

**2. DAN ENERGETSKE UČINKOVITOSTI POŽEŠKO-SLAVONSKO ŽUPANIJE**

# **ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA**

Ana Pećar dipl.ing.arh.

HIDROENERGA d.o.o., Osijek

# Što je to kulturno dobro?

Nepokretnu kulturnu baštinu s utvrđenim svojstvom kulturnog dobra čine pojedinačne građevine i /ili kompleksi građevina, kulturno-povijesne cjeline te krajolici.

## Zakon o zaštiti i očuvanju kulturnih dobara

(NN 69/99, NN 151/03; NN 157/03 Ispravak, NN 87/09, NN 88/10, NN 61/11, NN 25/12, NN 136/12, NN 157/13, NN 152/14)

čl. 7. nepokretno kulturno dobro može biti:

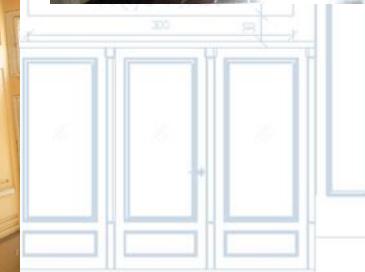
- - grad, selo, naselje ili njegov dio,
- - građevina ili njezini dijelovi, te građevina s okolišem,
- - elementi povijesne opreme naselja,
- - područje, mjesto, spomenik i obilježje u svezi s povijesnim događajima i osobama,
- - arheološko nalazište i arheološka zona, uključujući i podvodna nalazišta i zone,
- - područje i mjesto s etnološkim i toponijskim sadržajima,
- - krajolik ili njegov dio koji sadrži povijesno karakteristične strukture, koje svjedoče o čovjekovoj nazočnosti u prostoru,
- - vrtovi, perivoji i parkovi,
- - tehnički objekt s uređajima i drugi slični objekti.

Pojedinačna nepokretna kulturna dobra su građevine ili kompleksi građevina koje imaju izrazit povijesni, umjetnički, znanstveni, društveni ili tehnički značaj. To su:

- Javne građevine i kompleksi: stambene građevine, građevine javne namjene, zanatske i industrijske, inženjerske, komunalne građevine i komunalni sustavi, poslovne i građevine poljoprivrednog gospodarstva.
- Obrambene građevine i kompleksi: fortifikacijski kompleksi, utvrde, baterije, uporišta, vojne nastambe, spremišta oružja, stražarnice, zapovjedna mjesta.
- Sakralne građevine i kompleksi: građevine za vjerske potrebe (crkve, hramovi, sinagoge), redovnički kompleksi (samostani i manastiri), kalvarije, poklonci, pilovi.
- Memorijalne građevine i kompleksi: građevine povezane s povijesnim ili kulturno-povijesnim događajima i ličnostima, grobne i pogrebne građevine, spomen-ploče.
- Urbana oprema: arhitektonsko-skulpturalne građevine, javna plastika

## Glavne karakteristike takvih zgrada:

- Masivni zidovi
- Posebno arhitektonsko oblikovanje pročelja
- Zidani svodovi (podrum, prizemlje)
- Drveni grednici (kat)
- Drvene krovne konstrukcije
- Koso krovište
- Drvena stolarija, često dvostruki prozori
- Problemi s kapilarnom vlagom
- Unutrašnja dekoracija zidova



## Napomene za projektiranje

- Proučiti postojeću konzervatorsku dokumentaciju – ako ne postoji najčešće je treba izraditi
- U cijelom postupku projektiranja važno uz suradnju s investitorom /vlasnikom suradivati i s nadležnim konzervatorskim odjelom.

# Što obično traži energetska obnova?

„Energetska obnova i korištenje obnovljivih izvora energije u zgradama javnog sektora (financirano iz Europskog fonda za regionalni razvoj)

- Svrha: Smanjenje potrošnje energije u zgradama javnog sektora

Ovim Pozivom podupirat će se mјere energetske obnove koje će rezultirati smanjenjem potrošnje energije za grijanje/hlađenje ( $Q_{H,nd}$ ) na godišnjoj razini (kWh/god) od najmanje 50% u odnosu na godišnju potrošnju energije za grijanje/hlađenje prije provedbe navedenih mјera i korištenje obnovljivih izvora energije.”

Iz uputa za prijavitelje:

## 2.6.2 Sektorski specifični kriteriji prihvatljivosti

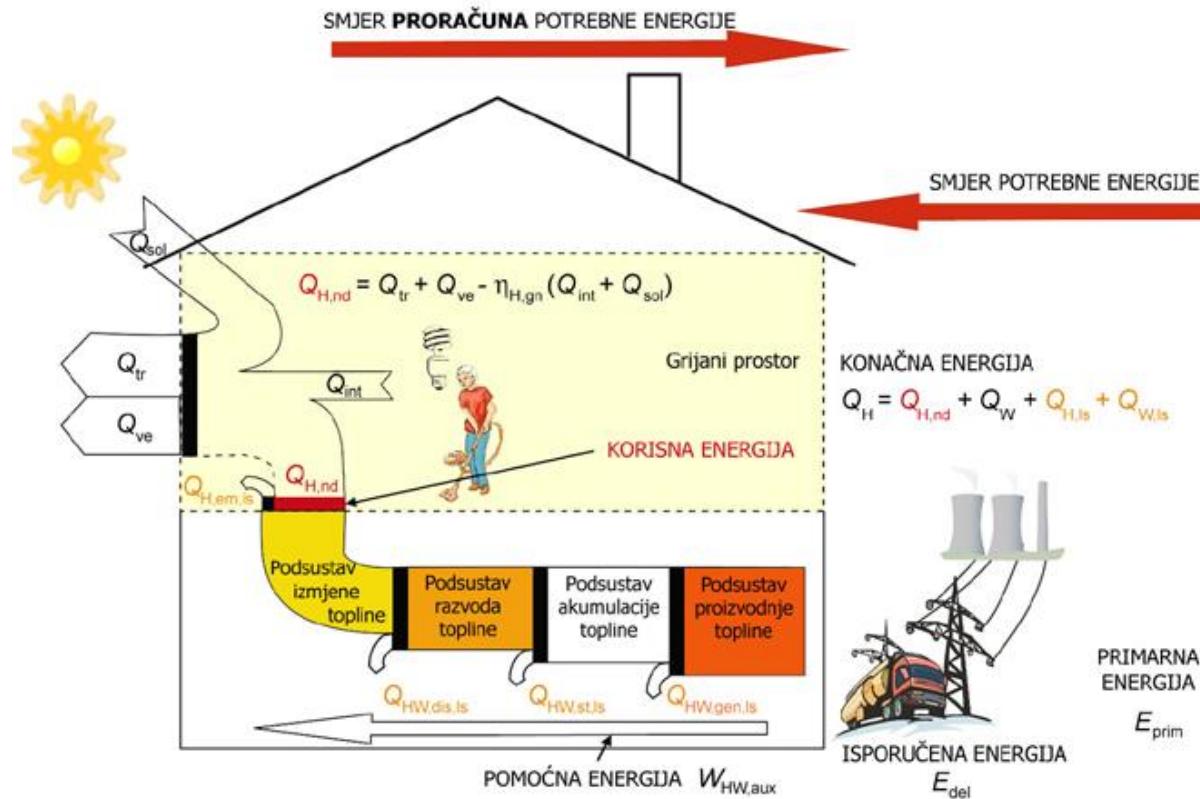
Predmet projekta je zgrada (ETC) koja nije upisana u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske kao pojedinačno zaštićeno nepokretno kulturno dobro; dokazuje se Izjavom ovlaštenog arhitekta (Obrazac 4. Poziva).

# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

- 
1. Obnova ovojnica zgrade – povećanje toplinske zaštite ovojnica kojom se dodaju, obnavljaju ili zamjenjuju dijelovi zgrade koji su dio omotača grijanog ili hlađenog dijela zgrade kao što su prozori, vrata, prozirni elementi pročelja, toplinska izolacija podova, zidova, stropova, ravnih, kosih i zaobljenih krovova, pokrova i hidroizolacija;
  2. Ugradnja novog visokoučinkovitog sustava grijanja ili poboljšanje postojećeg;
  3. Zamjena postojećeg sustava pripreme potrošne tople vode sustavom koji koristi OIE;
  4. Zamjena ili uvođenje sustava hlađenja visokoučinkovitim sustavom ili poboljšanje postojećeg;
  5. Zamjena ili uvođenje sustava prozračivanja visokoučinkovitim sustavom ili poboljšanje postojećeg;
  6. Zamjena unutarnje rasvjete učinkovitijom;
  7. Ugradnja fotonaponskih modula za proizvodnju električne energije iz OIE za potrebe ETC-a;
  8. Uvođenje sustava automatizacije i upravljanja zgradom;
  9. Uvođenje sustava daljinskog očitanja potrošnje energije i vode i sustava kontrolnih mjerila energetskih mjerila i vode (obveza za projektne prijedloge u kojima se predviđa formiranje novih ETC-a);
  10. Uvođenje novih naplatnih mjernih mjesta;
  11. Horizontalne mjere koje se odnose na provedbu novih elemenata pristupačnosti kojima se omogućava neovisan pristup, kretanje i korištenje prostora u skladu s Pravilnikom o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti;
  12. Stručni nadzor građenja;
  13. Projektantski nadzor, ako je primjenjivo;
  14. Usluga koordinatora zaštite na radu tijekom građenja, ako je primjenjivo;
  15. Energetski pregled zgrade, izrada izvješća o energetskom pregledu zgrade i energetskog certifikata nakon provedene energetske obnove, koji su izrađeni u skladu sa Zakonom o gradnji (NN 153/13, 20/17) i propisima donesenima na temelju Zakona o gradnji te pravilima struke;
  16. Upravljanje projektom i administracija: izrada Obrazaca 1. i 2. Poziva, administracija i tehnička koordinacija, planiranje i izrada dokumentacije za nadmetanje, poslovi finansijskog upravljanja i izvještavanje, izrada dokumentacije prema Postupcima nabave za osobe koje nisu obveznici Zakona o javnoj nabavi;
  17. Promidžba i vidljivost projekta:
    - privremena informacijska ploča,
    - trajna ploča ili pano,
    - naljepnice,
    - priopćenje ili konferencije za medije.

# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

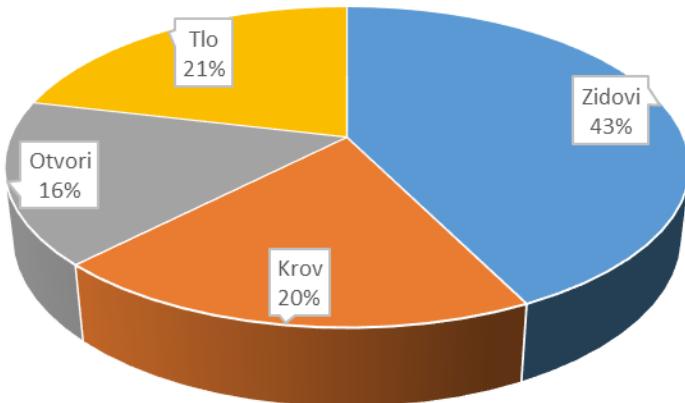
$Q_{H,nd}$  (kWh/a) – godišnja potrebna toplinska energija za grijanje = računski određena količina topline koju sustavom grijanja treba tijekom jedne godine dovesti u zgradu za održavanje unutarnje projektne temperature u zgradi tijekom razdoblja grijanja zgrade



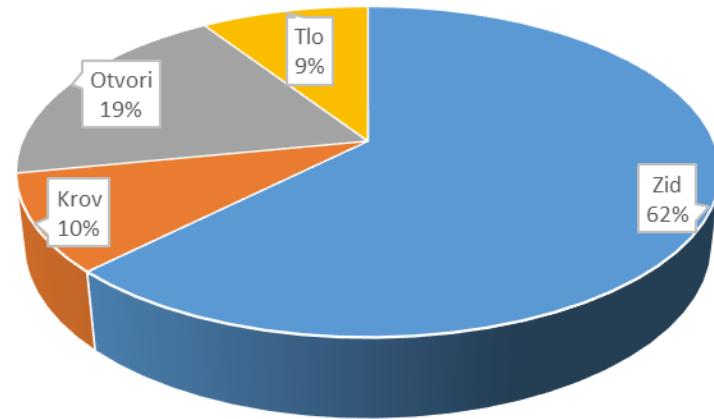
# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

## Gubitci kroz ovojnicu:

Muzej grada Koprivnice (17. stoljeće)

