

Oddelek za kmetijsko ekologijo in naravne vire, Center za tla in okolje

Modeliranje talnih in okoljskih parametrov kot osnova za presojo naravnih danosti za gojenje gomoljik na zaraščajočih oz. manj kakovostnih kmetijskih zemljiščih Slovenije

Janez BERGANT, Marjan ŠINKOVEC,
dr. Borut VRŠČAJ

Narava in zdravje, Gospodarsko razstavišče, Ljubljana, 17. oktober 2013



- Pridobivanje kemijskih in fizikalnih parametrov rastišč
- Izdelava modela napovedovanja/ocene potencialnih rastišč
- Pregled rezultatov
- Sklepna beseda

VSEBINA



CRP V4-1145 ‚Gomoljike‘, KIS: Delovni sklop D

Ciljni raziskovalni program (CRP) financira MKO

Skop D:

- **Opredelitev ključnih kemijskih in fizikalnih parametrov tal, ki določajo potencial za rast gomoljik;**
- **Opredelitev ključnih prostorskih parametrov, ki določajo potencial za rast gomoljik;**
- **Model napovedovanja rastišč *T. Aestivum*;**
- **Osnutek aktivnosti za uvajanje in razvoj gomoljkarstva kot dopolnilne dejavnosti.**



Poletna gomoljika – *Tuber aestivum*

ZNAČILNOST: Črnkasto rjavi in hrapavi trosnjaki v obliki gomoljev uspevajo do 15 cm pod površjem gozdnega humusa.

TROSNJAK: 2-10 cm širok trosnjak je nepravilno kroglaste oblike, črnkast in pokrit s pretežno šesterokotnimi bradavicami, piramidaste oblike, ki so do 10 mm široke ter do 3 mm visoke, podolžno so nekoliko nabrazdane, temno rjave ali črne barve.

TROSOVNICA: je v notranjosti gobe in je vidna ob prerezu gomolja, sprva je belkasta, kasneje rjavkasta in z mnogimi belimi, labirintnimi zavoji, ki ostanejo beli tudi pri posušenih gobah, sestavljena pa je iz trosnih vrečk ali askov, ki vsebujejo od 2 do 6 trosov.

BET: ga nima.

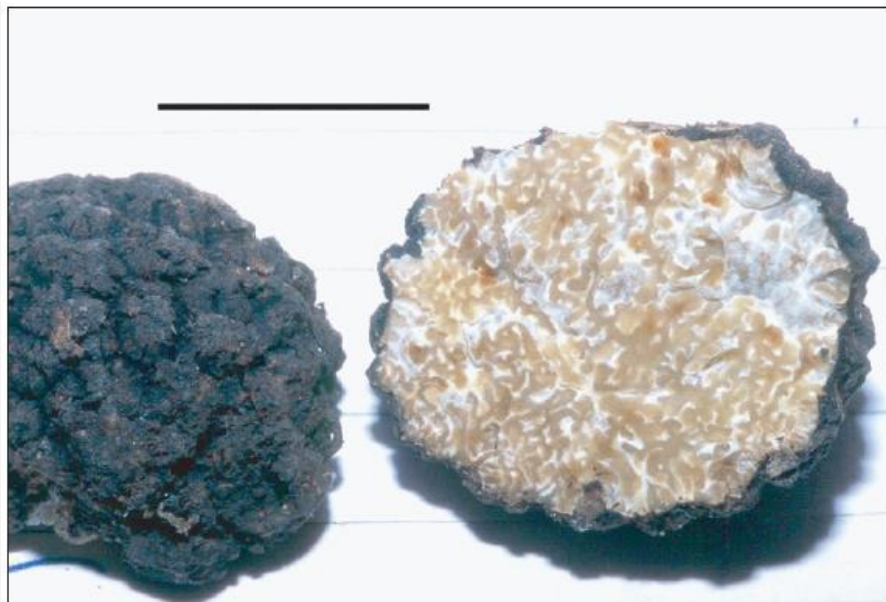
MESO: belkasto in rjavkasto, prijetnega okusa in vonja, ki postane pri starih gobah izrazitejši.

TROSI: 18-45 x 14-32 μm , okrogli ali široko elipsasti, najprej beli, kasneje rjavkasti, mrežasti, z bodičastimi izrastki, ki so včasih zelo izraziti in pri vrhu zapognjeni, trosni prah je rjavkast.

RASTIŠČE: raste na apnenčastih ali ilovnatih tleh, v humusni zemlji, pod gabri, bukvami ali hrasti, poleti in jeseni, raste razmeroma pogosto, vendar jo je težko najti, kot vse gomoljike.

Čas rasti: -VI-VII-VIII-IX-X-XI-XII-

Vir: Gobarsko društvo Lisička Maribor, URL:
<http://www.gobe.si/Gobe/TuberAestivum>, 2.10.2013



Bela gomoljika – *Tuber magnatum*

ZNAČILNOST: Trosnjak ima značilen vonj. Spada med najdražja živila. Gomoljike za razliko od drugih gob nimajo posebnega mehanizma za aktivno sproščanje trosov, pač pa trose raznašajo živali, npr. divji prašiči in veverice.

TROSNJAK: 2-8 cm in tudi več širine dosega trosnjak, katerega površina je po obliki in barvi podobna krompirju, je kroglaste ali nepravilne oblike, gladek ali zelo drobno bradavičast, peridij (ovojnica) je sprva okraste ali belkaste barve, pozneje postane blede okrasto rumena ali siva in včasih z zelenkastim odtenkom, je zelo tanka in je ne moremo olupiti.

TROSOVNICA: zajema vso notranjost gobe, sestavljena je iz trosnih vrečk ali askov. Bela, nato rumenkasta in siva rumenkasta, končno rdeče rjavkasta do sivo rdečkasta preprejena s svetlejšimi žilami in marmorirana.

BET: ga nima.

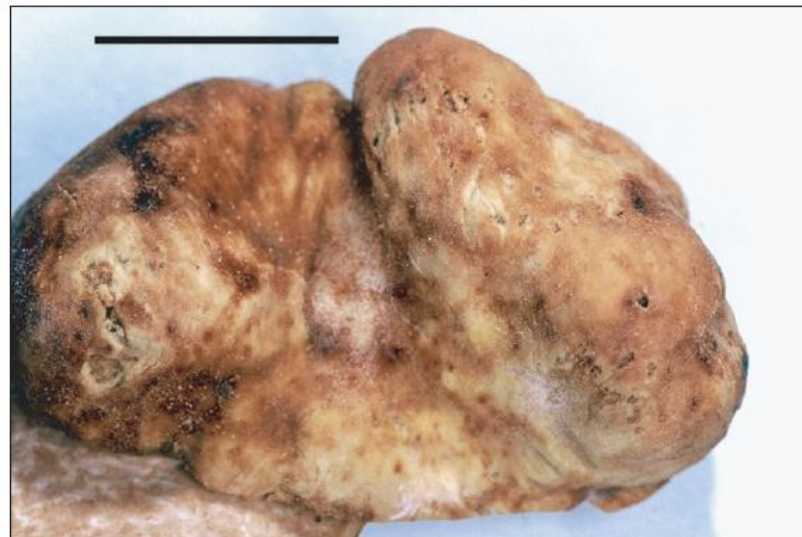
MESO: mehko, nežno, močnega pikantnega in prijetnega okusa, vonj je deloma podoben česnu ali siru.

