

## Prostorska analiza in modeliranje vzorca pojavljanja mokrotnih travnikov (*Molinion caeruleae* Koch 1926) na Goričkem

## Spatial analysis and modeling of distribution pattern of wet meadows (*Molinion caeruleae* Koch 1926) in Goričko

Andrej Paušič<sup>1</sup>, Imelda Somodi<sup>2</sup>, Andraž Čarni<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Biološki inštitut, Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti / Novi trg 2, 1000 Ljubljana, Slovenija.

<sup>2</sup> Inštitut za ekologijo in botaniko Madžarske akademije znanosti in umetnosti / 2-4. Alkotmány u., 2163 Vácrátot, Madžarska.

<sup>3</sup> Laboratorij za raziskave v okolju, Univerza v Novi Gorici / Vipavska cesta 13, 5000 Nova Gorica, Slovenija.

---

**Povzetek:** v prispevku sta predstavljeni prostorska analiza in modeliranje, ki smo ju uporabili za spremljanje dinamike in vzorca pojavljanja mokrotnih travnikov (*Molinion caeruleae* Koch 1926) v Prekmurju. Osnovne podatke o razširjenosti mokrotnih travnikov smo pridobili s terenskim delom, geomorfološke in socio-ekonomske dejavnike, ki pojasnjujejo njihovo razširjenost in dinamiko pa z obdelavo osnovnih prostorskih podatkov (digitalnega modela višin, analiza cestnega omrežja in vzorca poselitve, analiza izbranih krajinskih elementov). V nadaljevanju smo s pomočjo generaliziranega linearnega modela (GLM) ugotavljali vpliv opazovanih geomorfoloških in socio-ekonomskih podatkov na sedanjo razporeditev mokrotnih travnikov v krajini. Število mokrotnih travnikov se je na Goričkem močno zmanjšalo. Najpomembnejša dejavnika, ki vplivata na pojavljanje travnikov na opazovanem območju sta nadmorska višina in naklon terena. Največ mokrotnih travnikov najdemo med 250 in 300 metri nadmorske višine. Na slemenih gričev so ti habitati zaradi urbaniziranega prostora ne pojavljajo. Z naraščanjem nagiba (inklinacije) se povečuje tudi število mokrotnih travnikov. Na ravnini so takšni travniki zaradi intenzifikacije kmetijske rabe skorajda izginili, prav tako na vrhovih gričev, ki so pozidani s stanovanjskimi objekti ali drugače degradirani. Najbolj ogrožena območja mokrotnih travnikov najdemo na ravninskem (južnem) delu Goričkega ter ob meji z Madžarsko in Avstrijo.

**Ključne besede:** mokrotni travniki; digitalni model višin (DEM); GLM; krajina; napoved distribucije; vegetacija; Prekmurje

**Abstract:** Contribution deals with spatial analysis and modeling as methods for detection of the landscape changes and distribution pattern of wet meadows (*Molinion caeruleae* Koch 1926) in Prekmurje. The aim of our study was to find explanations for the current occurrence and prediction of wet meadows in Goričko region. We analyzed potential factors that could influence the distribution of wet meadows. Plot where appear wet meadows were elaborated with digital elevation model (DEM) and provided the basic geomorphological and socioeconomic factors about wet meadows whose statistical relationships have then been established by a generalized linear model (GLM). The results show that surface of wet meadows in Goričko has been reduced in recent years and it is predicted which surfaces will be the most endangered in the future. The main factors that influence the distribution of wet meadows in Prekmurje are elevation and slope. Recent wet meadow plots occur today in hilly area, at altitude between 250 and 300 m. The most endangered wet meadows in study area are situated on flat areas in the south of the region and near to the border zones with Hungary (east, north-east) and Austria (north).

**Key words:** wet meadows; digital elevation model (DEM); generalized linear model (GLM); landscape; prediction; vegetation; Prekmurje

---

## Uvod

Danes smo v Prekmurju priča intenzifikaciji kmetijstva, po drugi strani pa beležimo hiter proces zaraščanja kmetijskih zemljišč. Zaradi izseljevanja prebivalstva v urbane centre in hkratnega procesa demografskega staranja se številni, nekoč košeni travniki, vzdrževani pašniki in visokodebelni sadovnjaki danes zaraščajo z gozdom. Tako se ne spreminja le celotna krajinska zgradba, temveč tudi vrstna sestava rastlinstva in živalstva na takem območju.

