

„EKOLOGIJA LEDAVSKEGA JEZERA IN NJEGOVIH POLOJEV“



**Mitja KALIGARIČ,
Maša IGNJATOVIČ**



Univerza v Mariboru

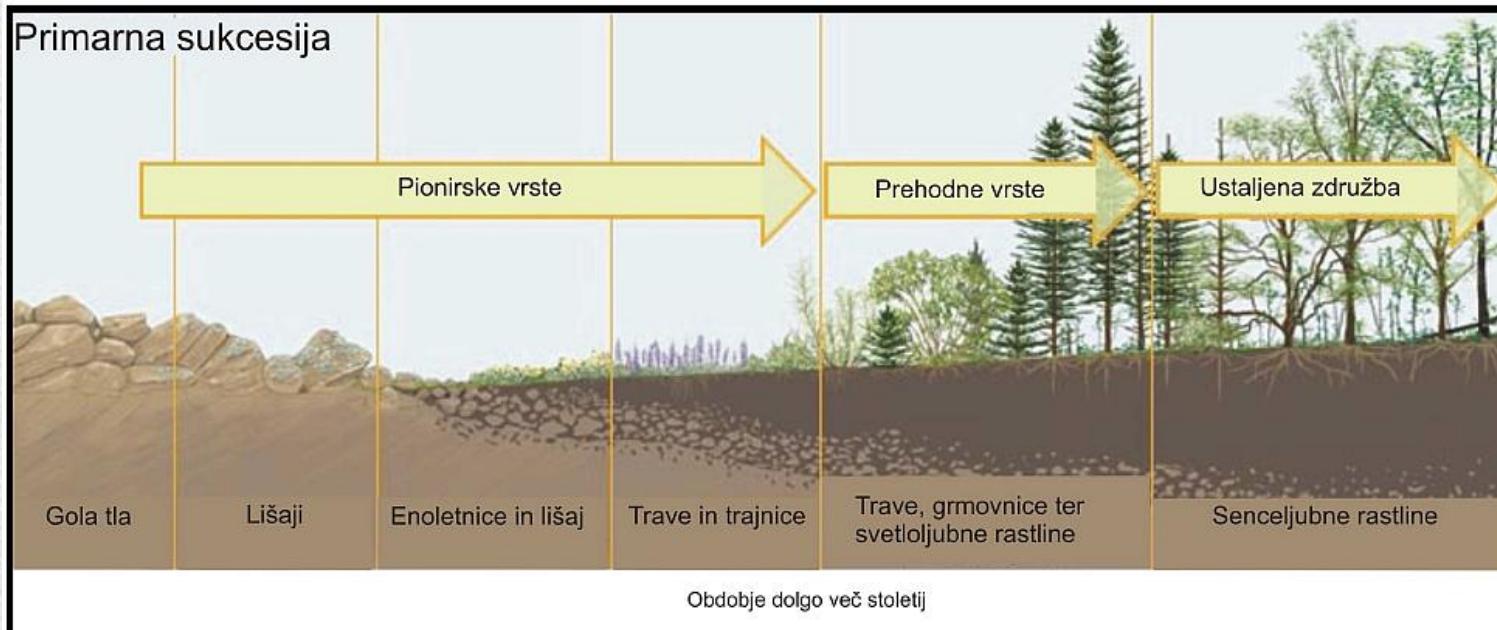
UVOD - Kaj je sukcesija?

- Biološke združbe in vrste, ki jih sestavljajo, se skozi čas spreminja



UVOD – Vrste sukcesij

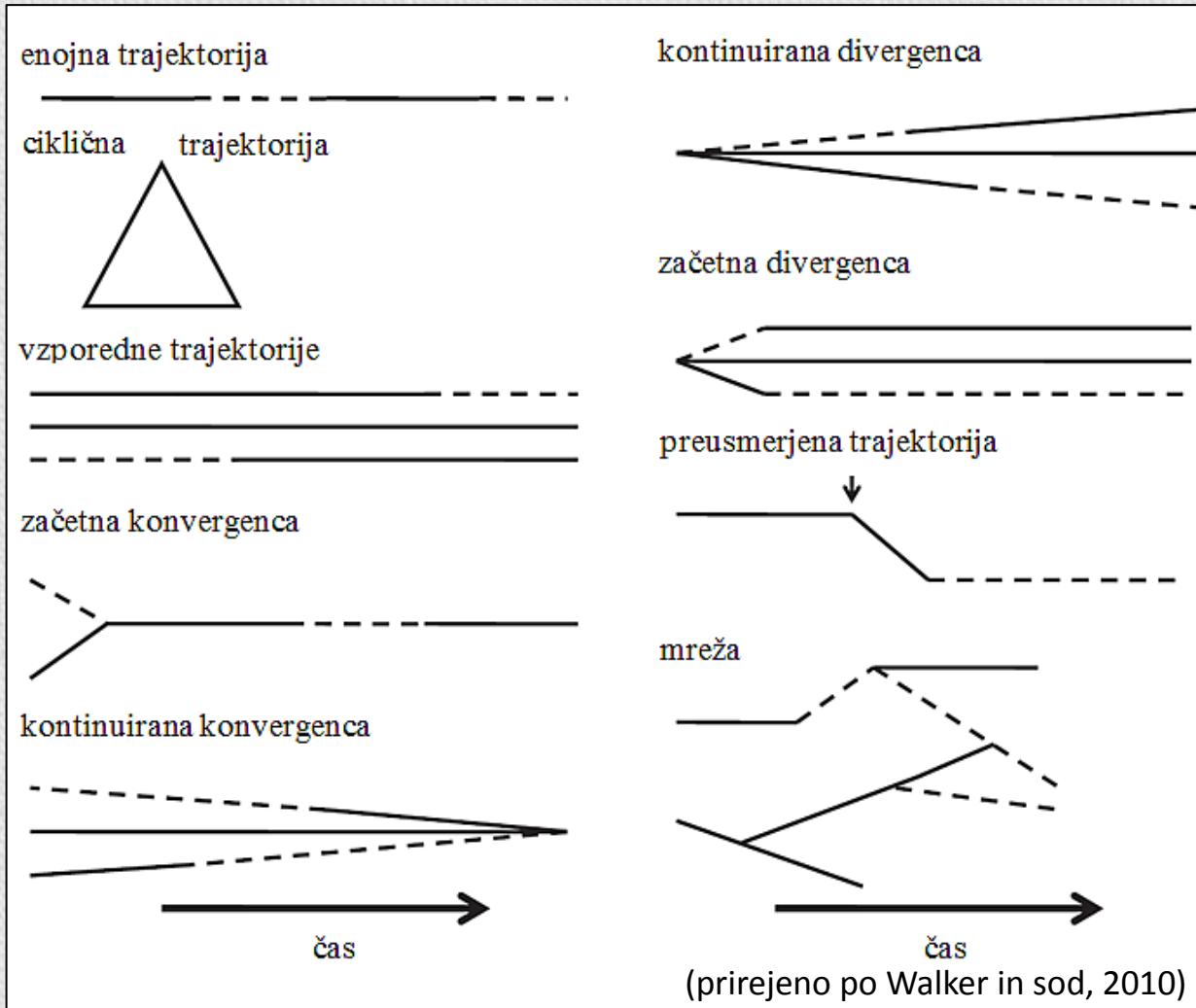
Primarna sukcesija: gola tla brez življenja, ni ostankov biotske združbe, le min. substrat



Encyclopedia Britannica, 2009, po Geršič, 2009

UVOD - Kaj je sukcesija?

- vegetacijsko spremembo opisuje **sukcesijska trajektorija**



UVOD - Kaj je sukcesija?

