

Modeliranje gradskih četvrti – *primjer Veslačkog naselja*

Ružica Jurjević, Denis Dergestin,
Margareta Zidar



Sadržaj

- Uvod (podatkovna znanost)
- Izvori podataka o zgradama
- Struktura baze podataka
- Definiranje mjera EnU
- Tehnički potencijal uslijed implementacije mjera EnU
- Ekonomski potencijal uslijed implementacije mjera EnU
- Prostorni prikaz podataka

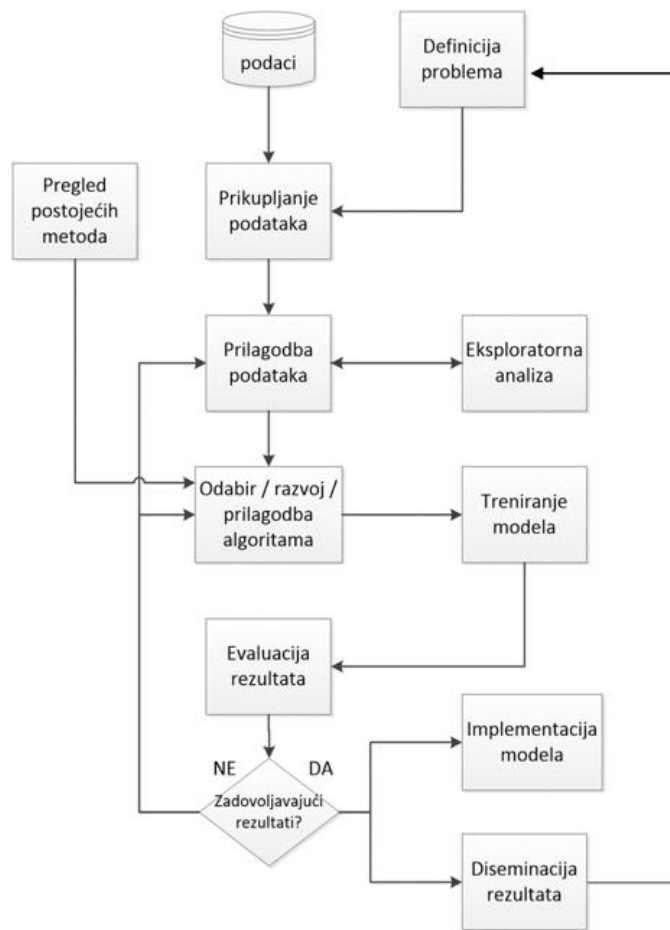
Uvod

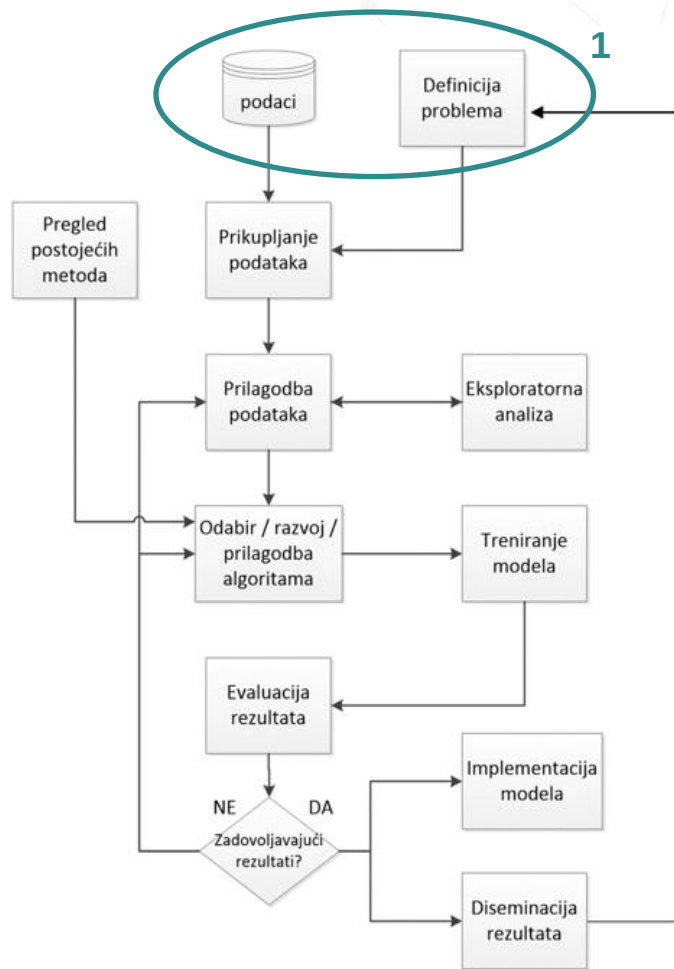
1. Podatak: poznata ili pretpostavljena činjenica
2. Informacija: obrađeni podaci
3. Znanje: organizirane informacije koje se mogu koristiti za stvaranje novih značenja i podataka
4. MUDROST!

