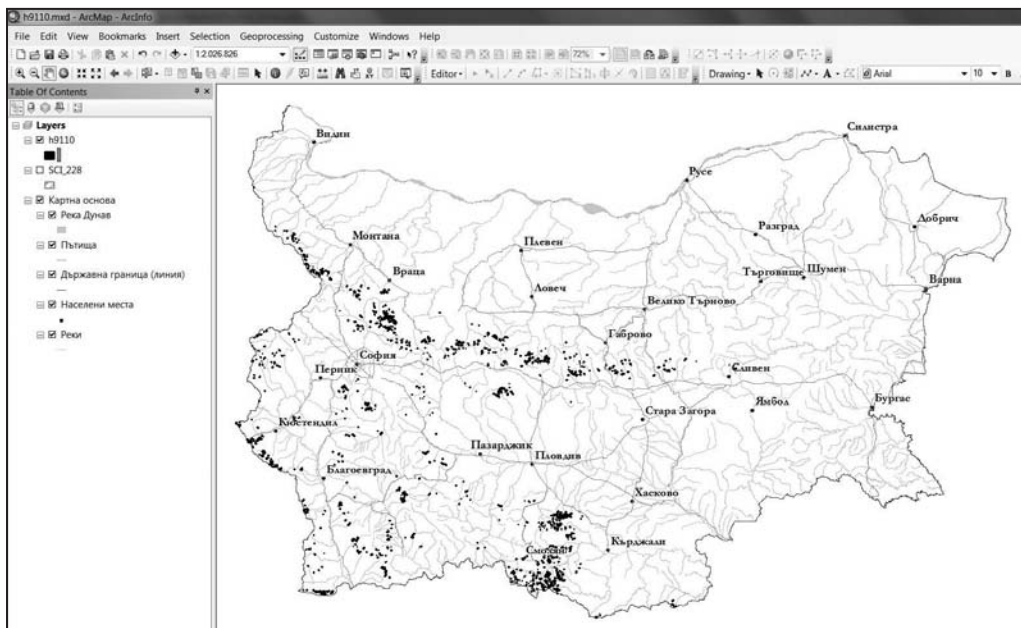
- *Select data (Data Management, General)* – select data from source geodatabase;

- *Make feature layer;*
- *Select Layer by attributes;*
- *Select data (Data Management General) – select data from results geodatabase (target feature class);*
- *Append data – append the output from step 3 (select layer by attributes) to a target feature class (step 4).*

ГИС моделите са създадени с помощта на функционалността на *ESRI ArcGIS – ModelBuilder* и е създаден скрипт по предварително утвърдени алгоритми. Скриптът (*Query script*), върху който е конструиран ГИС модела на природно местообитание 9110, е следният:

```
([Надморска височина] >= 1100) AND( [Почва] = 19 OR [Почва] = 20 OR [Почва] = 21 OR [Почва] = 22 OR [Почва] = 28) AND( [Богатство] = 1 OR [Богатство] = 2 OR [Богатство] = 3) AND(( [Дървесен_вид1] = 11 AND [Участие1] >=6 ) OR ( [Дървесен_вид2] = 11 AND [Участие2] >= 6) OR ( [Дървесен_вид3] = 11 AND [Участие3] >= 6) OR ( [Дървесен_вид4] = 11 AND [Участие4] >= 6) OR ( [Дървесен_вид5] = 11 AND [Участие5] >= 6) OR ( [Дървесен_вид6] = 11 AND [Участие6] >= 6) OR ([Дървесен_вид7] = 11 AND [Участие7] >= 6) OR ( [Дървесен_вид8] = 11 AND [Участие8] >= 6) OR ( [Дървесен_вид9] = 11 AND [Участие9] >= 6) OR ( [Дървесен_вид10] = 11 AND [Участие10] >= 6) OR ( [Дървесен_вид11] = 11 AND [Участие11] >= 6))
```

Полученият резултат от моделирането е представен на Фиг. 2. Някои от териториите, за които беше известно разпространението на такива гори, бяха валидирани при логичния оглед на резултатите.



Фиг. 2. ГИС модел на разпространението и площ на природно местообитание 9110.