- Vzporedno potekata 2 procesa:
 - Δ združbe (priseljevanje/kompeticijsko izključevanje)
 - Δ fizičnih pogojev okolja
- Smer razvoja:
 - vpliv abiotskih dejavnikov
 - vpliv biotskih interakcij
- sukcesijo začnejo pionirske vrste (**r-strategi**) – napredovanje proti klimaksnim vrstam (**K-strategi**)
- zamenjave vrst: **spreminjače okolja**
(zgodnejše vrste : kasnejše vrste)

UVOD – Zgodovinski pregled

DVE SUKCESIJSKI TEORIJI

1.) =  +  proces ➡ predvidljivemu koncu

2.) = ,  ➡ naključno uveljavljanje vrst

DETERMINISTIČNI IN STOHALSTIČNI RAZVOJ:

Deterministične združbe :   trajektorijam

Stohastične združbe: naključno kolonizacija +

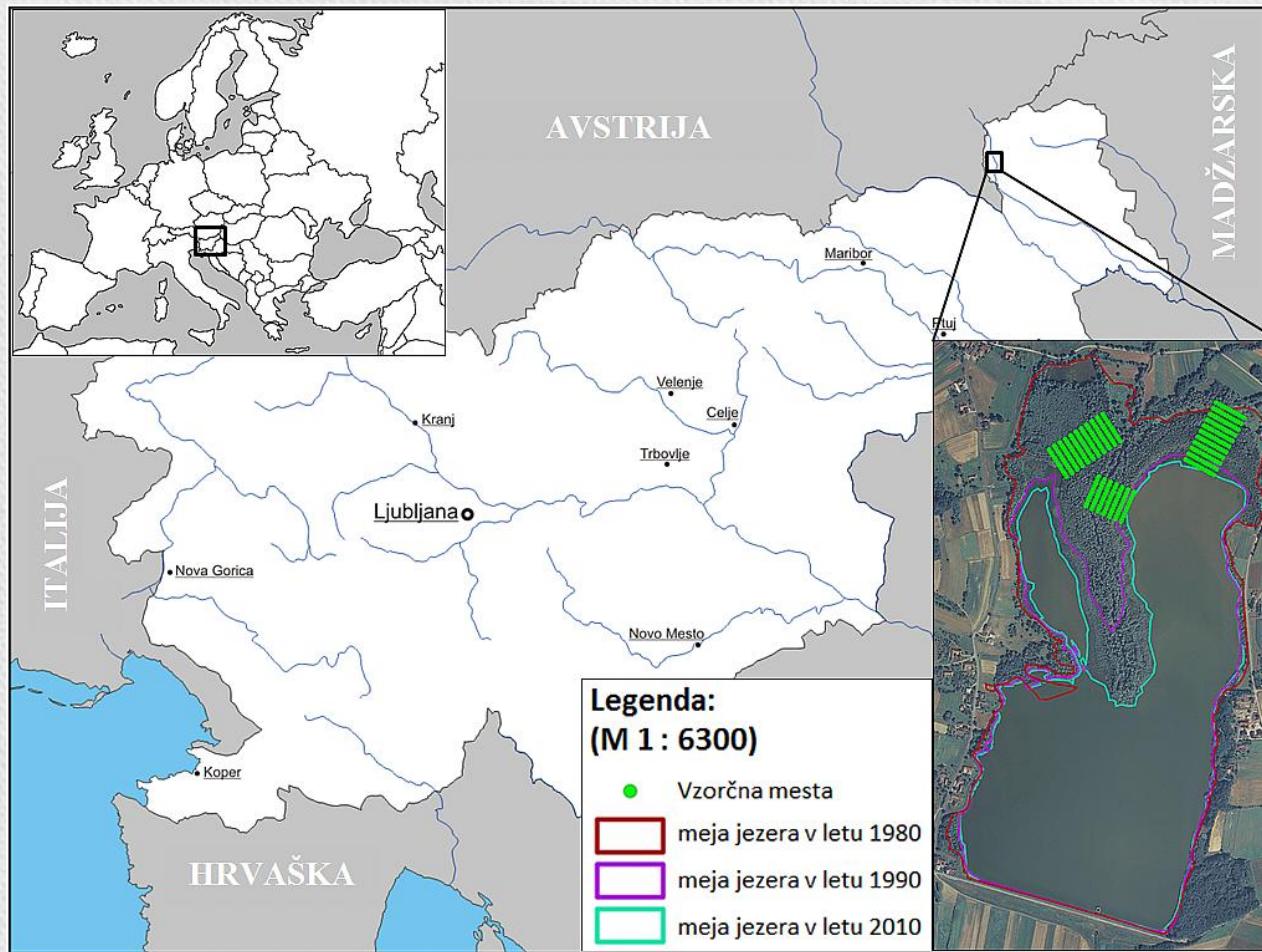


UVOD – Poplavna ravnica

- Rečni procesi + motnje = nujen predpogoj za obstoj prvih združb; ki težijo k končni obliki: **obrežnemu/poplavnemu gozdu.**
- Poplavne ravnice (floodplains): med najbolj ogroženimi ekosis. na svetu
- Nova akumulacija = edinstven in izjemen naravni poligon;
- V < 40 letih: nedotaknjen obrežni gozd belega vrbovja (*Salicion albae*).



OPIS LOKACIJE



Za preučevano območje smo privzeli mejo jezera iz prvega obstoječega aerofoto posnetka po nastanku jezera (leto 1980, poplavljena površina znaša okrog 112,5 ha).

METODE – I. Določitev HT in obdelava v GIS

- Za rekonstrukcijo vegetacijskih sprememb v proučevanem območju smo uporabili:
 - rezultate kartiranja HT in
 - časovno zaporedje aerofoto posnetkov visoke ločljivosti

**Kartiranje HT (2003, 2011): “PHYSIS” tipologija;
vrisovanje mej HT na DOF (M 1 : 5.000)**

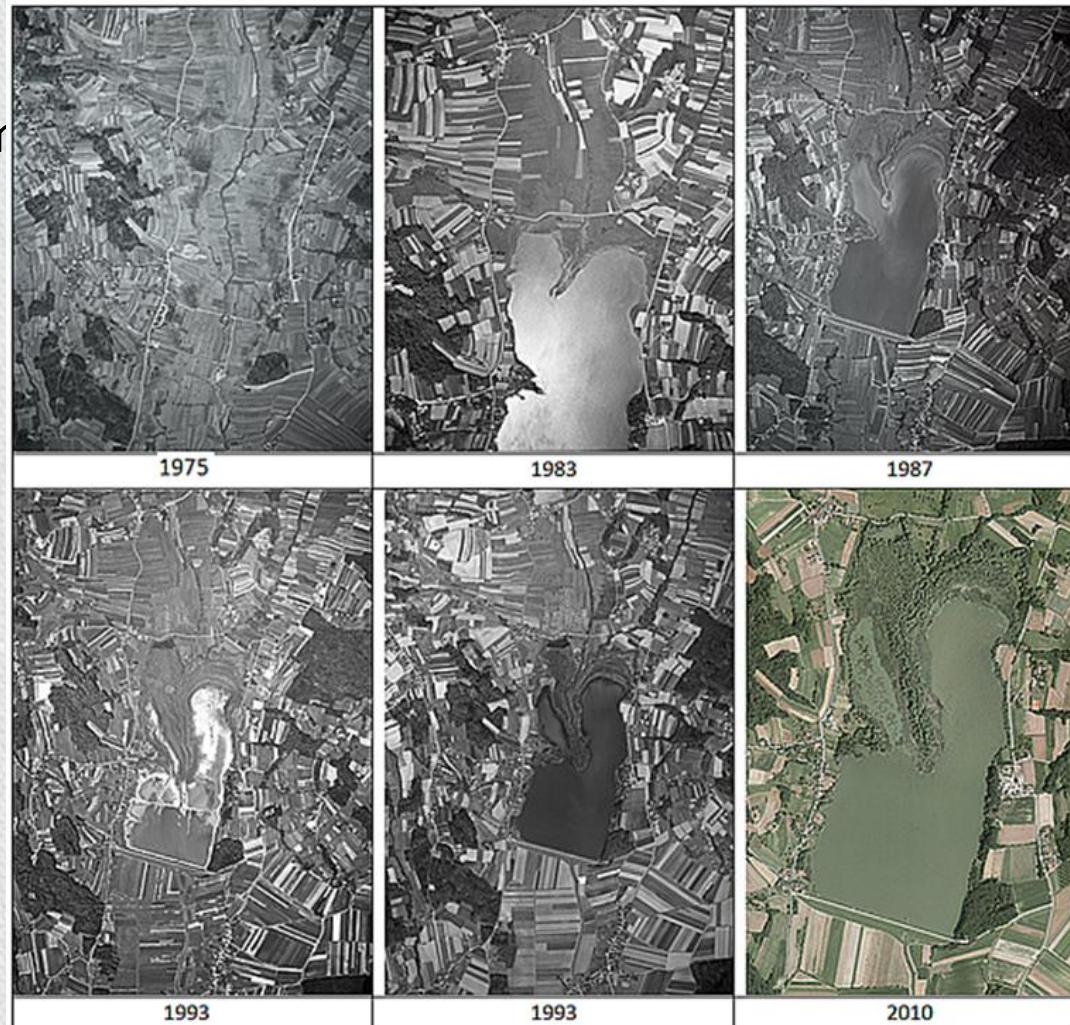
Rezultat: karta strnjениh in ustrezeno označenih poligonov



METODE – Določitev HT in obdelava v GIS

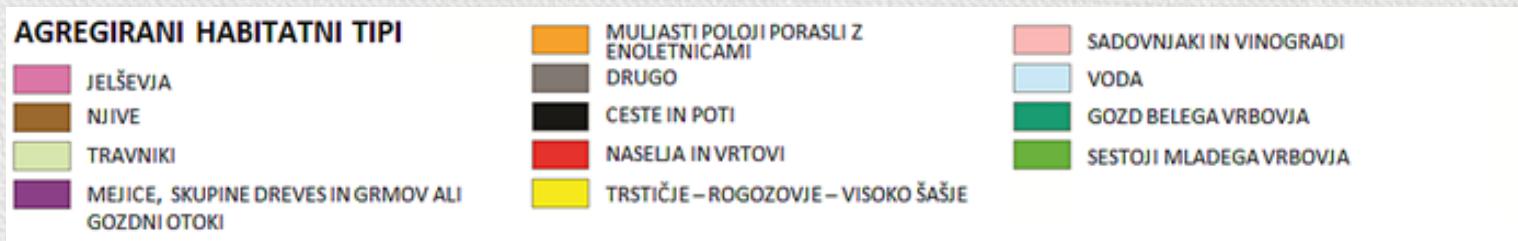
Primer nerektificiranih aerofoto posnetkov jezera z visoko resolucijo (GURS, 2011):

- piksli velikosti: 0,25 – 0,31 m
- leta snemanja:
1975, 1980, 1983, 1987,
1990, 1995, 1999, 2003,
2006 in 2010
(IR posnetek iz 2006).



