

ENERGETSKA OBNOVA

- OSNOVNA ŠKOLA FRANJE KREŽME, Osijek, Školska 3
- OSNOVNA ŠKOLA MARTIJANEC, Donji Martijanec, Školska 3
- OSNOVNA ŠKOLA PETRA ZRINSKOG, Zagreb, Krajiška 9

OSNOVA ŠKOLA FRANJE KREŽME

Projekt energetske obnove-2017. g.

-Izgrađena je 1965 g.

-Bruto površina cca 3.500 m²

-Katnost: podrum, prizemlje i 3 kata

-Konstrukcija: sistem nosivih zidova od blok opeke i poprečnih nosivih ab stupova i greda s ispunom od lagane šuplje opeke

-Krov: ravan, ab ploča

-Ovojnica: fasadna puna opeka, d=12 cm



Mjere energetske učinkovitosti

GRAĐEVINSKE MJERE

- toplinska izolacija vanjskih zidova škole i dvorane-ETICS sustav-kamena vuna d=20 cm;
- toplinska izolacija ravnog krova-kamena vuna d=20 cm;
- zamjena vanjske stolarije novom, s koeficijentom prolaza topline $U < 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ (mijenja se samo stara stolarija, dio je već zamijenjen);

Provedbom ovih građevinskih mjera proračunata je ušteda QHnd od 39,50 %, te uštedu CO2 od 46 t/a

Provedbom mjera Osnovna škola bi prešla je iz energetskeg razreda C ($Q_{\text{Hnd,rel}} = 92 \%$) u energetske razred B ($Q_{\text{Hnd,rel}} = 28,07 \%$)

STROJARSKE MJERE

- povećanje energetske učinkovitosti sustava grijanja ugradnjom nove visokoučinkovite kotlovnice od 500 kW i regulacijskih termostatskih ventila (strojarski projekt);
- uvođenje sustava prozračivanja (ventilacije) sa rekuperacijom u učionice i dvoranu. Ušteda energije ostvarena iskorištenjem toplinskog potencijala u odsisnom zraku pomoću rekuperatora topline
- Ugradnja regulacijskih i termostatskih ventila

Provedbom strojarskih mjera proračunata je ušteda od 77 t CO2/god

ELEKTROTEHNIČKE MJERE

- zamijena postojećih svjetiljaka temeljenih na izvorima svjetlosti izrađenim u fluorescentnoj tehnologiji i svjetiljkama sa žarnom niti sa svjetiljkama izrađenim u LED tehnologiji (Izbor LED tehnologije omogućuje značajno smanjenje potrošnje energije, te smanjenje troškova održavanja rasvjete
- ugradnja sustava daljinskog očitavanja potrošnje energije i vode (projekt elektroinstalacija);

Provedbom elektrotehničkih mjera proračunata je ušteda od 9 t CO₂/god

Rekapitulacija mjera

REKAPITULACIJA ENERGETSKIH POTREBA ZA POSTOJEĆE I NOVOPROJEKTIRANO STANJE ZGRADE	POSTOJEĆE	NOVOPROJEKTIRANO STANJE				UKUPNA UŠTEDA NAKON PROVEDENIH SVIH MJERA
		GRAĐEVINSKE MJERE (izolacija vanjske ovojnice)	REKUPERACIJA ŠKOLE (sa građevinskim mjerama)	SANACIJA GRIJANJA (nakon provedenih građevinskih mjera)	ELEKTROTEHNIČKE MJERE (nakon provedenih građevinskih mjera)	
Godišnja potrebna toplina za grijanje $Q_{h,nd}(kWh/a)$	457.940,02	288.743,81	169.980,45	-	-	-
	UŠTEDA:	169.196,21	122.763,36	-	-	291.959,57
Primarna energija (kWh/a):	1.373.831,17	746.694,96	594.945,51	440.666,20	3.373.831,17	
	UŠTEDA:	627.136,21	151.749,45	154.279,31	14.942,81	948.107,78
Godišnja emisija CO ₂ (t/a)	325,33	182,52	144,16	106,78	316,33	
	UŠTEDA:	141,88	39,36	37,38	9,00	227,62