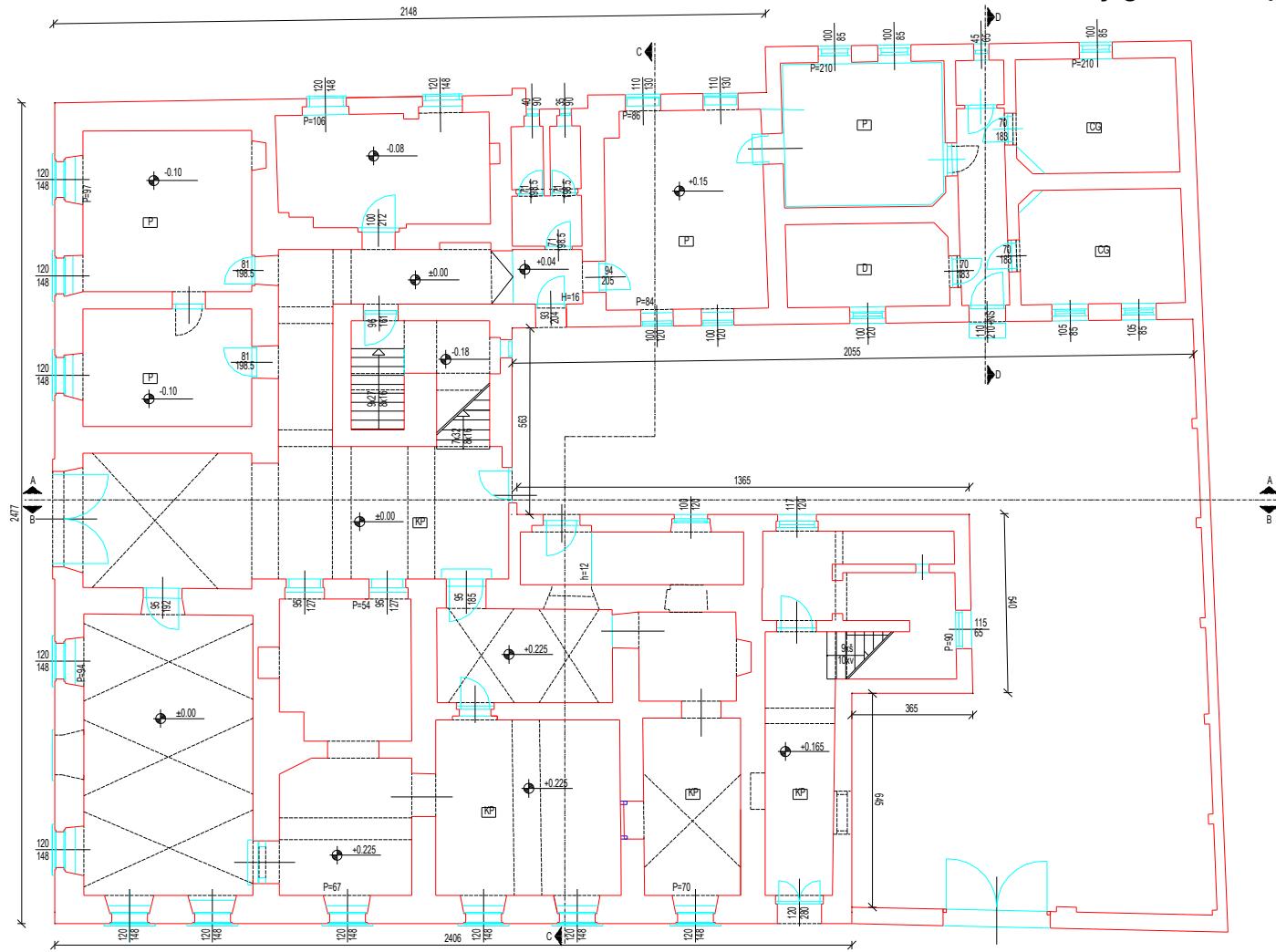


Historicistički dvorac Tikveš (19. stoljeće)



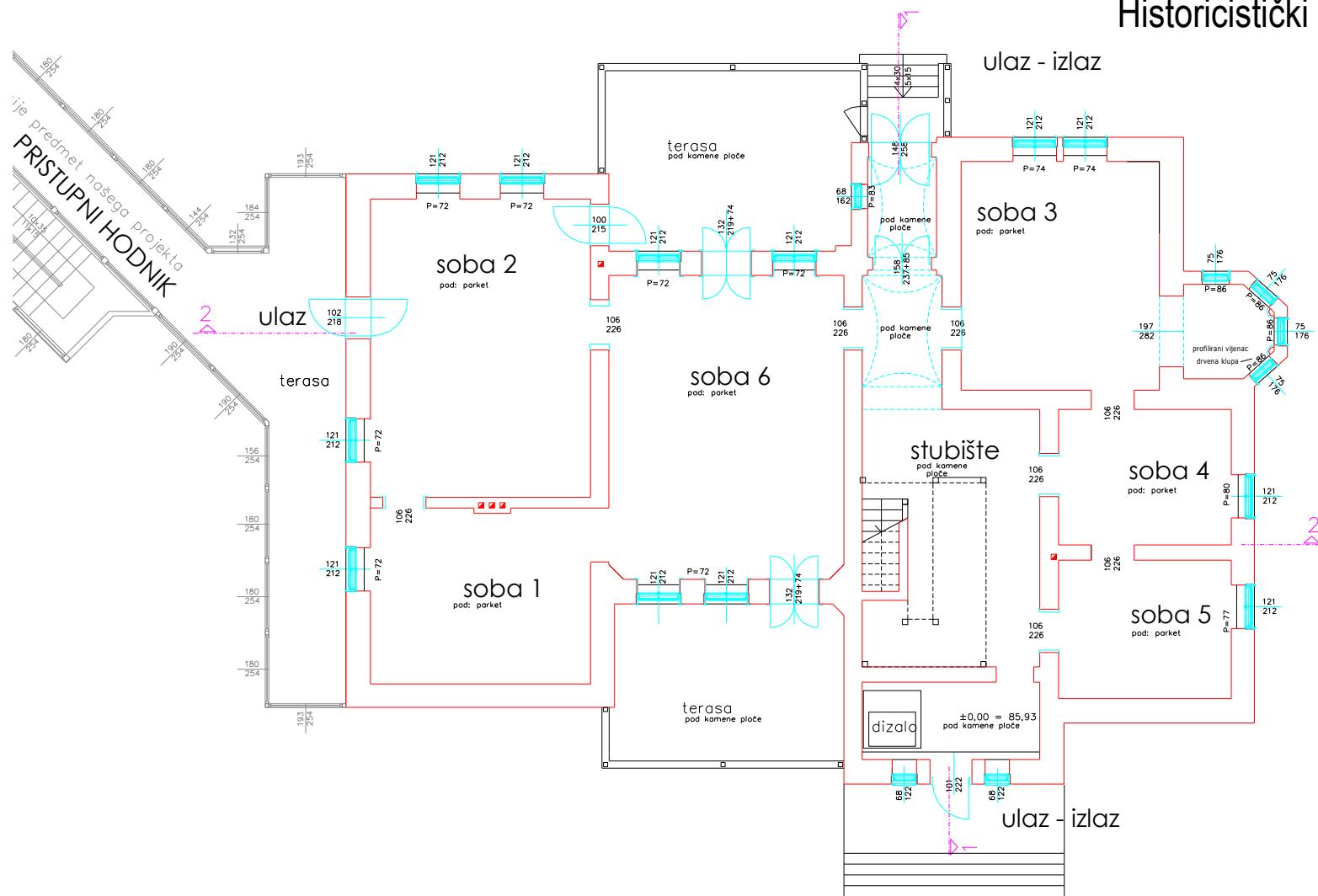
# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

## Muzej grada Koprivnice



# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

Historicistički dvorac Tikveš



# Obnova ovojnica zgrade – povećanje toplinske zaštite ovojnice zgrade

Kako to napraviti u zgradama sa svojstvom kulturnog dobra?

