

## ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРОСТРАНСТВЕНА БАЗА ДАННИ ЗА ОЦЕНКА НА ПРИРОДНИТЕ И ТЕХНОЛОГИЧНИТЕ ОПАСНОСТИ ПО ДУНАВСКИЯ БРЯГ В РАЙОНА ВИДИН-НИКОПОЛ

*Емилия Черкезова, Стоян Недков*

### УВОД

Изучаването на природните и техногенните опасности понастоящем играе важна роля в изработване на адекватни мерки за тяхното минимизиране с цел опазване на човешкия живот и инфраструктурата на дадена територия.

Много проекти и приложения в света показват, че географските информационни системи (ГИС) и дистанционните методи са мощен инструмент за оценка и анализ на природните и техногенните опасности и подпомагане при вземането на решения от отговорните институции. Главна предпоставка за ефективно използване на пространствените данни и информация в ГИС среда е моделиране на пространствените данни и изграждане на геобазата данни. Основната цел на моделирането на пространствените данни е оформяне на съответните условия и процеси в реалния свят в структура, която включва описание на геоданните, дефиниране на ключови атрибути, домейни и отношения (N e u m a n et al., 2010). Следователно моделирането на геоданните е процес на създаване на пространствена база данни, при който се диференцират концептуално, логическо и физическо ниво на абстракция на това моделиране.

Концептуалното моделиране на геобазата данни е процес на определяне на основните характеристики на обектите без предварителни решения за начина, по който те ще бъдат изобразени в процеса на реализация (G r a v e s, 2001). Този процес включва още определяне на основните понятия и пространствени обекти на изследване, както и тяхното структуриране. Концептуалният модел отразява нивото на абстракция при описание на обекти, явления и процеси (S c h i l c h e r et al., 1996).

Посредством логическия модел се извършва внедряването на концептуалния модел в структурата на пространствената база данни в различни схеми: „обект-отношение“, релационна или обектно-ориентирана (S c h i l c h e r et al., 1996; C o n n o l l y, V e g g, 1999; G r a v e s, 2001).

Физическото моделиране на геобазите данни е процес на внедряване на логическия модел в структурата на физическа геобаза данни, т.е. на създаването на пространствената база данни (C o n n o l l y, B e g, 1999).

Целта на настоящата работа е създаване на концепция за изграждане на пространствена база данни, която е подходяща за оценка на природните и техногенните опасности. За постигането на целта са поставени следните задачи:

- осигуряване на необходимия масив от пространствени данни за извършване на пространствен анализ и картографиране;
- изграждане на модел на пространствените данни, съобразен с изискванията за оценка и картографиране на отделните природни и техногенни опасности, който да послужи като основа за изграждане на схемата на геобазата данни;
- създаване на примерна схема на пространствената база данни и използване на модела на геоданните;
- разработване на логически и физически модел на геобаза данни за природните и техногенните опасности, която да служи за подпомагане на вземане на решения за минимизиране на щетите от проява на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности.

Изградената пространствена база данни би трябвало да позволява разширение с допълнителни пространствени и атрибутивни данни и информация от други източници, както и да поддържа формати на данните в оперативно съвместим формат.

## МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИЧЕСКИ ПОДХОД

В методологичен аспект проектирането на пространствената база данни, представена в настоящата статия, включва следните работни процеси от технологична гледна точка:

- анализ на целите на проекта, свързани с оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в изследвания район;
- планиране;
- създаване на модел на пространствените данни и и прилагане;
- проектиране (дизайн) на геобазата данни;
- тестване и изграждане на пространствената база данни.

*Анализът* на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности и на необходимите данни и информация за тяхната оценка и картографиране са първата необходима стъпка в процеса на създаване на пространствена база данни. По време на тази фаза са анализирани и уточнени потенциалните потребители. Това са експертите по природните и техногенните опасности, а от друга страна – регионални институции като общини, училища и граждани.

Таблица 1 представя наличните източници на пространствени данни и информация в началото на проекта ROBUHAZ-DUN.

Анализът на наличните данни показва необходимостта от генериране на допълнителни данни и информация с цел осигуряване на адекватна оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в рамките на проекта ROBUHAZ-DUN.