Sanacija ovojnice od fasadne opeke

- Postojeća fasada



- Pocinčane trake za ojačanje fasadne opeke

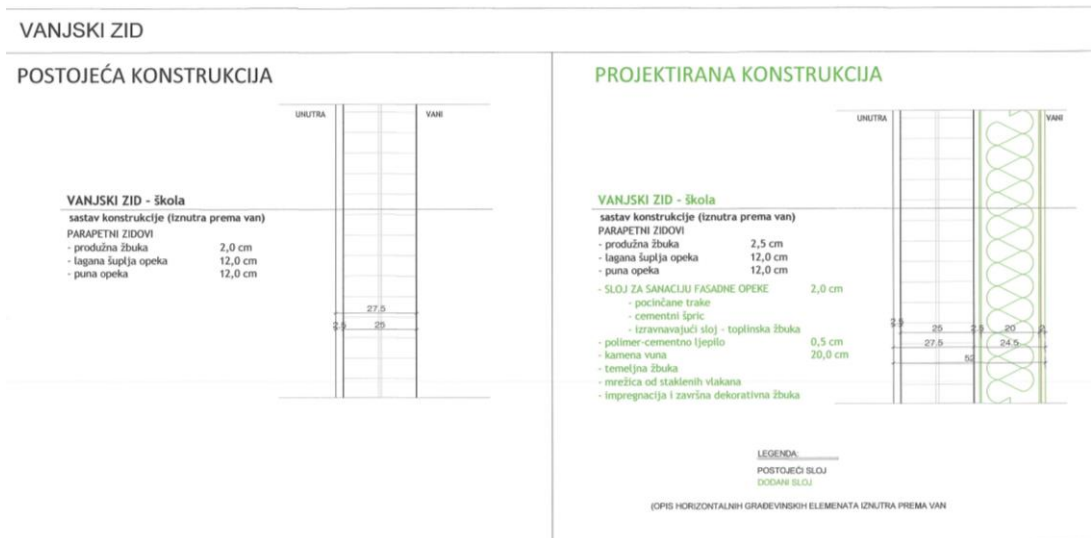


Sanacija ovojnice od fasadne opeke

- Postava pocinčanih traka



Slojevi konstrukcije



Slojevi konstrukcije















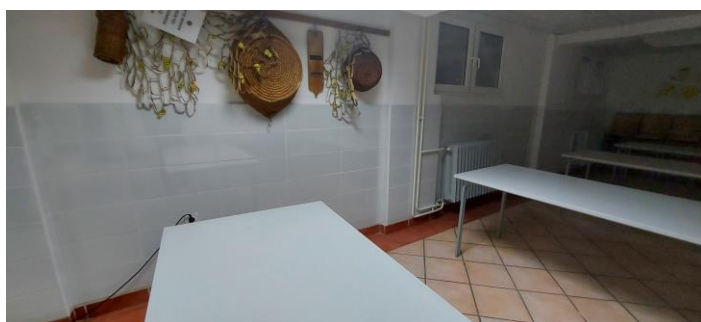
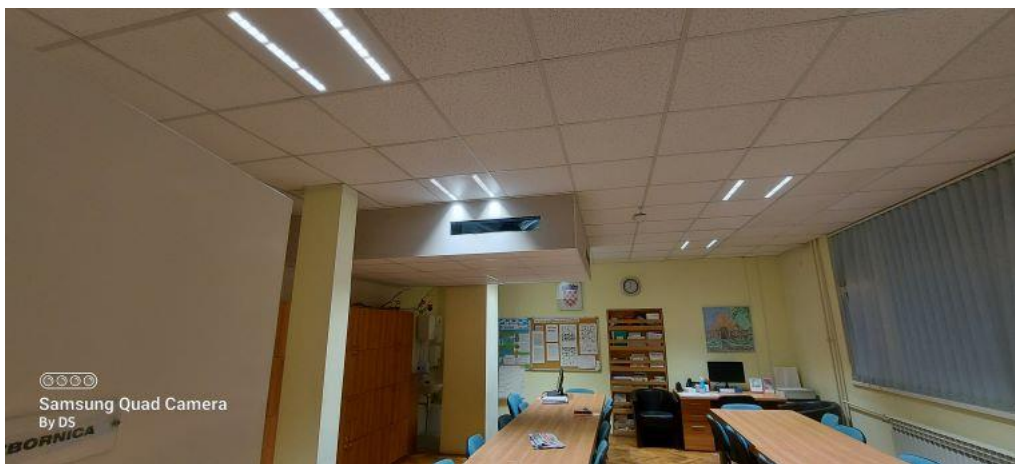






