

СЪЗДАВАНЕ НА ОПРОСТЕН ТЕМАТИЧЕН СЛОЙ С АТРИБУТИ НА ЗЕМЕПОЛЗВАНЕТО НА БЪЛГАРИЯ ЗА ЦЕЛИТЕ НА СЕКТОР „ЗЕМЕПОЛЗВАНЕ, ПРОМЕНИ В ЗЕМЕПОЛЗВАНЕТО И ГОРСКО СТОПАНСТВО“

Венцеслав Димитров¹, Юлия Крумова², Йордан Цветков¹

¹Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките
²Национален Институт по геофизика, геодезия и география – Българска академия на науките
e-mail: vdimitro@stil.bas.bg; jkrumova@bas.bg

Ключови думи: Земно покритие, земеползване, пространствени данни, CLC+, LULUCF

Резюме: Представени са резултатите от разработване и създаване на опростен тематичен слой на земеползването, на базата на масиви от национални (in situ) пространствени данни за целите на сектор ЗПЗГС/LULUCF на опазване на околната среда. На базата на наличен входен набор от тематични слоеве с разнообразни и специфични номенклатури на класовете, се преминава към класификационна схема, обща за всички страни, участнички в проекта. Минималните остатъчни празни пространства се запълват от слоя CLC2018. Резултантният слой е с пространствена разделителна способност 10 m на пиксел и включва 17 тематични класа.

CREATE A SIMPLIFIED THEMATIC LAYER WITH LAND USE ATTRIBUTES FOR THE LAND USE, LAND USE CHANGE AND FORESTRY SECTOR

Ventseslav Dimitrov¹, Yulia Kroumova², Jordan Tsvetkov¹

¹Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences
²National Institute of Geophysics, Geodesy and Geography – Bulgarian Academy of Sciences
e-mail: vdimitro@stil.bas.bg; jkrumova@bas.bg

Keywords: Land cover, Land use, Spatial data, CLC+, LULUCF

Abstract: The results of the development and creation of a simplified thematic layer of land use, based on arrays of national (in situ) spatial data for the purposes of the LULUCF environmental protection sector, are presented. On the basis of an available input set of thematic layers with diverse and specific class nomenclature, a classification scheme common to all countries participating in the project is applied. The minimal residual voids are filled by the CLC2018 layer. The resulting layer has a spatial resolution of 10 m per pixel and includes 17 thematic classes.

Въведение

След многогодишно обновяване и поддържане на базата данни за земното покритие CORINE Land Cover (CLC) Европейската агенция по околна среда (ЕАОС) започва паралелно да разработва и прилага нова серия от продукти и приложения, т. нар. „2-ро поколение CORINE Land Cover (CLC)“, известни още и като CLC+¹. CLC+ допълва и разширява пакета от съществуващи в момента продукти на Услугата за мониторинг на земната повърхност (CLMS) по програмата Коперник (Copernicus), за да бъде приведена тя в съответствие с нарастващите изисквания за задълженията за мониторинг и докладване по земеползването и на земното покритие в Европа (LC/LU). CLC+ трябва да отговаря на днешните изисквания, като същевременно гарантира обратна съвместимост с оригиналните CLC набори от данни.

¹CLC+ <https://land.copernicus.eu/pan-european/clc-plus#Library>

Голяма част от изискванията на ЕАОС са свързани с работата, извършена през последните няколко години от групата EAGLE² (Eionet Action Group on Land monitoring in Europe), чиято цел е да разработи ново концептуално решение, ориентирано към бъдещето, което би подкрепило европейския информационен капацитет за мониторинг на сушата. За да преодолее трудностите при прехвърлянето на LC/LU между разните класификационни системи, групата EAGLE създава семантичен модел, представен като UML модел или като матрица под формата на електронна таблица, като и двете имат едно и също тематично съдържание [1].