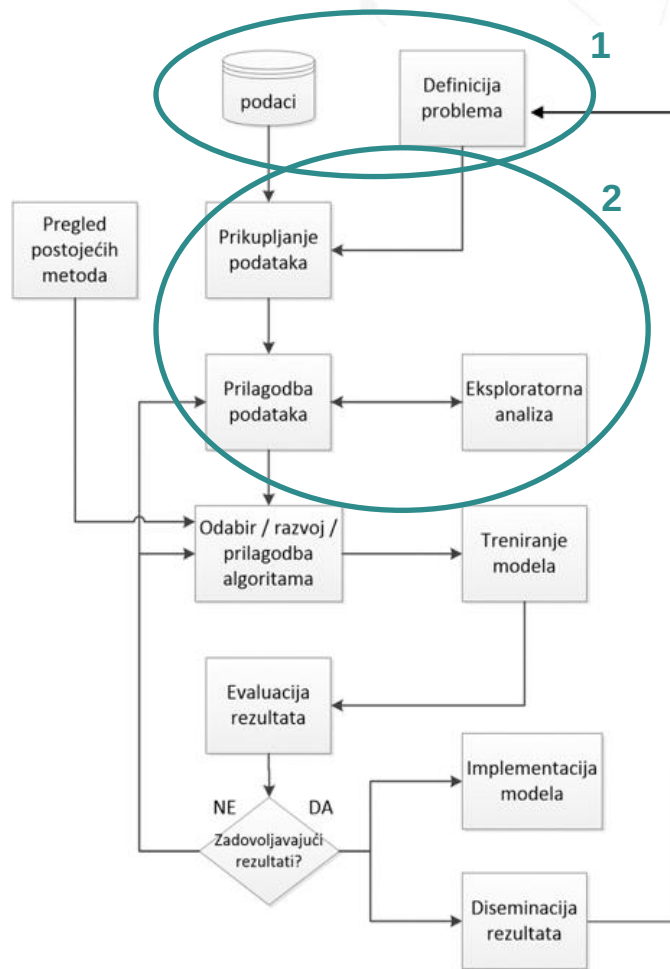


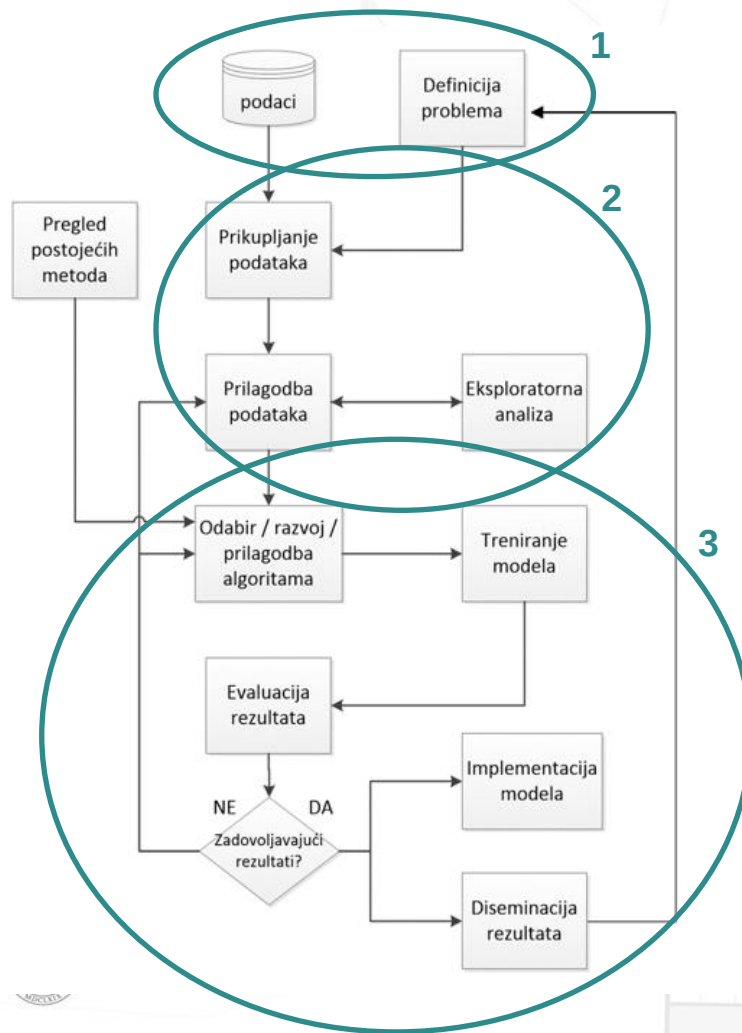
Uvod

- Podatkovna znanost (*engl. data science*)
- Dubinska analiza podataka, poslovna analitika, analiza podataka
- **METODE, PROCESI, ALGORITMI, TEHNOLOGIJE** koji transformiraju podatke u znanje!

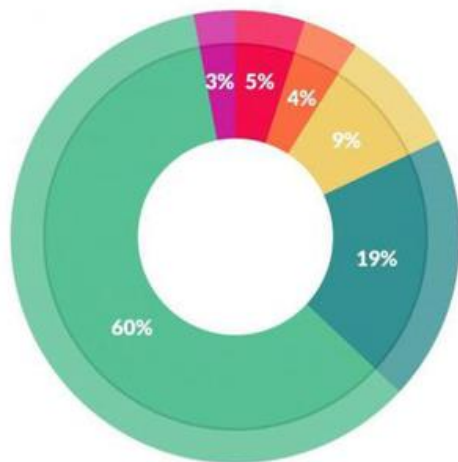








Uvod

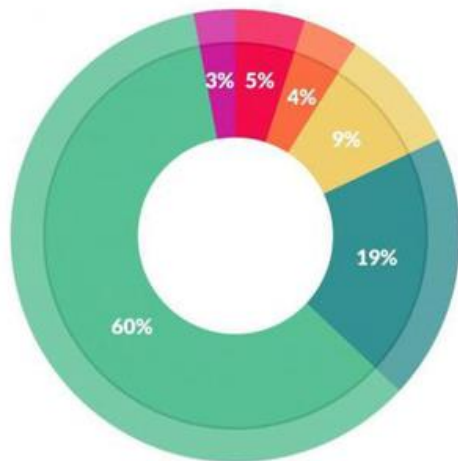


Koji je vremenski najzahtjevniji dio posla podatkovnog znanstvenika?