TROSI: 35-50 x 32-42 μm , okrogli ali široko elipsasti, v mešičku so le 1-3 trosi, največkrat 2, površina je široko mrežasto orientirana, trosni prah je rjave barve.

RASTIŠČE: v toplejših predelih, v apnenčastih in lapornatih tleh, 10-30 cm pod zemljo, med hrastovimi koreninami, tudi med topoli in vrbami, pod lesko, lipo in drugimi listavci, posamično, od poletja do zime. Pogosto uspeva v Istri. Čas rasti: -VI-VII-VIII-IX-X-XI-XII-

Vir: Miro Šerod, za Gobarsko društvo Lisička Maribor, URL:

<http://www.gobe.si/Gobe/TuberAestivum>, citirano 2.10.2013



Plemenita gomoljika – *Tuber melanosporum*

ZNAČILNOST: Rdečkaso rjavi, rjavi do črni trosnjaki v obliki gomoljev.

TROSNJAK: Trosnjak je nepravilno kroglaste oblike pokrit s štiri do šest straničnimi, rahlo izbočenimi nepravilnimi bradavicami. Ovojnica je lahko rdečkasto rjave, rjave ali črne barve.

TROSOVNICA: je v notranjosti gobe in je vidna ob prerezu gomolja, sprva je belkasta, nato vijolično črna in na koncu črna in z mnogimi belimi, labirintnimi zavoji, ki na zraku rahlo pordečijo. Sestavljena je iz askov, ki vsebujejo od 1 do 6 trosov.

BET: ga nima.

MESO: belkasto v notranjosti, nato vijolično črno in na koncu črno.

TROSI: (20) 25-55 x (15) 20-35 μm , elipsaste oblike, temno rjavi, na gosto posejani z bodičastimi izrastki, pri vrhu rahlo zapognjeni.

RASTIŠČE: Toplejša klima med 40 in 47 vzporednikom med 100 in 1000 m nadmorske višine. Tla bogata s kalcijevim karbonatom in visok pH (> 7,5).

Čas rasti: -XI-XII-I-II-III

Vir: Hall, I.R., 2007. Taming the truffle: the history, lore, and science of the ultimate mushroom. Timber Press, Portland, Or.



- OS
- pH
- Bazični kationi
- Skeletnost
- Tekstura

NEKATERE LASTNOSTI TAL RASTIŠČ GOMOLJIK



Opredelitev kemijskih in fizikalnih parametrov tal

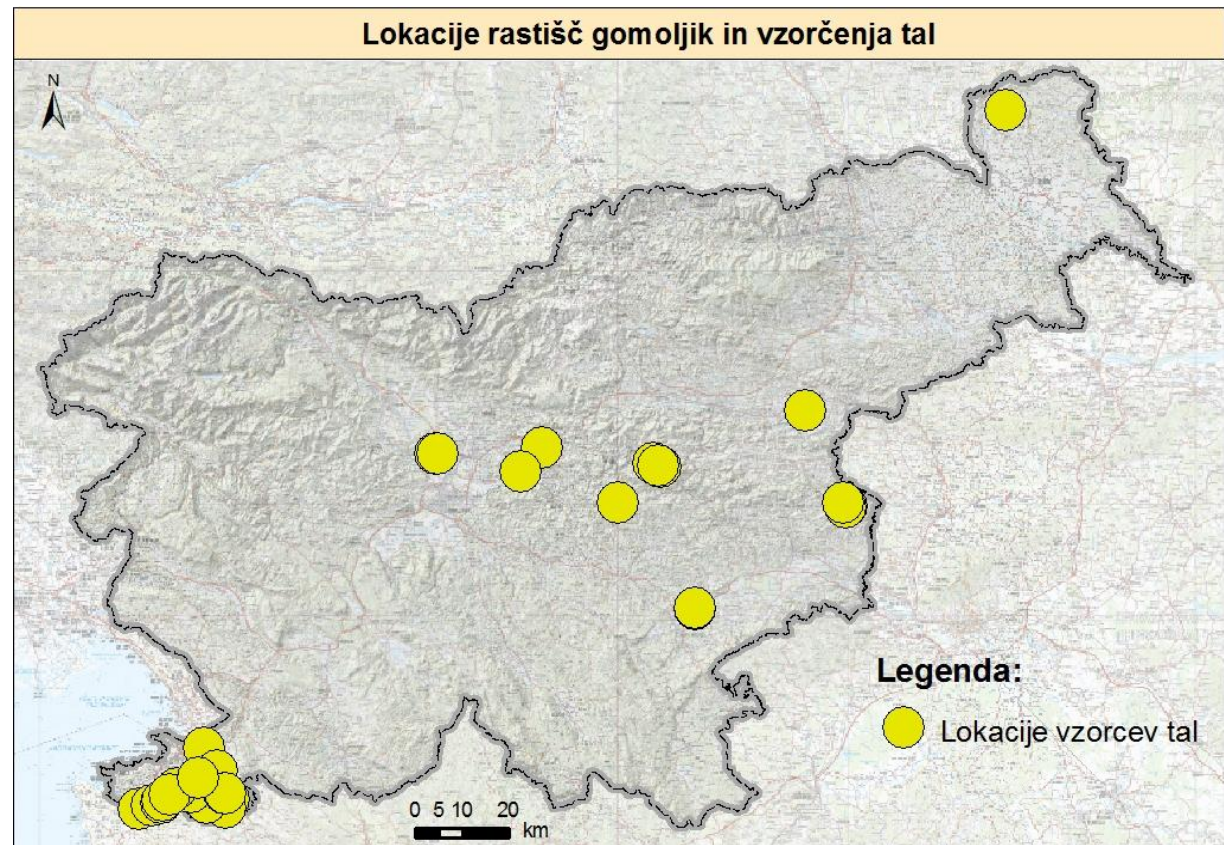
- terenski ogled reprezentativnih rastišč gomoljik;
- vzorčenje tal iz globine $\sim 0 - 10$ cm;
- kemijske in fizikalne analize vzorcev tal v laboratoriju KIS;
- interpretacija rezultatov laboratorijskih analiz.