- toplinska izolacija zidova,
- toplinska izolacija podova,
- toplinska izolacija stropova,
- toplinska izolacija krovova,
- prozori,
- vrata,
- prozirni elementi pročelja

# NORMA HRN EN 16883

**Očuvanje kulturne baštine – Smjernice za poboljšanje energijskih svojstava povijesnih zgrada  
(EN 16883:2017)**

(lipanj 2017. godine)

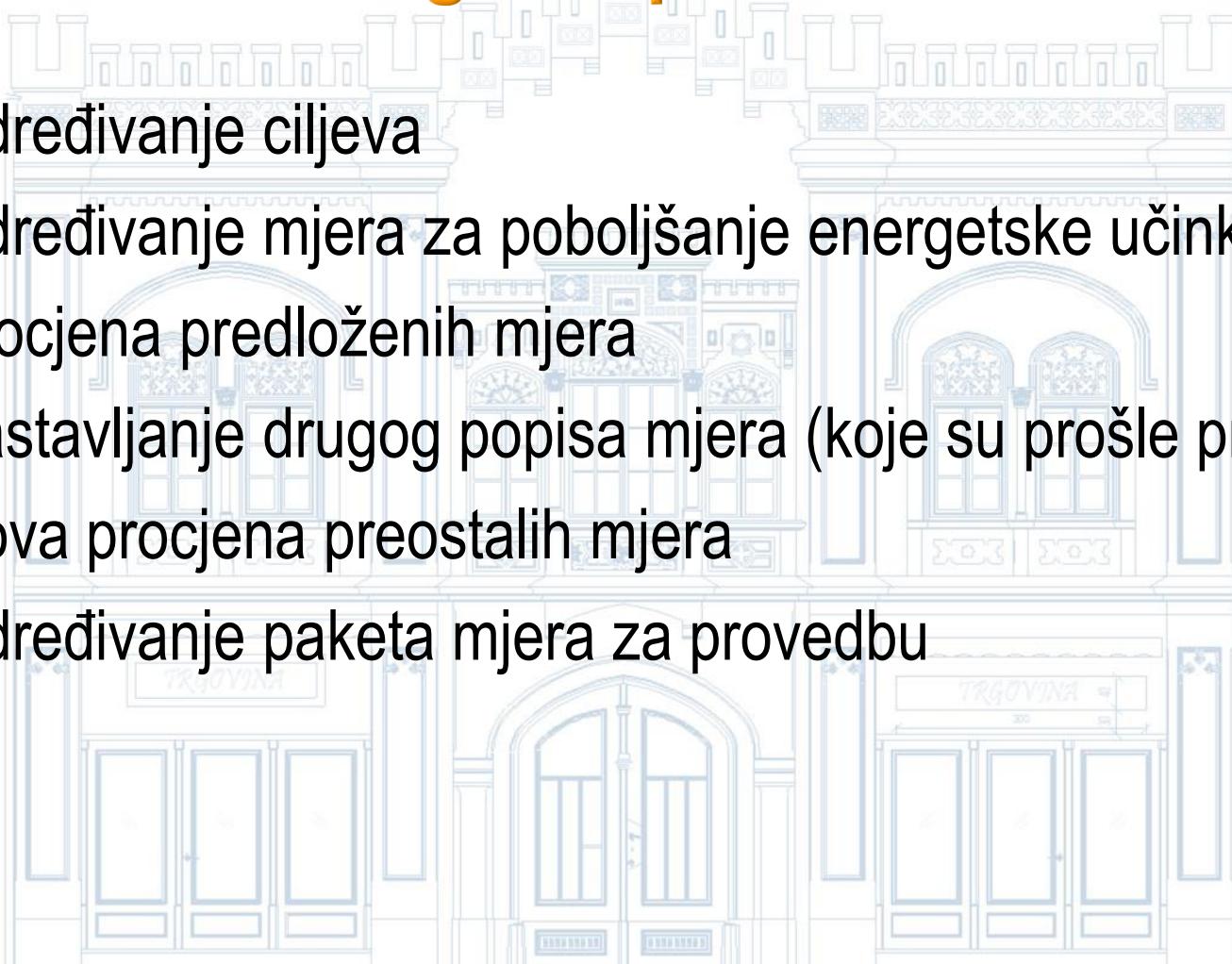
- smjernice i procedure za provođenje mjera energetske učinkovitosti u povijesnim zgradama
- ovaj standard pruža sistematičnu proceduru koja omogućuje da se donese najbolja odluka u svakom pojedinom slučaju. Procedura ne definira i ne propisuje općenite mjere. Postupak se treba koristiti da se odrede potrebe za poboljšanjem energetskih svojstava i odgovarajuće mjere poboljšanja koje odgovaraju zahtjevima promatrane zgrade.
- prije svega namijenjen za zgrade a ne za urbane cjeline

