

Il Geodatabase del Sistema Informativo Vegetazionale delle Marche

S. Pesaresi¹, E. Biondi¹, S. Casavecchia¹, A. Catorci² & M. Foglia²

¹Dipartimento di Scienze Ambientali e delle Produzioni Vegetali, Università Politecnica delle Marche, via Brecce Bianche, I-60100 Ancona

²Dipartimento di Scienze Ambientali, Università di Camerino, via Pontoni 5, I-62032 Camerino (MC)

Abstract

The Vegetational Information System Geodatabase of Marche region. The Vegetational Information System Geodatabase of Marche region, planned and implemented during the project of the Ecological Network of Marche region (R.E.M.) with the goal to keep track geographically and over time of all the information about the plant landscape of Marche derived from phytosociological and geosynphytosociological analysis, is showed. The Vegetation Information System, planned according to standardized and tested methods, is an important monitoring tool to support biodiversity management and research.

Key words: Geodatabase, geosynphytosociology, phytosociology, relational Database, Vegetational Information System.

Riassunto

Viene presentato il Geodatabase del Sistema Informativo Vegetazionale delle Marche, progettato ed implementato nell'ambito del progetto di Rete Ecologica Marchigiana (R.E.M.) al fine di tenere traccia nel tempo e nello spazio geografico di tutte le informazioni, desunte dalle indagini fitosociologiche e geosinfitosociologiche, che caratterizzano il paesaggio vegetale delle Marche.

Nelle conclusioni sono messe in evidenza le caratteristiche che fanno del Sistema Informativo Vegetazionale (progettato secondo metodologie standardizzate e collaudate) un importante strumento di monitoraggio, di supporto alla gestione della biodiversità e di ricerca.

Parole chiave: Database relazionale, Fitosociologia, Geosinfitosociologia, Geodatabase, Sistema Informativo Vegetazionale.

Introduzione

La conservazione della biodiversità richiede la gestione consapevole degli ecosistemi e del paesaggio ed implica pertanto la conoscenza approfondita dei fattori che li caratterizzano e dei processi dinamici che sono alla base della loro origine e ne determinano la diffusione nello spazio e la trasformazione nel tempo. Le analisi fitosociologiche e geosinfitosociologiche, attraverso lo studio delle successioni seriali e delle unità di paesaggio vegetale, consentono di definire modelli dinamici, predittivi e di elevato interesse applicativo (Biondi, 1996; Biondi *et al.*, 2005). In particolare, se opportunamente supportati da metodologie informatiche e cartografiche, in ambiente GIS, permettono di proporre soluzioni gestionali per la conservazione della biodiversità di specie e di ambienti. Nell'ambito del progetto di rete di Rete Ecologica Marchigiana (REM) (Biondi *et al.*, 2007), tra le cui finalità è presente la realizzazione di cartografie per il monitoraggio di SIC e ZPS alla scala 1:10000 e la cartografia alla scala 1:50000 di tutto il territorio regionale (Catorci *et al.*, 2007), si è resa necessaria l'implementazione di un base dati geografica informatizzata, costituente il sistema informativo vegetazionale delle Marche. Quest'ultimo oltre a tenere traccia nello spazio geografico di tutte le informazioni desunte dalle indagini fitosociologiche e geosinfitosociologiche che caratterizzano il paesaggio

vegetale indagato (secondo la scuola sigmatista di Zurigo-Montpellier e successivi ampliamenti, Rivas-Martinez, 2005) vuole costituire uno strumento di monitoraggio e deve pertanto essere capace di gestire la componente temporale che comporta principalmente due tipi di evoluzione alle informazioni che si vogliono archiviare:

- la prima è insita nel dinamismo della vegetazione stessa e nelle differenti utilizzazioni antropiche del territorio, tali variazioni sono gestibili tramite successive e continue scansioni del territorio;
- la seconda è dovuta all'adeguamento metodologico che, prevedibilmente, subiranno fitosociologia e geosinfitosociologia negli anni (si pensi ad esempio alle sinonimie nella tassonomia e nella sintassonomia).

Un archivio geografico che gestisce opportunamente le informazioni nel tempo è pertanto un sistema consapevole dei cambiamenti che consente nelle medesime aree, in momenti differenti (analisi diacronica), di eseguire confronti tra significati ecologici coerenti.