## Заклучение

В резултат на работата чрез ГИС моделиране и картиране по проекта бяха създадени следните продукти:

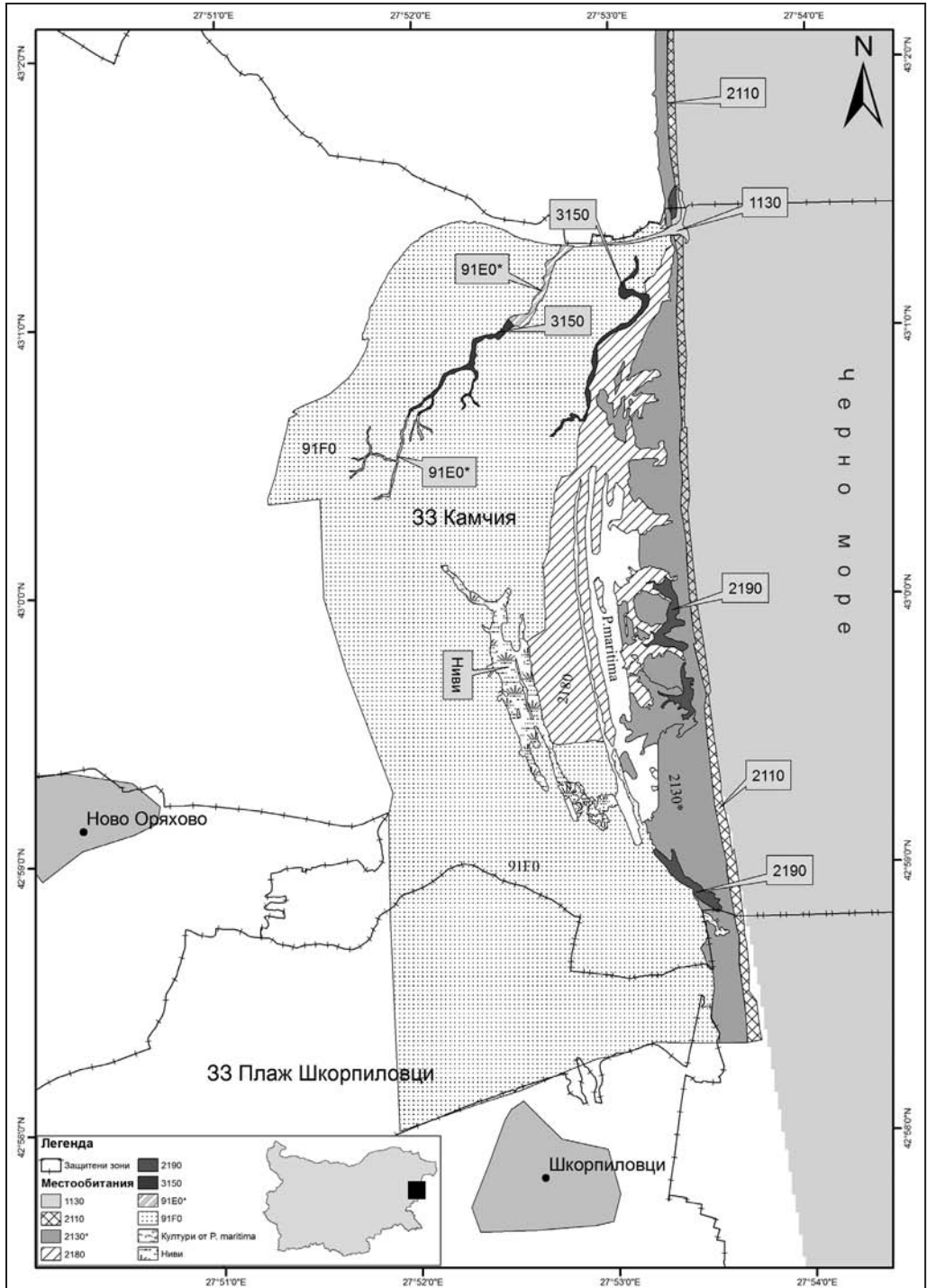
- релационна геобаза данни за горите (формат *File Geodatabase*);
- релационна геобаза данни КВС (формат *File Geodatabase*);
- релационна геобаза данни национално разпространение на природни местообитания от Приложение I, Директива 92/43/ЕЕС – релацията е създадена с базата данни, съдържаща информацията от стандартния формуляр НАТУРА 2000;
- атлас на природните местообитания от Приложение I, Директива 92/43/ЕЕС в PDF формат (*Adobe Portable Document Format*), който не е публикуван. В рамките на проекта не е заложено изготвянето на научни публикации.

Всички продукти по проекта са предадени с отчетите към МОСВ и са надлежно приети. Резултатите от проекта са ползвани от администрацията на МОСВ (основно за нуждите на НАТУРА 2000) и са предоставяни при поискване на достъп до тях по законно установения ред.

