



# 52. GEODETSKI DAN

Geodezija → Lokacija → Informacija

8. in 9. oktober 2024

Maribor

DRUŠTVO GEODETOV



SEVEROVZHODNE SLOVENIJE





# PODPORA UMETNE INTELIGENCE PRI VREDNOTENJU NEPREMIČNIN V OKVIRU MNOŽIČNEGA VREDNOTENJA NEPREMIČNIN

## ARTIFICIAL INTELLIGENCE SUPPORT FOR REAL ESTATE VALUATION WITHIN REAL ESTATE MASS VALUATION

Andraž Muhič, mag. inž. geod. geoinf.  
Geodetska uprava Republike Slovenije/ Surveying and mapping authority of The Republic of  
Slovenia, Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [andraz.muhic@gov.si](mailto:andraz.muhic@gov.si)

mag. Melita Ulbl, univ. dipl. inž. geod.  
Geodetska uprava Republike Slovenije/ Surveying and mapping authority of The Republic of  
Slovenia, Zemljemerska ulica 12, SI-1000 Ljubljana  
e-naslov: [melita.ulbl@gov.si](mailto:melita.ulbl@gov.si)

Izvajalec: Flycom Technologies d.o.o.  
Celovška cesta 520, 1210 Ljubljana Šentvid  
[info@flycom.si](mailto:info@flycom.si)

Podizvajalec: Flai  
Bravničarjeva ulica 13, 1000 Ljubljana



# „KLASIČNA“ DOLOČITEV MODELOV MNOŽIČNEGA VREDNOTENJA

- Modeli se oblikujejo s statističnimi metodami obdelave podatkov o trgu nepremičnin
- Končni rezultat je diskretizirana enačba modela, s pomočjo katere določimo posplošeno tržno vrednost posamezne nepremičnine

Primer enačbe –za izračun posplošene vrednosti po modelu (STA):

$$V = VT \times F_{obn} \times F_{last} \times F_{dp} \times F_{lege} \times F_{odd}$$

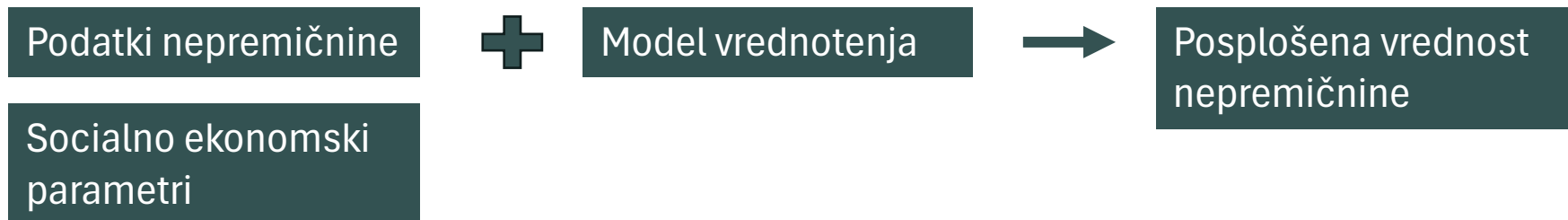
Tabela: Oznake in opis oznak za izračun posplošene vrednosti po modelu za stanovanja (STA)

Oznaka	Opis oznake
<b>V</b>	Posplošena vrednost določena za del stavbe s pripadajočimi skupnimi deli in pripadajočim zemljiščem po modelu STA
<b>VT</b>	Vrednost iz vrednostne tabele za stanovanje glede na odgovarjajoč stolpec za leto izgradnje in vrstico za velikost po modelu STA
<b>F<sub>obn</sub></b>	Faktor obnov
<b>F<sub>last</sub></b>	Faktor lastnosti
<b>F<sub>dp</sub></b>	Faktor dodatnih prostorov
<b>F<sub>lege</sub></b>	Faktor lege stanovanja v stavbi
<b>F<sub>odd</sub></b>	Faktor vplivnega območja