Materiali e metodi

Per la realizzazione del sistema informativo vegetazionale delle Marche si è utilizzato il personal geodatabase data model di ArcGis 9.0. Tale modello

dei dati rappresenta un database di tipo relazionale in grado di archiviare e gestire i dati geografici (Zeiler, 1999).

Il database relazionale si basa su due rami della matematica noti come teoria degli insiemi e logica di predicato di ordine primo che forniscono anche le basi per formulare metodologie per una buona progettazione al fine di creare solide strutture di database (Hernandez, 2003).

La prima fase eseguita per la realizzazione del sistema informativo vegetazionale, la più importante, è stata la progettazione logica dell'archivio (Fig. 1), seguendo la proposta metodologica di Hernandez (2003), che include:

- l'analisi dei requisiti (consistente nell'analizzare il processo da modellizzare, in questo caso le metodologie fitosociologiche e geosinfitosociologiche, e tutte le attività presentate, fatta eccezione per la colonna relativa alla fauna, nello schema di processo metodologico, presentato in (Biondi *et al.*, 2007);

- la modellazione dei dati tramite i diagrammi ER (Entità-Relazioni); durante la fase di modellazione dei dati sono stati anche definiti i campi (attributi) associati alle relative tabelle; ad ogni tabella viene assegnata una chiave primaria, vengono identificati i vari livelli di integrità dei dati e determinate le relazioni tramite chiavi esterne;

- la normalizzazione dei dati, processo utile per eliminare le ridondanze e le duplicazioni dei dati ed anomalie nel database quando si inseriscono, si aggiornano o si eliminano dati.

Il rilevamento cartografico è stato effettuato per superfici (poligoni) rispettando le relazioni topologiche di adiacenza e non sovrapposizione. Il disegno dei poligoni (features) è stato realizzato direttamente a video, tramite interpretazione di ortofoto digitali a colori (it2000TM/TerraItalyTM98/99 scala nominale 1:10000) e B/N (2001 GEA: EX-AIMA scala nominale 1:10000) con continua e contemporanea verifica tramite rilevamenti di campagna. La singola entità poligonale o campitura tracciata (feature) nel geodatabase, rappresenta un'area concretamente definita di copertura vegetale omogenea dal punto di vista fisionomico, fisionomico strutturale ed ecotonale (con una composizione strutturale intermedia come praterie con arbusti o alberi e così via) fitosociologico e geosinfitosociologico.

Per le aree SIC e ZPS la scala di riferimento per la presentazione cartografica (scala nominale) scelta è 1:10000. La superficie minima cartografata è di 300 m² mentre per tutto il territorio regionale la scala cartografica di riferimento è 1:50000 con superficie minima cartografata di 3 ha.

Nell'archivio inoltre è stata tenuta traccia, tramite GPS,

di tutti i rilievi fitosociologici effettuati. L'elemento geometrico utilizzato in questo caso è il punto.

Il sistema di riferimento cartografico adottato è Roma 1940 Gauss-Boaga fuso Est.

In Fig. 1 è rappresentato lo schema logico del sistema informativo vegetazionale che permette di comprendere come le informazioni, derivanti dalle analisi di campagna: floristiche, fitosociologiche, e geosinfitosociologiche, dalla interpretazione delle ortofoto, etc., (vedi schema di processo metodologico in Biondi *et al.*, 2007) vengono archiviate e gestite dal geodatabase.

Ogni rettangolo nello schema in figura rappresenta un'entità (soggetto d'interesse per la base dati che raggruppa un set di informazioni omogenee tra loro; Braidi, 2004) del paesaggio vegetale (interpretato secondo le metodologie geosinfitosociologiche), come le associazioni vegetali, le subassociazioni, i rilievi fitosociologici, la flora, gli habitat, le serie di vegetazione, i geosigmeti etc. Ad ogni entità (che viene percepita nel monitor come tabella) sono associati una serie di attributi (campi), elencati in ogni rispettivo rettangolo, che descrivono le caratteristiche dell'entità stessa, ad esempio per la flora si avrà un campo per la denominazione, per la forma biologica, per l'elemento corologico, etc.

I rettangoli più grandi rappresentano le entità direttamente collegate agli oggetti geometrici georiferiti (poligoni e punti) delle coperture vegetali e dei rilievi fitosociologici anch'esse con i propri campi o attributi.