Т а б л и ц а 1

Списък на наличните източници на пространствени данни и информация

Пространствени данни		Формат	Източник
Геолого-геоморфоложки	DEM (100 m)	растер	Архив на НИГТГ
	DEM (50 m)	растер	МОСВ <sup>1</sup> , проект „Интегрирано управление на водите в Република България“
	топографски карти 1:25 000	растер	
Земно покритие	CORINE land Cover – 1990, 2000, 200	вектор	МОСВ, Изпълнителна агенция по околна среда
	ортофотокарта	растер	МЗХ <sup>2</sup>
Защитени територии	защитени територии по ЗЗТ	вектор	МОСВ, Изпълнителна агенция по околна среда
	Натура 2000	вектор	
Административни данни	области	вектор	Архив на НИГТГ
	общини	вектор	
	селища	вектор	
	транспортна мрежа	вектор	
Почви	дигитализирана почвена карта 1:200 000	вектор	МОСВ, проект „Интегрирано управление на водите в Република България“

<sup>1</sup>МОСВ – Министерство на околната среда и водите

<sup>2</sup>МЗХ – Министерство на земеделието и храните

*Планирането* включва процес на избор на софтвер и дефиниране на етапите за проектиране и изграждане на пространствената база данни. Използваният в рамките на проекта ГИС софтуер е ArcGIS (ESRI), поради което създаденият модел на геоданните би трябвало да бъде имплементиран като ArcGIS геобаза данни. Поради факта, че на настоящия етап не разполагаме с платения продукт Microsoft Visio, който съдържа готови шаблони (темплейти) за създаване на ESRI модел на геоданните (E S R I, 2009), се наложи вземане на решение за избор на свободен софтуер, който да бъде адаптиран за проектиране на географски бази данни. Този подход е свързан с дълъг и сложен процес на тестване и внедряване в ArcGIS среда. По тази причина и поради краткия срок на изпълнение на проекта ROBUHAZ-DUN (2012-2013) физическото създаване на геобазата данни посредством този методически подход не бе предвиден като основен за физическото създаване на геобазата за оценка и картографиране на природните и техногенните опасности, а е използван паралелно с утвърдения за проекта от румънска и българска страна подход и представен в настоящата статия.

*Моделирането* на пространствените данни включва:

– избор на единна координатна система и геореферирание на всички налични и създавани в рамките на проекта геоданни в координатна система UTM35N, WGS84;

– прилагане на концепциите на концептуално и логическо моделиране и планиране на физическата структура на геобазата данни.

За създаване на концептуалния модел на геобазата данни в настоящото изследване е използван UML (*Unified Modelling Language*) и по-специално UML Class Diagram. Архитектурата на езика UML следва в голяма степен методическия подход за създаване на метаданните, като при използване на UML се прави разлика между диаграми и модели (Störle, 2005: 24). Тя позволява структурна спецификация на схемата на пространствената база данни съгласно обектно-ориентиран метод за дефиниране на всеки клас, неговото име и функции за анализ. UML клас-диаграмите дават статична илюстрация на създадения модел и на взаимовръзките между отделните класове. Този вид UML диаграми поддържа възможности за определяне и отбелязване на асоциации и агрегиране. Освен това UML клас-диаграмите могат да бъдат интерпретирани като програми на езици C++, C# и Java, както и в модели на геобазата данни, напр. на релационната SQL-база данни (Störle, 2005).

## РЕЗУЛТАТИ

Анализът на поставените цели на проекта, свързани с оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в изследвания район, включва: а) определяне и оценка на необходимите данни и информация, както и областите на тяхното приложение; б) анализ на източниците на необходимите данни и заинтересованите институции от оценка и картографиране на природните и техногенните опасности в изследвания район; в) анализ на очакванията на тези заинтересовани институции.

Получените резултати от този анализ служат за основа на логическо определяне на необходимия масив от пространствени данни и информация, както и на необходимите методи за пространствен анализ и картографиране в рамките на проекта.