Opredelitev kemijskih in fizikalnih parametrov tal

Skupno 32 rastišč:

- 21 rastišč
T.aestivum
- 9 rastišč
T.magnatum
- 2 rastišči
T.melanosporum



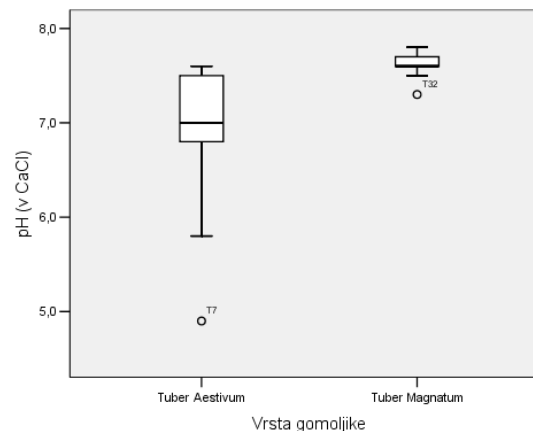
Opredelitev kemijskih in fizikalnih parametrov tal: pH

pH v KCl - ISO 10390:2005

- Optimalni pogoji za rast *T.aestivum* območja **nevtralna do blago alkalna tla** (pH > ~6,5).
- Rezultati za *T.aestivum* nižji od vrednosti pH tal Madžarskih rastišč.
- Izstopa rastišče *T.aestivum* na Goričkem (nekarbonatna matična podlaga, pH 4,9).
- Običajni pogoji za rast *T. magnatum* in *T. melanosporum* območja **blago alkalnih tal** (pH > 7,3).

Primerjava vrednosti talnih parametrov za <i>T. Aestivum</i> iz literature (min - max)	pH (KCl)
Rastišča na Madžarskem (Csorbai Gogan et. al. 2012)	5,2 - 8,5
Rastišča v Sloveniji	4,9 - 7,6

	pH (KCl)	
	<i>T. Aestivum</i>	<i>T. Magnatum</i>
Min	4,9	7,3
Max	7,6	7,8
Povprečje	6,9	7,6
STD	0,7	0,1
KV %	10,2	1,9



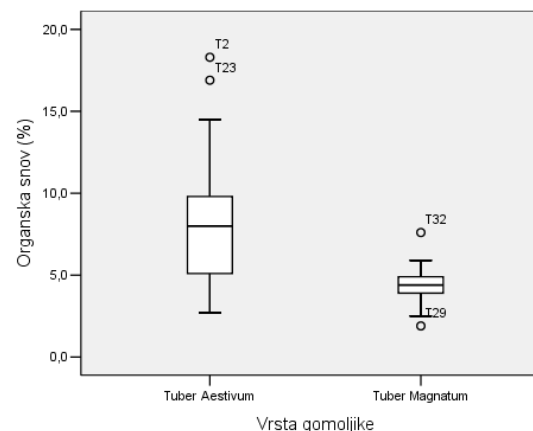
Vrsta gomoljike		srednje kisl	slabo kisl	nevtralna	alkalna	Skupaj
Tuber Aestivum	N	1	3	9	8	21
	% Tuber Aestivum	5	14	43	38	100
Tuber Magnatum	N	0	0	0	9	9
	% Tuber Magnatum	0	0	0	100	100
Tuber Melanosporum	N	0	0	0	2	2
	% Tuber Melanosporum	0	0	0	100	100
Skupaj	N	1	3	9	19	32
	% skupaj	3	9	28	59	100

Opredelitev kemijskih in fizikalnih parametrov tal: OS

Organska snov; ISO 14235:1998.

- Večina vzorcev tal rastišč *T. aestivum* in *T. magnatum* in vzorca tal *T. melanosporum* uvrščena v razred **humoznih tal** (OS 4 – 10 %).
- Pri vzorcih tal *T. aestivum* je razpon vsebnosti OS večji (2,7 – 18,3 %) kot pri vzorcih *T. magnatum* (1,9 – 7,6 %).
- OS v tleh rastišč (ne glede na vrsto) v obliki **sprstenine**.

	OS (%)	
	<i>T. Aestivum</i>	<i>T. Magnatum</i>
Min	2,7	1,9
Max	18,3	7,6
Povprečje	8,5	4,5
STD	4,2	1,7
KV %	49,5	37,9



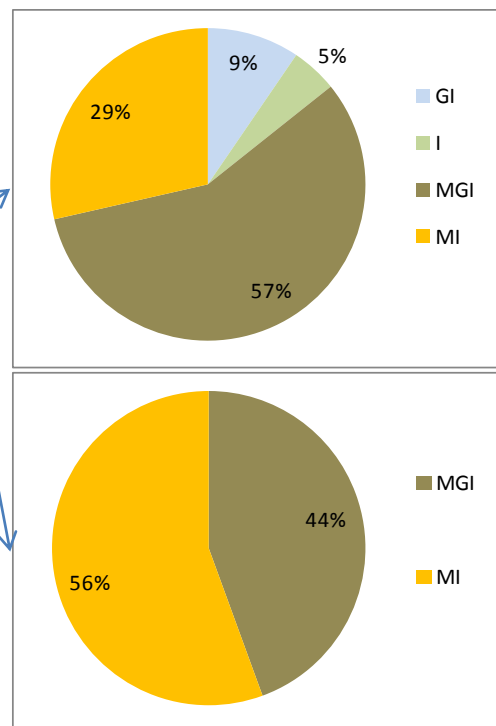
Vrsta gomoljike		slabo humozna	srednje humozna	humozna	zelo humozna	Skupaj
Tuber Aestivum	N	0	2	14	5	21
	% Tuber Aestivum	0	10	67	24	100
Tuber Magnatum	N	1	2	6	0	9
	% Tuber Magnatum	11	22	67	0	100
Tuber Melanosporum	N	0	0	2	0	2
	% Tuber Melanosporum	0	0	100	0	100
Skupaj	N	1	4	22	5	32
	% skupaj	3	13	69	16	100



Opredelitev kemijskih in fizikalnih parametrov tal: **tekstura**

Tekstura tal - ISO 11277:1998.

- Tla *T. aestivum* meljasta ilovica in meljasto glinasta ilovica (srednje težka tla). **Podobne tudi tla rastišč *T. magnatum*.**
- Tla rastišč *T. melanosporum* nekoliko višjo vsebnost gline in nekoliko nižjo vsebnost melja (še potrditi ?)



Vrsta gomoljike		GI	I	MGI	MI	Skupaj
Tuber Aestivum	N	2	1	12	6	21
	% Tuber Aestivum	10	5	57	29	100
Tuber Magnatum	N	0	0	4	5	9
	% Tuber Magnatum	0	0	44	56	100
Tuber Melanosporum	N	1	0	1	0	2
	% Tuber Melanosporum	50	0	50	0	100
Skupaj	N	3	1	17	11	32
	% skupaj	9	3	53	34	100

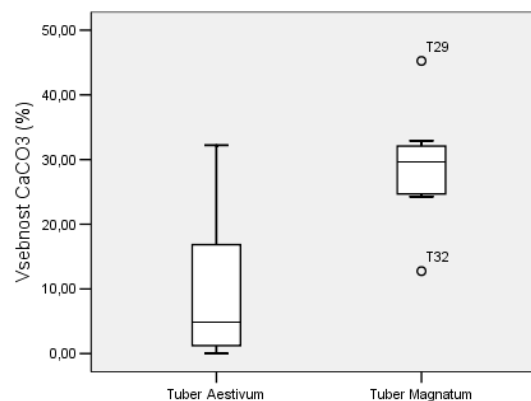


Opredelitev kemijskih in fizikalnih parametrov tal – CaCO₃

% CaCO₃ v tleh- ISO 10693:1995

- Vsebnost CaCO₃ saj v tleh rastišč *T. aestivum* zelo variira (razpon 0 – 27 %) **ni omejitveni dejavnik? Večja vsebnost** v tleh pomeni boljše pogoje za pojavnost *T. aestivum*?
- Vsebnost CaCO₃ v tleh r. *T. magnatum* **večja** kot pri *T. aestivum* in **manj variabilna. Večja vsebnost CaCO₃ (> 10 %)**. Podobno velja tudi za vzorca *T. melanosporum*.
- Zadostna prisotnost CaCO₃ → Ca²⁺ v tleh **pomembno vpliva / določa** pojavnost *T. magnatum* in *T. melanosporum*.