В приложен аспект, групата EAGLE изпълнява за ЕАОС концептуален дизайн и технически спецификации за набора от продукти CLC+. Според ЕАОС, такъв пакет от продукти CLC+ трябва да се основава на досегашното концептуално развитие и опит с гарантиране на обратна съвместимост с конвенционалните набори от данни за CLC. Въпросният подход трябва да е подходящ и за да отговори и да подпомогне нуждите на европейските политики по докладване относно земеползването, промените в земеползването и горско стопанство (Land use, land use change and forestry - LULUCF). През 2020 г. на обект на публични консултации бе основният документ с технически спецификации за концепцията EAGLE и набора от продукти CLC+ [2]. Последният включва продуктите CLC+ Backbone, CLC+ Core и CLC+ Instance.

Фокусът на настоящия доклад е върху разработване и създаване на опростен тематичен слой на земеползването за България на базата на масиви от национални (*in situ*) пространствени данни за целите на сектор ЗПЗГС/LULUCF. Изпълнена преди във времето инвентаризация на такива данни е ориентирана към създаване на реализация на CLC+ Legacy на Европейско ниво, но смяната на приоритетите в ЕАОС налага по-напред да бъде създадена реализацията CLC+ LULUCF. Изследванията и разработките са извършени в рамките на проект, финансиран от ЕАОС, чрез Изпълнителната агенция по околна среда към МОСВ³.

Данни и методи

Постановка на задачата

Концептуалната подготвителна работа и тестовете, извършени от групата EAGLE, подчертаха важноста на данните за земеползването (land use, LU) при създаването на предвидените CLC+ реализации (Legacy и LULUCF) и като резултат дадоха предложение за хармонизирано събиране на данни в страните-членки на ЕАОС. В отговор на това се извърши инвентаризацията на LU-данните в отделните страни, като информацията е попълвана и структурирана във вид на електронни таблици и документи-отчети. Предишната инвентаризация е фокусирана върху LU данни, необходими за реализацията CLC+ Legacy (аналог на традиционно CLC). Междувременно е решено реализацията CLC+ LULUCF да има приоритет. Поради това, инвентаризацията на пространствените данни за земеползването трябва да бъде допълнена с информация, необходима за LULUCF. Въз основа на изместването на фокуса към LULUCF е формулирана необходимостта от следните действия [3]:

- (1) Прецизиране на информацията от инвентаризацията на земеползването;
- (2) Създаване на национален, базиран на атрибутите на земеползването (LUA) слой LULUCF или изчисляване на статистики;
- (3) Трансформиране на преходния слой на LU в слой с класове на LULUCF (тази дейност е зададена като допълнителна възможност, незадължителна).

Прецизиране на информацията от инвентаризацията на земеползването

За да се улесни преходът от националните номенклатури към системата LULUCF, работната група на EAGLE предлага подмножество елементи от матрицата на EAGLE (Таблица 1), които да се използват като междинна стъпка [3]. По този начин се избягват трудностите при работа с огромната матрица EAGLE и работата се опростява. Колоните LUA и LCN в Таблица 1 се отнасят до кодовете на различните атрибути на земеползване и характеристики на земята съгласно EAGLE, за да опишат и изяснят съдържанието на преходните класове съгласно матрицата на EAGLE.

Въз основа на предишни познания бе извършено търсене и анализ на информационни източници от национални източници на данни в страната, които отговарят на преходните класове на ниво 2 и описанията по EAGLE.

Основните заинтересовани страни от масивите от пространствени данни в България са предимно министерства със съответните им агенции, дирекции и центрове, както и някои изследователски институции. Екипът по изпълнение на проекта изпълни съответната комуникационна дейност във връзка с намирането и предоставянето на необходимите данни.

²EAGLE, <https://land.copernicus.eu/eagle>

³В изпълнение на Рамков договор EEA/IDM/R0/16/009/Bulgaria.

Някои от ресурсите, достъпни от тези институции, са в табличен формат или се основават на точкови или линейни ГИС характеристики, което по принцип ги прави неподходящи за създаване на опростения LULUCF LUA слой. Въпреки това, някои от тях се оказаха полезни и бяха използвани в ГИС анализа за постигане на изискванията преходните класове на ниво 2.