# NAMEN UPORABE METOD UMETNE INTELIGENCE V MVN

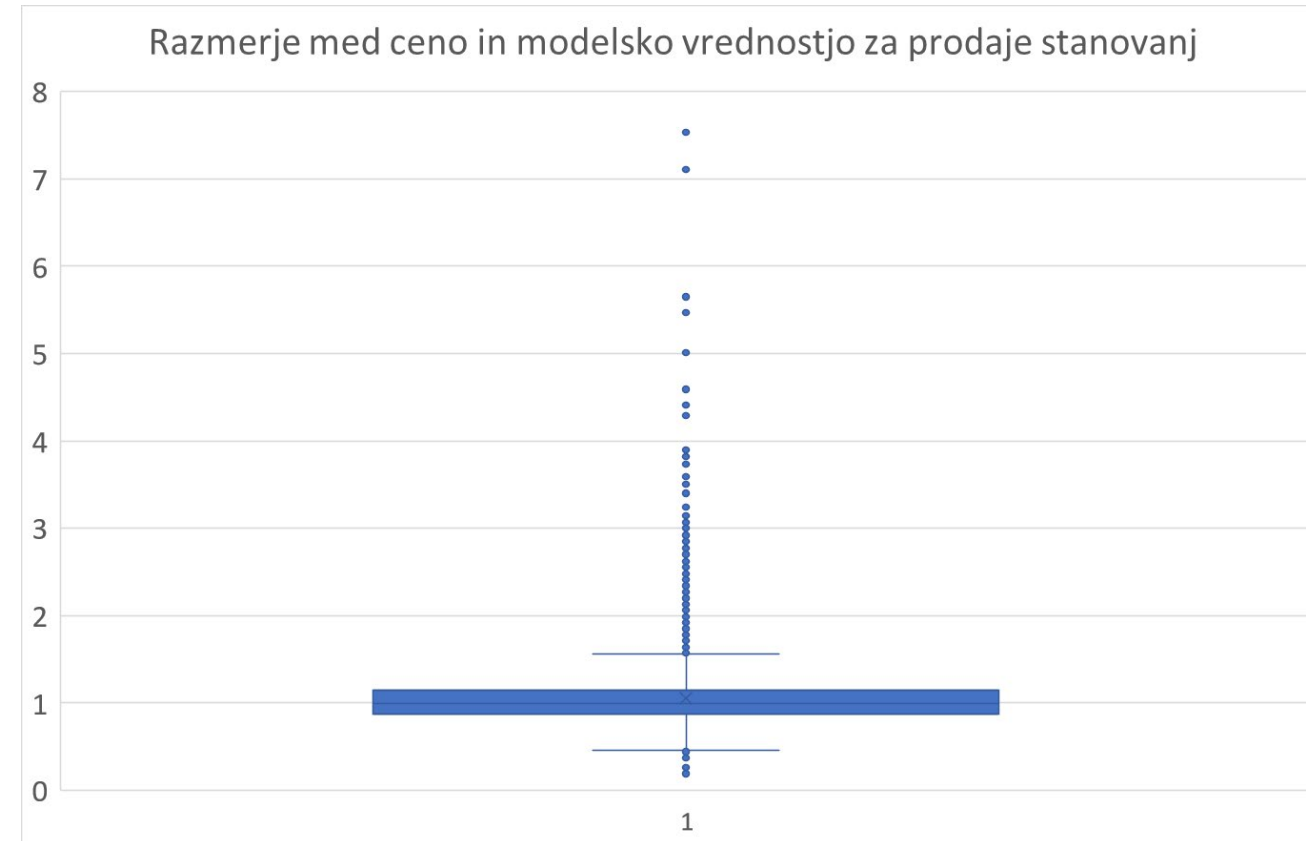
- Preveritev in izboljšanje kakovosti posameznih elementov sistema množičnega vrednotenja z uporabo umetne inteligence:
  - samodejno prepoznavanje osamelcev v podatkih, posredovanih v ETN,
  - samodejna analiza trendov trga nepremičnin oz. podpora časovnemu prilagajanju cen (odprava vrzeli zaradi zakasnjene poročanja podatkov),
  - Raziskava in izboljšava obstoječih modelov vrednotenja, ki ima za cilj točnejše vrednosti nepremičnin, kar predstavlja odkrivanje in definiranje dejavnikov, ki vplivajo na vrednost različnih vrst nepremičnin (podpora s čim širšim naborom ekonomskih, prostorskih in socialnih podatkov).