Številni, na novo zgrajeni prometni koridorji s pomožno infrastrukturo so samo še dodatno izkrčili redke rastlinske vrste ali združbe. Hkrati pa se po novo zgrajenih poteh razširjajo vrste, ki se kot slepi potniki s prometom razširjajo v kraje, kjer jih prej ni bilo.

V naši študiji smo se osredotočili na problematiko izginjanja mokrotnih travnikov na Goričkem, s poudarkom na opazovanih okoljskih parametrih, ki danes omogočajo njihovo razširjenost.

Travniki na vlažnih in mokrotnih tleh so danes objekt raziskav številnih evropskih raziskovalcev (Cattin et al. 2003; Avsec 2006; Schmidt et al. 2006; Zelnik & Čarni 2008; Cirkel et al. 2010; Chahouki et al. 2010), saj se zaradi vse večjega onesnaževanja in izgube primernih rastišč njihove površine hitro zmanjšujejo. Tako ne preseneča dejstvo, da smo priča trendu izginjanja mokrotnih travnikov v SV Sloveniji (Zelnik & Čarni 2008).

Mokrotni travniki uspevajo večinoma na občasno poplavljenih rastiščih, pri tem pa menjava vlažnega in bolj sušnega obdobja omogoča obstoj le tistim rastlinskim vrstam, ki so na take ekološke razmere najbolj prilagojene. Na mokrotnih tleh se tako ohranja značilna rastlinska združba, ki jo največkrat lahko ločimo od travnikov na bolj suhih ali s hranili bogatih rastiščih

V zmernih klimatih so takšna travišča zgolj rezultat človeškega delovanja, spreminjanja ekosistemov, ki pa se ob prenehanju košnje hitro zarastejo z grmovnimi ali drevesnimi vrstami. V severovzhodni Sloveniji mokrotne travnike prištevamo k zvezi *Molinion* Koch 1926, ki poraščajo s hranili revna tla in potrebujejo zaradi specifičnih ekoloških zahtev poseben način vzdrževanja (Zelnik 2005). Že z majhnim vnosom hranil (gnojenje) lahko namreč popolnoma spremenimo vrstno sestavo travnika, to pa je tudi eden izmed vzrokov hitrega izginjanja takšnih sestojev v Prekmurju in celotni Sloveniji.

Površina mokrotnih travnikov se je v zadnjih letih zaradi hitrega spreminjanja in degradiranja okolja v severovzhodnem delu Slovenije že precej zmanjšala, zato menimo, da je ključno, da take biotope ohranimo ter da

poznamo tiste osnovne okoljske dejavnike, katerih vpliv na pojavnost mokrotnih travnikov je največji.

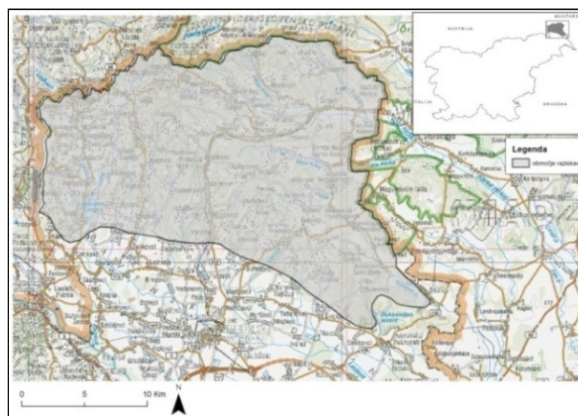
Izdelava natančnih napovednih modelov o stanju vegetacije, ki bi dajali odgovore o njeni prihodnji razširjenosti je bila nekoč nemogoča. Danes, s hitrim razvojem novih terenskih in statističnih metod v fitocenologiji in ekologiji pa se številni raziskovalci čedalje bolj posvečajo izdelavi prognostičnih modelov (Schmidt et al. 2006; Hu et al. 2010; Pompe et al. 2010), ki dajejo izjemno natančne rezultate.