Определянето на необходимите масиви от пространствени данни и информация в настоящото изследване са базирана на следните идентифицирани дейности:

- дейности на отделните работни групи и анализ на очакваните резултати от гледна точка на предоставяне на пространствени и атрибутивни данни и информация за оценка на природните и технологичните опасности;

- дейности, свързани с картографирането на природните и технологичните опасности;

- анализ на наличните данни за анализ на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности (табл. 1);

- дефиниране на необходимите данни за анализ на характерните за района на изследване природни и техногенни опасности, които трябва да бъдат генерирани от работните експертни групи в рамките на настоящото изследване (табл. 2).

Т а б л и ц а 2

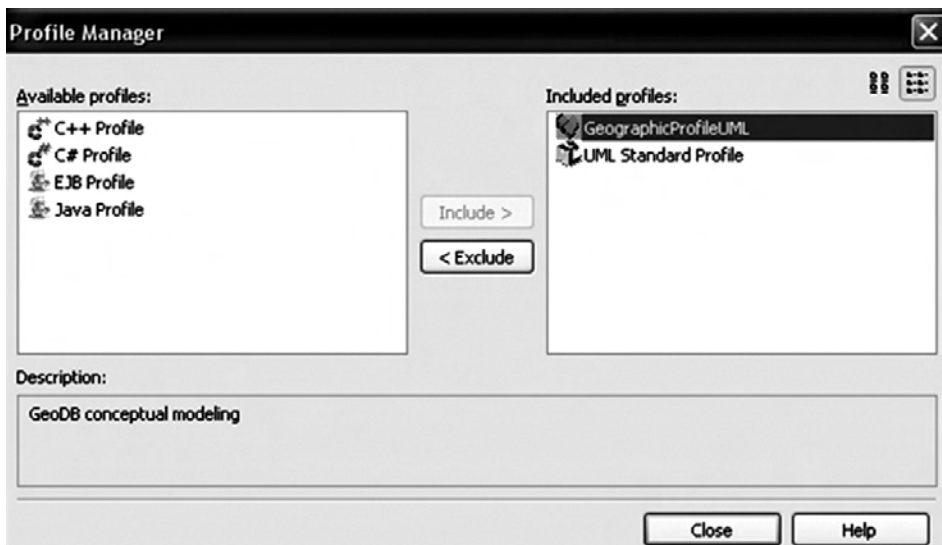
Обекти на пространствената база данни (извадка)

Набор от данни	Клас	Описание	Вид данни
Граници на общини (Municipality.shp)	Name_bg	граници на общините	полигон
Селища (Settlements.shp)	Name_bg	селища	точки
Замърсяване на почвите (Field_sampling_soil.shp)	Cd_ppm Cu_ppm Pb_ppm As_ppm .....	концентрация на тежки метали и вредни вещества в почвата	точки
Почви (Soils.shp)	Code	почвени типове	полигон

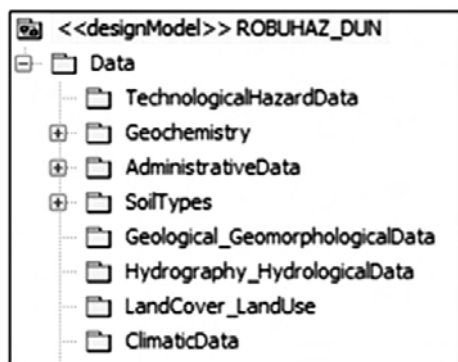
За създаване на UML модела в настоящото изследване е използван свободният софтуерен продукт StarUML™ (версия 5.0.2). Той е платформа, поддържаща UML, базирайки се на версия UML 1.4 и поддържайки версия UML 2.0 и MDA (*Model Driven Architecture*) (D o u g l a s, 2011). StarUML™ поддържа импортиране и експортиране на XMI-формат (*XML Metadata Interchange*). Обикновено ползвателите на ESRI ArcGIS употребяват за UML-моделирането Microsoft Visio (платен продукт на Microsoft), напр. T o m a s e v i c e t al. (2012).