	CaCO ₃ (%)	
	<i>T. Aestivum</i>	<i>T. Magnatum</i>
Min	0,0	12,8
Max	26,7	45,2
Povprečje	6,2	29,2
STD	8,7	8,7
KV %	141,3	29,8



Vrsta gomoljike		Vrsta gomoljike					Skupaj
		brez	zelo malo	malo	srednje	veliko	
Tuber Aestivum	N	3	1	7	2	8	21
	% Tuber Aestivum	14	5	33	10	38	100
Tuber Magnatum	N	0	0	0	0	9	9
	% Tuber Magnatum	0	0	0	0	100	100
Tuber Melanosporum	N	0	0	0	0	2	2
	% Tuber Melanosporum	0	0	0	0	100	100
Skupaj	N	3	1	7	2	19	32
	% skupaj	9	3	22	6	59	100



Opredelitev kemijskih in fizikalnih parametrov tal – drugo

Skeletnost: Tla rastišč *T. melanosporum* so **močno skeletna** (> 50 %).
Rastišča *T. magnatum* in *T. aestivum* - **srednje skeletna tla** (10 – 50 %).

Kationska izmenjalna kapaciteta: rastišča imajo ne glede na vrsto podobne lastnosti - **velika adsorpcijsko kapaciteto** (KIK > 40 mmol/100g).

Bazični kationi: Tla rastišč so pretežno nasičena z Ca^{2+} , Mg^{2+} , izmenljivimi kationi → V vrednost > 50%, **evtrična tla**. Delež K^+ in Na^+ kationov je v vseh vzorcih zanemarljiv.

Ne glede na vrsto gomoljike na sorpcijskem kompleksu tal **prevladujejo Ca^{2+} kationi**. Med vzorci tal rastišč *T. aestivum* ter *T. magnatum* in *T. melanosporum* - razlika, pri slednjih dveh **delež Ca^{2+} poveča na račun zmanjšanja deleža H^+ in Mg^{2+}** .



- Temperature
- Padavine

OPREDELITEV PROSTORSKIH PARAMETROV RASTIŠČ GOMOLJIK



Opredelitev prostorskih parametrov

Digitalni podatki Slovenije (GIS).

Osnovni prostorski sloji:

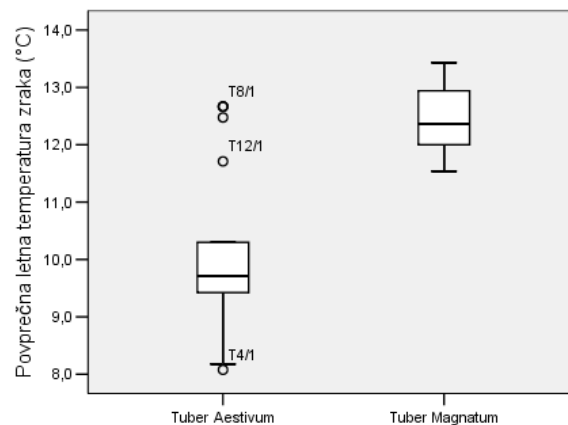
- digitalni model reliefa (12,5m) (GURS),
- povprečne letne temperature, povprečne januarske in julijske temperature (1971 – 2000) (ARSO),
- povprečna letna višina padavin (1971 – 2000) (ARSO),
- podnebni tipi Slovenije (Ogrin D., 1996)
- raba tal (MKO)



Opredelitev prostorskih parametrov - Temperature

Razmere so podobne navedbam iz literature (Hall et al., 2007, Stobbe et al., 2012)

- ***T. aestivum***: Povprečna letna temperatura zraka med 8,1 in 12,7 °C (januar: -1,1 do 4,4 °C) (julij: 17,3 do 22,0 °C).
- ***T. magnatum***: Povprečna letna temperatura zraka med 11,7 in 13,4 °C (januar: 3,4 do 5,1 °C) (julij: 20,7 do 22,8 °C).
- ***T. melanosporum***: podobno kot *T. magnatum*
- *T. magnatum* in *T. melanosporum* bolj občutljiva na nizke temperature kot *T. aestivum*?



Primerjava vrednosti povprečnih temperatur (°C) iz literature	T. Aestivum		
	letna	jan	jul
Povprečna temperatura			
Gotland (Švedska) (Hall et al., 2007)	6,8	-1,1	15,9
Reziskave v Nemčiji (Stobbe et al., 2012)	8,3	0,7	17,4
Istra (postaja Reka, Trst) (Hall et al., 2007)	-	5,0	23,0
Raziskava v Sloveniji	10,1	0,7	19,7

Primerjava vrednosti povprečnih temperatur (°C) iz literature	T. Magnatum		
	letna	jan	jul
Povprečna temperatura			
Istra (postaja Reka, Trst) (Hall et al., 2007)	-	5,0	23,0
Motovun (Hrvaška) (Bragato et al., 2004)	11,1	2,5	20,4
Raziskava v Sloveniji	12,4	4,1	21,7

Primerjava vrednosti povprečnih temperatur (°C) iz literature	T. Melanosporum		
	letna	jan	jul
Povprečna temperatura			
Istra (postaja Reka, Trst) (Hall et al., 2007)	-	5,0	23,0
Raziskava v Sloveniji	11,4	3,3	20,6



Opredelitev prostorskih parametrov - Padavine

Količina padavin primerljiva navedbam iz literature - bistveno manjši pa je razpon vrednosti (Hall et al., 2007, Stobbe et al., 2012).

- ***T. aestivum***: Povp. letna količina padavin 1265 mm (921 - 1364 mm).
- ***T. magnatum in T. melanosporum***: povp. 1286 mm (1149 - 1423 mm)
- Količina padavin za *T. aestivum* v Sloveniji ne predstavlja omejitve.