Naša raziskava je imela naslednje cilje:

(A) Popis vseh območij na Goričkem, kjer mokrotni travniki danes še uspevajo, (B) primerjati pojavnost mokrotnih travnikov na Goričkem s stanjem pred petimi leti (2003), (C) študija rastiščnih razmer in ugotovitev, kateri okoljski parametri najbolj vplivajo na sedanjo razširjenost mokrotnih travnikov, (D) izdelava napovednega modela pojavnosti mokrotnih travnikov na opazovanem območju.

## Metodologija

### Območje raziskav



**Slika 1:** Območje raziskave v SV Sloveniji.

Raziskava je potekala v severovzhodni Sloveniji, na območju Prekmurja. Mokrotne travnike smo popisovali na Goričkem, znotraj območja N 46° 40,15' – 46° 52,32' in E 16° 2,1' – 16° 24' (WGS). Prekmurje je najbolj vzhodna slovenska pokrajina, katere nadmorska višina ne presega 418 m in je odprto proti panonski nižini ter ima najbolj izražene kontinentalne podnebne značilnosti od vseh slovenskih pokrajin (Ogrin 2009).

Območje raziskav sovpada s krajinskim parkom Goričko. Povprečna letna temperatura zraka v parku

znaša 10,2 °C. V tem delu Slovenije pade 860 mm padavin letno.

#### *Terensko delo*

Podatke smo zbirali s pomočjo kvantitativnih metod na terenu leta 2009 in primerjali razširjenost mokrotnih travnikov s stanjem leta 2003. Kartirali smo poligone (parcele), na katerih se pojavljajo mokrotni travniki in jih vrisovali na barvne letalske posnetke, izdelane v ortografski projekciji z resolucijo 1m. Nato smo podatke pretvorili s programom ArcGIS 9.3 v digitalno, vektorsko obliko.

#### *Vzorčenje*

S pomočjo geografskega informacijskega sistema smo v prostor vnesli naključno razporejene testne točke, 3 krat toliko kot je znašalo skupno število poligonov, na katerih smo našli mokrotne travnike. Nato smo enako število naključno izbranih vzorčnih točk postavili v prostor, kjer mokrotnih travnikov nismo našli.

Za analizo mokrotnih travnikov smo potrebovali tudi stanje razširjenosti iz leta 2003 (MOP- Ministrstvo za okolje in prostor RS), ki smo ga primerjali z našimi recentnimi podatki (2009).

Izbira opazovanih dejavnikov, ki vplivajo na razširjenost mokrotnih travnikov v Prekmurju:

Izbrali smo naslednje dejavnike, za katere menimo, da imajo vpliv na pojavljanje mokrotnih travnikov v Prekmurju in jih vključili v GLM- model:

Iz skupine geomorfoloških dejavnikov, ki opisujejo značilnosti reliefa smo izbrali:

- ekspozicija (°, pri čemer je sever 0°),
- naklon terena (%),
- nadmorska višina (m),
- oddaljenost travniških površin od najbližjega potoka, reke (m),
- oddaljenost od najbližjega izvira (m).

Iz skupine družbenogeografskih oz. socialnih elementov smo izbrali:

- oddaljenost mokrotnega travnika od najbližje ceste (m),
- oddaljenost mokrotnih travnikov od gozdnih površin (m),
- oddaljenost mokrotnih travnikov od obdelovalnih površin (m).

#### *Obdelava prostorskih podatkov*

Najprej smo izračunali oddaljenost površin z mokrotnimi travniki (evklidsko razdaljo) od najbližjih cest, izvirov, njivskih površin in rek s programom ArcMap 9.3. Kot rezultat smo dobili rastrske podlage evklidnih razdalj za vsak opazovan dejavnik. V drugem delu smo izdelali rastrske podlage evklidnih razdalj (za vsak merjen faktor) za območja, kjer se naš opazovan objekt ne pojavlja. Te »negative«, ničle razdalje praznega vmesnega prostora smo uporabili za račun točnosti modela pri postopku same izdelave modelov.

Vsi podatki in informacijske podlage so bili obdelani v slovenskem koordinatnem sistemu (D48 Slovenija).