ГИС моделите и картите на природни местообитания, разработени по проекта имат досега следното приложение:

- за определяне на референтни стойности при попълване на „относителната площ” в т. 3.1 от стандартния формуляр НАТУРА 2000;
- при определяне на националните оценки за площта и представеност на природните местообитания в мрежата НАТУРА 2000. При оптимизирането на мрежата НАТУРА 2000, възложено на БАН, чрез проект от МОСВ, е направен анализ на това разпространение и представеност на хабитатите в защитени зони от експертен екип към проекта от ФПЗ „Зелени Балкани”. Оценките са представени и приети от екипа на БАН за оптимизация на мрежата в рамките на проведени четири работни заседания на подгрупа „Флора и местообитания” към Национална работна група, определена със заповед РД-860/20.11 2007 на Министъра на МОСВ. Резултатите от работата (оценките на националното покритие на природните местообитания) на тази работна група са представени от Гусев и Цонев (под печат).
- при изработването на индикативните карти на разпространението на природните местообитания в България (по УТМ гريد) в „*Червена книга на Република България. Природни местообитания*” (Бисерков и др. под печат).
- при изготвяне на лесоустройствените проекти (направените алгоритми и моделите на горски местообитания за изработване на карти за управлението на горския фонд, който попада в защитени зони в мрежата НАТУРА 2000);
- при определяне на недостатъчността за природни местообитания на биогеографския семинар за България и Румъния, проведен през юни 2008 г. в гр. Сибиу, Румъния. На този семинар българските защитени зони и техните стандартни формуляри бяха приети от Европейската комисия въз





Фиг. 3. Карта на природните местообитания в част от 33 BG0000116 „Камчия” (район на Камчийски пясъци и резерват Камчия), след теренна проверка на ГИС модели.

основа на изводите за националното им разпространение по биогеографски региони, представеност в мрежата НАТУРА 2000 и приетите площи на природните местообитания от споменатата по-горе работна подгрупа. Още повече, комисията прие за някои природни местообитания недостатъчност (Insufficiencies Moderate), въз основа на данни за национално им разпространение според ГИС моделите им. Такива са природни местообитания 91AA (гори на космат дъб) за Континенталния биогеографски регион и 9180 (гори от *Tilio-Acerion*) и 9530 (гори на черен бор) за Алпийския биогеографски регион;

- при разглеждане на инвестиционни намерения от страна на органите на управление – МОСВ и РИОСВ.

Както вече беше споменато по-горе, използването на тези модели при управлението на защитени зони би следвало да се извършва много внимателно и с много предварителни условия. Те не могат да заменят нуждата от картиране на природните местообитания в защитените зони и на територията на цялата страна, въз основа на по-точни карти – КВС, ортофотоснимки, кадастрални карти, топографски карти с М 1:25 000. Досега не е направена цялостна и систематично организирана проверка на получените модели на терен, поради което няма и оценка на степента на тяхната достоверност. Някои от авторите на тази публикация използваха други проекти (вж. <http://forthenature.org/documents/category/55>), за да валидират частично някои от моделите на терен. Такава карта напр. беше изготвена за част от защитена зона BG0000116 „Камчия” – района на резерват Камчия и Камчийски пясъци (Фиг. 3). Предварителните резултати засега потвърждават изводите на Mücher & al. (2009) за висока степен на достоверност на моделите за горските местообитания, пониска степен на достоверност за тревните, и най-ниска – за някои сладководни местообитания.

Основният извод е, че по никакъв начин ГИС моделирането на потенциално разпространение на природните местообитания не може да замени пълноценно нуждата от теренното картиране на защитените зони.

**Благодарности.** Авторите изказват благодарност на д-р Георги Попгеоргиев за ГИС обработката на картата на природните местообитания в ЗЗ Камчия.

## Литература

- Бисерков, В., Гусев, Ч., Попов, В., Хибаум, Г., Русакова, В., Пандурски, И., Узунов, Й., Димитров, М., Цонев, Р., Цонева, С. (ред.). Под печат. Червена книга на Република България. Т. 3. Природни местообитания. ИБЕИ-БАН, МОСВ, София.
- Бондев, И. 1991. Растителността на България. Карта в М 1:600 000 с обяснителен текст. Изд. СУ „Св. Климент Охридски”, София.
- Герасимов, И., Гълъбов, Ж. (ред.). 1966. География на България. I. Физическа география. БАН, София.