METODE – Določitev HT in obdelava v GIS

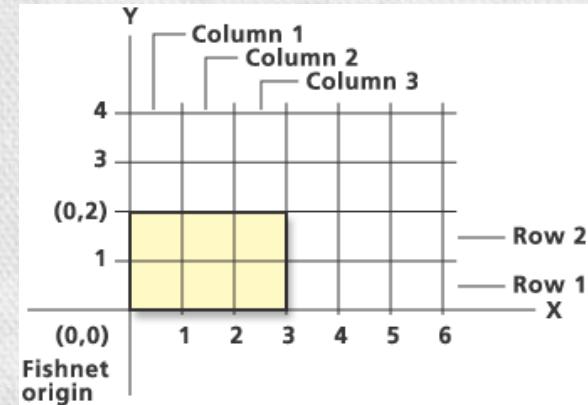
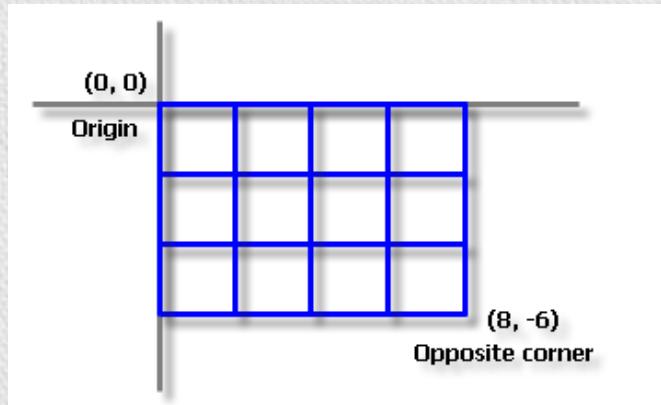
- 1. Georeferenciranje** (ortorektificiranje); ArcGis 9.3 - *georeferencing tools* = natančno prekrivanje vseh posnetkov, skladnost z novejšimi geodetskimi podlagami (DOFi)
- 2. Agregiranje habitatnih tipov:** podatke- kartirani HT smo združili v 13 agregiranih, poenostavljenih habitatnih tipov; določanje/rekonstrukcija poligonov za nazaj
→ **rezultat:** karta 10 časovnih oken, ki prikazujejo spreminjanje HT skozi čas



- 3. Določanje intenzitete in dinamike sprememb** ArcGis 9.3 – *Spatial analyst: data management tool, zonal statistics*)

METODE – določitev HT in obdelava v GIS

a) Celotno območje jezera smo prekrili z mrežo (11.250 kvadratov velikosti 10 x 10 m)



b) Za vsak kvadrat smo določili:

- Intenziteto (pogostost) sprememb (0 - 8 sp
 → karta intenzitete)
- Dinamiko sprememb posameznega HT - po
(kolikokrat v povprečju se je posamezen HT
 → karta povprečja s)
- Kdaj je prišlo do prve terestrializacije (prve
kopno) in izračunali "čas od nastanka" HT (T
 → karta TSF parametri)

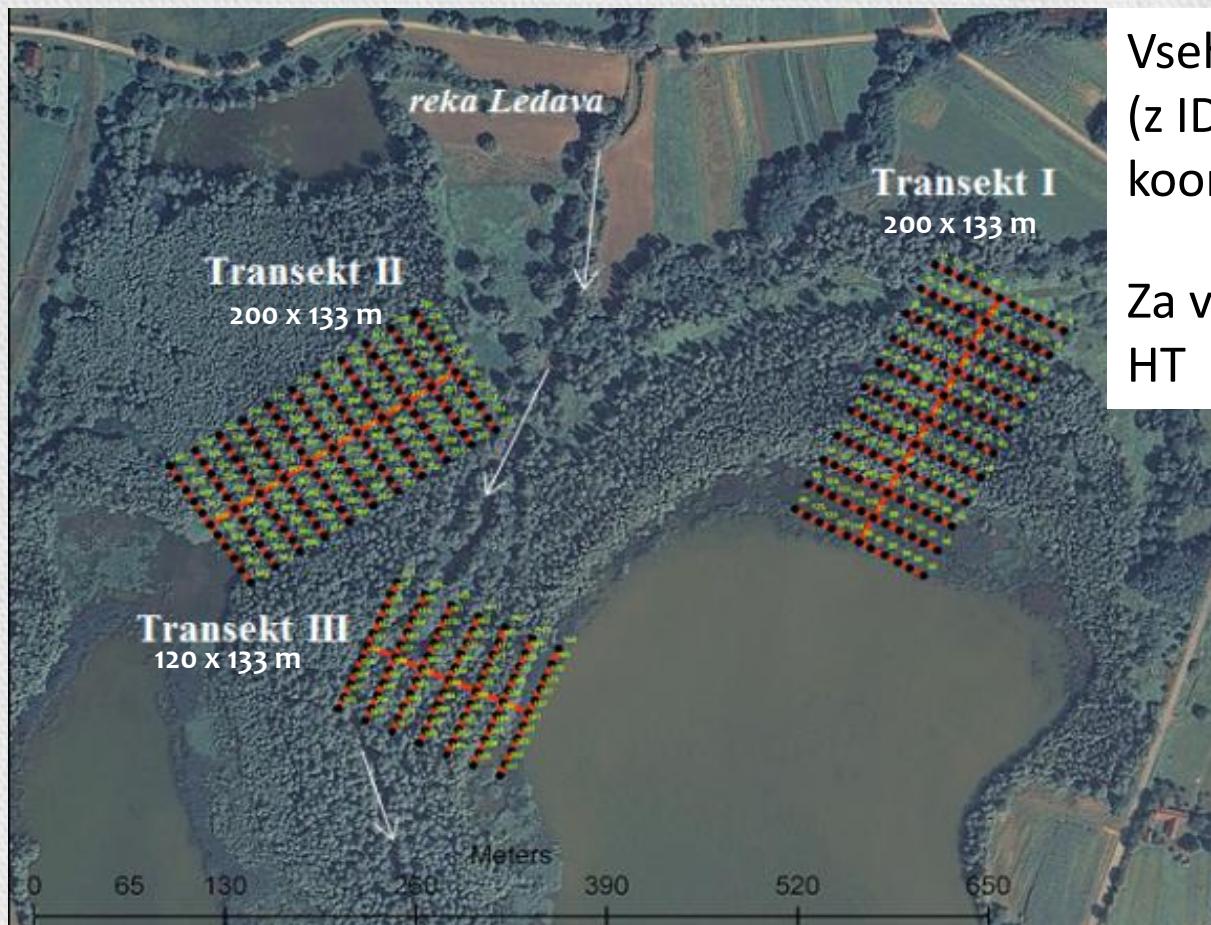
TSF parametre smo uvrstili v 8 časovnih intervalov.