#### *Izdelava modelov*

V študiji smo uporabili statistično metodo korelacije vzorca pojavljanja objekta do merjenega okoljskega ali družbenega dejavnika. Tako smo izračunali evklidske razdalje od merjenih okoljskih parametrov do opazovanega objekta (mokrotni travniki).

Najprej smo izdelali korelacijsko matriko opazovanih faktorjev. Uporabili smo test  $\chi^2$ , s pomočjo katerega smo ugotovili stopnjo vpliva posameznega merjenega dejavnika na pojavnost mokrotnih travnikov (Leyer & Weshe 2008; Stuart 2009; Chumachenko 2010).

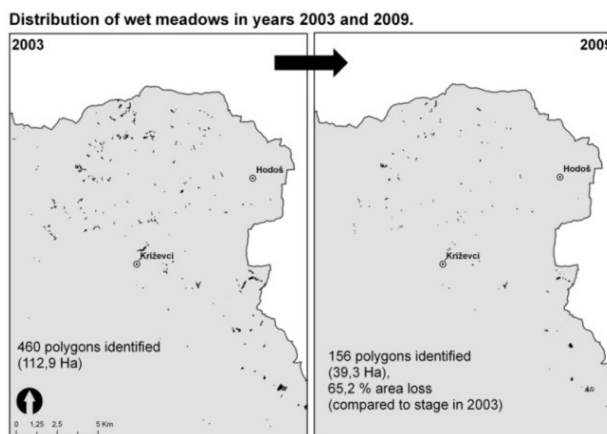
Tako kot pri metodi direktnih meritev razdalj med dvema objektoma (evklidnih razdaljah, iz katere izhaja  $\chi^2$ ), se tudi tukaj v osnovi računa najkrajša razdalja med objektoma, predstavljena v prostoru kot hipotenuza pravokotnega trikotnika. Ta razdalja se s pomočjo primerne logaritma preoblikuje tako, da pripíše opazovanim okoljskim dejavnikom z večjo frekvenco pojavljanja v določenem vplivnem rangu višji koeficient. Metoda (kot tudi evklidske razdalje) izhaja v principu iz trigonometričnih meritev, ki so v uporabi v geomorfologiji in geodeziji. V naslednjem koraku smo s pomočjo programa R (R Development Core Team 2009) izdelali GLM model iz binominalne družine, ki nam je pokazal značilen vzorec izginjanjamokrotnih travnikov (Taverna 2005; Somodi et al. 2010) in izračunali potencialno razširjenost mokrotnih travnikov na Goričkem, pri čemer smo za napovedno obdobje pojavnosti izbrali leto 2015 (enak časovni razmik kot med opazovanimi obdobji 2003 in 2009, torej 6 let) (slika 4)(Somodi et al. 2010).

**Rezultati in diskusija**

*Razširjenost in izginjanje mokrotnih travnikov na Goričkem*

Število mokrotnih ravnin se je od leta 2003 do danes zmanjšalo za kar 65,2%. Še leta 2003 je bilo na

Goričkem najdenih skupaj 112,9 hektarjev travniških površin tega tipa (460 parcel), leta 2009 pa le še 39,3 hektarjev oz. 156 parcel, na katerih mokrotni travniki še uspevajo (slika 2).



**Slika 2:** Razširjenosti mokrotnih travnikov na Goričkem leta 2003 in 2009. Primerjava obeh stanj

Rezultat modela skupaj z merjenimi geomorfološkimi in socio-ekonomskimi dejavniki (slika 3), kaže vpliv oz.

pomen posameznega faktorja na pojavnost mokrotnih travnikov.