- Stvaranje trening skupova: 3%
- Čišćenje i organiziranje podataka: 60%
- Prikupljanje podatkovnih skupova: 19%
- Dubinska analiza podataka: 9%
- Usavršavanje algoritama: 4%
- Ostalo: 5%

Forbesova anketa o vremenskoj zahtjevnosti koraka procesa analize

Uvod

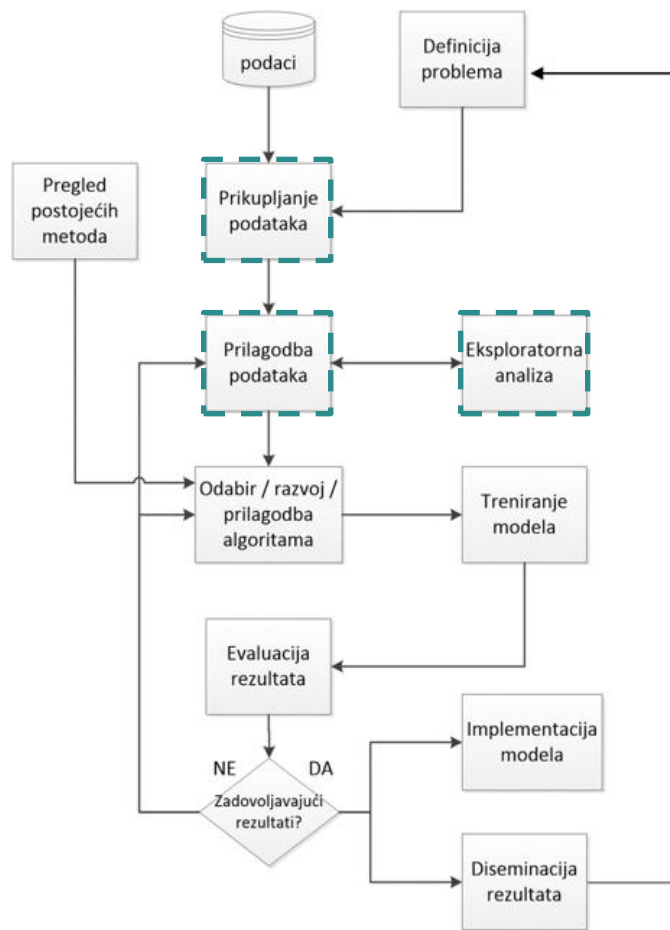


Koji je vremenski najzahtjevniji dio posla podatkovnog znanstvenika?

- Stvaranje trening skupova: 3%
- Čišćenje i organiziranje podataka: 60%
- Prikupljanje podatkovnih skupova: 19%
- Dubinska analiza podataka: 9%
- Usavršavanje algoritama: 4%
- Ostalo: 5%

Forbesova anketa o vremenskoj zahtjevnosti koraka procesa analize

Skoro **80%** vremena provodi se u pripremnom dijelu procesa



Izvori podataka o zgradama

- Stvarni, mjereni podaci

Projektna dokumentacija (podaci o površinama, geometriji i fizici zgrade), mjereni podaci o potrošnjama energije, ...

- Pretpostavke

Energijske simulacije, referentne zgrade, ankete, zaključivanje na temelju sličnih uzoraka zgrada i sl.

Izvori podataka o zgradama

UZIMAJU U OBZIR PONAŠANJE KRAJNJEG KORISNIKA!

- **Stvarni, mjereni podaci**

Projektna dokumentacija (podaci o površinama, geometriji i fizici zgrade), mjereni podaci o potrošnjama energije, ...

- **Pretpostavke**

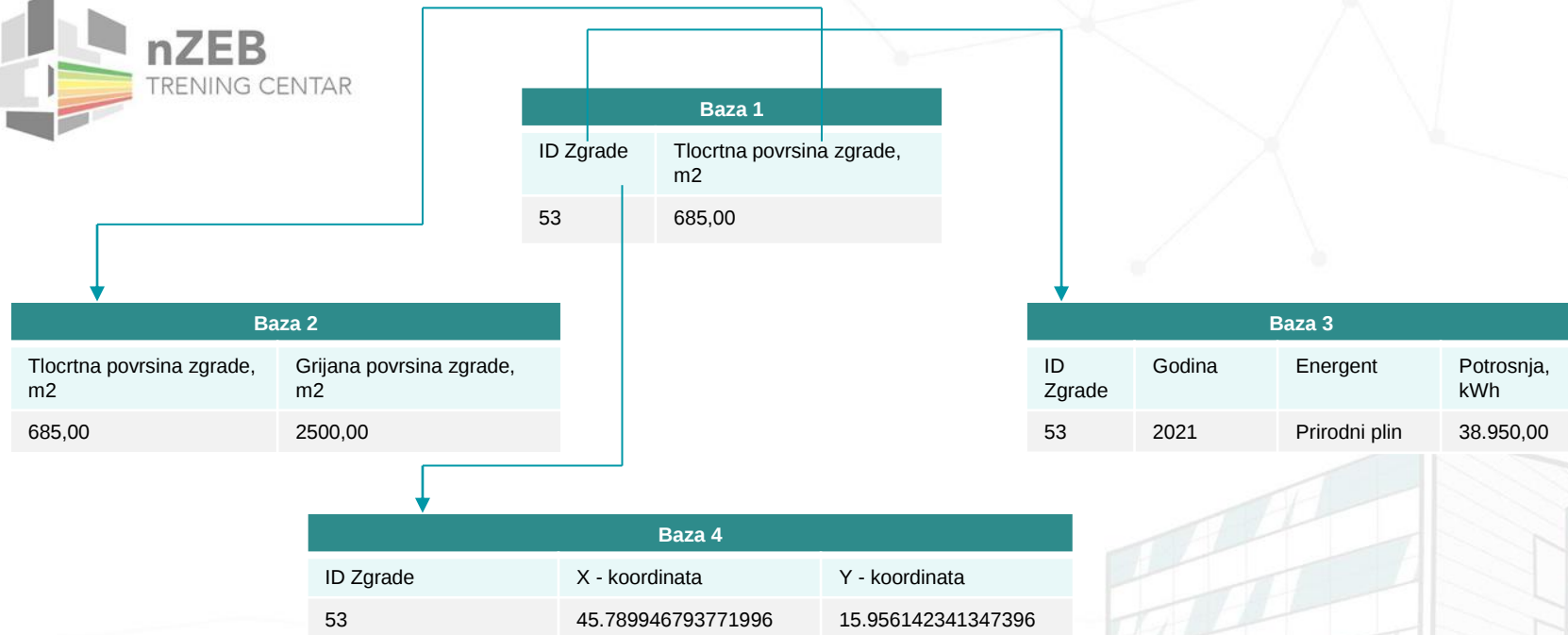
Energijske simulacije, referentne zgrade, ankete, zaključivanje na temelju sličnih uzoraka zgrada i sl.