За да може да разработим концептуален модел, за целите на изследването от авторите на настоящата работа е създаден допълнителен модул „GeographicProfileUML” на StarUML™ (фиг. 1). Този модул дава възможност за моделиране на географски бази данни (D o u g l a s, 2011) и поддържа различни видове данни – векторни (точки, линии, полигони), растерни, TIN, мрежи и комплексни обекти. Те, според S t ö r r l e (2005), се дефинират посредством т.нар. стереотипи (етикети, англ. *stereotypes*) на характеристиките на отделните елементи на даден модел. Кодът на този модул е написан като документ XML (*Extensible Markup Language*). За целта в тази разработка е използван безплатният XML-едитор WebostonScriptly (L o e p p, 2013-2014).

С помощта на този нов модул на StarUML™ е разработен концептуален UML-модел „ROBUHAZ\_DUN“. По своята същност този UML-модел представлява концептуална схема на геобазата данни, която е независима от физическата структура на геобазата данни, софтуера и начините на съхранение на пространствените данни и информация. Концептуалният модел включва създаването на уникален набор от данни, който в централизиран вид съдържа необходимите тематични данни, представени от N e d k o v, T c h e r k e z o v a (2013), групирани, както следва: административни граници, геолого-геоморфоложки данни, почвени типове, климатични данни, хидрография и хидроложки данни, земно покритие, геохимични данни и данни за техногенните опасности в изследвания район (фиг. 2).



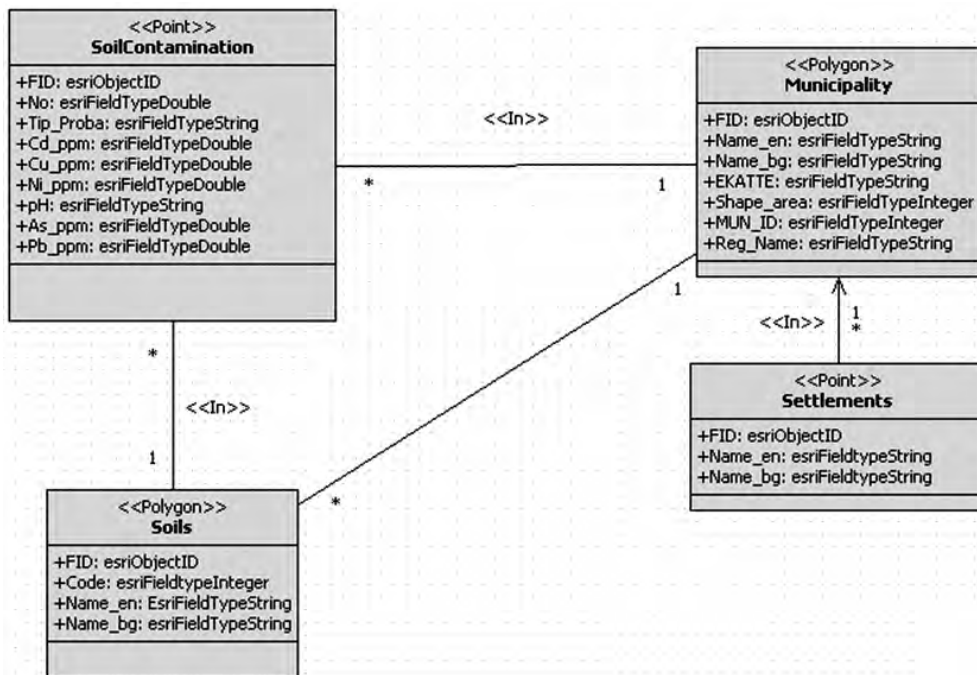
Фиг. 1. Създаденият модул „GeographicProfileUML“ за моделиране на географски бази данни, интегриран в StarUML™



Фиг. 2. Извадка от структурата на пакет „Data“ на разработения концептуален UML-модел „ROBUHAZ\_DUN“

Фигура 3 представя тематичните данни, използвани като пример за създаване на прототип на UML концептуален модел на геобаза данни. Тези данни са използвани от K o t s e v et al. (2013) за картографиране на концентрацията на тежки метали и вредни вещества в почвата.

Използваният стереотип (*stereotype*) <<In>> означава, че всяко селище попада в границите на общините (същото важи и за почвените проби, като те попадат и в границите на почвените типове (Soils). Между UML класовете селища (Settlement) и почвени проби (SoilContamination) няма топологична връзка и по тази причина не е използван стереотип.