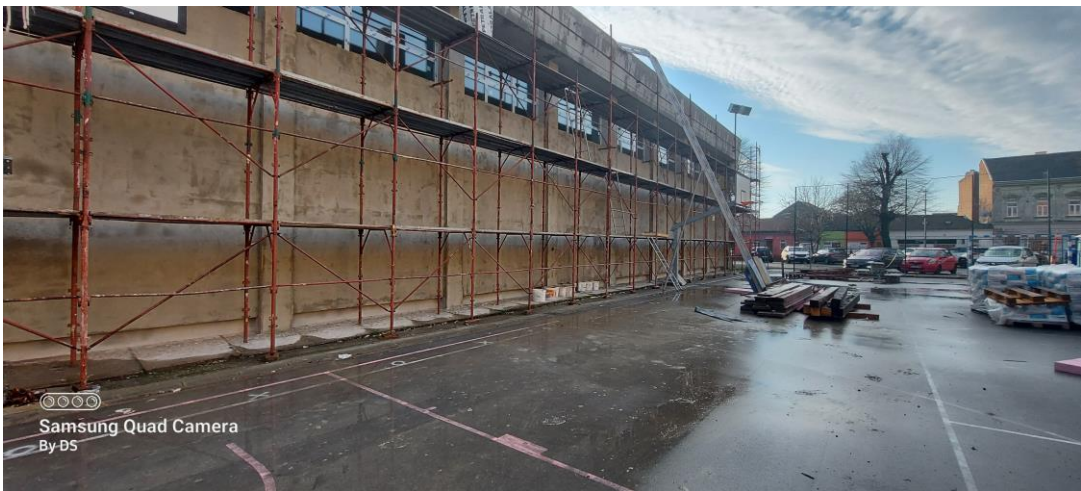
















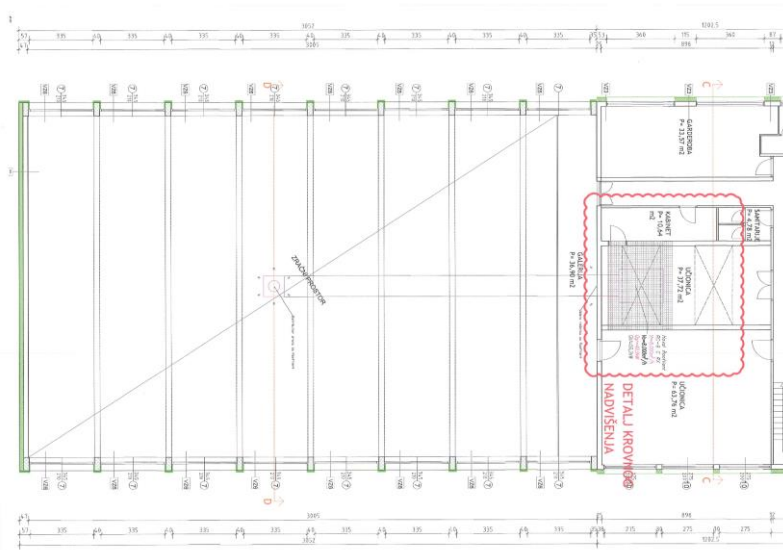


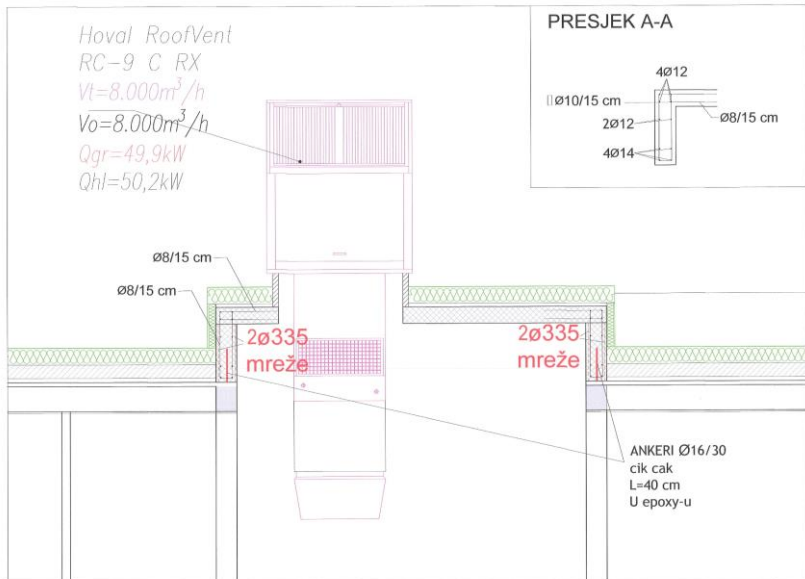
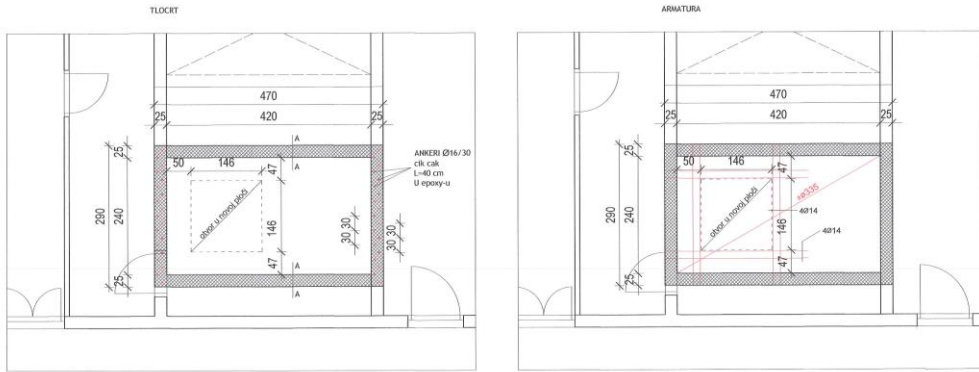






Izvedba krovnog nadvišenja za ugradnju Roofventa





OSNOVA ŠKOLA MARTIJANEC

Projekt energetske obnove-2018. g.

- Izgrađena je 1972 g.
- Bruto površina cca 2.000 m²
- Katnost: prizemlje i kat

POSTOJEĆE STANJE

- Konstrukcija: sistem nosivih zidova od pune opeke 38 cm, sitnobrečasti strop
- Krov: kosi, drveno krovnište
- Ovojnica: fasadna žbuka, bez izolacije



Mjere energetske učinkovitosti

GRAĐEVINSKE MJERE

- toplinska izolacija vanjskih zidova škole-ETICS sustav-kamena vuna d=14 cm;
- toplinska izolacija krova - izo paneli-ispuna mineralna vuna d=15 cm;
- toplinska izolacija stropa škole prema negrijanom tavanu
- zamjena vanjske stolarije s koeficijentom prolaza topline $U < 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, umjesto postojećih drvenih okvira idu aluminijski s prekinutim toplinskim mostom;