Izvori podataka o zgradama

- ISGE baza podataka (Informacijski sustav za gospodarenje energijom)
- IEC baza podataka (baza energetske certifikate)
- Energetski atlas (za Zagreb)
- DGU – katastar i zemljišne knjige
- Google Earth,
- ...

Struktura baze podataka o zgradama

- Podatke je potrebno prikazati na jedinstven način kao vrijednosti u relacijama, tj. tablicama – jednostavno i dosljedno!
- Svaki podatak u tablici mora biti logički dostupan preko kombinacije imena tablica, vrijednosti primarnog ključa i imena atributa



Baza 1	
ID Zgrade	Tlocrtna površina zgrade, m2
53	685,00

Baza 2	
Tlocrtna površina zgrade, m2	Grijana površina zgrade, m2
685,00	2500,00

Baza 3			
ID Zgrade	Godina	Energent	Potrosnja, kWh
53	2021	Prirodni plin	38.950,00

Baza 4		
ID Zgrade	X - koordinata	Y - koordinata
53	45.789946793771996	15.956142341347396

Nova baza – Baza 5							
ID Zgrade	X - koordinata	Y - koordinata	Tlocrtna površina, m2	Grijana površina, m2	Godina	Energent	Potrosnja, kWh
53	45.789946793771996	15.956142341347396	685,00	2500,00	2021	Prirodni plin	38.950,00

Struktura baze podataka o zgradama

Baza – Potrošnje energije u zgradama						
ID Zgrade	Potrosnja_Toplinska energija_2019 [kWh]	Potrosnja_Toplinska energija_2020 [kWh]	Potrosnja_Prirodni plin_2019 [kWh]	Potrosnja_Prirodni plin_2020 [kWh]	Potrosnja_Elektricna energija_2019 [kWh]	Potrosnja_Elektricna energija_2020 [kWh]
53	65.000,00	68.325,00	0	0	23.000,00	25.000,00

Struktura baze podataka o zgradama

~~| Baza – Potrošnje energije u zgradama | | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|------------------------------------|------------------------------------|--|--|
| ID Zgrade | Potrosnja_Toplinska energija_2019 [kWh] | Potrosnja_Toplinska energija_2020 [kWh] | Potrosnja_Prirodni plin_2019 [kWh] | Potrosnja_Prirodni plin_2020 [kWh] | Potrosnja_Elektricna energija_2019 [kWh] | Potrosnja_Elektricna energija_2020 [kWh] |
| 53 | 65.000,00 | 68.325,00 | 0 | 0 | 23.000,00 | 25.000,00 |~~

Baza – Potrošnje energije u zgradama			
ID Zgrade	Godina	Energent	Potrosnja, kWh
53	2019	Toplinska energija	65.000,00
53	2020	Toplinska energija	68.325,00
53	2019	Prirodni plin	0
53	2020	Prirodni plin	0
53	2019	Elektricna energija	23.000,00
53	2020	Elektricna energija	25.000,00

Definiranje opsega analiza

- Koji je cilj analize podataka?
- Koji podaci su potrebni za postizanje cilja?
- Koja je pouzdanost dostupnih podataka?
- Koliko podatak utječe na konačan rezultat?

Primjer *MO Veslačko naselje*

Definirati mjere EnU za postizanje nZEN
naselja!



Primjer

MO Veslačko naselje

Definirati mjere EnU za postizanje nZEN naselja!