Le linee che collegano le differenti entità nello schema rappresentano e descrivono i tipi di relazione che intercorrono tra le entità stesse. Le relazioni sono componenti fondamentali in un database relazionale: una relazione stabilisce una connessione fra una coppia di tabelle che sono correlate in modo logico fra loro. Ad esempio un'associazione vegetale può caratterizzare molti poligoni ma in un singolo poligono può essere contenuta una sola associazione (relazione Uno a Molti 1-∞ tra associazioni vegetali e coperture vegetali). La stessa associazione può possedere molte subassociazioni ma una singola subassociazione può appartenere ad una sola associazione (relazione Uno a Molti 1-∞ tra associazioni vegetali e subassociazioni). Inoltre le relazioni sono fondamentali in quanto permettono di attingere ai dati di più tabelle contemporaneamente e di controllare i diversi livelli di integrità dei dati (Braidi, 2004). La relazione si concretizza tramite le chiavi primarie di ogni tabella (CP) e le chiavi esterne (CE).

Terminata la progettazione logica del Geodatabase si è passati alla implementazione fisica in ambiente GIS tramite il software ArcGis 9.0.

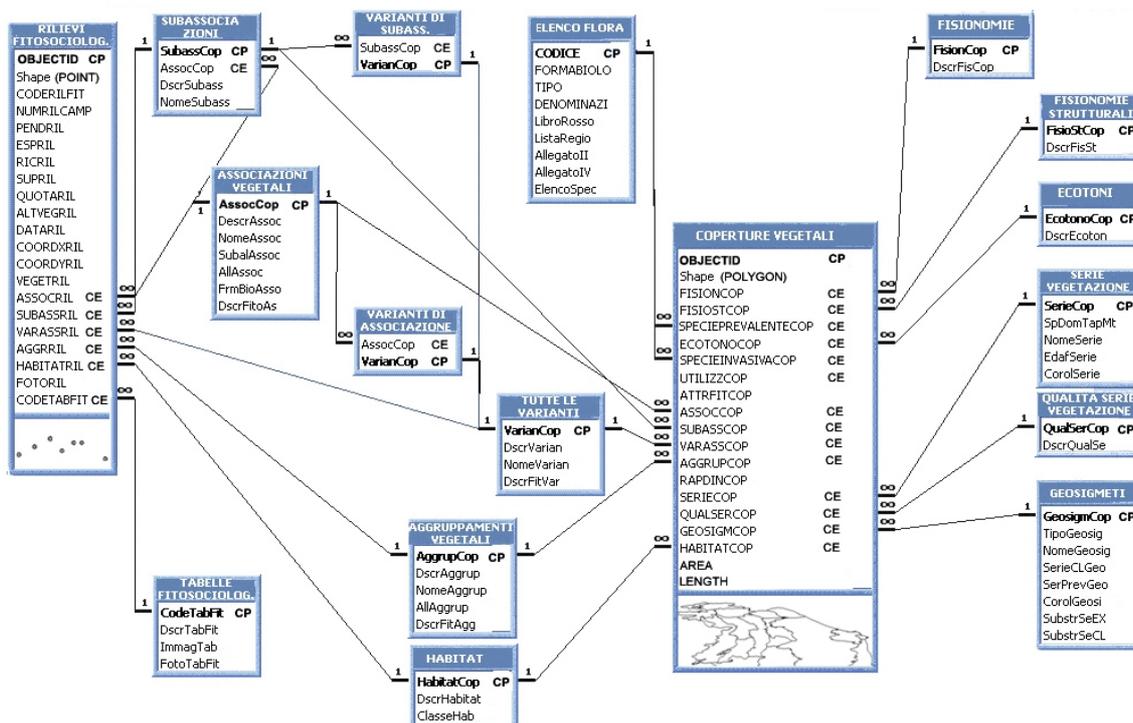


Fig. 1 - Schema logico del Geodatabase (descrive il flusso delle informazioni nel sistema informativo vegetazionale)

Conclusioni

Il sistema informativo vegetazionale delle Marche rappresenta uno strumento di monitoraggio e supporto alla gestione della biodiversità oltre che di ricerca per le indagini geosinfitosociologiche stesse. Infatti le consultazioni od interrogazioni sulla banca dati geografica possono essere d'interesse scientifico o prevalentemente finalizzate alla gestione territoriale. Tale strumento presenta numerosi vantaggi rispetto alle cartografie vegetazionali tradizionali o prodotte su singoli file georeferenziati quali:

- tutti i dati geografici ed alfanumerici sono in un unico contenitore;
- è garantita la validità, l'integrità e la coerenza dei dati (in particolare nel data entry);
- si possono eseguire numerose interrogazioni anche complesse (sql);
- si possono produrre infiniti tematismi o cartografie tematiche (es. carta della vegetazione, del paesaggio vegetale, degli habitat, fisionomico strutturale o di uso del suolo) e molteplici reports statistici,
- i risultati ottenuti possono essere presentati su strato informatico o su carta.

Risulta importante inoltre sottolineare la facilità con cui è possibile esplorare le informazioni (Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9) presenti nell'archivio pensando alle utilizzazioni più frequenti, ad esempio da parte della Regione Marche, quali

le valutazioni di incidenza o quantificazioni che indichino quali Province, Comuni, SIC o ZPS hanno la maggior superficie coperta da habitat prioritari e non o da tipi vegetazionali di particolare interesse.

E' inoltre fondamentale notare come la struttura dell'archivio, essendo fondata su metodologie di progettazione collaudate e standardizzate, risulti facilmente modificabile o espandibile mano a mano che i requisiti cambiano o aumentano e pertanto deve essere dinamica e sensibile per gli sviluppi futuri. Attualmente si sta progettando la possibilità per il geodatabase di poter gestire in modo opportuno le situazioni che nel paesaggio vegetale sono tipicamente mosaicate, si sta inserendo la sintassonomia così da poter essere veicolata nelle cartografie e sottoposta anch'essa ad analisi spaziali e geografiche.

Inoltre si può pensare a strutturare nell'archivio le corrispondenze che esistono tra il rilevamento fitosociologico e i biotopi indicati nel CORINE Byotopes o dei tipi forestali delle Marche (Regione Marche-IPLA, 2000-2001).

Prerogativa del GIS è permettere gli overlay, pertanto è possibile tramite sovrapposizione far comunicare tutto il sistema informativo vegetazionale con quello faunistico (Morelli *et al.*, 2007; Pandolfi *et al.*, 2007) ed altri sistemi informativi e quindi fare esplorazioni delle informazioni molto potenti e significative sia a livello scientifico sia gestionale.

CodiceSpecie*	Denominazione	L ▲
188800100	Alnus viridis (Chaix) DC.	<Ni
188800101	Alnus viridis (Chaix) DC. ssp. viridis	<Ni
188800102	Alnus viridis (Chaix) DC. ssp. suaveolens (Req.) Ball	<Ni
188800200	Alnus glutinosa (L.) Gaertner	<Ni
188800400	Alnus incana (L.) Moench	<Ni
188800500	Alnus cordata (Loisel.) Desf.	<Ni
189000100	Fagus sylvatica L.	<Ni
189100100	Castanea sativa Miller	<Ni
189300100	Quercus rubra L.	<Ni
189300300	Quercus coccifera L.	<Ni
189300400	Quercus ilex L.	<Ni
189300600	Quercus suber L.	<Ni
189300700	Quercus trojana	<Ni
189300800	Quercus macrole	<Ni
189300900	Quercus cerris L.	<Ni
189301200	Quercus petraea	<Ni
189301300	Quercus dalecha	<Ni
189301500	Quercus robur L.	<Ni
189301501	Quercus robur L. ssp. robur	<Ni

SpeciePrevalente Coperture : Coperture_vegetali_Ancona_REM
SpecieInvasiva Coperture : Coperture_vegetali_Ancona_REM
Prevalente_Coperture_50000 : CopertureVegetali50000
Invasiva_Coperture_50000 : CopertureVegetali50000

Record: 1504 Show: All Selected Records (1 out of *2000 Selected.) Options

Fig. 2 - Dalla tabella degli attributi della flora (entità "Elenco Flora" nello schema logico Fig.1) è stata selezionata la specie *Fagus sylvatica*. Tale informazione relazionata alle coperture vegetali scala 1:50000 permette di visualizzare tutti i poligoni o campiture con specie prevalente *Fagus sylvatica* (Fig. 3)



Fig. 3 - Tutti i poligoni (features) che hanno specie prevalente *Fagus sylvatica* (distribuzione dei boschi di faggio nelle Marche)

CodiceAssoc ^a	Nome ^a
B11	Lathyro veneti-Fagetum sylvaticae
CHF	Cardamino heptaphyllae-Fagetum sylvaticae
CKFS	Cardamino kitaibellii-Fagetum sylvaticae
DFG	Dactylorhyzo-Fagetum sylvaticae
SFS	Solidagini-Fagetum sylvaticae

Record: 0 Show: All Selected Records (5 out of 220 Selected.)