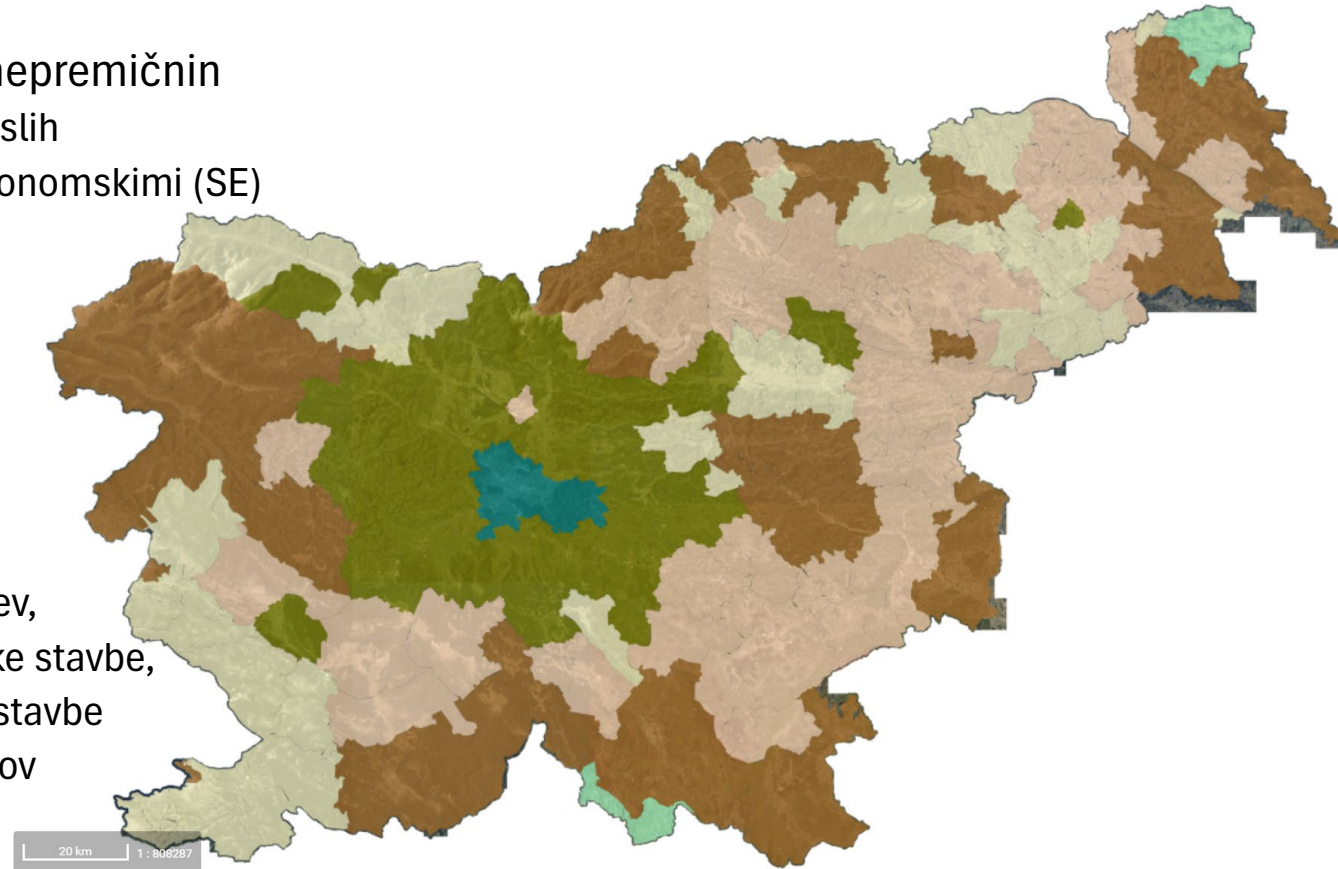
# SAMODEJNO PREPOZNAVANJE OSAMELCEV V PODATKIH, POSREDOVANIH V ETN

- samodejno iskanje poslov, ki so izstopajoči, in jih običajno odstranimo iz nadaljnje analize
- bistveno izboljšanje natančnosti modela
- proces deluje na poljubnem izboru posamezne spremenljivke, uporaben je tudi za iskanje izstopajočih vrednosti ob interakcijskem vplivu dveh ali več spremenljivk
- Metode:
  - Strojno učenje: Izolacijski gozd, kNN
  - Mahalanobisova razdalja



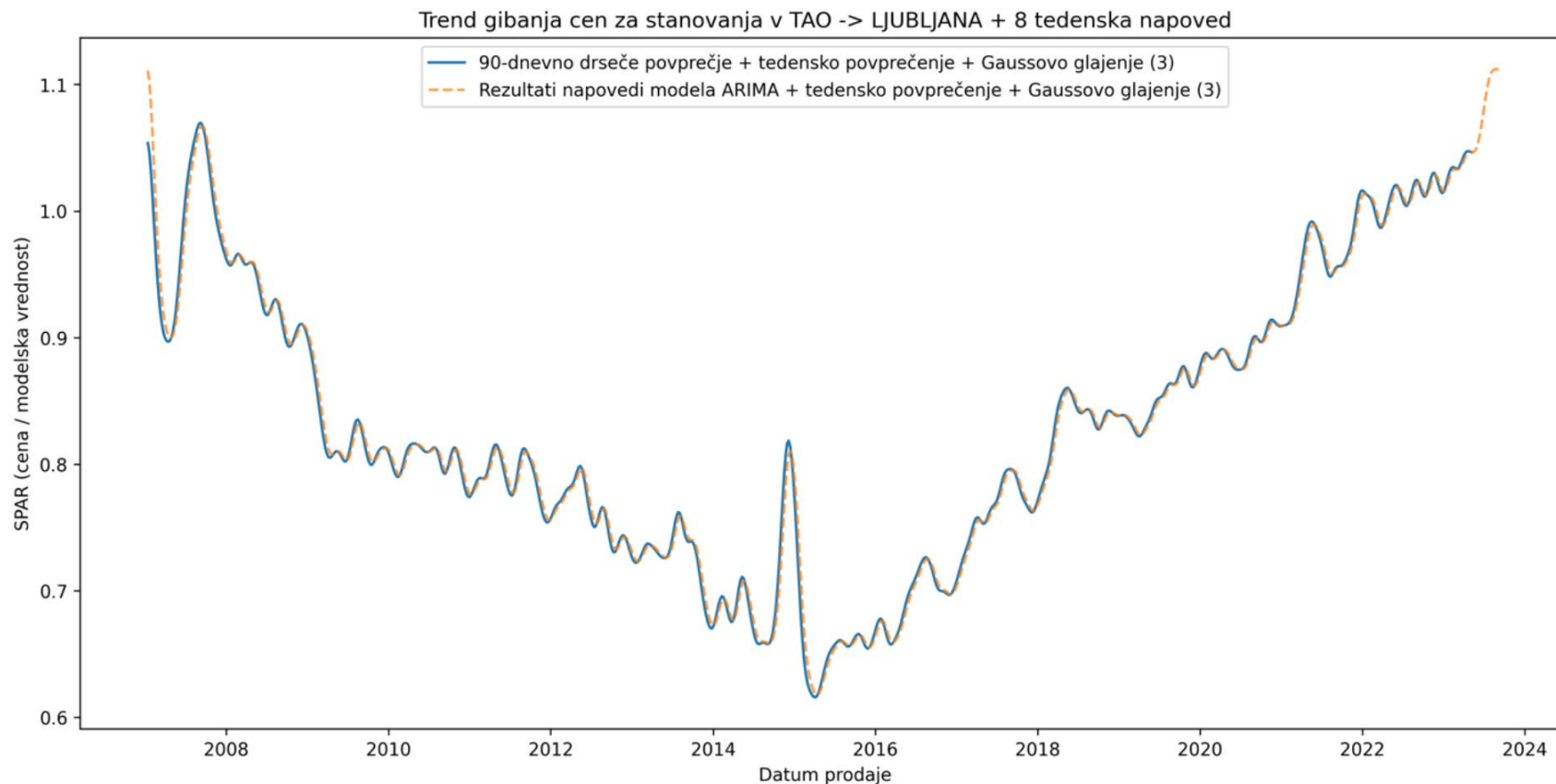
# SAMODEJNA ANALIZA TRENDOV TRGA NEPREMIČNIN