# Hodogram po normi

## 1. Pregled zgrade i procjena

- Opće informacije o zgradama
- Opis značaja graditeljske baštine (važnosti , prioriteti,...)
- Procjena korištenja zgrade (sadašnje, buduće,...)
- Dokumentiranje građevinske strukture zgrade i njenih dijelova (sadašnje stanje)
- Procjena energetskih svojstava (postojeće stanje)
- Procjena kvalitete unutrašnjeg prostora

## Hodogram po normi

- 
2. Određivanje ciljeva
  3. Određivanje mjera za poboljšanje energetske učinkovitosti
  4. Procjena predloženih mjera
  5. Sastavljanje drugog popisa mjera (koje su prošle procjenu)
  6. Nova procjena preostalih mjera
  7. Određivanje paketa mjera za provedbu

# Način valorizacije predloženih zahvata po normi

Ljestvica ocjenjivanja				
Visoki rizik	Niski rizik	Neutralno	Mala dobrobit	Velika dobrobit
Kategorija	Kriterij ocjenjivanja	Mjera 1	...	Mjera n
Tehnička kompatibilnost	Utjecaj na vlagu			
	Utjecaj na konstrukciju			
	Utjecaj na koroziju			
	Reakcija na soli			
	Biološki rizik			
	Reverzibilnost			
Značenje graditeljske baštine	Materijalni utjecaj			
	Vizualni utjecaj			
	Prostorni utjecaj			

# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

Ljestvica ocjenjivanja				
Visoki rizik	Niski rizik	Neutralno	Mala dobrobit	Velika dobrobit
Kategorija	Kriterij ocjenjivanja	Mjera 1	...	Mjera n
Ekonomска одрžивост	Kapitalni troškovi			
	Operativni troškovi, uključujući troškove одрžavanja			
	Ekonomski povrat			
	Ekonomска уштеда			
Energija	Energetska učinkovitost: - Primarna energija (ukupno)			
	- Primarna energija (neobnovljiva)			
	- Primarna energija (obnovljiva)			
	Potrošnja energije u životnom ciklusu u smislu korištenja obnovljive i neobnovljive primarne energije			

# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

Ljestvica ocjenjivanja					
Visoki rizik	Niski rizik	Neutralno	Mala dobrobit	Velika dobrobit	
Kategorija	Kriterij ocjenjivanja	Mjera 1	...	Mjera n	
Kvaliteta unutrašnjeg okoliša	Uvjeti prikladni za očuvanje sadržaja zgrade				
	Uvjeti prikladni za očuvanje tkanina zgrade				
	Uvjeti pogodni za postizanje dobre razine ugodnosti korisnika				
	Emisija drugih štetnih tvari				
Utjecaj na vanjski okoliš	Emisija stakleničkih plinova pri provedbi mjere				
	Emisija drugih štetnih tvari				
	Prirodni izvori				
Način upotrebe	Utjecaj na korištenje i korisnike zgrade				
	Posljedice promjene upotrebe				
	Posljedice dodavanja tehničkih prostorija				
	Sposobnost korisnika za korištenje i upravljanje kontrolnim sistemima				

# Primjer: Muzej grada Koprivnice

## Postojeće stanje zgrade

- 17. stoljeće, preinake u 18. i 19. stoljeću
- Prizemlje + podrum + kat
- Zidovi – puna opeka stari format
- Podrum i prizemlje – zidani svodovi
- Kat drveni grednik
- Drveno kroviste
- Kapilarna vlaga do razine parapeta KATA!
- Grijanje samo u dijelu gdje su uredi
- Dvorišna pročelja većinom bez žbuke
- ca 1.400,00 m<sup>2</sup> bruto površina



# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA



## Zahtjevi investitora:

1. SANACIJA KAPILARNE VLAGE UZ STAVLJANJE PODRUMA U FUNKCIJU IZLOŽBENOG PROSTORA
2. ENERGETSKA OBNOVA – ŠTO GOD JE MOGUĆE IZVESTI
3. OBNOVA SUSTAVA GRIJANJA I HLAĐENJA

# Analizirano u idejnom projektu:

1. **Problem kapilarne vlage** – termografsko snimanje, terensko mjerjenje vlage, laboratorijska analiza soli

- a) – drenaža i sanacija oborinske odvodnje
- b) – injektiranje zidova
- c) – sustav dinamičke bežične elektroosmoze
- d) – sanacija zidova prizemlja i podruma specijalnim žbukama

# Analizirano u idejnom projektu:

## 2. Mogućnosti toplinskog izoliranja ovojnica

- vanjski zidovi – 3 varijante
    - svi zidovi jednakom debljinom izolacije (7,5 cm)
    - deblji zidovi tanjom izolacijom (5 cm) – smanjenje uštede za 2%
    - izolirani samo zidovi kata (20 % manja ušteda)
  - 3 vrste izolacije:
    - multipor ploče
    - IQ Therm
    - mineralna vuna + gipskartonska obloga
- Problemi:
- toplinski mostovi
  - oblikovanje izolacije oko otvora + svodovi
  - korištenje akumulacije topline u masivnim zidovima