Primerjava vrednosti višine padavin iz literature	T. Aestivum	T. Magnatum	T. Melanosporum
Hall et al., 2007	514 - 1545	628 - 1545	552 - 1545
Raziskava v Sloveniji	921 - 1364	1149 - 1423	1391 - 1480



- Kje so rastišča gomoljike
- Kje še lahko rastišča gomoljike

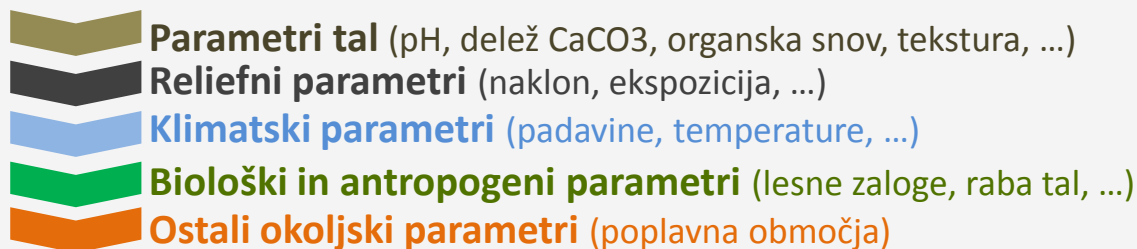
MODEL ZA NAPOVEDOVANJE RASTIŠČ GOMOLJIK



Napovedovanje rastišč T. Aestivum – Prostorski model

Postopek več-kriterijskega vrednotenja:

1. določitev spremenljivk



2. standardizacija spremenljivk

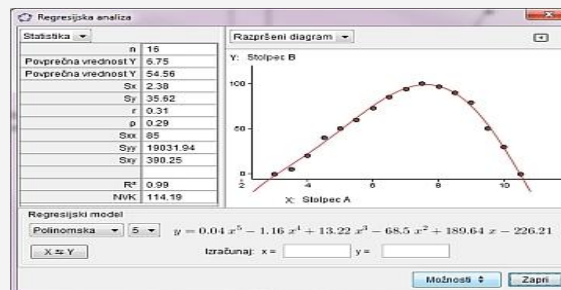
– zvezna in kategorična

3. izvedba podpore odločanja

$$IS = \sum W_i X_i \prod C_j$$

IS = indeks primernosti, W_i = utež za i , X_i = vrednost za faktor i ,
 C_j = vrednost za omejitev j

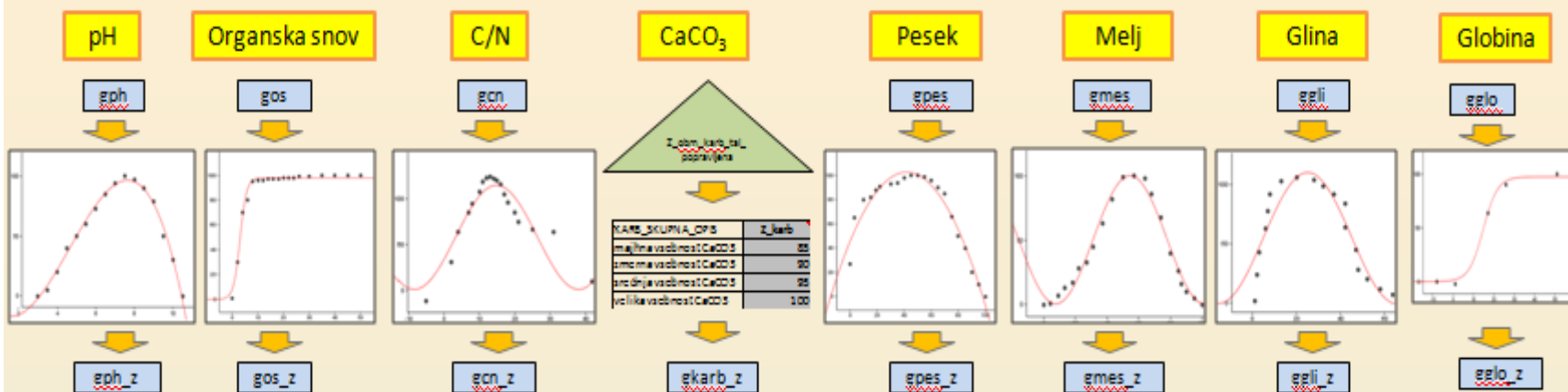
4. vrednotenje rezultatov



Napovedovanje rastišč T. aestivum – Standardizacija spremenljivk

Standardizacija prostorskih podatkov

SKUPINA DEJAVNIKOV: Pedološki



Legenda:

N = 8

Raster



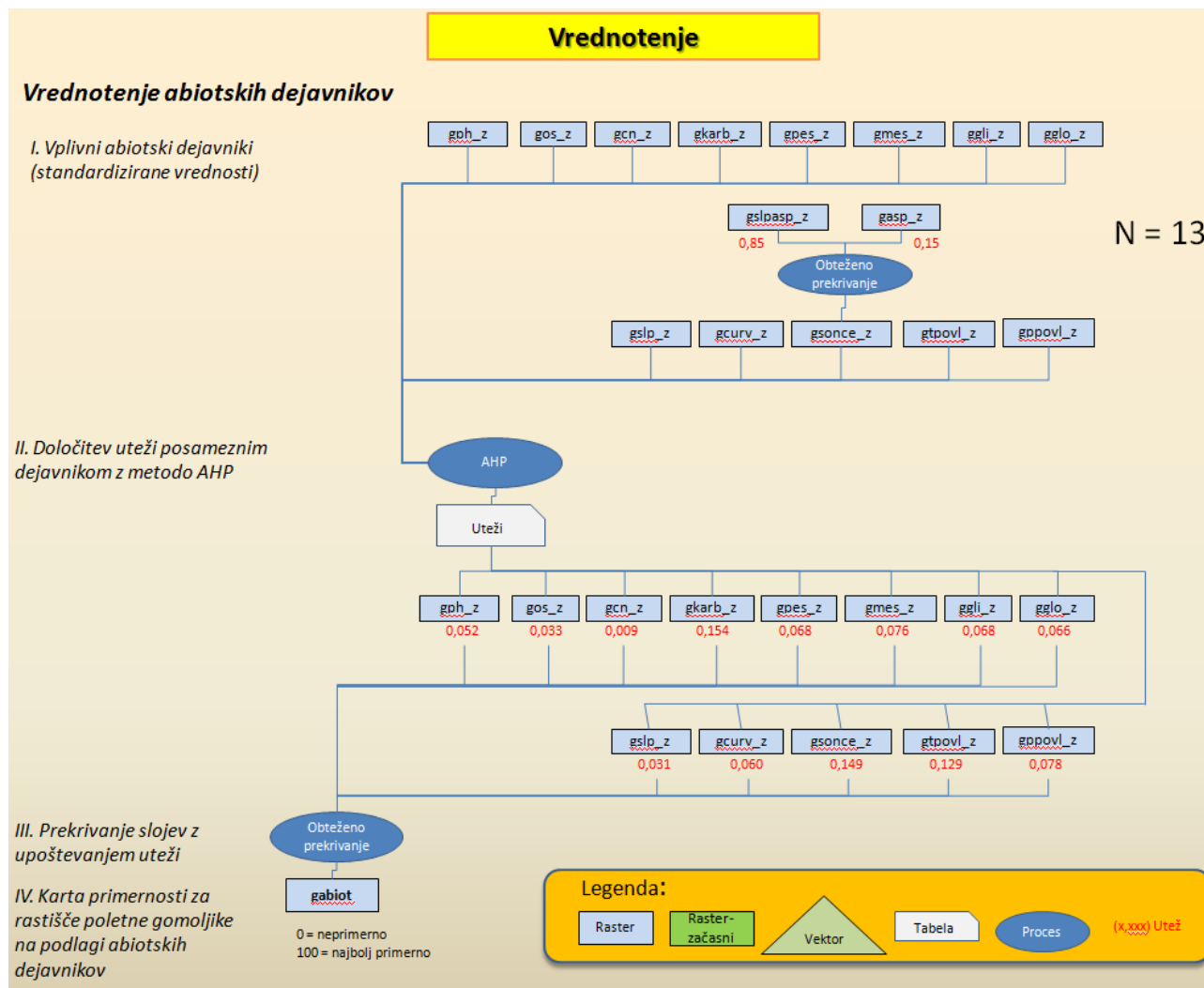
Vektor

Tabela

Proces



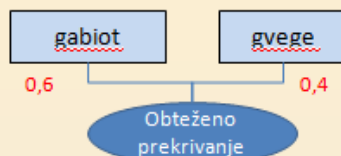
Napovedovanje rastišč T.aestivum – Abiotski dejavniki



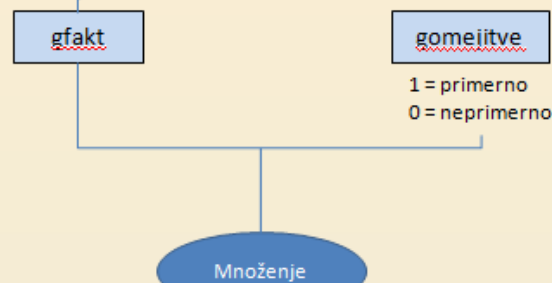
Napovedovanje rastišč *T. aestivum* – skupno vrednotenje dejavnikov

Izdelava končne karte ocene naravnega potenciala za rastišče poletne gomoljike (*Tuber Aestivum*).

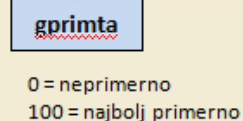
I. Združitev abiotskih in biotskih dejavnikov



II. Združitev dejavnikov z omejitvami



III. Karta primernosti za naravna rastišča poletne gomoljike



Legenda:

Raster

Raster-
začasni

Vektor

Tabela

Proces

(x,xxx) Utež



Napovedovanje rastišč *T. aestivum* – potencial rastišča (IS)

Potencial rastišča izražen v indeksu primernosti (IS).

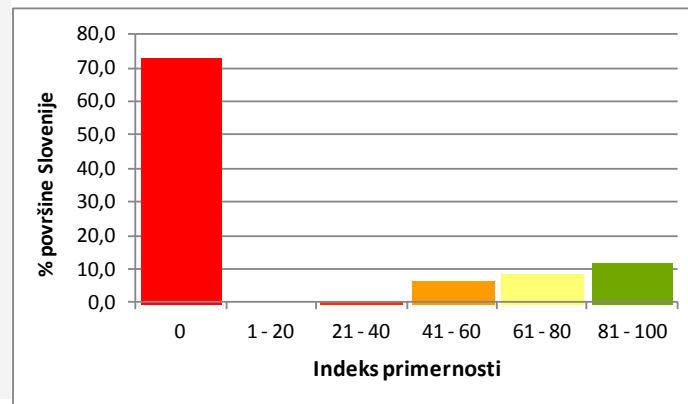
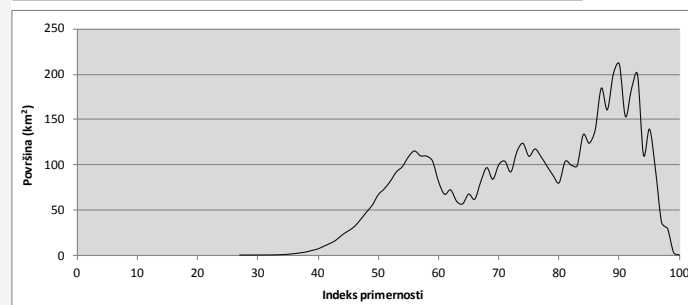
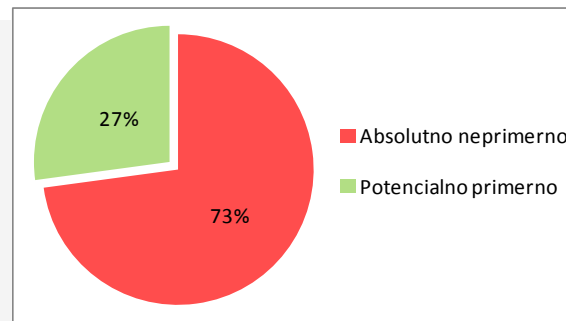
0 = neprimerno

100 = zelo primerno

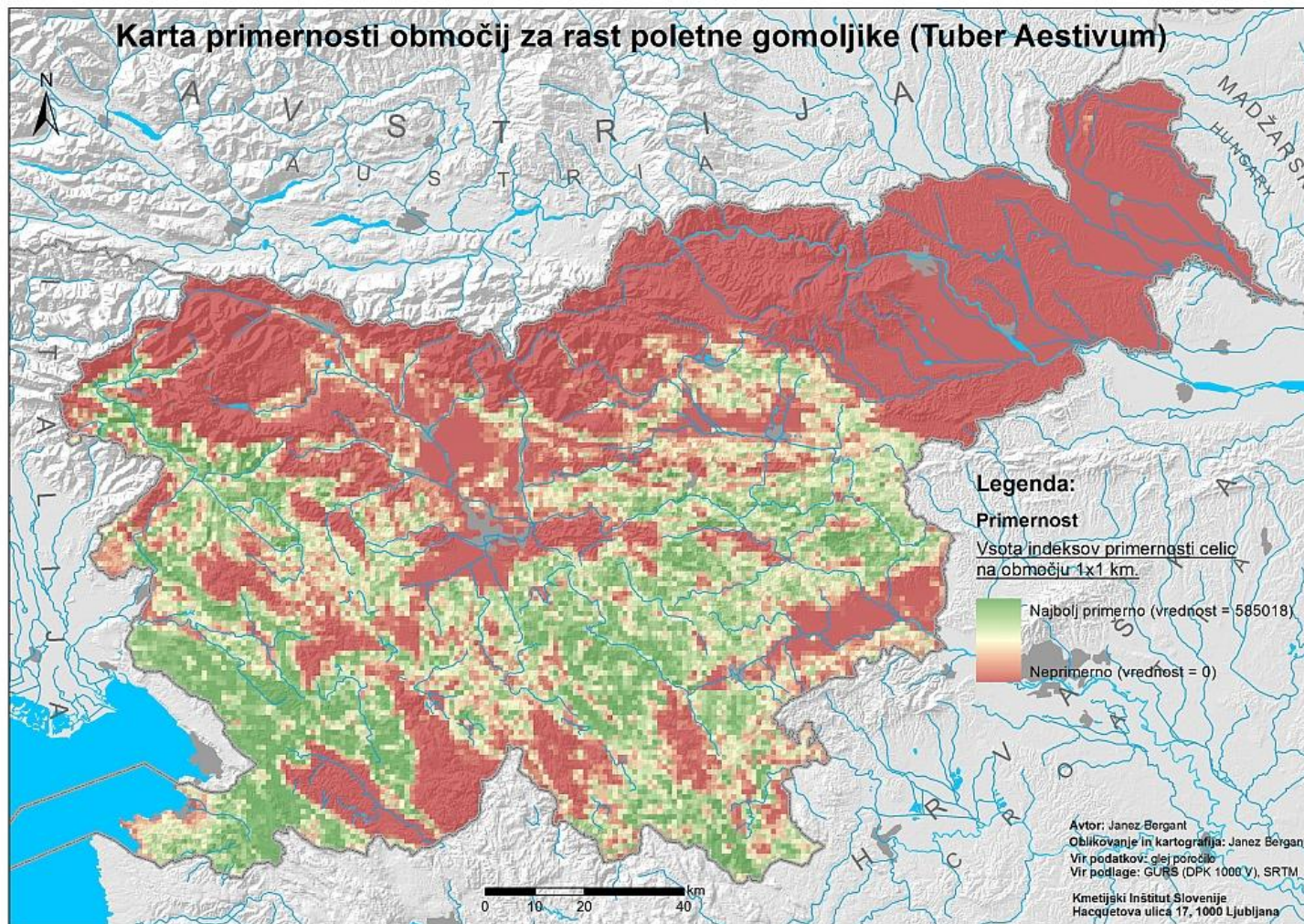
- Potencialno primerna območja (= pot.rastišča) : 5.500 km² (27 % ozemlja SI).
- Neprimerno 14.763 km² (73 % SI).
- Najvišja primernost (IS \geq 80) 11,8 % SI.