- Izračun trenda cen nepremičnin je eden od pomembnejših korakov pri modeliranju vrednosti nepremičnin.
- Pomoč pri oblikovanju območij z enakim trendom trga nepremičnin
  - analizira območij, ki imajo malo podatkov o prodajnih poslih
  - samodejno odkrivanje območij s podobnimi socialno-ekonomskimi (SE) podatki in smiseln prikaz podobnih prostorskih enot,
  - uporabljeni SE podatki:
    - povprečna starost prebivalstva,
    - indeks staranja,
    - koeficient starostne odvisnosti,
    - naravni prirast gibanja prebivalstva,
    - število študentov na 1k prebivalcev,
    - število izdanih gradbenih dovoljenj na 1k prebivalcev,
    - delež izdanih gradbenih dovoljenj za nestanovanjske stavbe,
    - delež izdanih gradbenih dovoljenj za stanovanjske stavbe
  - Metoda: metoda gručenja: K-means clustering v 6 razredov



# SAMODEJNA ANALIZA TRENDOV TRGA NEPREMIČNIN,

- Uporabljen model: **ARIMA** (AutoRegressive Integrated Moving Average) je statistični model, ki se uporablja za **analizo in napovedovanje časovnih vrst**.
- Napoved v **bližnjo prihodnost** za 8 tednov



# RAZISKAVA IN IZBOLJŠAVA MODELA (TRENIRANJE)

- proces, pri katerem iz *atributnih* podatkov naučimo model za **NAPOVED** ciljne spremenljivke (vrednost nepremičnin);
- testiranih je bilo več arhitektur modelov umetne inteligence:
  - Random Forest,
  - LSTM,
  - Prophet.
- Najuspešnejši: Random Forest (Metriki za ocenjevanje sta uporabljeni MAE in RMSE)

Tabela 1: Rezultati po vrsti arhitektur modelov na podatkih o poslih za stanovanja

Stanovanja		
Model/Metrika	MAE	RMSE
LSTM	27649	36034
Prophet	46913	58034
RF	15893	23152