Фиг. 3. UML клас-диаграма на темата за анализ на концентрацията на тежки метали и вредни вещества в почвата

Създаденият модел е верифициран (проверен) и експортиран във формат XMI (*XML Metadata Interchange*), което дава възможност да бъде интегриран в програми, използващи този формат. От разработения в настоящата работа UML модел на геобазата данни са генерирани кодове за C# и Java, което дава възможност за трансформиране на UML клас-диаграмата в C# и Java клас-диаграми.

На базата на създадения концептуален модел на пространствената база данни могат да бъдат създадени логически и физически модел на базата данни. Основната структура на логическата и физическата схема на пространствената база данни в настоящото изследване могат да бъдат дефинирани на базата на използвания модел на ArcGIS (ESRI), поради факта, че този софтуер е използван в рамките на проекта ROBUHAZ-DUN. ArcGIS дава възможност за прилагане на UML-базирания модел на пространствената база данни посредством използване на формат XML: експортиране на UML-модела в XMI- формат, трансформиране в ESRI XML-формат, създаване на празна геобазата данни в ArcCatalog и използване на инструмента *ESRI Case Schema Creation* за създаване на схемата на геобазата данни (E S R I, 2009). За целта са необходими проверка на създадения профил и неговото модифициране съгласно изискванията на ESRI ArcGIS средата (*ArcInfo UML Diagrams*), поради което този работен процес не е предвиден в настоящото изследване, а е създадена персонална геобазата данни в ArcCatalog.

Като част от проекта ROBUHAZ-DUN е създадена схема за генериране на речник на пространствените данни с цел осигуряване на описанието им, което е независимо от използвания софтуер за тяхната обработка и анализ в настоящото и бъдещи изследвания (T s h e r k e z o v a, 2013). В тази разработка схемата е използвана за създаване на UML модел на пространствените данни за анализ на концентрацията на почвите с тежки метали и вредни вещества, който включва пространствени данни, асоциации, връзки и съотношения между отделните атрибути и речник на пространствените данни.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основната цел на настоящото изследване е създаване на концепция за изграждане на пространствена база данни, която е подходяща за оценка на природните и техногенните опасности посредством обектно-ориентирано моделиране. Главните акценти за постигането на тази цел са: а) изграждане на модел на пространствените данни, съобразен с изискванията за оценка и картографиране на отделните природни и техногенни опасности, който да послужи като основа за изграждане на схемата на геобазата данни; б) създаване на примерна схема на пространствената база данни и на модел на геоданните посредством генериране на модул и създаване на профил за проектиране на геобазата данни в средата на свободния софтуер StarUML™.

Създаденият модул за моделиране на географски данни към StarUML™ дава възможност за генериране на UML-модел, поддържащ различни видове данни – векторни (точки, линии, полигони), растерни, TIN, мрежи, контури и комплексни обекти, които биха могли да бъдат интегрирани в схема на пространствената база данни. Разработеният концептуален модел поддържа съхранението на набора от пространствени данни в централизиран пакет, което улеснява техния достъп и управление.

За пълното интегриране на създадения UML модел в ESRI ArcGIS среда са необходими серия от тестове и модифициране на създадения профил за моделиране на географски данни съобразно структурата на ESRI ArcInfo UML Diagrams, които да гарантират успешната интеграция на създадения в настоящото изследване модел. Предимството на създадения модул за моделиране на географски данни StarUML™ обаче се състои във възможността и перспективите UML-модела на геобазата данни да бъде внедрен в други програми, като например в C++, C#, Java, релационна SQL-база данни.