Provedbom ovih građevinskih mjera proračunata je ušteda QHnd od 66,62 %, te uštedu CO2 od 52 %

STROJARSKE MJERE

- postojeći kotao zamijenjen plinskim kondenzacijskim uređajima snage 300 kW;
- uvođenje sustava prozračivanja (ventilacije) sa rekuperacijom u učionice i dvoranu. Ušteda energije ostvarena iskorištenjem toplinskog potencijala u odsisnom zraku pomoću rekuperatora topline
- Ugradnja regulacijskih i termostatskih ventila

ELEKTROTEHNIČKE MJERE

- zamijena postojećih svjetiljaka temeljenih na izvorima svjetlosti izrađenim u fluorescentnoj tehnologiji i svjetiljkama sa žarnom niti sa svjetiljkama izrađenim u LED tehnologiji (Izbor LED tehnologije omogućuje značajno smanjenje potrošnje energije, te smanjenje troškova održavanja rasvjete
- ugradnja sustava daljinskog očitavanja potrošnje energije i vode (projekt elektroinstalacija);

Slojevi konstrukcije

VZ1	vanjski zid - škola sastav konstrukcije (iznutra prema van)
	- vapneno-cementna žbuka 2,0 cm - puna opeka 38,0 cm - toplinsko izolacijska žbuka 2,0 cm - polimer-cementno ljepilo 0,5 cm - mineralna vuna 14,0 cm - temeljna žbuka - mrežica od staklenih vlakana - impregnacija i završna dekorativna žbuka
VZ2	vanjski zid - spojni hodnik-slojevi ostaju isti sastav konstrukcije (iznutra prema van)
	- vapneno-cementna žbuka 2,0 cm - šuplja blok opeka 29,0 cm - polimerno cementno ljepilo 0,5 cm - ekspanzirani polistiren (EPS) 5,0 cm - silikatna žbuka 1,0 cm
VZ3	vanjski zid - ulazni hall sastav konstrukcije (iznutra prema van)
	- vapneno-cementna žbuka 2,0 cm - puna opeka 38,0 cm - polimer-cementno ljepilo 0,5 cm - mineralna vuna 14,0 cm - temeljna žbuka - mrežica od staklenih vlakana - impregnacija i završna dekorativna žbuka
ZPT	zid prema tavanu sastav konstrukcije (iz grljanog prema negrijanom)
	- vapneno-cementna žbuka 2,0 cm - puna opeka 38,0 cm - neprovjetravan sloj zraka 5,0 cm - puna opeka 25,0 cm - polimer-cementno ljepilo 0,5 cm - mineralna vuna 14,0 cm - vapneno-cementna žbuka 2,0 cm

ST1	strop prema tavanu - škola sastav konstrukcije (iz grljanog prema negrijanom)
	- vapneno-cementna žbuka 2,0 cm - sitnorebrčasti strop 35,0 cm - parna brana 0,25 mm - mineralna vuna (ispod vezne grede) 5,0 cm - mineralna vuna (između veznih greda) 10,0 cm - OSB ploče 1,8 cm
KK1	kosi krov - škola sastav konstrukcije (iz grljanog prema negrijanom)
	- toplinski paneli sastava: - čelični lim 0,5 mm - IPN QuadCore 10,0 cm - čelični lim 0,4 mm
KK2	kosi krov - spojni hodnik -slojevi ostaju isti sastav konstrukcije (iz grljanog prema negrijanom)
	- toplinski paneli sastava: - čelični lim 0,7 mm - mineralna vuna 10 cm - čelični lim 0,7 mm
RK 1	ravni krov - kod ulaza sastav konstrukcije (iz grljanog prema negrijanom)
	- vapneno-cementna žbuka 2,0 cm - armirani beton 16,0 cm - beton sa pad 1,0 ‰ - parna brana - mineralna vuna (MW) 14,0 cm - geotekstil 300 g/m ² - membrana kao KOSTER ECB 2.0 0,20 cm

• POSTOJEĆE



• NOVO



• POSTOJEĆE



• NOVO



Rekuperacije



OSNOVA ŠKOLA PETRA ZRINSKOG Zagreb, Krajiška 9

Projekt energetske obnove u sklopu obnove od potresa -2018. g

Građevina je u zoni kulturne zaštite Donji Grad

-Izgrađena je 1889 g., nadograđena 1922.
drugim katom i dograđena 1956.g.