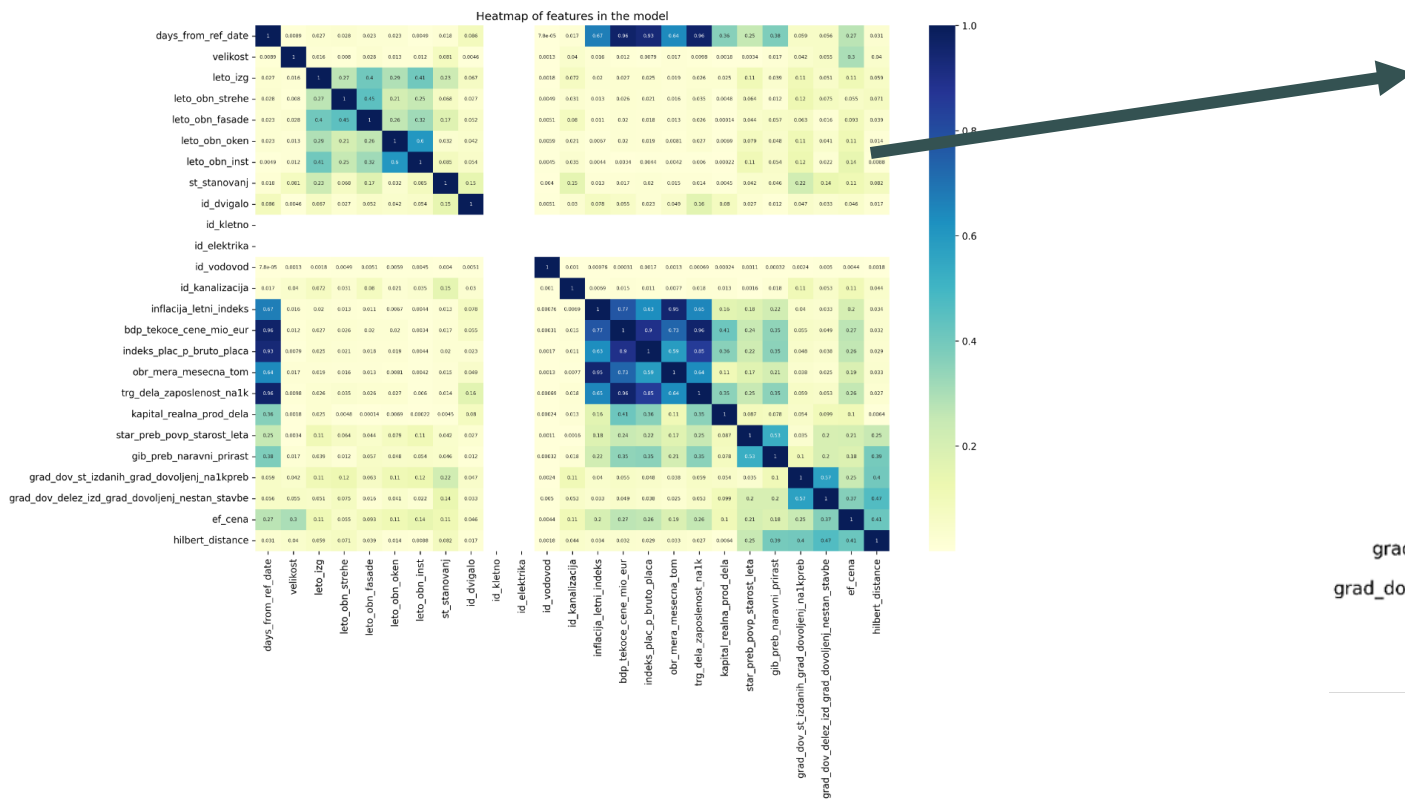
#	Ustvarjen	Ime modela	Model	MAE	RMSE	Pomembnost lastnosti (numerično)	Pomembnost lastnosti (grafično)	Heatmap atributov
1	14.05.2024 12:27	test primoz ts1	↓	18269	28023	(*hilbert_distance:0.308,velikost:0.227,days_from...		
2	13.05.2024 18:42	Model STA andraz	↓	17506	25505	(*hilbert_distance:0.386,velikost:0.284,days_from...		
3	13.05.2024 09:25	Treniranje STA MU	↓	29914	41070	(*hilbert_distance:0.249,velikost:0.2,leto_izg:0.15...		
4	25.04.2024 11:48	Model STA demo (F...	↓	15033	22657	(*hilbert_distance:0.313,velikost:0.266,days_from...		
5	25.04.2024 11:25	test1234	↓	17395	25396	(*hilbert_distance:0.406,velikost:0.282,days_from...		
6	18.04.2024 09:48	Model ZGS (test)	↓	6892	9542	(*velikost:0.46,days_from_ref_date:0.28,hilbert_dis...		
7	18.04.2024 04:57	Model STA (primoz)	↓	15268	23006	(*hilbert_distance:0.293,velikost:0.251,days_from...		
8	16.04.2024 15:31	test p	↓	27289	36143	(*hilbert_distance:0.607,days_from_ref_date:0.393)		
9	12.04.2024 13:00	treniranje primoz zg...	↓	6607	9923	(*velikost:0.464,hilbert_distance:0.275,days_from...		
10	11.04.2024 07:14	ps zgs 1	↓	26766	60947	(*velikost:0.547,days_from_ref_date:0.236,hilbert...		