Srednja primernost (IS 61 – 80) je 8,8 % površin.

Manjša (IS 41 – 60) je 6,4 % in majhna (IS 21 – 40) pa 0,1 % površine SI.



Napovedovanje rastišč *T. aestivum* – rezultat: potencialna rastišča

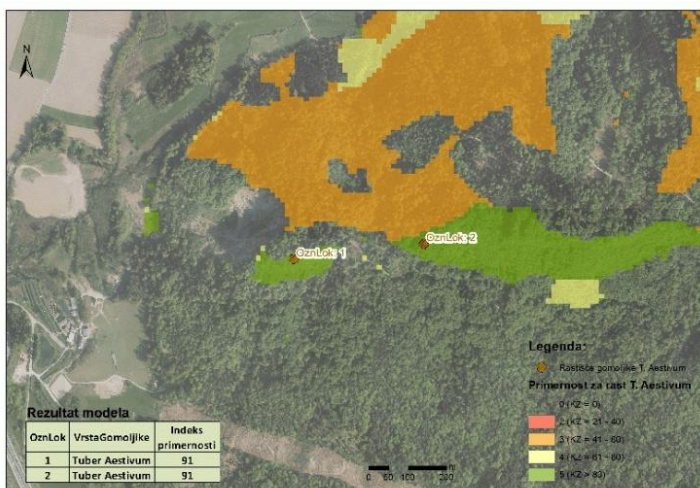


PREVERJANJE KAKOVOSTI MODELA ZA NAPOVEDOVANJE RASTIŠČ GOMOLJIK

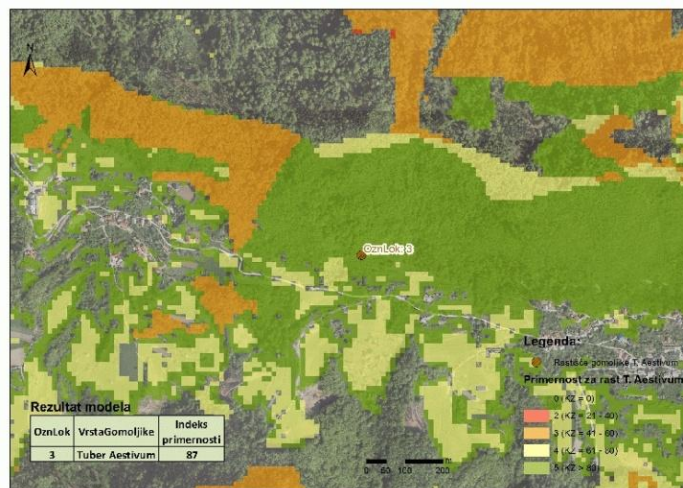


Napovedovanje rastišč *T. aestivum* – visoka napovedna moč

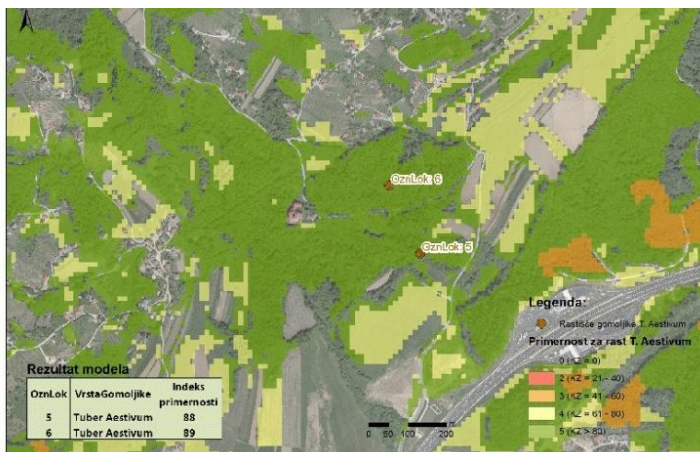
Velika primernost - rastišče *T. aestivum* v okolici Ljubljane.



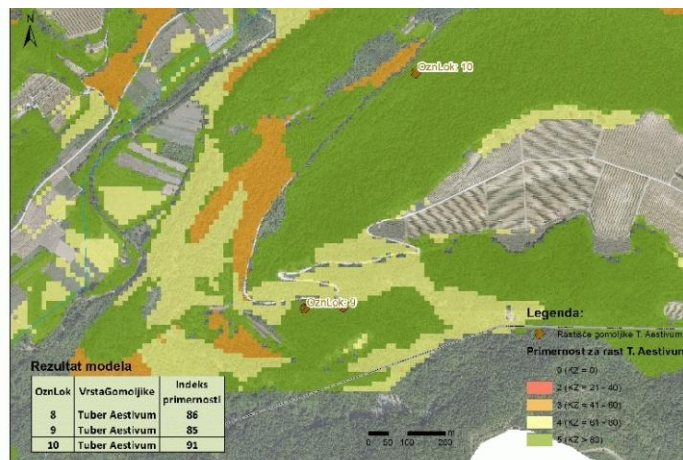
Velika primernost - rastišče *T. aestivum* v Posavskem hribovju



Velika primernost - rastišče *T. aestivum* na Dolenjskem



Velika primernost - rastišče *T. aestivum* v slovenski Istri.