Таблица 1. Хармонизирани класове по EAGLE ("преходни класове") за преобразуване на националните номенклатури

Ниво-1	Ниво-2	Код LUA	Код LCH	Разширени LULUCF категории
Agriculture Use	Arable Use	1_1	5_1_1_1_1 or 5_1_6_1	Cropland annual
	Grassland Use	1_1	5_1_1_2 or 5_1_6_2	Grassland
	Permanent crop Use	1_1	5_1_1_1_2 or 5_1_6_2	Cropland permanent
	Agroforestry Use	1_1	5_1_2_5	Cropland permanent / Settlements
	Greenhouse Use	1_1	5_1_3_1	Cropland annual / Settlements
	Other agriculture Use	1_1	5_1_1_1_2 or 5_1_6_4 or 5_1_6_6	Cropland annual
Forestry Use		1_2		Forest Land
Mining and quarrying Use		1_3	5_3_1_1	Settlements
Urban Use	Industrial Use	2		Settlements
	Services Use	3		Settlements
	Transport & Logistic Use	4_1, 4_2		Settlements
	Utilities Use	4_3, 6_1**		Settlements
	Residential Use	5		Settlements
Water Use	Aquaculture Use	1_4_1		Water
	Other water Use / No economic Use	6_3_2		Water
Other Ecosystem Service Use / No Economic Use	Wetland "Use"	6_3_1	7_1_2 or 7_1_4 or 7_1_15	Wetlands
	Other no economic Use	6_3_1		Other land

В резултат на прегледа и анализа на получените национални ресурси от данни, осем от тях бяха избрани като подходящи за по-нататъшна работа, свързана с преходните класове на LU:

1. LPIS Physical blocks;
2. IISCPR - Cadastral estates;
3. Major air transport - airports;
4. URBAN ecosystems ;
5. Protected areas;
6. Concessions;
7. WETLAND ecosystems ;
8. FRESHWATER ecosystems.

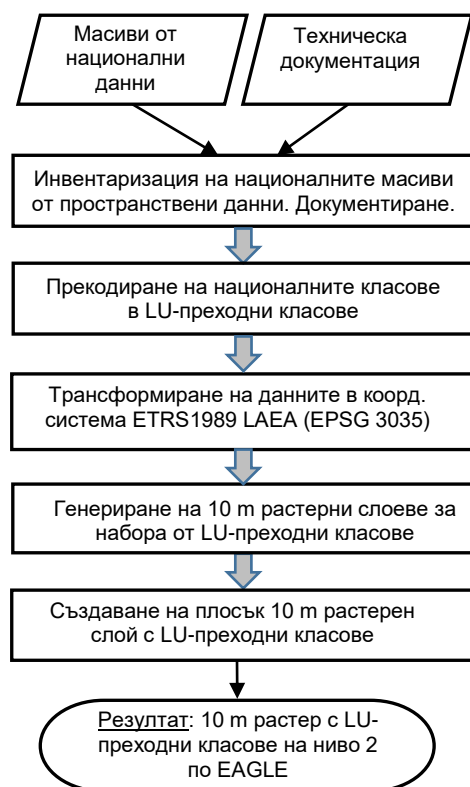
В специално подготвена електронна таблица се попълват данни за националните масиви и класове, като те се поставят в съответствие на LU класовете за преход. Особеностите се отразяват в полета за коментари. За някои от преходните класове на LU се оказва, че няма подходящ единичен национален масив (ресурс) от тематични данни, който точно им съответства. Тогава се налага съпоставяне на комбинации от тематични класове и ресурси. Физическите блокове от системата за идентификация на земни парцели (СИЗП/LPIS), със своята геометрична и тематична детайлност, се оказаха основен масив от данни. Част от базите данни на завършените през 2017 г. проекти за картографиране и оценка на екосистемите и техните услуги, също съдържат полезни данни за земеползването.

Ресурсите от входни данни бяха анализирани и оценени чрез пространствен анализ и фотоинтерпретация, използвайки главно ортофото изображения и други референтни данни. В някои случаи трябваше да избираме между конкуриращи се национални данни за земеползване, описващи даден преходен клас. За преходния клас "Аквакултури" липсват национални пространствени данни, така че този преходен клас не е генериран.

При търсенето на съответствие между националните класове и класовете EAGLE е използвана "Обяснителната документация на концепцията EAGLE" [4], като за някои от националните класове съответният клас EAGLE е споменат в полето за коментар на резултантната таблица.

Създаване на опростен LUA слой

Редът на изпълнение и съдържанието на стъпките в процеса на обработка е показан на Фиг. 1. В първия операционен блок са отбелязани и дейностите по инвентаризацията на националните масиви от данни.