# Analizirano u idejnom projektu:

## 3. Strojarske mjere

Postojeće stanje: grije se nekoliko prostorija u prizemlju, postojeći plinski cirko bojler s fasadnim priključkom i pločasti radijatori

Analizirano:

VAR 1 – plinski kondenzacijski cirkulacijski uređaj

VAR 2 – dizalica topline zrak/voda + pogon plinskog kotla

VAR 3 – dizalica topline zrak/voda

VAR 4 – VRV sustav (dizalica topline zrak/freon)

# ENERGETSKA OBNOVA ZGRADA SA SVOJSTVOM KULTURNOG DOBRA

## TOPLINSKI IZOLIRANA ZGRADA – radijatorsko grijanje na prizemlju i katu

	VARIJANTA 1 plinska kondenzacija	VARIJANTA 2 paralelno-bivalentno	VARIJANTA 3 samo DT	VARIJANTA 4 samo VRV
Strojarska oprema i radovi	200,000.00 kn	400,000.00 kn	550,000.00 kn	550,000.00 kn
Prateća elektro oprema i radovi	5,000.00 kn	25,000.00 kn	40,000.00 kn	50,000.00 kn
Servisni troškovi na godišnjoj razini	500.00 kn	3,500.00 kn	5,000.00 kn	4,000.00 kn
Troškovi pomoćne energije na godišnjoj razini	250.00 kn	1,750.00 kn	2,000.00 kn	3,000.00 kn
Troškovi energenta na godišnjoj razini	16,250.00 kn	12,350.00 kn	11,916.67 kn	8,937.50 kn
<b>SVEUKUPNO (investicija + 25 god.):</b>	<b>630,000.00 kn</b>	<b>865,000.00 kn</b>	<b>1,062,916.67 kn</b>	<b>998,437.50 kn</b>

## TOPLINSKI IZOLIRANA ZGRADA - prizemlje – podno grijanje, kat – radijatorsko grijanje

	VARIJANTA 1 plinska kondenzacija	VARIJANTA 2 paralelno-bivalentno	VARIJANTA 3 samo DT	VARIJANTA 4 samo VRV
Strojarska oprema i radovi	350,000.00 kn	550,000.00 kn	700,000.00 kn	550,000.00 kn
Prateća elektro oprema i radovi	5,000.00 kn	25,000.00 kn	40,000.00 kn	50,000.00 kn
Servisni troškovi na godišnjoj razini	500.00 kn	3,500.00 kn	5,000.00 kn	4,000.00 kn
Troškovi pomoćne energije na godišnjoj razini	250.00 kn	1,750.00 kn	2,000.00 kn	3,000.00 kn
Troškovi energenta na godišnjoj razini	16,250.00 kn	12,350.00 kn	11,916.67 kn	8,937.50 kn
<b>SVEUKUPNO (investicija + 25 god.):</b>	<b>780,000.00 kn</b>	<b>1,015,000.00 kn</b>	<b>1,212,916.67 kn</b>	<b>998,437.50 kn</b>

## Zaključci uz strojarske mjere:

- Što je bolja izolacija toplinske ovojnica zgrade, to je niži trošak investicije i 25-godišnje uporabe termotehničkog sustava
- Obnovljivi izvori energije su isplativiji u slučaju potrebe grijanja i hlađenja, a manje u slučaju samo grijanja ili samo hlađenja. Naime, ovi sustavi najčešće obuhvaćaju obje mogućnosti istovremeno
- Obnovljivi izvori energije se koriste kao niskotemperaturna grijanja (i visokotemperaturna hlađenja), tj. u načelu traže površinska grijanja / hlađenja. U tom smislu, podno je grijanje znatno učinkovitije od radijatorskog u primjeni s obnovljivim izvorom topline