- 1.) 1980 - 1983;
- 2.) 1983 - 1987;
- 3.) 1987 - 1990;
- 4.) 1990 - 1995;
- 5.) 1995 - 1999;
- 6.) 1999 - 2003;
- 7.) 2003 - 2006 in
- 8.) 2006 – 2010

METODE – III. Vrstna sestava in pestrost vzdolž transektov

1. Določitev transektov

Za preučitev veg. vzorcev vzdolž časovnega gradiента primarne sukcesije, smo določili **3 transekte** (od roba jezera, preko različnih sukcesijskih stopenj v notranjost)



Vseh ploskev: **319**
(z ID št. in določenimi
koordinatami)

Za vsako določen agreg.
HT

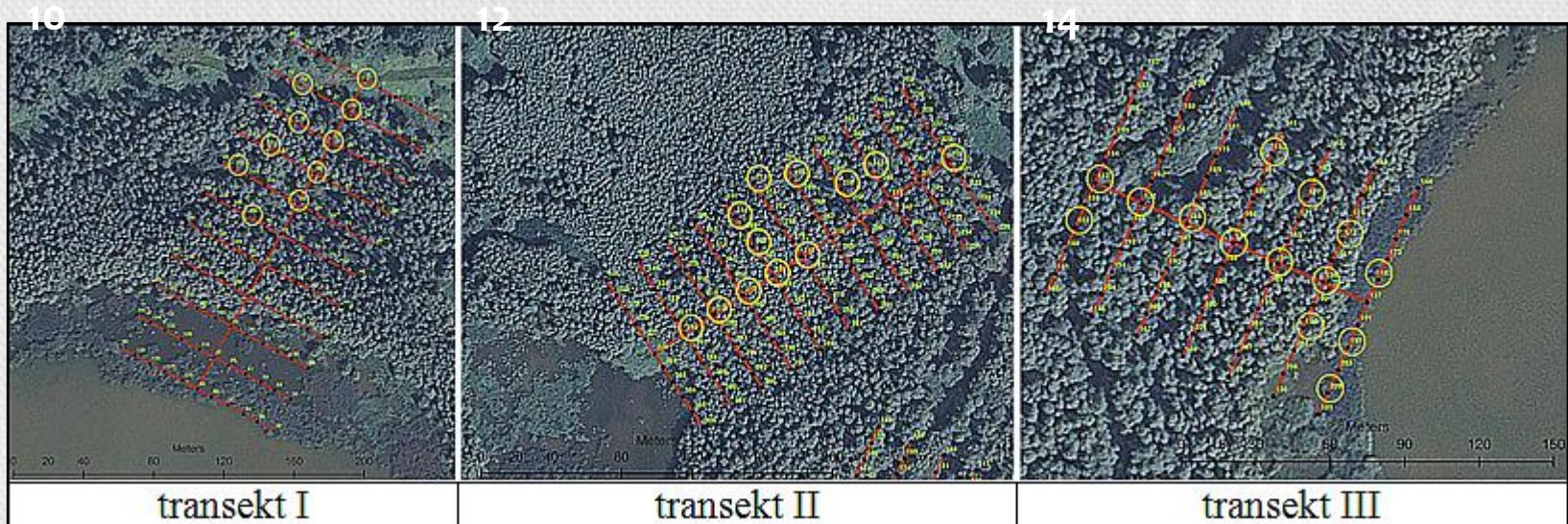
METODE – Vrstna sestava in pestrost vzdolž transektov

2. Floristični popis (julij, avgust 2011)

- Vrstna pestrost = določena kot št. vrst/popisno ploskev; zabeležena na skupno **291** (od izbranih 319) mestih
- Popisnim mestom je bil določen TSF parameter
- Za vsako popisno mesto je bil določen poenostavljen/agregiran habitatni tip (vzdolž transektov se pojavljajo le 3 agregirani HT)
 1. Trstičevje/rogozovje/visoko šašje – TRŠ
 2. Sestoji mladega vrbovja - SMV
 3. Gozd belega vrbovja - GBV
- Preverili smo kako se skozi različne stadije sukcesije spreminja pestrost (število) vrst in kakšno je skupno število vrst v različnih stadijih sukcesije.

METODE – VI. Analiza tal

- Z analizo tal smo želeli preveriti kemijske lastnosti tal na izbranih mestih vzdolž transekta.
- Vzorčenje smo izvajali s sondom premika 1,5 cm in dolžine 40 cm z upoštevanjem kmetijskih smernic (Mihelič in sod., 2010)
- Sondiranje: 20 - 25 krat na naključno izbranih mestih znotraj popisnih ploskev (1.000 cm^3 vzorca)



METODE – Analiza tal

Laboratorij Kmetijsko gozdarskega zavoda Maribor (v januarju 2012)

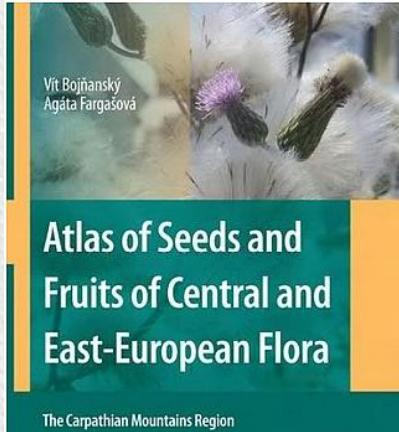
- reakcija tal (pH v n/10 KCL, interna metoda),
- založenost tal z lahkodostopnim kalijem in fosforjem (interna Al metoda),
- določanje humusa v % (določitev organske snovi v tleh po Walkley - Blacku),
- določitev organskega ogljika in razmerja z dušikom (C - organski v % in C : N - modificirana Walkley - Black metoda),
- določitev skupnega dušika v % (metoda v skladu z ISO 11261:1995).

Kontrola težkih kovin (po interni metodi, skladni z ISO 11047:1998):

- za 2-3 vzorce vsakega transekta
- svinec, kadmij, cink, in nikelj

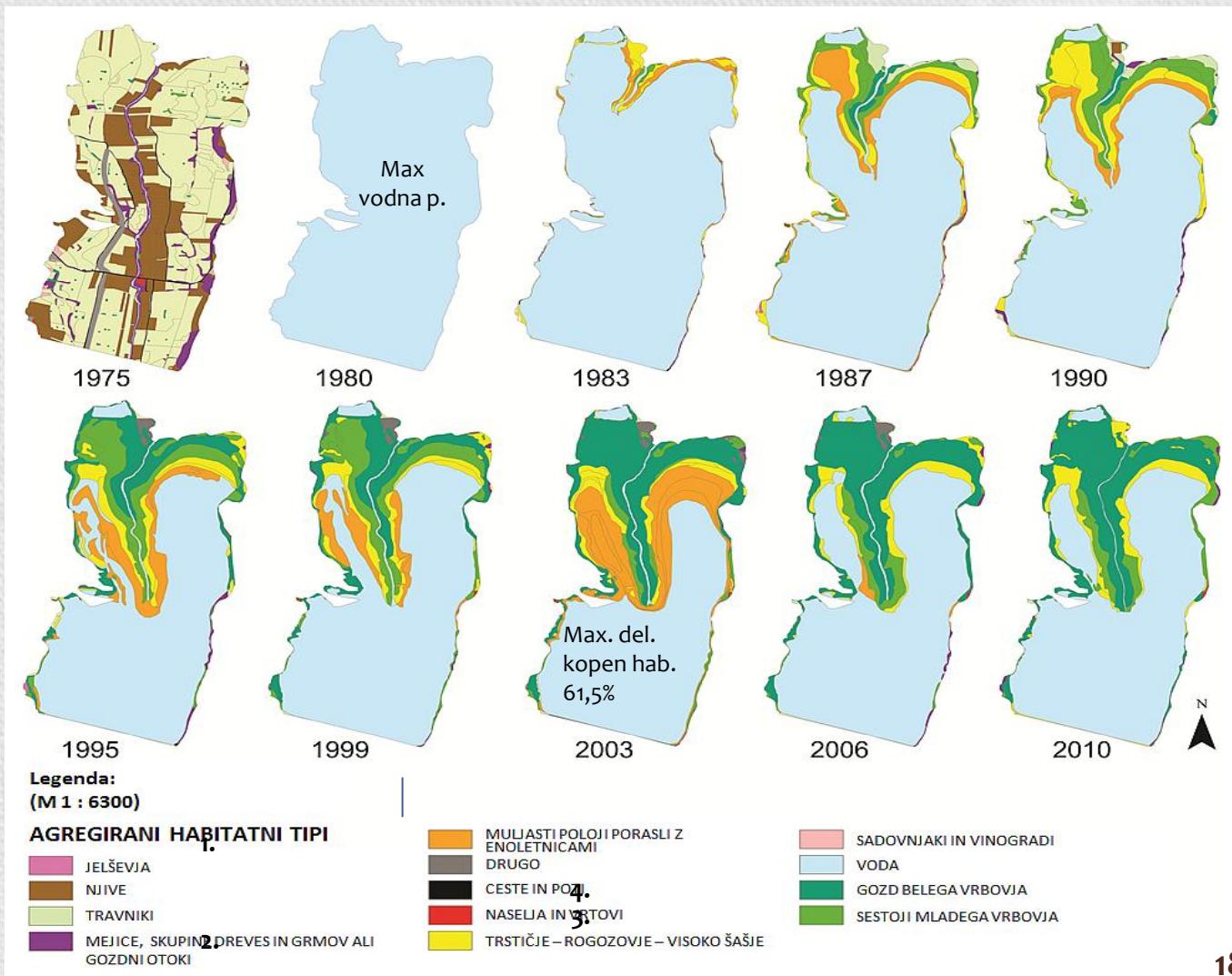
METODE – V. Določitev semenske banke / zaloge semen

- Odvzem vzorcev: december 2011; metoda valja (improviziran »core sampler« premera 10 cm in globine 30 cm); **12 vzorčnih mest** na izpostavljenem blatnem poloju zahodne obale sedimentacijske fronte
- Direktna metoda določanja semenske banke - s spiranjem. Tako smo dobili semensko banko 3 slojev: 30 - 20 cm/20 - 10 cm do 10 cm.
- Suha semena smo določali s pomočjo stereolupe in atlasa semen v laboratoriju.