Fig. 4 - I poligoni con specie prevalente *Fagus sylvatica* (boschi di faggio Fig. 3) sono relazionati alla tabella “associazioni vegetali”. Pertanto con una rapida operazione è facile ottenere la lista delle associazioni che caratterizzano i boschi di faggio nelle Marche. Da queste informazioni si possono poi esplorare le subassociazioni o la distribuzione di una singola associazione o dove sono stati effettuati i singoli rilievi fitosociologici



Fig. 5 - Simulazione di un tracciato stradale in area SIC

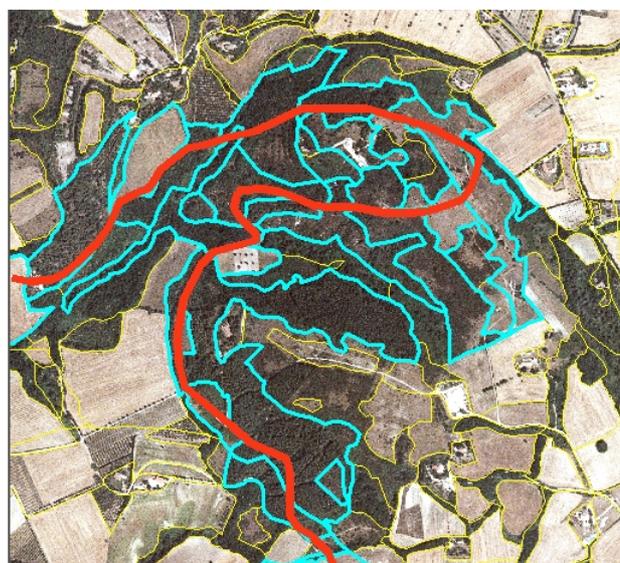


Fig. 6 - Tramite operatore geografico di intersect vengono selezionati tutti i poligoni delle coperture vegetali scala 1:10000 (features) interessate dal tracciato stradale

CodiceHabitat ^a	DescrHabitat	ClasseHabitat
6210	Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da	prioritario
91A.A	Boschi orientali di quercia bianca	prioritario

Record: 1 Show: All Selected Records (2 out of 51 Selected.)

Fig. 7 - I poligoni selezionati (Fig. 6) sono relazionati alle informazioni della tabella “Habitat” e permettono immediatamente di visualizzare quali habitat sono coinvolti dal progetto stradale



Fig. 8 - Alcune interrogazioni o consultazioni sono state rese programmatiche (tramite VBA), in questo caso, l'utente otterrà un rapporto dettagliato degli Habitat (Fig. 9) interessati dal tracciato stradale (Fig. 6)

Habitat SIC ZPS					
6210 prioritario	Formazioni erbose secche seminaturali e facies coperte da cespugli su substrato calcareo (Festuco-Brometalia) (notevole fioritura di Orchidee)				
	<table border="1"> <tr> <td>Superficie totale (ha) dell'habitat 6210</td> <td>1,35</td> </tr> <tr> <td>Presenza % dell'habitat 6210</td> <td>2,63%</td> </tr> </table>	Superficie totale (ha) dell'habitat 6210	1,35	Presenza % dell'habitat 6210	2,63%
Superficie totale (ha) dell'habitat 6210	1,35				
Presenza % dell'habitat 6210	2,63%				
91AA prioritario	Boschi orientali di quercia bianca				
	<table border="1"> <tr> <td>Superficie totale (ha) dell'habitat 91AA</td> <td>9,87</td> </tr> <tr> <td>Presenza % dell'habitat 91AA</td> <td>19,19%</td> </tr> </table>	Superficie totale (ha) dell'habitat 91AA	9,87	Presenza % dell'habitat 91AA	19,19%
Superficie totale (ha) dell'habitat 91AA	9,87				
Presenza % dell'habitat 91AA	19,19%				
NC nessuna	Non comunitario				
	<table border="1"> <tr> <td>Superficie totale (ha) dell'habitat NC</td> <td>40,21</td> </tr> <tr> <td>Presenza % dell'habitat NC</td> <td>78,20%</td> </tr> </table>	Superficie totale (ha) dell'habitat NC	40,21	Presenza % dell'habitat NC	78,20%
Superficie totale (ha) dell'habitat NC	40,21				
Presenza % dell'habitat NC	78,20%				
Superficie totale 51,42					