Potrebno

1. Analizirati trenutno stanje potrošnje!
2. Definirati mjere EnU!
3. Kvantificirati učinak mjera!



nZEN (Naselja nulte potrošnje)

- Širi pogled na potrošnju
- Optimizacija resursa
- Smanjenje troškova
- Održiviji urbanistički projekti
- Veće kolektivne koristi
- Sinergijski učinci
- Energetske zajednice



Primjer

MO Veslačko naselje

PODACI:

Podaci o potrošnjama energenata

Tlocrtne površine – za definiranje potencijala fotonaponskih modula i solarnih kolektora



Primjer

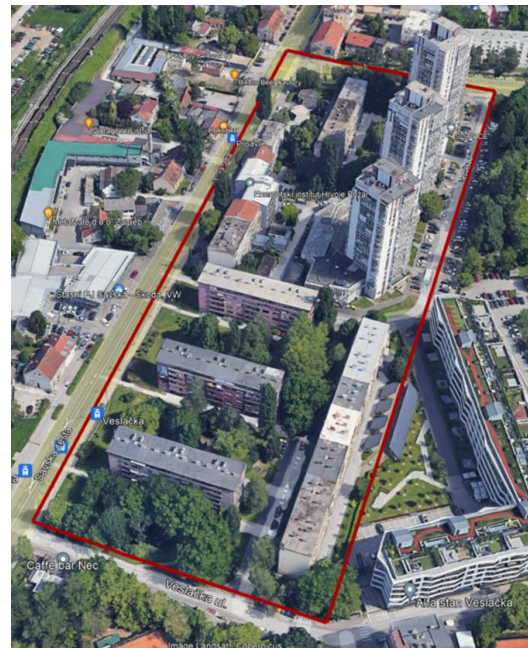
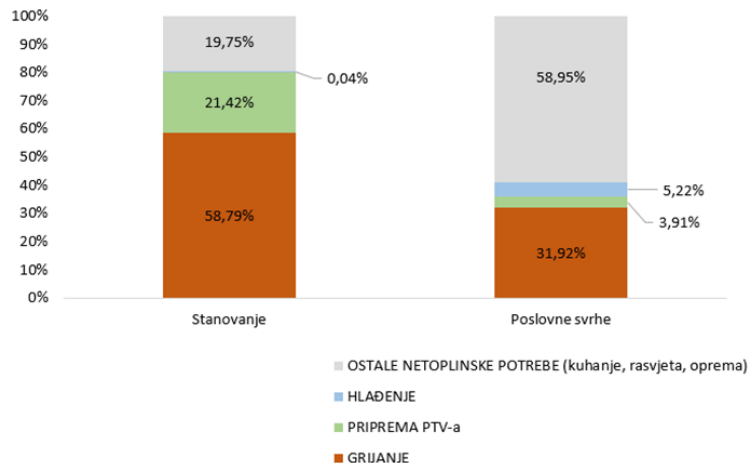
MO Veslačko naselje

U slučaju nesigurnosti podataka:

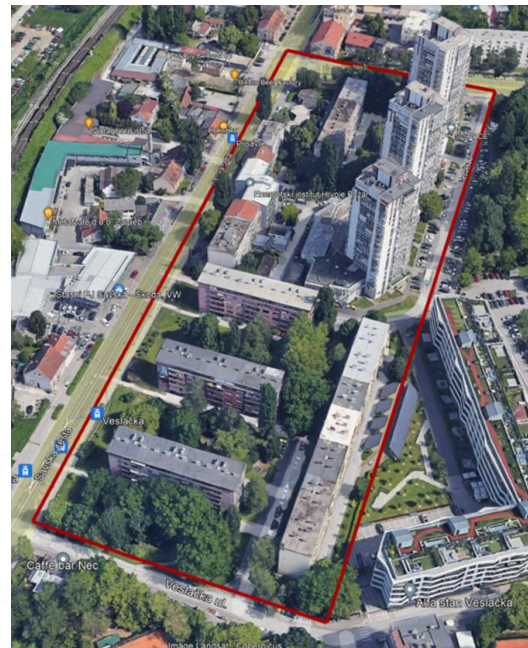
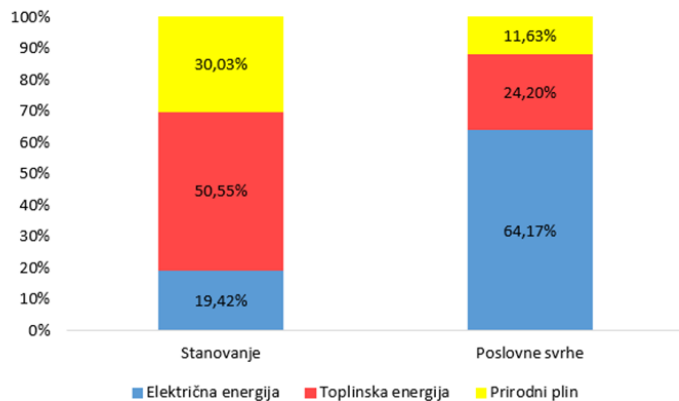
PROVEDBA ANALIZE OSJETLJIVOSTI – utjecaj
podatka na konačan rezultat!