REZULTATI – Časovna okna

- 1980-2010: 56,2 ha ali 50% prvotno vodnega habitata poraščeno s kopensko vegetacijo
- napredovanje lesne vegetacije: 44,8 ha ali 40,0 % (končna faza s. – GBV: 28,9 ha = 25,8 %)

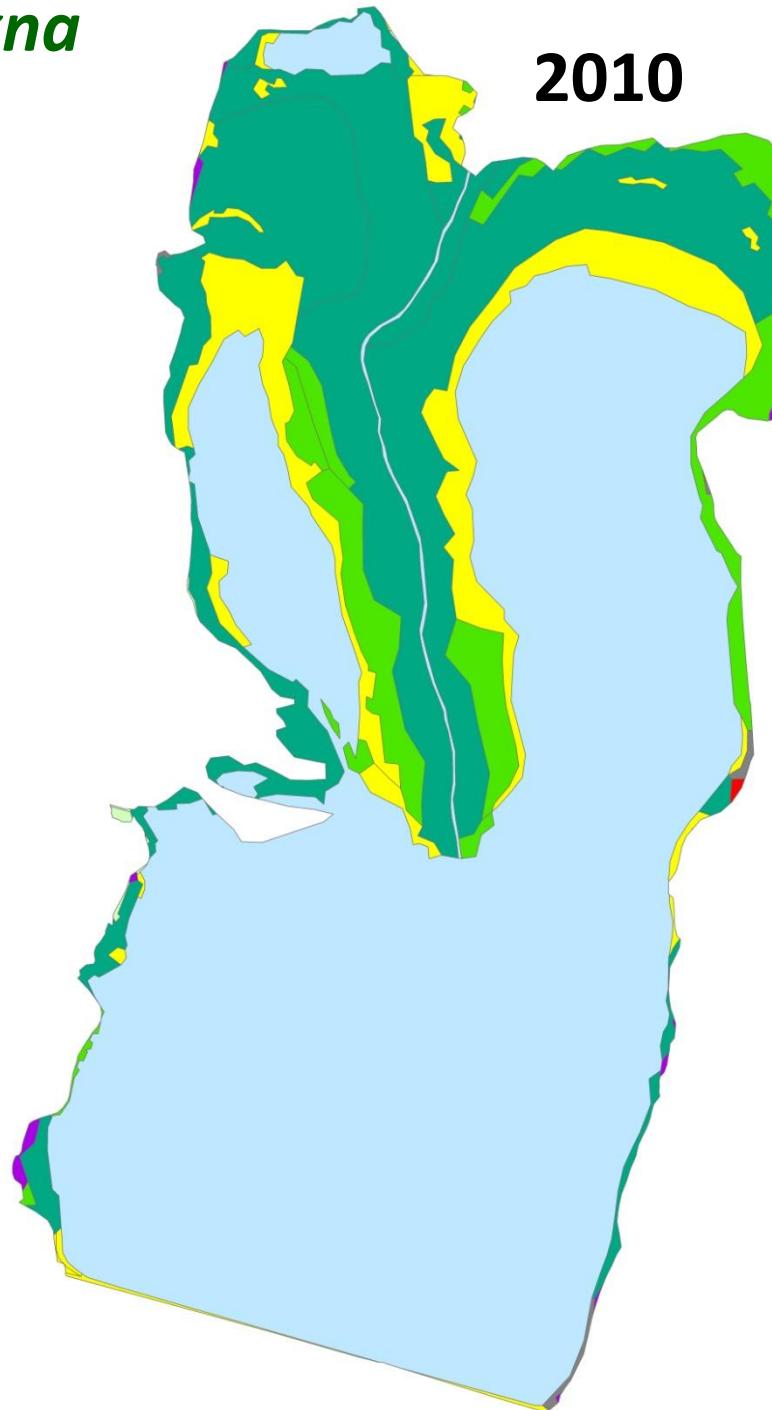


REZULTATI – Časovna okna

2010

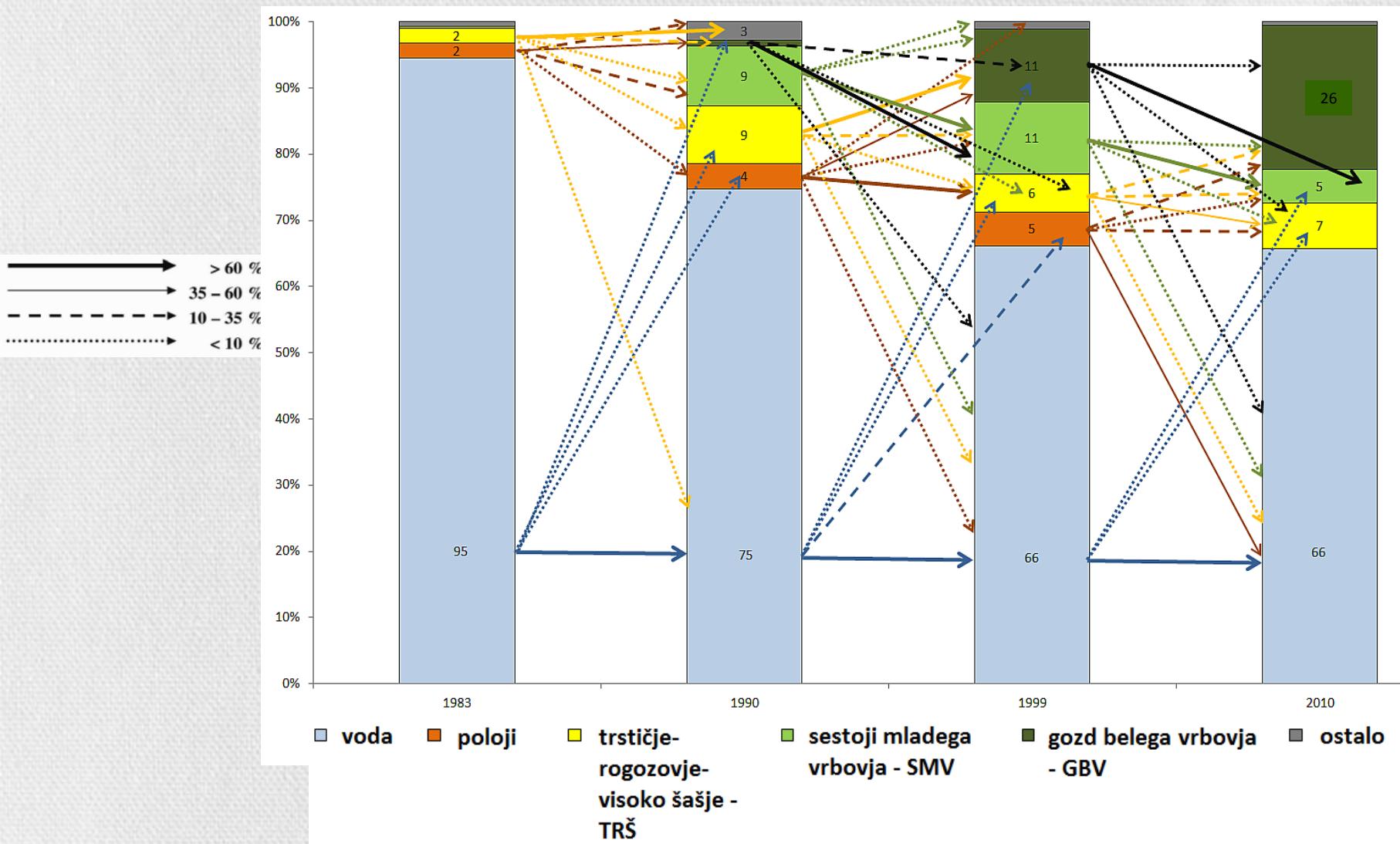
AGREGIRANI HABITATNI TIPI

- JELŠEVJA
- NJIVE
- TRAVNIKI
- MEJICE, SKUPINE DREVES IN GRMOV ALI GOZDNI OTOKI
- MULJASTI POLOJI PORASLI Z ENOLETNICAMI
- DRUGO
- CESTE IN POTI
- NASELJA IN VRTOVI
- TRSTIČJE – ROGOZOVJE – VISOKO ŠAŠJE
- SADOVNJAKI IN VINOGRADI
- VODA
- GOZD BELEGA VRBOVJA
- SESTOJI MLADEGA VRBOVJA