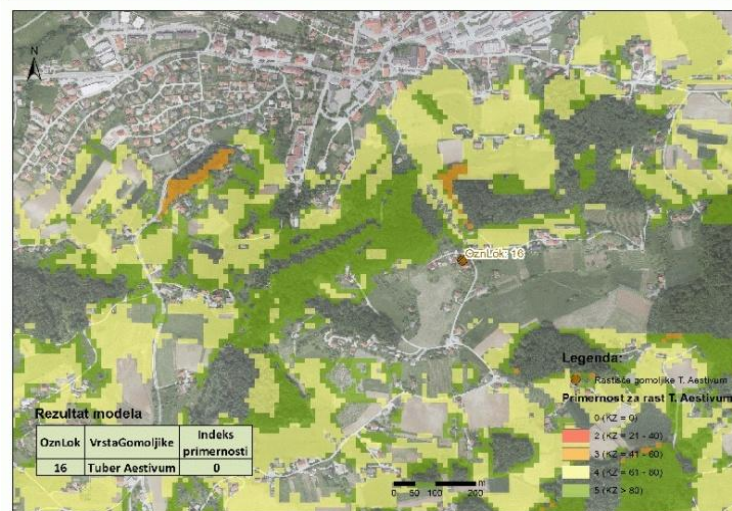
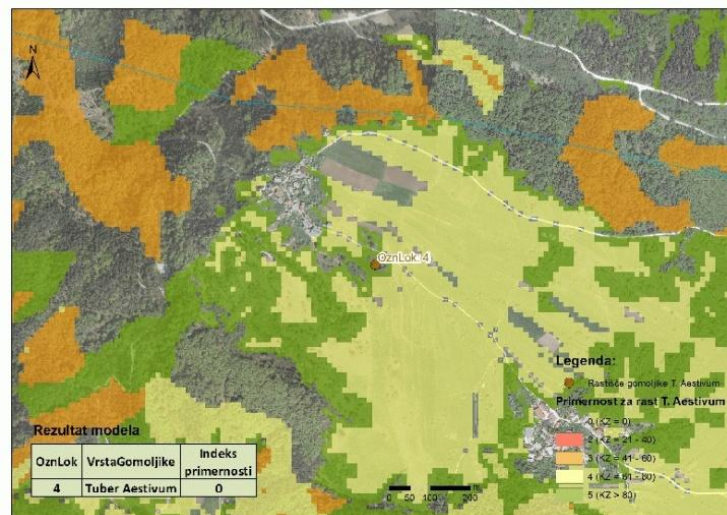
Napovedovanje rastišč *T. aestivum* – obratno preverjanje

Napovedna moč manjša?

Možni razlogi:

- Manj lokacij pregledanih (kratek projekt, sredstva...)
- Ločljivost podatkov
- pomemben čas pojavljanja - zgrešili čas terenskega ogleda?
- primerne vremenske razmere tistega leta?
- **Vendar odkrita rastišča – dobra napovedna moč !**

Le navidezno manjša napovedna moč? → prostor lahko primeren, vendar ni nujno, da je inokuliran?



Model uspešen, saj omogoča

- Oceno primernosti / potencialnega prostora Slovenije za *T. aestivum*:
- Oceno manjših predelov Slovenije za potencial rastišča;
- Usmerjanje pregledov / raziskav (draga analitika, in terensko delo)
- Preliminarno določitev območij za detajlnejše raziskave (katere so potencialno primerni in katere ne) in testno inokulacijo oz. vzpostavitev mikro nasadov

- Potrebno kontinuirano delo: vsaka ocena in preverjanje na terenu → centralno zbiranje podatov → izboljšava modela → pocenitev iskanja lokacij in vzpostavitve nasadov.... → strokovna koordinacija



DELO V BODOČE



Dejavniki za izboljšavo napoveden moči modela

- izboljšava poznavanja procesov in dejavnikov, ki vplivajo na rast *T. aestivum*:
- Povečati število meritev:
 - Poiskati ključne dejavnike (fiz. kem lastnosti tal – poroznost, redox razmerja, minerali glin? razmerje Ca^{2+} – karbonati...)
 - Klimatskih, vegetacijskih in prostorskih parametrov ter izboljšane opredelitve njihovih vrednosti z vidika primernosti za rast gomoljik;
- Izboljšanje GIS prostorskih podatkov: ločljivost in vsebina;
- → boljša standardizacija ali izbira&uravnoteženje uteži pri modelu vrednotenja.



Zakaj sploh delo v naprej?

Gomoljkarstvo je lahko donosna panoga (Program razvoja podeželja – PRP? → Prisopevek finančni trdnosti kmetij, dodatna aktivnost, dopolno agroturizma)

Vlaganja v trufikulturo:

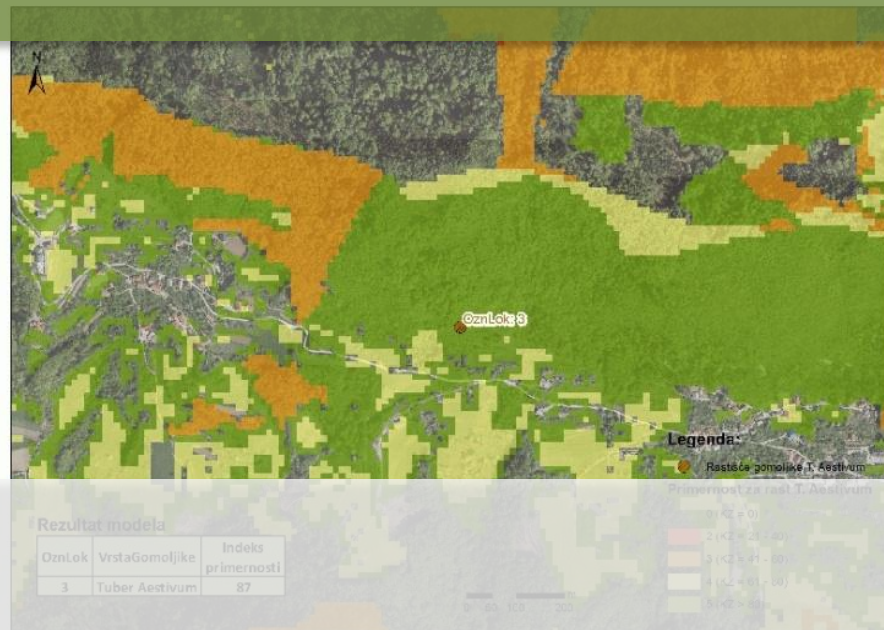
- Vzpostavitev domačih drevesnic €€€
- Postavitev nasadov €€€

Nujno, v kolikor želimo dodatno gospodarsko dejavnost:

- Znanstveno in strokovno delo
- Prevedba v prakso
- Stalna strokovna pomoč ← strok. inštitucije
- Pospeševanje (ukrepi PRP, vzpostavitev inf. Točke in zglednih mest, testiranje, vzgoja, marketinški razvoj razvoj...



HVALA ZA POZORNOST



dodatne informacije / *additional info*: jani.bergant@kis.si ali borut.vrscaj@kis.si