## ЛИТЕРАТУРА

- Baltea nu, D., D. Dogaru, G. Zhelezov, B. Kulov. 2013. Geographic characteristic of the region Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol.
- Connolly, T.M., C.E. Begg. 1999. Database Systems. A Practical Approach to Design, Implementation and Management. 2<sup>nd</sup> Edition. Addison-Wesley Publishing Company. ISBN 0-201-34287-1.
- Douglas. 2011. Tutorial StarUML. Available: [http://www.dpi.ufv.br/projetos/geoprofile/tutoriais/StarUML\\_Tutorial\\_english.pdf](http://www.dpi.ufv.br/projetos/geoprofile/tutoriais/StarUML_Tutorial_english.pdf)
- Graves, M. 2001. Designing XML Databases. Prentice Hall PTR. ISBN 0-13-088901-6. 688.
- Kotsev, T., A. Benderev, G. Zhelezov, R. Cecilia, A. Bela, M. Miclean, M. Sima, M. Dumitrascu. 2013. Technological Hazards. – In: Zhelezov, G. [ed.]. Hazard Assessment and mitigation in the Danube Floodplain (Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector). TerArt, Sofia. 256.
- Loep, B. (2013-2014). WebostonScriptly. Available: <http://www.webocton.de/?cid=3&sid=42>.
- Nedkov, S., E. Tcherkezova. 2013. GIS database – an important component of hazard assessment. – In: Zhelezov, G. [ed.]. Hazard assessment and mitigation in the Danube floodplain (Calafat-Vidin – Turnu Magurele-Nikopol Sector). Technical guide. TerArt, Sofia. 24-53.
- Neuman, A., H. Freimark, A. Wehrle. 2010. Geodatastructures and Data Models. Institute of Cartography, ETH Zurich, Available: <https://geodata.ethz.ch/geovite/tutorials/L2GeodataStructuresAndDataModels/en/html/index.html>. Last visit: 12<sup>th</sup> Aug 2013.
- Schilcher, M., H. Kaltenbach, R. Roschlaubg. 1996. Geoinformationssysteme – Zwischenbilanz einer stuermischer Entwicklung. – Z. fuer Vermessungswesen, DVV e.V. 121 Jahrgang, Heft 8. 363-377.
- Shruthip, S. 2010. Star UML. Available: <http://www.developeriq.in/articles/2010/mar/05/star-uml/>.
- Störrle, H. 2005. UML 2 für Studenten. Mit UML – Syntax-Poster. Pearson Studium. ISBN 3-8273-7143-0. 320.
- Tcherkezova, E. 2013. A prototype of a digital atlas of natural and technological hazards in the Danube floodplain (Calafat – Vidin/ Turnu Magurele - Nikopol sector). – XXIII International Symposium on modern technologies, education and professional practice in geodasy and related fields. Sofia, 07–08 November 2013. 21. CD-Rom.
- Tomasevic, A., L. Kolonja, I. Obradovic, R. Stankovic, O. Kitanovic. 2012. Using UML Case Tools for Development an Open Pit ArcGIS Geodatabase. – Underground Mining Engineering, 20. Faculty of Mining and Geology, Belgrade. UDK62, YU ISSN 03542904. 89-98.
- xxx ESRI, 2009. Building Geodatabases with CASE Tools. Available: <http://support.esri.com/en/knowledgebase/product-announcements/view/productid/43/metaid/658>.
- xxx StarUML™. The Open Source UML/MDA Platform. Available: <http://staruml.sourceforge.net/en/>

*Департамент География – НИГГТ, БАН*

DESIGN OF A GEODATABASE  
FOR ASSESSMENT OF NATURAL AND TECHNOLOGICAL RISK.  
CASE STUDY VIDIN – NIKOPOL, BULGARIA

*E. Tcherkezova, St. Nedkov*

(S u m m a r y)

Nowadays, the prevention and mitigation of human and infrastructure loss caused by natural and technological hazards are very important activities at local, regional, national and global scale. Therefore, detailed analysis and mapping of different natural, technological and antropogenic hazards and disasters become an important role for disaster studies.

This study focuses on development of a conceptual geodata model using UML class diagrams as a base for geodatabase schema appropriated for analysis and mapping of natural and technological hazards in the Danube floodplain between Vidin and Nikopol (Bulgaria). The design, development and application of a coherent geodatabase for this purpose should be considered as fundamental steps in the project ROBUHAZ-DUN.

*Keywords:* Geographic Information Systems (GIS), geodata model, geodatabase, UML (*Unified Modelling Language*), UML Class Diagram, XML (*eXtensible Markup Language*), XMI (*XML Metadata Interchange*), ESRI Case (*Computer Aided Software Engineering*) Schema Creation, ROBUHAZ-DUN.