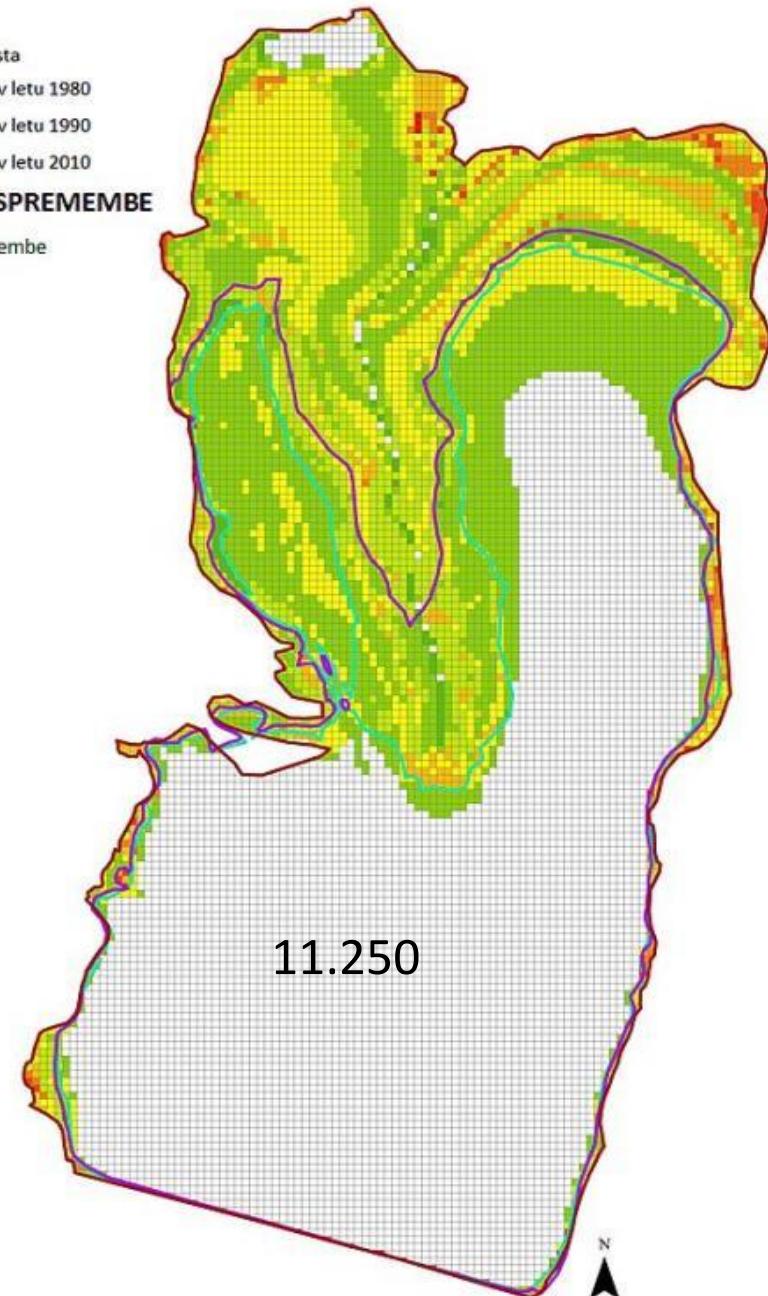
REZULTATI – Časovna okna

- Spremembe glavnih habitatnih tipov v prerezu let od 1983 – 2010 v pravilnem razmerju sprememb površine. Puščice prikazujejo različne deleže sprememb iz enega HT v druge



REZULTATI – Intenziteta sprememb

157 = 1,4 %
Večina: 3.375 = 30 %
524 = 5%
iz vodne površine 11.250 (1980)
 $\Delta 5.497 = 49\%$

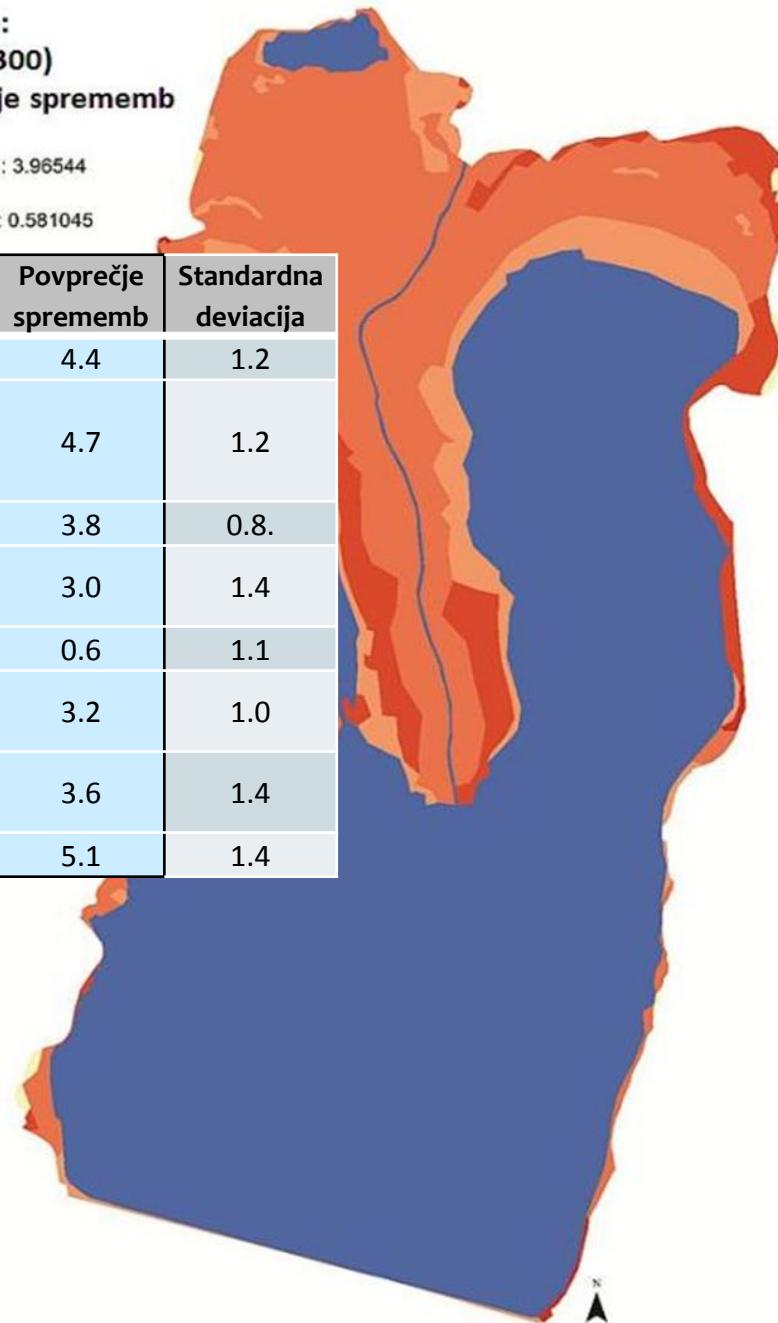


Intenziteta sprememb je prikazana znotraj kvadratov velikosti 10 m x 10 m. V vsakem je grafično prikazana intenzivnost sprememb (0 - 8)

REZULTATI – Povprečje sprememb

Legenda:
 (M 1 : 6300)
Povprečje sprememb
 Vrednost
 High : 3.96544
 Low : 0.581045

HABITATNI TIP	Frekvenca kvadratov	Min. št. sprememb	Max. št. sprememb	Razpon sprememb	Povprečje sprememb	Standardna deviacija
travniki	8	2	6	4	4.4	1.2
mejice, skup. dreves in grmov, gozdni otoki	37	3	7	4	4.7	1.2
naselja in vrtovi	4	3	5	2	3.8	0.8.
trstičje – rogozovje - visoko šašje (TRŠ)	768	1	8	7	3.0	1.4
voda	7395	0	7	7	0.6	1.1
gozd belega vrbovja (GBV)	2431	1	8	7	3.2	1.0
sestoji mladega vrbovja (SMV)	587	2	7	5	3.6	1.4
drugo	20	3	8	5	5.1	1.4



Povprečna vrednost spremembe na habitatni tip kaže, kolikokrat v povprečju, se je določen habitatni tip, razvit na aluvialnih sedimentih, spremenil tekom sukcesije