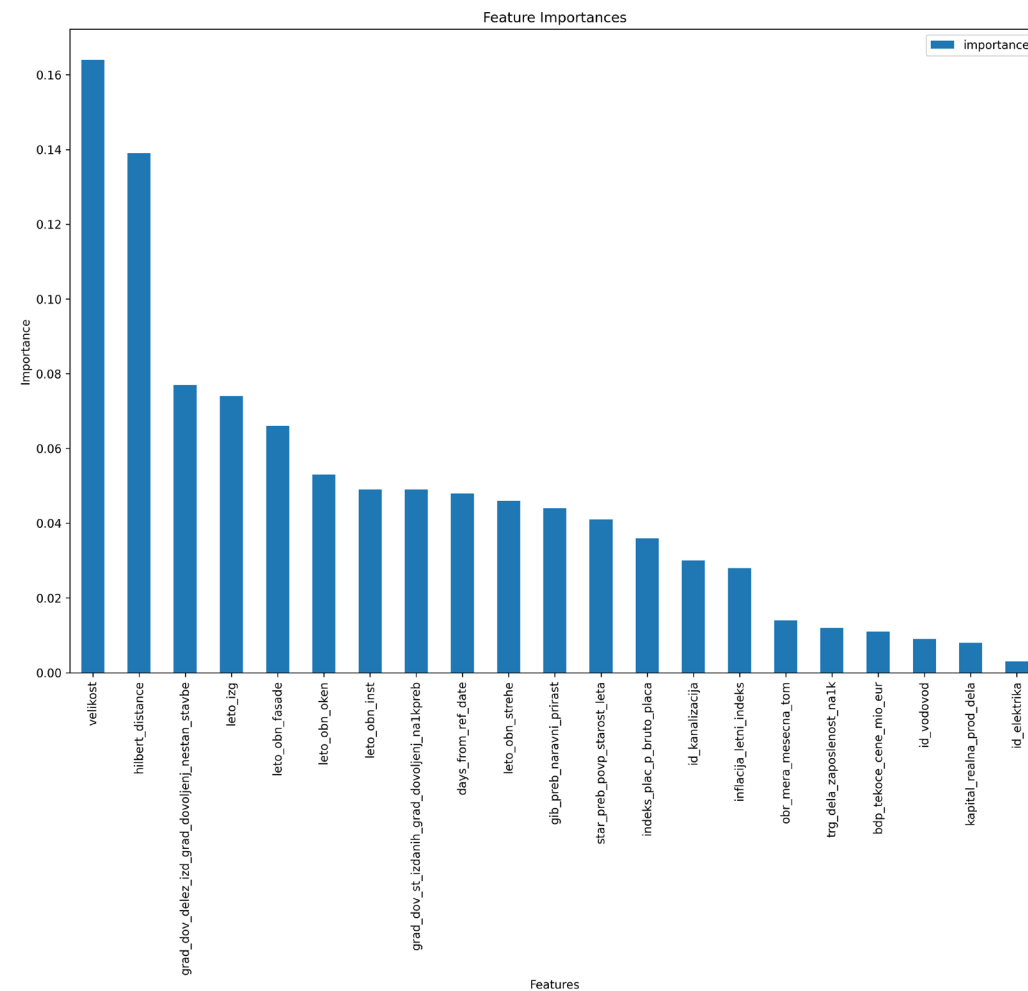
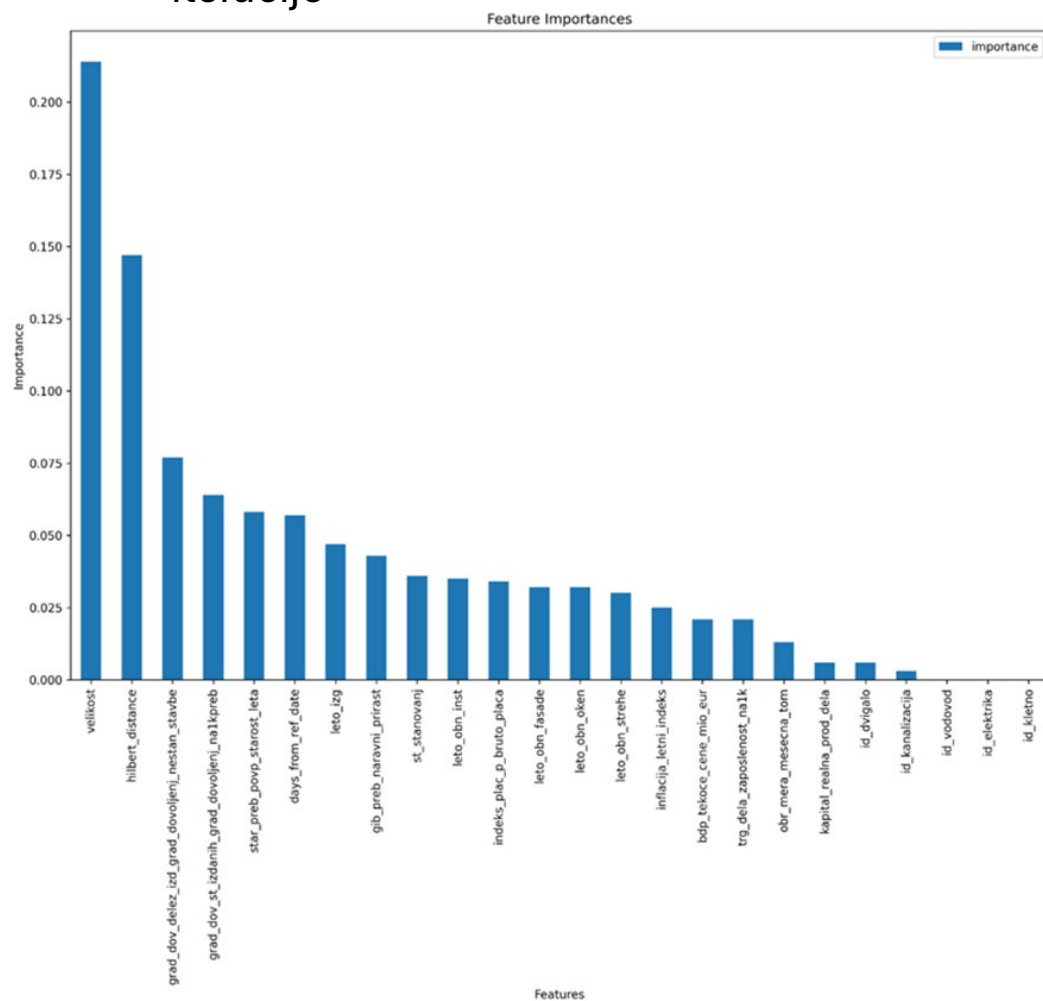
# RAZISKAVA IN IZBOLJŠAVA MODELA (TRENIRANJE)

- Razdelitev podatkov na učno in testno množico: 80/20
- Analiza medsebojne koreliranosti atributov



days_from_ref_date	0.055
velikost	0.093
letno_izg	0.11
letno_obn_strehe	0.14
letno_obn_fasade	0.11
letno_obn_oken	0.046
letno_obn_inst	
st_stanovanj	
id_dvigalo	
id_kletno	0.0044
id_elektrika	0.11
id_vodovod	0.2
id_kanalizacija	0.27
inflacija_letni_indeks	0.27
bdp_tekoce_cene_mio_eur	0.26
indeks_plac_p_bruto_placa	0.19
obr_mera_mesecna_tom	0.26
trg_dela_zaposlenost_na1k	0.1
kapital_realna_prod_dela	0.21
star_preb_povp_starost_leta	0.18
gib_preb_naravni_prirast	0.25
grad_dov_st_izdanih_grad_dovoljeni_na1kpreb	0.37
grad_dov_delez_izd_grad_dovoljeni_nestan_stavbe	0.41
ef_cena	1
hilbert_distance	0.41
ef_cena	