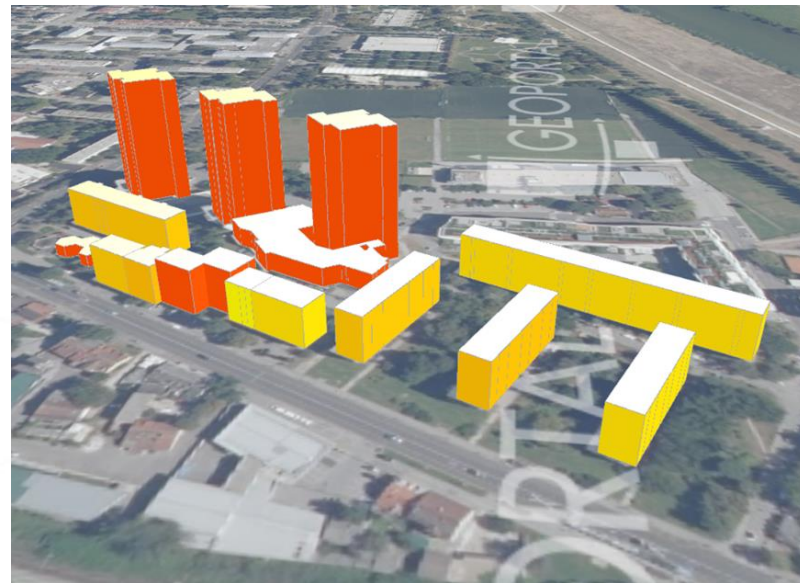
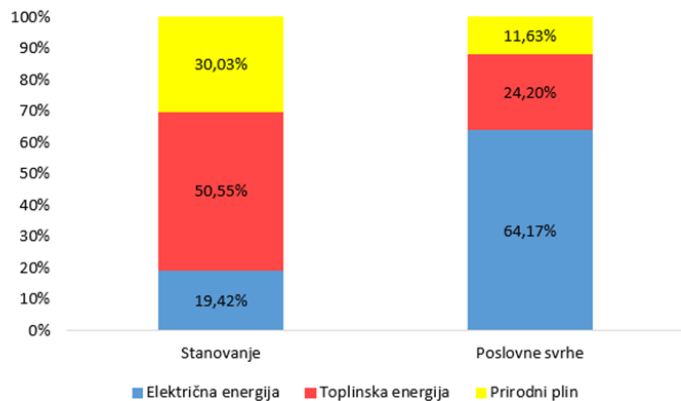
Veslačko naselje – analiza trenutnog stanja

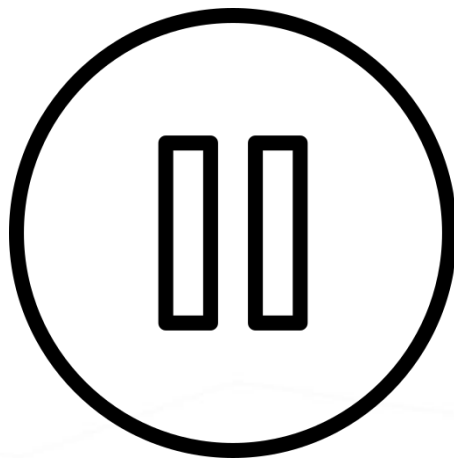


Veslačko naselje – analiza trenutnog stanja



Veslačko naselje – analiza trenutnog stanja





Mjere energetske učinkovitosti

1. Obnova toplinske ovojnice zgrada
- 2a. Zamjena kotlova na prirodni plin i toplinskih podstanica s dizalicama topline
- 2b. Zamjena kotlova na prirodni plin s toplinskim podstanicama
3. Ugradnja fotonaponskih modula
4. Zamjena kućanskih uređaja
5. Zamjena rasvjetnih tijela

Obnova toplinske ovojnice zgrade

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Obnova toplinske ovojnice zgrada	1.794.698	1.763.772	1.422.586



Obnova toplinske ovojnice zgrade

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Obnova toplinske ovojnice zgrada	1.794.698	1.763.772	1.422.586

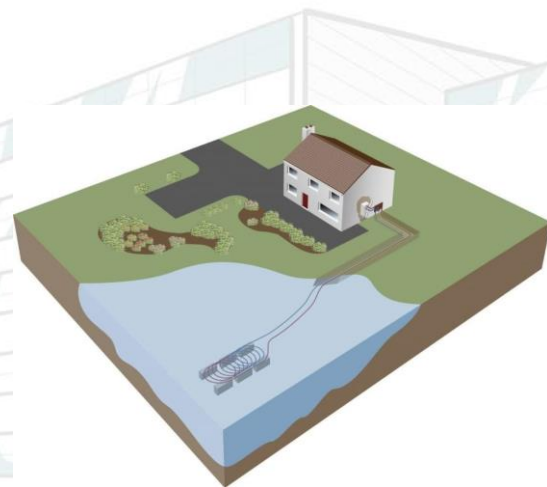


32%



Zamjena kotlova na prirodni plin i toplinskih podstanica s dizalicama topline

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Zamjena kotlova na prirodni plin i toplinskih podstanica s dizalicama topline	3.132.460	0	0

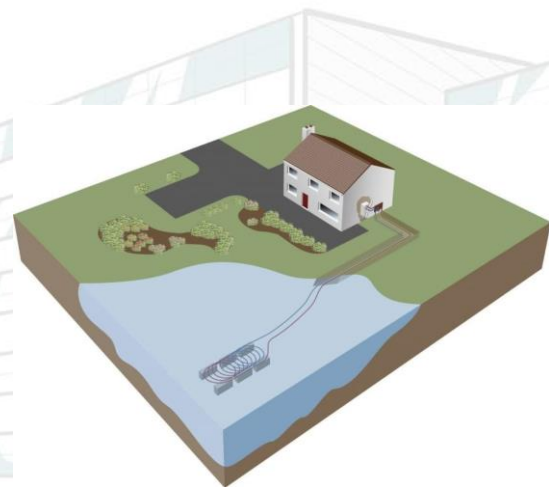


Zamjena kotlova na prirodni plin i toplinskih podstanica s dizalicama topline

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Zamjena kotlova na prirodni plin i toplinskih podstanica s dizalicama topline	3.132.460	0	0