REZULTATI – „TSF“ habitatnih tipov

večina novih kopenskih habitatov

- 1981- 1990
- 1990-1999

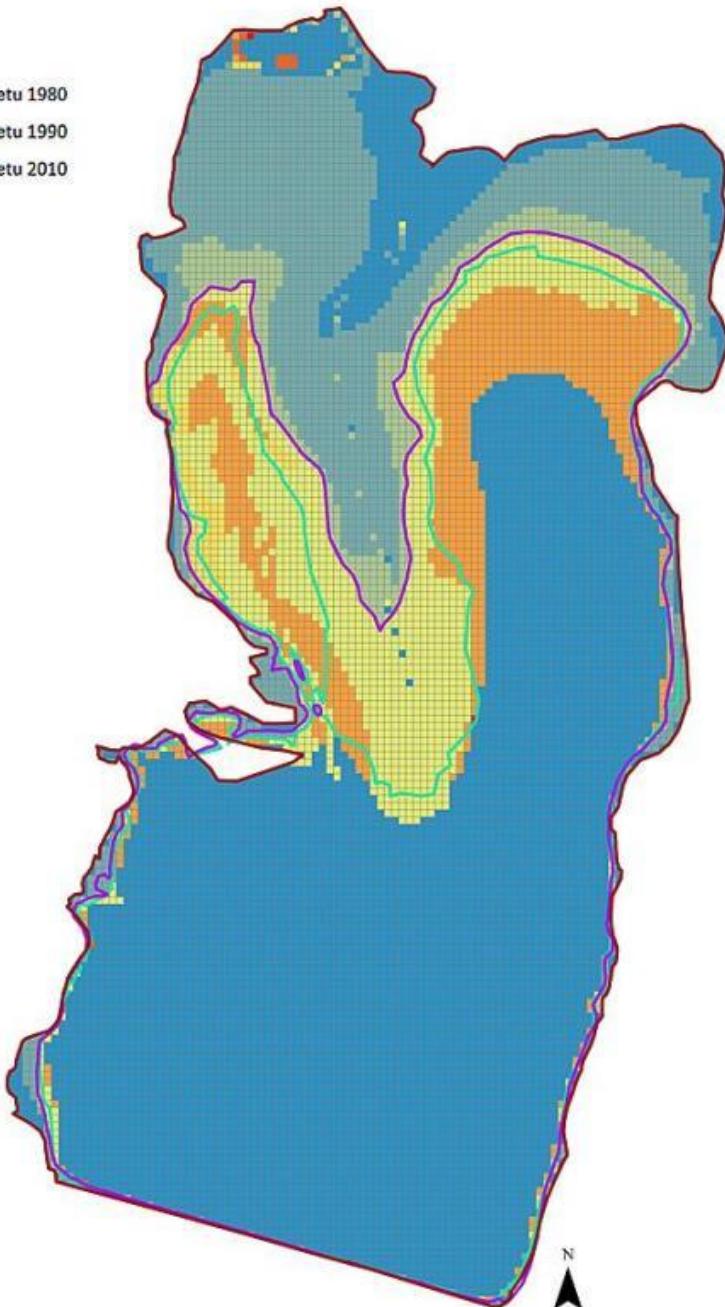
2.407 = **21 %** območja jezera

2.897 = **17 %** od današnjih

Samo 1.193 = **11 %**

v zadnjem desetletju ni
novega okopnjevanja
(↓ sedimentacije)

*TSF parametri izračunani za vsako ploskev
(10 x 10 m), razvrščeni v 8 časovnih
intervalov - sledijo intervalom med
časovnimi okni - v legendi*



REZULTATI – Vrstna pestrost in sestava

- Transekti - gradient: starejšega gozdnega - mlajšega negozdnega habitata in vsaj delno tudi kronosekvenco sukcesijske sere.
- Σ Št. vrst na popisnih ploskvah (291) vseh transektov: **43 – nizka vrstna pestrost!**
- Samo 10 vrst je doseglo >10 % pogostost (frequency range) na 9 m² velikih ploskvah. Najpogostejše vrste:



Salix alba
(78,68 % pogostost)



Lemna minor
(41,07 %)



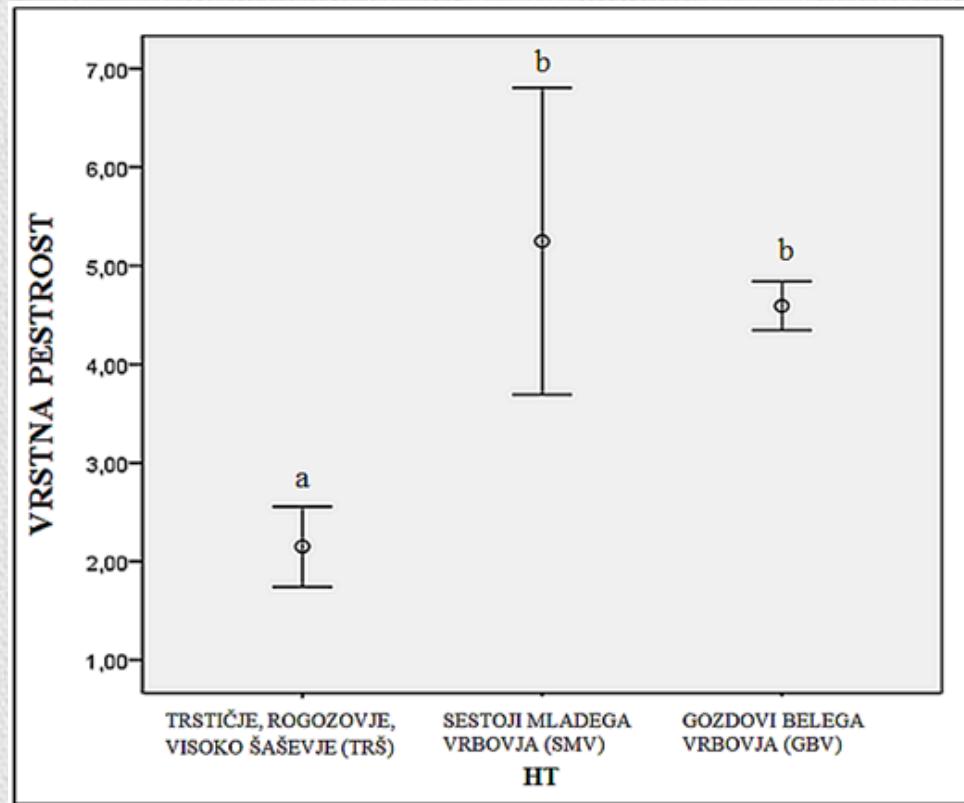
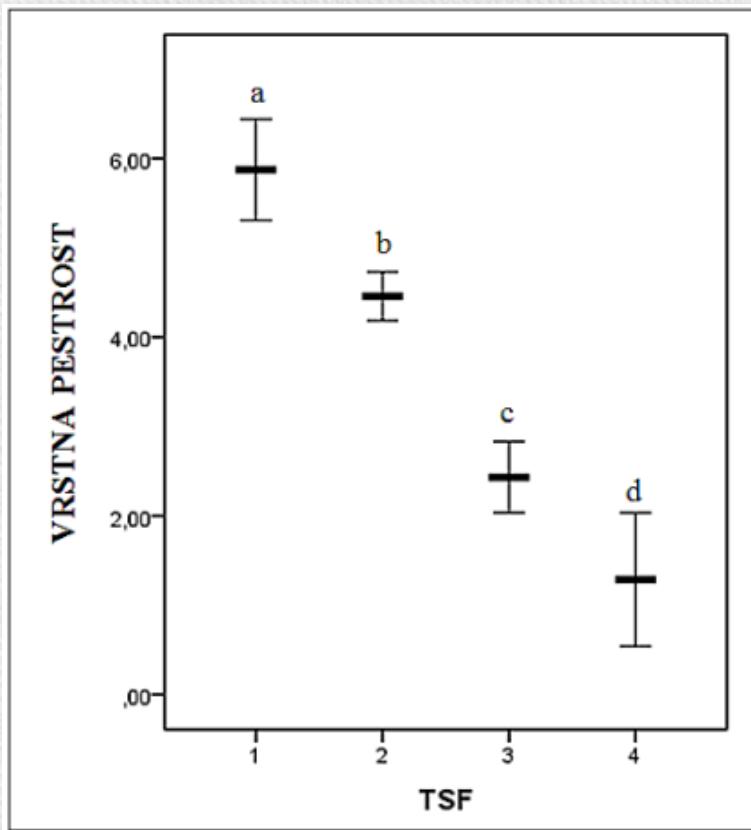
Carex acuta
(27,90 %)



Phalaris arundinacea
(29,96 %)

REZULTATI – Vrstna pestrost in sestava

- Podobnosti med pari HT: med 21 % in 39 %.
- Največja razlika: 79 % med TRŠ in SMV.