-Bruto površina cca 4.800 m²

-Katnost: suteran, prizemlje i 3 kata

POSTOJEĆE STANJE

-Konstrukcija: sistem nosivih zidova od pune
opeke d=45-75 cm

-Krov: kosi višestrešni, drveno krovšte

-Ovojnica: fasadna žbuka, bez izolacije



Stanje građevine nakon potresa

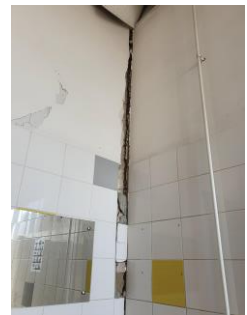
- Zgrada je u velikoj mjeri oštećena potresom-
"Neupotrebljiva"-crvena naljepnica
- Istočni dio (dogradnja iz 1956.g.) u potpunosti se nagnuo i odvojio od starijeg dijela građevine.

U najvišoj točki bio je odvojen 14 cm



Oštećenja od potresa





Zadaci:

Građevinska sanacija

- ojačanje konstrukcije uključivo i temelje
- rušenje dijela dograđenog 1956.g. i nova dogradnja u istim gabaritima
- rekonstrukcija dijela građevine koji se zadržava
- uređenje pročelja prema izvornom iz 1922.g.

Poboljšanje energetske svojstva građevine

- energetska obnova građevine u mjeri u kojoj je to moguće obzirom na konzervatorske smjernice
- izolacija zidova
- izolacija kosog i ravnog krova
- izolacija podova
- izmjena prozora-novi $U_w=1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

Energetska obnova građevine

Dio građevine koji se zadržava:

- Izolacija zidova dijela koji se zadržava-izolacija s unutrašnje strane vanjskih zidova-mineralna vuna $d=10 \text{ cm}$, parna brana, gipskartonske ploče
- Izolacija kosog krova, mineralna vuna, $d=16 \text{ cm}$ između rogova i 6 cm ispod rogova
- Prozori-dvostruki prozori, okvir drvo, vanjsko krilo dvostruko IZO Low-E staklo, $U_w=1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$, unutarnje krilo jednostruko ravno staklo 4 mm

Dio građevine koji se dograđuje:

- Izolacija zidova dogradnje s vanjske strane, mineralna vuna, $d=14 \text{ cm}$
- Izolacija ravnog krova nad dograđenim dijelom, $d=16 \text{ cm}$
- Izolacija poda, mineralna vuna $7+2 \text{ cm}$
- Prozori-jednostruki prozori, okvir aluminijski, ostakljenje trostruko Low-E, $U_w=1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$

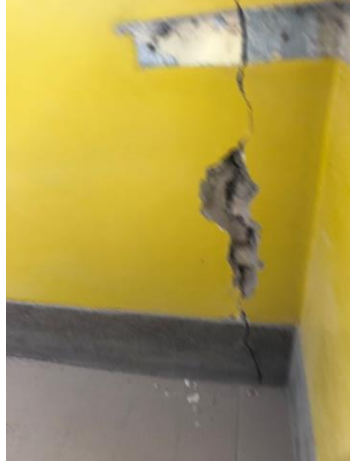
Rezultat energetske obnove škole

- $Q''_{H,nd} = 13,27 \text{ kWh/m}^2\text{a} < Q''_{H,nd \text{ max}} = 14,29 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, - ZADOVOLJAVA
- Energetski razred A

Obnova







Ojačanje zidova armiranim betonom



Ojačanje nadvoja čeličnim profilima







Novo stanje-poslije obnove