Coefficients:	Estimate	Std. Error	Z value	Pr(> z )	
Signif. codes: 0	‘***’ 0.001	‘**’ 0.01	‘*’ 0.05	‘.’ 0.1	‘ ’ 1
Altitude	-2,13E+02	2,79E+01	-7,648	2,05e-14	***
Inclination	-4,21E+01	1,23E+00	-6,332	1,87e-14	***
Distance to fields	-1,80E+01	3,45E+00	-5,206	1,93e-07	***
Distance to roads	-8,30E+00	2,80E+00	-2,961	0,003068	**
Distance to forests	-3,39E+00	2,11E+00	-1,609	0,107687	
Distance to rivers	-1,82E+00	5,01E-01	-3,632	0,000282	***
Distance to springs	-6,06E-01	1,11E-01	-5,485	4,13e-08	***
I (DIST_SPRING^2)	3,10E-05	6,08E-06	5,106	3,29e-07	***
I (DIST_FOREST^2)	2,00E-02	8,12E-03	2,468	0,013606	*
I (ROADS^2)	3,64E-02	1,30E-02	2,803	0,005066	**
I (DIST_TO_FIELD^2)	8,17E-02	2,06E-02	3,966	7,29e-05	***
I (ALTITUDE^2)	3,71E-01	5,12E-02	7,244	4,36e-13	***
I (Inclination^2)	3,01E-01	4,13E-02	6,331	3,88e-12	***
(Intercept)	3,43E+04	3,73E+03	9,191	< 2e-16	***

**Slika 3:** Rezultat GLM modela.

Iz rezultata je razvidno, da je nadmorska višina tisti dejavnik, ki ima na pojavnost mokrotnih travnikov na Goričkem največji vpliv. Nadmorski višini se po stopnji vpliva približuje nagib (inklinacija) terena.

Nadmorska višina, kot ključen geomorfološki atribut reliefa, je tako najpomembnejša za pojavnost mokrotnih travnikov na opazovanem območju. Na najnižjih

območjih, na ravnini je mokrotnih travnikov zaradi intenzivne kmetijske izrabe zemljišč najmanj. Malo mokrotnih travnikov smo našli tudi na najvišjih nadmorskih višinah (na vrhovih in slemenih gričev), saj so na teh območjih redka vlažna območja, hkrati pa takšna območja na Goričkem najboljša za poselitev. Zato

so bila tukaj travišča najprej spremenjena v zazidljive površine in kmetijska zemljišča.

Z večanjem nagiba (inklinacije) zemljišč število popisanih mokrotnih travnikov narašča. V ravninskem svetu jih je ostalo izjemno malo (saj je tudi večino površin spremenjeno v kmetijske ali urbane površine). V gričevnatem svetu pa se število mokrotnih travnikov poveča, saj taka območja velikokrat niso zazidljiva, tudi parcele so slabše kakovosti ali pa je območje nedostopno s kmetijsko mehanizacijo.

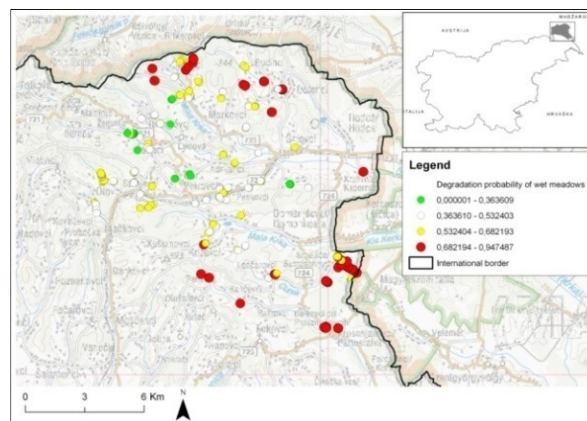
Veliko nižjo korelacijo na pojavnost mokrotnih travnikov ima cestno omrežje. V neposredni bližini prometnic je mokrotnih travnikov manj, če pa se oddaljujemo od njih (zapustimo poseljena slemena ali ravnice) se število mokrotnih travnikov povečuje.

Bližina izvira ima pozitivno korelacijo, saj se tudi največ izvirov nahaja na nekoliko bolj strmih legah

hribov, ob vznožjih gričev ali so izviri locirani tik nad ravnico (lokacijsko sovpadajo z mokrotnimi travniki).

V nadaljevanju smo izdelali prognostično karto pojavljanja mokrotnih travnikov na Goričkem (Klimkowska 2008; Cirkel 2010), slika 4. Za izdelavo karte smo uporabili podatke o razširjenosti mokrotnih travnikov iz leta 2003 in 2009 ter nadmorsko višino in naklon terena kot glavna dejavnika pojavnosti travnikov.