Vrstna pestrost (znotraj popisnih mest) v 3 agregiranih HT

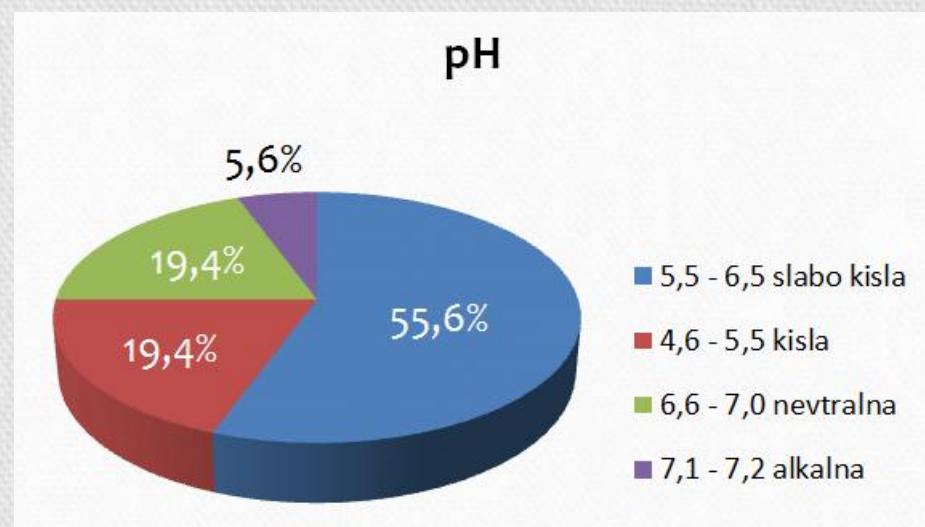
Vrstna pestrost (popisnih mesti) štirih TSF intervalov:

1: 1980-1983; 2: 1983-1987, 3: 1987-1990, 4: 1990-1995

REZULTATI – Analiza tal

Kemijska analiza tal - 36 vzorcev tal:

- večinoma slabo kisla ($\text{pH} = 5,6 - 6,5$) do kisla tla ($\text{pH} = 4,6 - 5,5$)
- 19,4 % je bilo nevtralnih tal $\text{pH} = 6,6 - 7,0$ in le na 2 mestih (5,6 %) so analize pokazale slabo alkalna tla ($\text{pH} = 7,1 - 7,2$).
- V skupnem N ni bistvenih razlik : bogata (58 %) do zelo bogata tla
- Humusno bogata tla: govorimo o humoznih (2 - 4 % humusa), močno humoznih (4 – 8 %) in celo zelo močno humoznih tleh (8 – 15 % humusa v tleh).
- C : N = 10 – 12 : 1 (humozna, namočena in kisla tla)



REZULTATI – Analiza tal

Oznaka (št.transkript a / mesto)	pH (v n/10 KCL)	Fosfor v mg/100 g vzorca (po Al metodi)	Kalij v mg/100 g vzorca (po Al metodi)	Humus v % (W-B metoda)	C - organski v %	Skupni dušik v %	C : N
I/4	5,39	1,8 (A)	19,1 (B)	3,25	1,88	0,25 (D)	8 : 1
I/16	7,01	3,5 (A)	15,6 (B)	5,6	3,25	0,35 (E)	9 : 1
I/19	6,58	2,6 (A)	16,3 (B)	5,02	2,91	0,37 (E)	8 : 1
I/27	5,56	3,8 (A)	16,5 (B)	5,7	3,31	0,34 (E)	10 : 1
I/31	5,62	4,4 (A)	17,3 (B)	4,79	2,78	0,28 (D)	10 : 1
I/38	5,68	5,1 (A)	18,3 (B)	3,65	2,12	0,23 (D)	9 : 1
I/62	6,09	2,4 (A)	20,1 (C)	3,95	2,29	0,25 (D)	9 : 1
I/41	5,59	4,9 (A)	13,9 (B)	4,52	2,62	0,25 (D)	10 : 1
I/113	5,92	2,6 (A)	20,7 (C)	4,44	2,58	0,25 (D)	10 : 1
I/104	5,39	4 (A)	15,9 (B)	5,92	3,44	0,23 (D)	15 : 1
II/210	6,28	< 1,0 (A)	13,7 (B)	3,58	2,08	0,23 (D)	9 : 1
II/245	6,02	4,4 (A)	17,5 (B)	12,33	7,15	0,65 (E)	11 : 1
II/258	6,15	2,1 (A)	17,7 (B)	5,25	3,04	0,30 (D)	10 : 1
II/270	6,72	1,2 (A)	14,8 (B)	4,21	2,44	0,25 (D)	10 : 1
II/215	5,66	< 1,0 (A)	13,4 (B)	3,97	2,3	0,24 (D)	10 : 1
II/272	6,1	< 1,0 (A)	11,7 (B)	4,98	2,89	0,27 (D)	11 : 1
II/216	7,14	2,1 (A)	15,0 (B)	5,44	3,16	0,30 (D)	11 : 1
II/308	5,02	7,5 (B)	12,5 (B)	7,81	4,53	0,44 (E)	10 : 1
II/310	6,26	3 (A)	12,7 (B)	5,05	2,93	0,26 (D)	11 : 1
II/217	5,52	5,3 (A)	13,2 (B)	9,89	5,74	0,45 (E)	13 : 1
II/218	7,2	4,4 (A)	17,6 (B)	6,64	3,85	0,39 (E)	10 : 1
II/219	6,53	1,9 (A)	13,4 (B)	3,98	2,31	0,24 (D)	10 : 1
III/132	6,93	17 (C)	12,9 (B)	3,44	2	0,18 (C)	11 : 1
III/133	6,79	6,7 (B)	14,9 (B)	4,82	2,79	0,29 (D)	10 : 1
III/134	6,04	6,2 (B)	11 (B)	7,7	4,47	0,37 (E)	12 : 1
III/135	5,52	10,9 (B)	12,7 (B)	4,79	2,78	0,24 (D)	12 : 1
III/136	5,69	6,1 (B)	15,7 (B)	9,08	5,27	0,46 (E)	11 : 1
III/152	6,64	19,4 (C)	12,7 (B)	3,85	2,23	0,2 (C)	11 : 1
III/159	6,91	8,9 (B)	18,8 (B)	4,62	2,68	0,24 (D)	11 : 1
III/167	6,34	8,4 (B)	15,6 (B)	6,38	3,7	0,32 (E)	12 : 1
III/172	5,24	3,3 (A)	13,7 (B)	5,37	3,11	0,29 (D)	11 : 1
III/177	5,33	3,4 (A)	9,9 (A)	3,6	2,09	0,2 (C)	10 : 1
III/182	5,58	4,6 (A)	9,3 (A)	3,94	2,28	0,22 (D)	10 : 1
III/196	5,8	9,5 (B)	13,6 (B)	5,15	2,99	0,26 (D)	12 : 1
III/197	6,47	7,1 (B)	19,9 (B)	6,74	3,91	0,39 (E)	10 : 1
III/209	6,86	7,9 (B)	19,3 (B)	7,89	4,58	0,37 (E)	12 : 1

- V **skupnem N** ni bistvenih razlik : bogata (58 %) do zelo bogata tla
- tla **siromašna s fosforjem** in pretežno srednje preskrbljena s **kalijem**
- **Humusno bogata tla:** govorimo o humoznih (2 - 4 % humusa), močno humoznih (4 – 8 %) in celo zelo močno humoznih tleh (8 – 15 % humusa v tleh).
- **C : N = 10 – 12 : 1** (humozna, namočena in kisla tla)
- Analiza **težkih kovin** je pokazala, da svinec, kadmij in cink ne presegajo mejnih, opozorilnih ali kritičnih vrednosti nevarnih snovi v tleh
- **nikelj**, z izjemo enega mesta, povsod presega mejne vrednosti

Založenost tal z lakovodostopnim K in P	Založenost vzorca zemlje s skupnim N
A - siromašna tla	A - siromašna tla
B - srednje preskrbljena tla	B - zmerno preskrbljena tla
C - dobro preskrbljena tla	C - dobro preskrbljena tla
D - pretirano preskrbljena tla	D - bogata tla
E - ekstremno preskrbljena tla	E - zelo bogata tla

REZULTATI – Semenska banka

- Vrstna pestrost semenske banke je **majhna- 22 taksonov**
- Skupaj: **645 semen** - semena vrst tipično vlažne obrežne vegetacije



Rumex crispus
(357 > ½ vseh semen)



Polygonum persicaria
(156 semen)



Anthemis arvensis
(38 semen)

Porazdelitev po globini:

- Zgornji sloj: le 167 semen, ali 25,9 %.
- **Srednji sloj: 386 ali 59,8 %**
- Najgloblji sloj: najmanj, 92 semen, ali 14,3 %











slichter 2012

REZULTATI – Semenska banka – primeri semen

Polygonaceae (dresnovke)



Rumex crispus

Asteraceae (nebinovke)



Anthemis arvensis



Centaurea cyanus

Cyperaceae (ostričevke)



Carex sp.

Cichoriaceae (radičevke)



Leontodon autumnalis

Trapaceae (vodoorehovke)



Trapa natans

Hvala za pozornost!