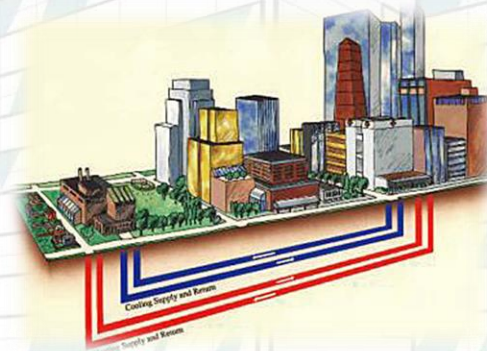


57%



Zamjena kotlova na prirodni plin s toplinskim podstanicama

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Zamjena kotlova na prirodni plin s toplinskim podstanicama	1.794.698	5.187.242	0

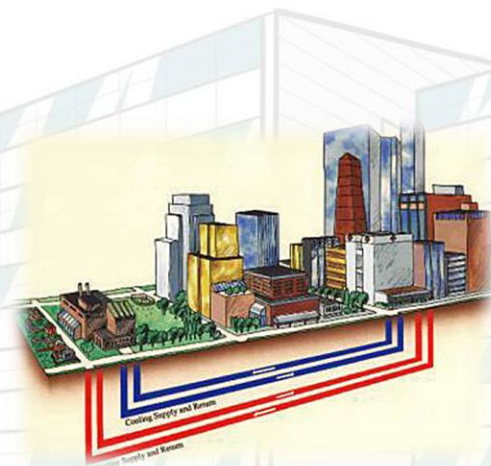


Zamjena kotlova na prirodni plin s toplinskim podstanicama

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Zamjena kotlova na prirodni plin s toplinskim podstanicama	1.794.698	5.187.242	0



4%



Ugradnja fotonaponskih modula

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Ugradnja fotonaponskih modula	1.214.183	3.450.203	2.026.246



Ugradnja fotonaponskih modula

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Ugradnja fotonaponskih modula	1.214.183	3.450.203	2.026.246



8%



Zamjena kućanskih uređaja

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Ugradnja fotonaponskih modula	1.751.768	3.450.203	2.026.246



Zamjena kućanskih uređaja

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Ugradnja fotonaponskih modula	1.751.768	3.450.203	2.026.246



<1%



Zamjena rasvjetnih tijela

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Ugradnja fotonaponskih modula	1.740.408	3.450.203	2.026.246



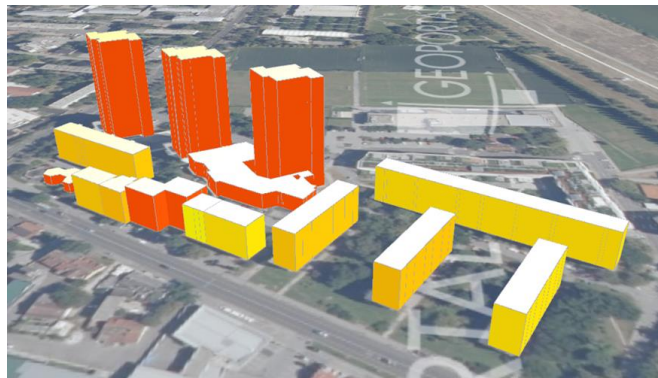
Zamjena rasvjetnih tijela

Potrošnje →	Električna energija [kWh]	Toplinska energija [kWh]	Prirodni plin [kWh]
Početno stanje	1.794.698	3.450.203	2.026.246
Mjera: Ugradnja fotonaponskih modula	1.740.408	3.450.203	2.026.246



<1%

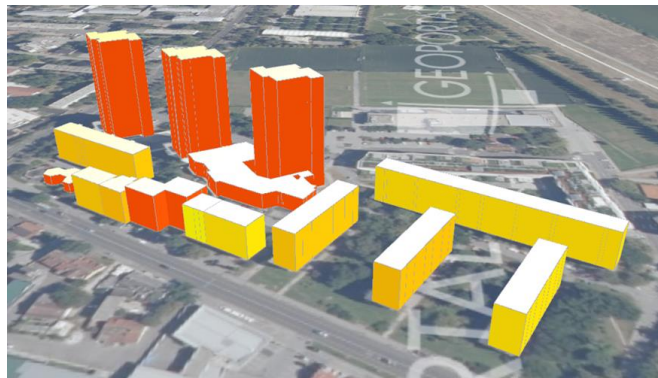




$$E_{uk} = 7.271.147 \text{ kWh}$$

$$E_{uk_spec} = 174,50 \text{ kWh/m}^2$$

$$E_{GRI_PTV} = 130,86 \text{ kWh/m}^2$$



$$E_{uk} = 7.271.147 \text{ kWh}$$

$$E_{uk_spec} = 174,50 \text{ kWh/m}^2$$

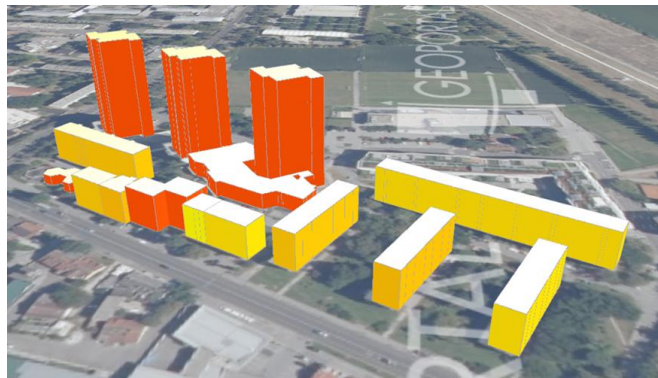
$$E_{GRI_PTV} = 130,86 \text{ kWh/m}^2$$