Фиг. 1. Блок-схема на процеса на създаване на LU-преходни класове на ниво 2 по EAGLE

Стъпките, за изпълнение на задачата по създаване на опростен LUA слой за целите на LULUCF, са следните:

- Прекодиране на националните класове в LU-преходни класове;
- Трансформиране на данните в координатна система ETRS1989 LAEA (EPSG 3035);
- Генериране на 10 m растерни слоеве за набора от LU-преходни класове;
- Създаване на плосък 10 m растерен слой с LU-преходни класове (прилагат се правила за приоритет между участващите в операцията слоеве).

LU класовете за преход, съгласно Таблица 1, са 17, но в нашия случай те са 15, защото липсват следните два: Agroforestry (не се среща в страната) и Aquaculture (няма данни, не са получени от екипа на проекта). Правилата за приоритет са предварително зададени, като най-висок е на преходния клас Forestry Use - 1, последван от Agriculture Use - 2, и т.н.

В случай, че в плоския 10 m растерен слой възникнат празни пространства, то те се запълват с данни и класове от CLC2018, за класовете които е предвидено съответствие с LU-преходните класове чрез специална таблица. За пространствено отразяване на такива случаи се генерира отделен растерен слой със стойност „1“ за пиксели, запълващи празноти с

празнини чрез CLC2018, и стойност „0“ за другите територии с наличност на национални данни и липса на пропуск.

Трансформиране на преходния слой на LU в слой с класове на LULUCF.

Като допълнителна възможност, картата с LU преходни класове може праволинейно да бъде преобразувана в карта с категории по LULUCF. За целта трябва да се използва таблицата за прекодиране от LU-преходни класове към LULUCF категории. В резултат се получава 10 m растер, съгласно номенклатурата на LULUCF.

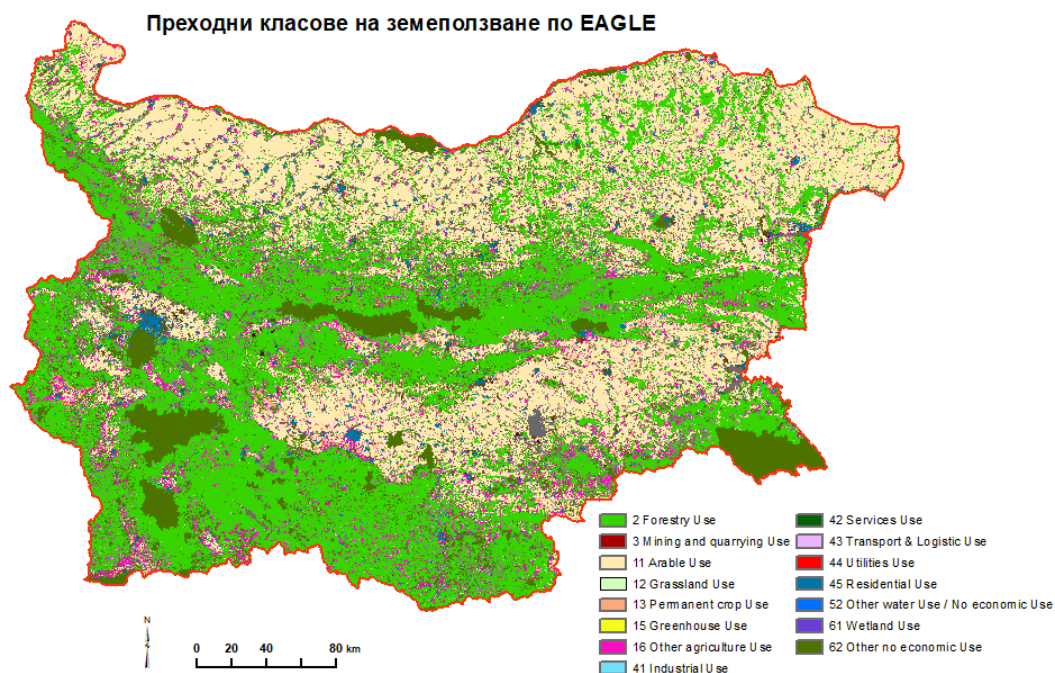
Резултати и обсъждане

Най-напред представяме подробности по начина на вземане на решения в хода на работа с масивите от данни при съпоставянето им с преходните класове и прекодирането.