Fig. 9 - Dal rapporto si può notare come l'area interessata dal progetto stradale presenta per l'1% l'habitat 6210 e per il 4% il 91E0, il restante territorio non è riconosciuto come habitat secondo la direttiva 92/43/CEE. Tali informazioni, ricavate in breve tempo e facilmente reperibili, risultano utili ad una oggettiva e preliminare valutazione di incidenza alle quali si possono affiancare cartografie tematiche quali quella degli habitat e della vegetazione

Bibliografia

- Biondi E., 1996. La geobotanica nello studio ecologico del paesaggio. Ann. Acc. Ital. Sc. Forest. 45: 3-39.
- Biondi E., 2006. Analisi monitoraggio e gestione della biodiversità vegetale. I Georgofili. Serie VIII, 2: 607-628.
- Biondi E., Casavecchia S., Nanni L., Paradisi L., Pesaresi S. & Pinzi M., 2005. Methodologies and processes for the analysis, conservation and monitoring of plant biodiversity. Ann. Bot. (Roma) V: 205-221.
- Biondi E., Catorci A., Pandolfi M., Casavecchia S., Pesaresi S., Galassi S., Pinzi M., Vitanzi A., Angelini E., Bianchelli M., Cesaretti S., Foglia M., Gatti R., Morelli F., Paradisi L., Ventrone F. & Zabaglia C., 2007. Il Progetto di "Rete Ecologica della Regione Marche" (REM): per il monitoraggio e la gestione dei siti Natura 2000 e

- l'organizzazione in rete delle aree di maggiore naturalità. *Fitosociologia* 44(2) Suppl. 1: 89-93.
- Braidì L., 2004. Database design. *Tecniche nuove*, Milano (Italia): 1-324.
- Catorci A., Biondi E., Casavecchia S., Pesaresi S., Vitanzi A., Foglia M., Galassi S., Pinzi M., Angelini E., Bianchelli M., Ventrone F., Cesaretti S. & Gatti R., 2007. La Carta della vegetazione e degli elementi di paesaggio vegetale delle Marche (scala 1:50000) per la progettazione e la gestione delle rete ecologica regionale. *Fitosociologia* 44(2) Suppl. 1: 115-118.
- Davis M., 2005. *Costruire Applicazioni con Access (Versioni 2000/2002/2003)*. Apogeo: 1-809.
- Hernandez M.J., 2003. *Progettare database (Guida pratica alla creazione di database relazionali)*. Mondadori Informatica, Forlì (Italia): 3-510.
- Hernandez M.J. & Viescas J.L. 2001. *SQL Query a partire da zero*. Mondadori Informatica, Forlì (Italia): 11-418.
- Morelli F., Pandolfi M., Pesaresi S. & Biondi E., 2007. Uso di dati di monitoraggio e variabili degli habitat per la costruzione di modelli di distribuzione delle specie di uccelli nella regione Marche, Italia. *Fitosociologia* 44(2) Suppl. 1: 127-132.
- Pandolfi M., Biondi E., Catorci A., Morelli F. & Zabaglia C., 2007. Modello per l'integrazione tra le esigenze dell'habitat di specie animali minacciate e la struttura fisionomica vegetazionale del territorio: l'applicazione alla costruzione della Rete Ecologica delle Marche. *Fitosociologia* 44(2) Suppl. 1: 119-125.
- Regione Marche, IPLA 2000-2001. *Inventario e Carta Forestale della Regione Marche-I tipi forestali delle Marche*. IPLA spa, Torino: 1-247.
- Rivas-Martinez S., 2005. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosystems* 139(2): 135-144.
- Zeiler M., 1999. *Modeling our World. The ESRI guide to Geodatabase Design*. ESRI Press, Redlands (California): 2-195.