Razvidno je, da se najbolj ogroženi travniki nahajajo na mejnem območju z Madžarsko in na jugovzhodnem delu opazovanega območja. Vzrok temu je višja stopnja urbanizacije na jugu in jugovzhodu Goriškega (ravninske lege) ter sprememba v kmetijskem načinu obdelave zemljišč. Nekoč ekstenzivno kmetijsko obdelavo je danes na teh območjih zamenjala intenzivna obdelava.



**Slika 4:** Napovedna karta pojavljanja mokrotnih travnikov in stopnja ogroženosti mokrotnih travnikov. Karta je izdelana na osnovi stanja iz leta 2003 in 2009 ter dinamike izginjanja travnikov na podlagi rezultatov navezanosti opazovanih dejavnikov. Rdeče obarvana zemljišča so travniki z najvišjo stopnjo ogroženosti. Zelene pike označujejo travišča z najnižjo stopnjo ogroženosti.

Rezultat študije kaže, da sta nadmorska višina in naklon terena pomembna geomorfološka dejavnika, ki vplivata na pojavnost mokrotnih travnikov na Goričkem. Na ravninskih in položnejših legah so mokrotni travniki zaradi intenzifikacije v kmetijstvu že uničeni (podobno je s travniki na slemenih gričev).

Najbolj ogrožena območja mokrotnih travnikov najdemo danes ob meji z Avstrijo na severu in Madžarsko (vzhod) ter na skrajnem jugu in jugovzhodu Goriškega.

Danes je Goričko še zmeraj precej heterogena krajina, kar ima iz ekološkega gledišča pozitiven vpliv na tukajšnjo biodiverziteteto. Kljub temu pa je izginjanje mokrotnih travnikov dober indikator hitrih sprememb, ki smo jim priča danes tudi v tem delu Slovenije.

## Zaključek

V številne študije opazovanja in obdelave razširjenosti vrst, združb in ogroženosti krajine se čedalje bolj vključujejo tudi različni modeli in vizualizirane napovedi pojavnosti in ogroženosti opazovanih objektov (Pino et al. 2005; Zhu et al. 2007; Kleinbauer 2010; Somodi et al. 2010).

Tak pristop k problemu predvsem najprej odpravi težavo iskanja najbolj pomembnih dejavnikov za nastanek in razvoj določenega objekta ali pojava/procesa (pojavljanje, zaraščanje). Po drugi strani pa kot rezultat daje takšna metoda tudi vizualiziran rezultat, torej dejanske prostorske podatke. Potrebno je poudariti, da bo takšen pristop ravno zaradi množice dobrih prostorskih informacij o opazovanem območju postal čedalje bolj

zanesljiv in natančen tudi pri uporabi konkretnih problemov v prostoru, kot je tudi naša študija.

Menimo, da smo z našim rezultatom podrobno prikazali sedanjo razširjenost mokrotnih travnikov na Goričkem in opozorili na problematiko njihovega izginjanja. Zbrani podatki bodo služili kot osnova za nadaljnje študije na tem območju.

Rezultat naše študije in uporabljene metode so lahko iztočnica sorodnim študijam, ki se ukvarjajo s tematiko izginjanja redkih biotopov ali delujejo na področju urejanja okolja, krajinske ekologije. Rezultat je lahko tudi vodilo za načrtovano rabi prostora, ki temelji na varovanju redkih in ogroženih habitatov in pri metodah varstva okolja.

### Zahvala

Raziskava je bila izvedena v okviru projekta TransEcoNet (Trans National Ecological Networks in Central Europe), ki se izvaja preko Srednjeevropskega programa in ga sofinancira ERDF) in projektov L1-9737 in P1-0236, ki jih sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije iz državnega proračuna.

Zahvaljujemo se Zavodu RS za varstvo narave, ki nam je posredovalo digitalno podlago o habitatnih tipih v letu 2003 in Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano za pedološko karto ter Geodetskemu Zavodu Slovenije za digitalni model višin (DMV) za območje Slovenije.