$$E_{uk} = 1.908.357 \text{ kWh}$$

$$E_{uk_spec} = 45,80 \text{ kWh/m}^2$$

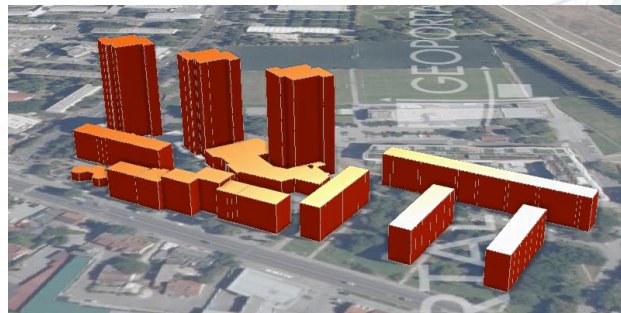
$$E_{GRI_PTV} = 18,43 \text{ kWh/m}^2$$



$E_{uk} = 7.271.147 \text{ kWh}$
 $E_{uk_spec} = 174,50 \text{ kWh/m}^2$
 $E_{GRI_PTV} = 130,86 \text{ kWh/m}^2$



$E_{uk} = 1.908.357 \text{ kWh}$
 $E_{uk_spec} = 45,80 \text{ kWh/m}^2$
 $E_{GRI_PTV} = 18,43 \text{ kWh/m}^2$



$E_{uk} = 4.248.414 \text{ kWh}$
 $E_{uk_spec} = 101,96 \text{ kWh/m}^2$
 $E_{GRI_PTV} = 71,45 \text{ kWh/m}^2$



Kvantificiranje isplativosti mjera energetske učinkovitosti

Kvantificiranje isplativosti mjera energetske učinkovitosti

- **TROŠKOVI**

CAPEX

OPEX

Troškovi energije

Troškovi CO₂

- **KORISTI**

Smanjenje troškova energije

Smanjenje troškova CO₂

TROŠKOVI

Tehnologija/mjera	Jedinična cijena [EUR/kW]	Cijena održavanja [EUR/kW]
Obnova toplinske izolacije	200,00***	-
Kotlovi na prirodni plin	100,00	7,00
Toplinska podstanica s razvodom i ogrjevnim tijelima	450,00	10,00
Dizalica topline s razvodom i ogrjevnim tijelima	720,00	16,00
Fotonaponski sunčevi moduli	1.300,00	10,00

***Cijena izražena u EUR/m²

TROŠKOVI

Energenti	Cijena energenata po godinama [EUR/kWh]						
	2024.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.	2055.
Električna energija – sektor kućanstva	0,0794	0,1005	0,1136	0,1267	0,1398	0,1530	0,1668
Električna energija – poslovni korisnici	0,2291	0,1030	0,1160	0,1268	0,1376	0,1484	0,1597
Toplinska energija – sektor kućanstva	0,0529	0,0678	0,0720	0,0761	0,0802	0,0843	0,0885
Toplinska energija – poslovni korisnici	0,1058	0,1357	0,1439	0,1521	0,1604	0,1686	0,1770
Prirodni plin	0,0637	0,0817	0,0866	0,0916	0,0965	0,1015	0,1066
Solarna energija	0	0	0	0	0	0	0

TROŠKOVI

	Troškovi emisija CO ₂ po godinama [EUR/tCO ₂]						
	2024.	2030.	2035.	2040.	2045.	2050.	2055.
Emisije CO ₂	43,0217	65,2988	71,7452	78,1916	84,6380	91,0844	97,8138

Kvantificiranje isplativosti mjera energetske učinkovitosti

+

ENPV

-

Predlaže se subvencioniranje provođenja mjere!	Mjera je financijski opravdana!
Mjera nije financijski opravdana!	Mjera je financijski opravdana, ali ima negativne društvene utjecaje!

+

Rezultati ekonomske analize – zgrade za stanovanje

Opis mjere	FNPV, [EUR/kWh]	ENPV, [EUR/kWh]
Obnova toplinske ovojnice zgrada (za zgrade koje su spojene na centralni toplinski sustav)	-0,92	-0,78
Obnova toplinske ovojnice zgrada (za zgrade koje za grijanje i pripremu PTV-a koriste PP)	-1,85	-1,62
Zamjena toplinskih podstanica s dizalicama topline	0,49	0,49
Zamjena kotlova na prirodni plin s dizalicama topline	0,47	0,47
Zamjena kotlova na prirodni plin s toplinskim podstanicama	0,05	0,06
Ugradnja fotonaponskih modula	0,17	0,18

Proširena CBA analiza

Porast cijene nekretnine – 50 EUR/m²

Proširena CBA analiza

Porast cijene nekretnine – 50 EUR/m²

Opis mjere	FNPV, [EUR/kWh]	ENPV, [EUR/kWh]
Obnova toplinske ovojnice zgrada (za zgrade koje su spojene na centralni toplinski sustav)	-0,92	2,46
Obnova toplinske ovojnice zgrada (za zgrade koje za grijanje i pripremu PTV-a koriste PP)	-1,85	3,91

Proširena CBA analiza

Porast cijene nekretnine – 50 EUR/m²

Opis mjere	FNPV, [EUR/kWh]	ENPV, [EUR/kWh]
Obnova toplinske ovojnice zgrada (za zgrade koje su spojene na centralni toplinski sustav)	-0,92	2,46
Obnova toplinske ovojnice zgrada (za zgrade koje za grijanje i pripremu PTV-a koriste PP)	-1,85	3,91

Obnovljena toplinska izolacija utječe na smanjenje rizika od pojave gljivica i plijesni, što znatno utječe na zdravlje korisnika zgrade



Hvala na pozornosti!



Ružica Jurjević, rjurjevic@eihp.hr