- Гусев, Ч., Цонев, Р. Под печат. Европейска екологична мрежа НАТУРА 2000 в България. – В: Бисерков, В. и др. (ред.), Червена книга на Република България. Том 3. Природни местообитания., 34-40. ИБЕИ-БАН, МОСВ, София.
- Димитров, М. 2009a. 62A0 Източни субсредиземноморски сухи тревни съобщества – В: Кавръкова, В. и др. (ред.), Ръководство за определяне на местообитания с европейска значимост в България, 68. Второ преработено и допълнено издание. WWF, Зелени Балкани, МОСВ, София.
- Димитров, М. 2009b. 9110 Букови гори от типа *Luzulo-Fagetum* – В: Кавръкова, В. и др. (ред.), Ръководство за определяне на местообитания с европейска значимост в България, 90. Второ преработено и допълнено издание. WWF, Зелени Балкани, МОСВ, София.
- Каменов, Б., Гълъбов, М., Илиев, И., Аврамова, Е., Станчева, Ц. 1962. Инженерногеоложка карта на България. Главно управление „Геодезия и картография“, София.
- Койнов, В., Трашлиев, Х., Йолевски, М., Андонов, Т., Нинов, Н., Хаджиянакиев, А., Ангелов, Е., Бояджиев, Т., Фотакиева, Е., Кръстанов, С., Стайков, Й. 1968. Почвена карта на България в мащаб 1:400000. Главно управление „Геодезия и картография“, София.
- Bohn, U. & Gollub, G. 2006. The use and application of the map of the natural vegetation of Europe with particular reference to Germany. – Biol. Environm., **106**(3), 199-213.
- Bohn, U., Gollub, G., Hettwer, C., Neuhäuslová, Z., Raus, Th., Schlüter, H. & Weber, H. 2004. Karte der natürlichen Vegetation Europas, Maßstab/Scale 1: 2 500 000. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- CEC. 1994. Commission of the European Communities. CORINE Land Cover. Technical Guide. Office for Official Publications of European Communities, Luxembourg.
- Evans, D. 2006. The habitats of the European union habitats directive. – Proc. Royal Irish Acad.-Sect. B. – Biol. Environm., **106** (3): 167-173.
- Evans, D. 2010. Interpreting the habitats of Annex I: past, present and future. – Acta Bot. Gallica, **157**(4): 677-686.
- Feranec, J., Hazeu, G., Christensen, S. & Jaffrain, G. 2007. Corine land cover change detection in Europe (case studies of The Netherlands and Slovakia). – Land Use Policy, **24**(1): 234-247.
- Habitat Committee. 2011. Assessment and reporting under Article 17 of the Habitat Directive. Explanatory Notes & Guidelines for the period 2007-2012.
- Hájek, M., Hájková, P. & Apostolova, I. 2008. New plant associations from Bulgarian mires. – Phytol. Balc., **14**(3): 377-399.
- Hájková, P., Hájek, M. & Apostolova, I. 2006. Diversity of wetland vegetation in the Bulgarian high mountains, main gradients and context-dependence of the pH role. – Pl. Ecol., **184**: 111-130.
- Johnson, C. & Gillingham, M. 2004. Mapping uncertainty: sensitivity of wildlife habitat ratings to expert opinion. – J. Appl. Ecol., **41**(6): 1032-1041.
- Meshinev, T., Apostolova, I., Georgiev, V., Dimitrov, V., Petrova, A. & Veen, P. 2005. Final report on the National Grasslands Inventory Project – Bulgaria, 2001-2004 (PINMATRA / 2001/020). Dragon 2003 Ltd. Publishers, Sofia.
- Mücher, C., Steinnocher, K., Kressler, F. & Heunks, C. 2000. Land cover characterization and change detection for environmental monitoring of Pan-Europe. – Int. J. Remote Sens., **21**(6/7): 1159-1181.
- Mücher, C., Bunce, R., Jongman, R., Klijn, J., Koomen, A. & Metzger, M. 2003. Identification and Characterisation of Environments and Landscapes in Europe. Alterra Report 832. Alterra, Wageningen.
- Mücher, C., Hennekens, S., Bunce, R. & Schaminee, J. 2004. Mapping European Habitats to support the Design and Implementation of a Pan-European Ecological Network, the PEENHAB project. Alterra-report 952. Alterra, Wageningen.
- Mücher, C., Hennekens, S., Bunce, R. & Schaminee, J. 2005a. Spatial identification of European habitats to support the design and implementation of a Pan-European Ecological Network, Planning, People and Practice. The landscape ecology of sustainable landscapes. – In: McCollin, D. & Jackson, J. (Eds), Proc. 13th Annual IALE (UK) Conf., 2005. Pp. 217-225. Univ. of Northampton.
- Mücher, C., Hennekens, S., Bunce, R. & Schaminee, J. 2005b. European Habitat Mapping – Interactive CDROM. Alterra, Wageningen.

- Mücher, C., Hennekens, S., Bunce, R., Schaminee, J. & Schaepman, M.** 2009. Modelling the spatial distribution of Natura 2000 habitats across Europe. – *Landscape and Urban Planning*, **92**: 148-159.
- Palo, A., Aunap, R. & Mander, U.** 2005. Predictive vegetation mapping based on soil and topographical data: a case study from Saare County, Estonia. – *J. Nat. Conserv.*, **13**(2-3): 197-211.
- Weiers, S., Bock, M., Wissen, M. & Rossner, G.** 2004. Mapping and indicator approaches for the assessment of habitats at different scales using remote sensing and GIS methods. – *Landscape Urban Planning*, **67**: 43-65.
- Zimmermann, N. & Kienast, F.** 1999. Predictive mapping of alpine grasslands in Switzerland: species versus community approach. – *J. Veg. Sci.*, **10**(4): 469-482.