### Literatura

1. Avsec A (2006) Vegetacija oligotrofnih vlažnih travnikov reda *Molinietalia* Koch 1926 v odvisnosti od ekoloških parametrov in rabe tal na primeru Krajinskega parka Goričko: magistrsko delo. Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Univerza v Mariboru, Maribor
2. Cattin MF, Blandenierb G, Banas ek-Richtera C, Bersiera LF (2003) The impact of mowing as a management strategy for wet meadows on spider (Araneae) communities. *Biol conserv* 113:179–188
3. Chahouki MAZ, Azarnivand H, Jafari M, Tavili A (2010) Multivariate Statistical Methods as a Tool for Model-Based Prediction of Vegetation Types. *Russ J Ecol* 41:84–94
4. Chumachenko SI, Koroftkov VN, Palenova MM, Politov DV (2007) Simulation modelling of long-term stand dynamics at different scenarios of forest management for coniferous broad-leaved forests. *Ecol Model* 170:345–361
5. Cirkel DG, Witte MJ, Van der Zee S (2010) Estimating seepage intensities from groundwater level time series by inverse modelling: A sensitivity analysis on wet meadow scenarios. *J Hydrol* 385:132–142
6. Hu Y, Chang X, Lin Y, Wang Y, Wang S, Duan J, Zhang Z, Yang X, Luo C, Xu G, Zhao X (2010) Effects of warming and grazing on N<sub>2</sub>O fluxes in an alpine meadow ecosystem on the Tibetan plateau. *Soil Biol Biochem* 42:944–952
7. Kleinbauer I, Dullinger S, Peterseil J, Essl F (2010) Climate change might drive the invasive tree *Robinia pseudacacia* into nature reserves and endangered habitats. *Biol Conserv* 143:382–390
8. Klimkowska A, Van Diggelen R, Bakker J, Grootjans A (2008) Wet meadow restoration in Western Europe: A quantitative assessment of the effectiveness of several techniques. *Biol Conserv* 140:318–328
9. Leyer I, Weshe K (2008) *Multivariate Statistik in der Ökologie- Eine Einführung*. Springer, 221 s.
10. MOP. Ministrstvo za okolje in pristor RS, [www.mop.gov.si](http://www.mop.gov.si)
11. Ogrin M (2009). Spreminjanje podnebja v Prekmurju po 2. svetovni vojni. Urednik Tatjana Kikec. Pomurje: Trajnostni Regionalni Razvoj ob Reki Muri. Ljutomer, Murska Sobota.
12. Pino J, Font X, Carbo J, Jove M, Pallare L (2005) Large-scale correlates of alien plant invasion in Catalonia (NE of Spain). *Biol Conserv* 122:339–350
13. Pompe S, Hanspach J, Badeck FW, Klotz S, Bruelheide H, Kühn I (2010) Investigating habitat-specific plant species pools under climate change. *Basic Appl Ecol* 11:603–611
14. R Development Core Team (2009) *A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>.
15. Somodi I, Virágh K, Székely B, Zimmermann NE (2010) Changes in predictor influence with time a and with vegetation type identity in a post-abandonment situation. *Basic Appl Ecol* 11:225–233
16. Stuart ML, John EF, Jaime Perez DV (2009) A simple non-parametric GIS model for predicting species distribution: endemic birds in Bioko Island, West Africa. *Biodivers Conserv* 9:22–38
17. Schmidt N, Olsen H, Bildsøe M, Sluydts V, Leirs H (2006) Effects of grazing intensity on small mammal population ecology in wet meadows. *Basic Appl Ecol* 6:57–66

18. Taverna K, Urban D, Robert I (2005) Modeling Landscape Vegetation Pattern in Response to Historic Land use: A Hypothesis-driven Approach for the North Carolina Piedmont, USA. *Landscape Ecol* 20:3–24
19. Zhu L, Sum OJ, Sang W, Li Z, Ma K (2007) Predicting the spatial distributions of an invasive species (*Eupatorium adenophorum*) in China. *Landscape ecol* 45:99–107
20. Zelnik I (2005) Vegetacija travnikov reda *Molinietalia* W. Koch 1926 in kontaktnih rastišč v Sloveniji: doktorska disertacija. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani, Ljubljana.
21. Zelnik I, Čarni A (2008) Wet meadows of the alliance *Molinion* Koch 1926 and their environmental gradients in Slovenia. *Biologia* 63:1–10