- izračun pomembnosti posamezne lastnosti (ang. Feature Importance)
- iteracije





- Treniranje modelov z različnimi kombinacijami podatkov oz. spremenljivk

IME MODELA	MAE	RMSE
Model STA (FCT)	14978	22535
Model STA + 3 SE (FCT)	16937	24336
Model STA + 10 SE (FCT)	16853	24440
Model STA (FCT) atr. po uradnem modelu	16976	24638
Model HIS (FCT)	34378	47099
Model HIS + 10 SE (FCT)	34919	47954
Model HIS + 3 SE (FCT)	36082	48711

- Na podlagi predhodno naučenih modelov lahko izvajamo napovedovanje modelske vrednosti posameznega prodajnega posla.
- Z uporabo naučenega modela je omogočena časovna prilagoditev pogodbenih cen v realnem času.



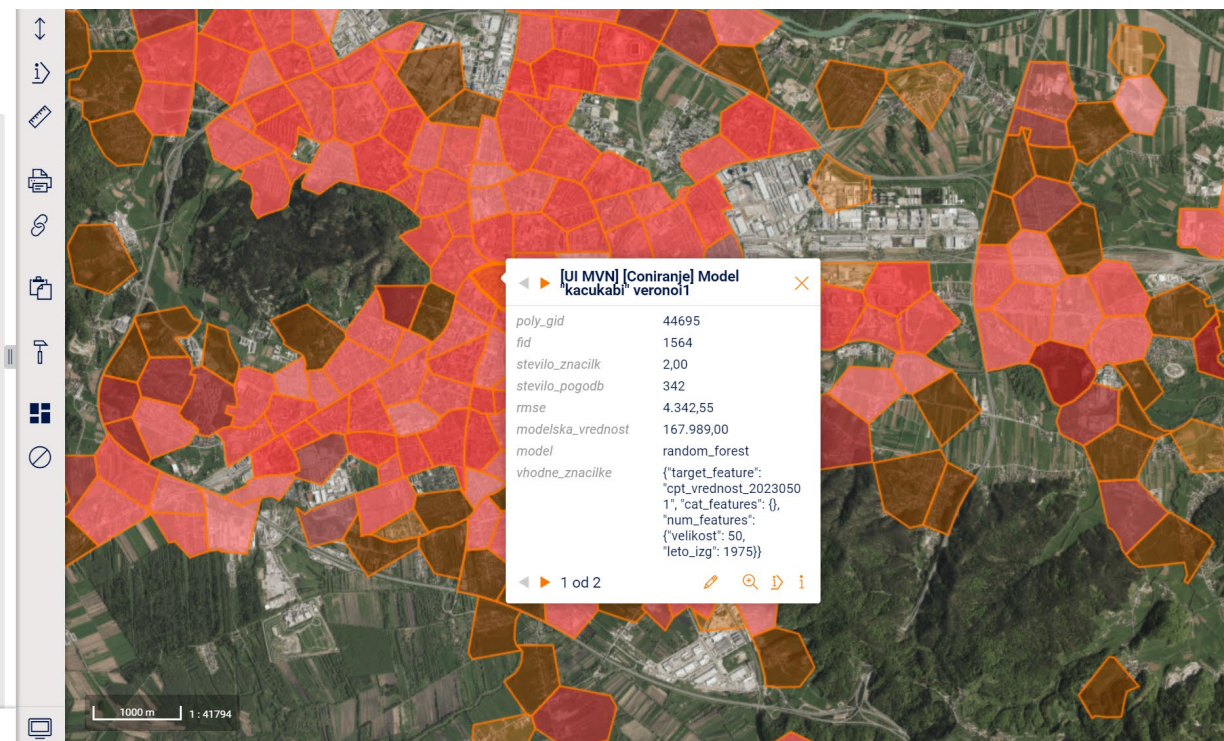
# PODPORA DOLOČANJU MEJ VREDNOSTNIH CON IN DOLOČANJE VREDNOSTNE RAVNI

- Indikacija skladnosti/neskladnosti z veljavnimi conami in ravnmi – vrednost referenčne nepremične za posamezno območje
- Predlogi UI zarisa con in ravnmi
- Orodje *zgradi model* za vsak poligon v poligonskem sloju. Orodje za coniranje lahko zgradi več tisoč *regionalnih modelov*, vsak ima svoje parametre in vsak naredi napoved za ceno referenčne nepremičnine.
- Izbira modela: linearni in naključni gozd (Random Forest Regressor)
- Postopki predprocesiranja, učenja modela in napovedovanja se izvedejo za vsak poligon neodvisno.