# Odabrane mjere za provođenje

## nakon analize i dogovora s nadležnim konzervatorskim odjelom:

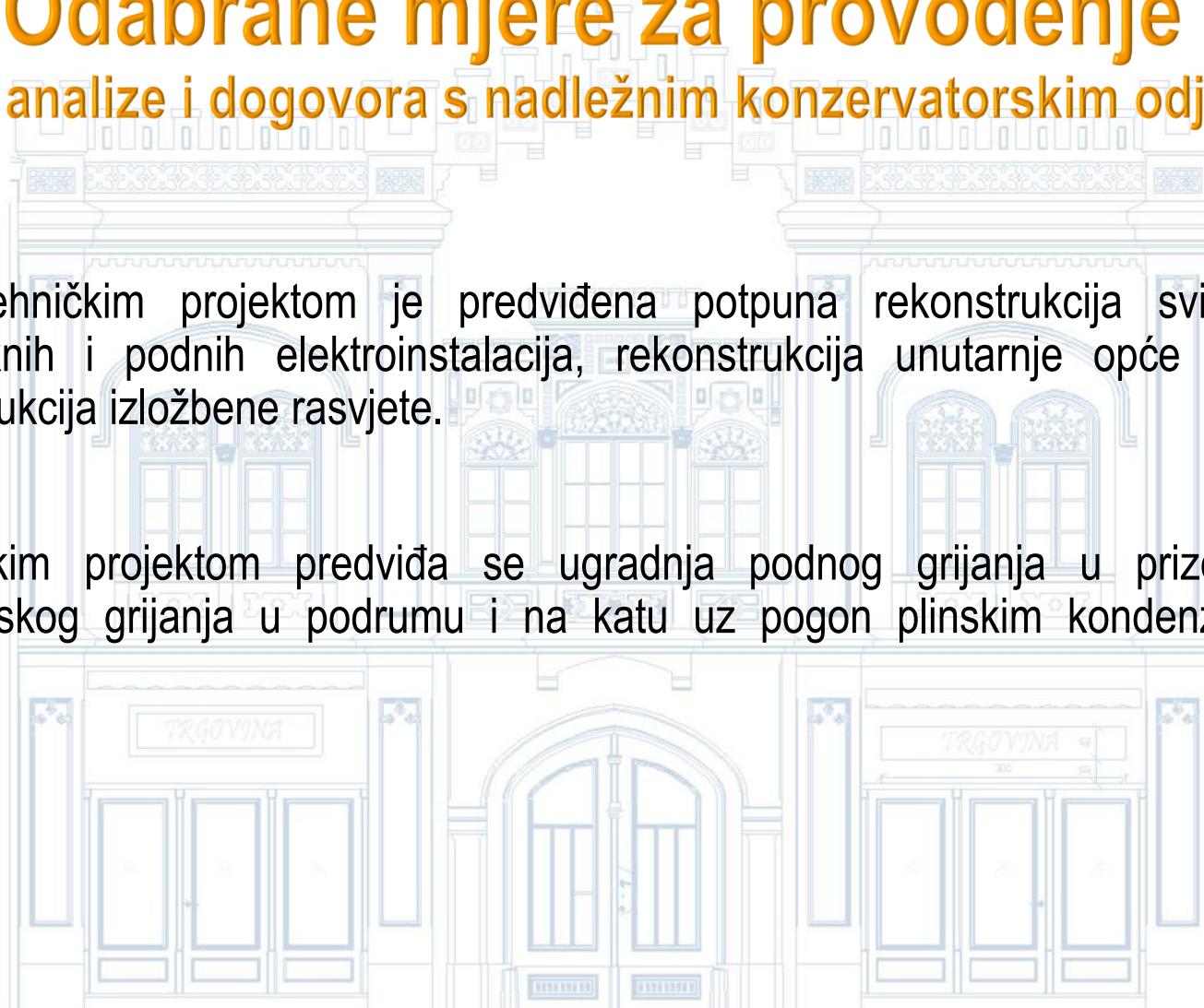
Arhitektonsko građevinski zahvati:

- sanacija problema kapilarne vlage u temeljima i zidovima – drenaža, injektiranje, specijalne žbuke
- rekonstrukcija i sanacija vanjske fasade zgrade,
- ugradnja toplinske izolacije na stropove prema potkroviju i podu prizemlja,
- zamjena sve postojeće vanjske stolarije,
- sanacija neadekvatnih naknadno ugrađenih podova i postojećih originalnih podova u lošem stanju,
- ugradnja toplinske izolacije ovojnica manjeg dijela zgrade, ugradnja toplinske izolacije prema negrijanim prostorijama,
- prenamjena dijela postojećih prostorija.

# Odabrane mjere za provođenje

## nakon analize i dogovora s nadležnim konzervatorskim odjelom:

- Elektrotehničkim projektom je predviđena potpuna rekonstrukcija svih starih podžbuknih i podnih elektroinstalacija, rekonstrukcija unutarnje opće rasvjete, rekonstrukcija izložbene rasvjete.
- Strojarskim projektom predviđa se ugradnja podnog grijanja u prizemlju te radijatorskog grijanja u podrumu i na katu uz pogon plinskim kondenzacijskim kotлом.



# Ostvarena ušteda $Q_{H,nd}$

Prema proračunima provedenim za zgradu u postojećem stanju i s predviđenim mjerama energetskog poboljšanja dobiveni su slijedeći rezultati:

$Q_{H,nd}$  postoće = 88.885,30 kWh/a

$Q_{H,nd}$  novo = 69.489,82 kWh/a

**Ušteda  $Q_{H,nd}$  = 21,8%**

Gruba analiza troškova:

Arhitektonsko građevinske mjere:

- toplinske izolacije
- stolarija
- pročelje

Strojarstvo:

Elektrotehnika:

SVEUKUPNO SVI RADOVI:

152.350,00 Kn	1,9 %	35%
773.100,00 Kn	9,6 %	
670.805,00 Kn	8,3 %	
434.108,00 Kn	5,4 %	
810.000,00 Kn	10 %	
8.067.000,00 Kn (5.760,00 Kn/m <sup>2</sup> )		

# Razmišljanje za kraj

Energetska obnova / cjelovita obnova – rekonstrukcija  
Povijesna vrijednost / suvremeni standardi

Hvala na pažnji!