Класът "Зони за спорт и отдих" в масива на физическите блокове от LPIS включва курорти, селски паркове, спортни съоръжения, селски стадиони, голф клубове и други подобни. По този начин той обхваща два класа от набора от данни за градските екосистеми: зона за отдих извън градовете и градски зелени площи (включително съоръжения за спорт и отдих). Поради това, изборът беше направен в полза на класа LPIS за целите на генерирането на междукласове за използване на услуги. Класът LPIS "Зони за спорт и отдих" описва следните класове от EAGLE по неразделен начин: 1_3_Accommodation And Food Services, 3_4_3_Sports Infrastructure и 3_4_4_1_Urban Greenery And Parks. По този начин обаче той частично описва преходния клас Services Use.

Клас J6. Industrial sites (вкл. търговски обекти) от набора от данни за градските екосистеми включват по неделим начин EAGLE LUA класове _1_Manufacturing / producing industry и 3_1_Commercial Services. В резултат на анализ е установено преобладаване на индустриални обекти.

Картата на базата на растерния 10 m слой с LU-преходни класове е показан на Фиг. 2. В легендата класовете са представени с названието и кода си.



Фиг. 2. Карта с преходни класове, на ниво 2 от класификационната схема на EAGLE

Измерването в резултатния 10 m слой с LU-преходни класове показва, че относителната площ на териториите в страната, запълнени по прекодираните класове на CLC2018, е 0.95%, което показва висок резултат за приложените национални ресурси от пространствени данни. В Таблица 2, от своя страна, е представено разпределението на площите на класовете за преход в територията на страната. Полето Count показва броя 10 m пиксели за всеки клас, а полето Percent_Area - относителната площ в проценти.

Таблица 2. Разпределение на площите на класовете за преход

ClassCode	Inter-class Name	Count	Percent_Area
2	Forestry Use	393968175	35.50
3	Mining and quarrying Use	2962643	0.27
11	Arable Use	343459757	30.95
12	Grassland Use	97721038	8.80
13	Permanent crop Use	19731790	1.78
15	Greenhouse Use	1422776	0.13
16	Other agriculture Use	51390565	4.63
41	Industrial Use	8557533	0.77
42	Services Use	886128	0.08
43	Transport & Logistic Use	10294280	0.93
44	Utilities Use	838137	0.08
45	Residential Use	26866980	2.42
52	Other water Use / No economic Use	17390622	1.57
61	Wetland "Use"	724899	0.07
62	Other no economic Use	133630834	12.04

Заклучение

Представените методи и практически подход за работа с реални пространствени данни показват висока ефективност при решаване на конкретната задача за генериране на опростен тематичен слой на земеползването за LULUCF, насочен към по-точно моделиране на климатичните промени. Важна роля има професионалният подход при изследване и разбиране на класификационните схеми на различните ресурси от тематични данни за правилното им комбинирание и постигане на крайния резултат.

Литература:

1. Arnold, S., B. Kozstra, G. Banko, G. Smith, G. Hazeu, M. Bock, Valcarcel-Sanz, N. (2013): The EAGLE concept - A vision of a future European Land Monitoring Framework. In: Lasaponara R., Masini N., Biscione M. (Editors): EARSeL Symposium proceedings 2013, "Towards Horizon 2020", 551–569.
2. Technical specifications for implementation of a new land-monitoring concept based on EAGLE. Public Consultation document for CLC+ Core, Version 1.0, 22.04.2020, 84 p.. достъпен на <https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/clc-core-consultations-for-the-technical-specifications>
3. Instructions for implementation of Task 1.3 (Land Use related tasks), prepared by B. Kozstra, Version 3.5 10/12/2021, Framework Service Contract EEA/IDM/R0/16/009/xx, EEA.
4. Explanatory Documentation of the EAGLE Concept, Version 3.1.2, 2021, Prepared by: Arnold S., B. Kozstra, G. Banko, P. Milenov, G. Smith, G. Hazeu, EEA, 2021, 134 p.