"kacukabi" (validacija)  
 [UI MVN] [Coniranje] Model "cefadimu"  
 [UI MVN] [Coniranje] Model "xibahoce"veronoi2

modelska\_vrednost <= 21636.20  
 modelska\_vrednost med 21636.21 in 42619.40  
 modelska\_vrednost med 42619.41 in 63602.60  
 modelska\_vrednost med 63602.61 in 84585.80  
 modelska\_vrednost med 84585.81 in 105569.00  
 modelska\_vrednost med 105569.01 in 126552.20  
 modelska\_vrednost med 126552.21 in 147535.40  
 modelska\_vrednost med 147535.41 in 168518.60  
 modelska\_vrednost med 168518.61 in 189501.80  
 modelska\_vrednost med 189501.81 in 210485.00  
 modelska\_vrednost med 210485.01 in 231468.20  
 modelska\_vrednost med 231468.21 in 252451.40  
 modelska\_vrednost med 252451.41 in 273434.60  
 modelska\_vrednost med 273434.61 in 294417.80  
 modelska\_vrednost med 294417.81 in 315401.00  
 modelska\_vrednost med 315401.01 in 336384.20  
 modelska\_vrednost med

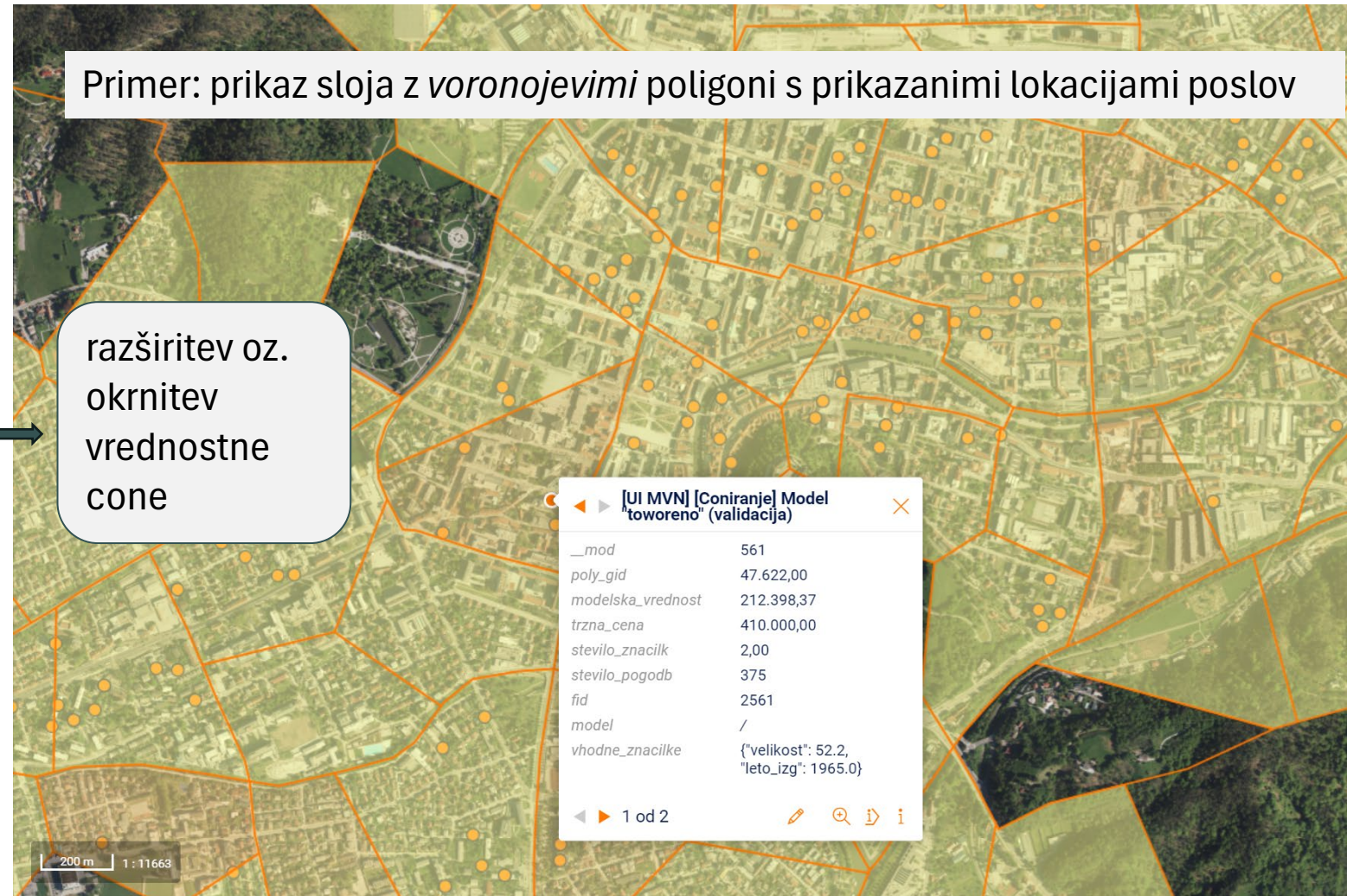
ne    Prikaži samo legende





## Predlogi UI zarisa con in ravni

- Napovedi cen referenčnih nepremičnin na osnovi UI v različnih poligonih se primerja-z vrednostjo referenčne nepremičnine v celotni vrednostni coni.
- Na robovih cone je mogoče opaziti odstopanja v vrednosti (lahko so pozitivna ali negativna).



# DOPOLNITVE, IZBOLJŠAVE

Integracija sistema z informacijskim sistemom množičnega vrednotenja in neposredna uporaba pri vsakdanjem delu

Nova orodja, funkcionalnosti

Novi izboljšani algoritmi

Neposredna uporaba

Interaktivna uporaba

Ažurni podatki





**HVALA ZA POZORNOST!**

