

Prihranki na energentu so naslednji:

- Stroški ELKO pred energetske rekonstrukcijo: 15.667 EUR/a
- Stroški peletov po energetske rekonstrukciji: 4.952 EUR/a
- Prihranki: 10.715 EUR/a

Stroški naložbe v ogrevalni sistem so znašali:

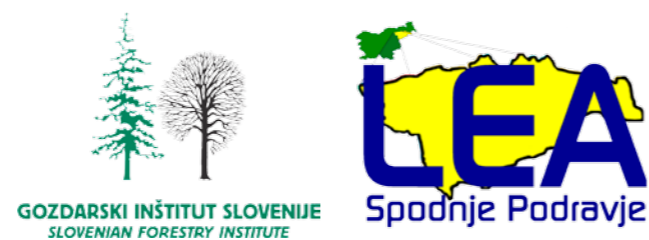
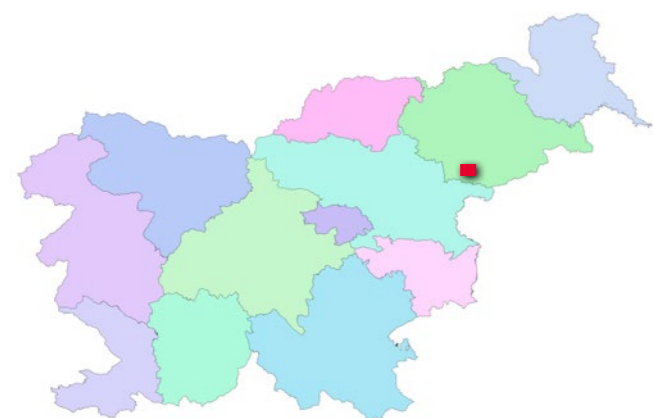
- Kotlovnica na lesne pelete: 97.624,11 EUR
- Energetske knjigovodstvo: 4.519,50 EUR
- Hidravlično uravnoteženje: 8.255,37 EUR
- Skupaj: 110.398,98 EUR

## 5. Okoljski in socialni vidiki, ter vizija podjetja

Občina Makole je z energetske sanacijo OŠ Makole bistveno znižala vpliv na okolje. Energetske sanacije je bila izvedena po logičnem vrstnem redu: najprej so izvedli toplotno izolacijo ovoj stavbe, nato so izvedli hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema in na znižano porabo toplotne energije so dimenzionirali moč toplotnega vira na OVE. Pri tem so vgradili kotel na lesne pelete in na to kotlovnico priključili še novi del šole s športno dvorano.



Občina Makole je sprejela Lokalni energetske koncept, ima izbranega energetskega upravitelja in aktivno izvaja energetske rekonstrukcije svojih javnih objektov ter uvaja OVE. Cilj je, da po energetske sanaciji svojih objektov popolnoma preide na obnovljive vire energije in postane t.i. zelena občina. Občina je tudi podpisnik biomasnega konzorcija v okviru projekta PROFORBIOMED in je pripravljena prevzemati lesno biomaso proizvedeno iz lokalnih virov.



Gozdarski inštitut Slovenije  
Večna pot 2, 1000 Ljubljana  
E-pošta: gte@gozdis.si  
www.gozdis.si | www.facebook.com/gisgte

LEA Spodnje Podravje  
dr. Janez Petek  
Prešernova ulica 18, 2250 Ptuj  
E-pošta: info@lea-ptuj.si

OŠ Makole  
Makole 24, 2321 Makole  
http://os-makole.si/



Za vsebino te publikacije, za katero ni nujno, da odseva mnenje članic Evropske skupnosti, so v celoti odgovorni njeni avtorji. Evropska komisija ni odgovorna za nobeno morebitno uporabo informacij, objavljenih v tej publikaciji.

Avtorji: Janez Petek; Glavna in odgovorna urednica: dr. Nike Krajnc; Izdaja: Gozdarski inštitut Slovenije, Založba: Silva Slovenica; Lektura: Henrik Ciglič; Tehnični urednik: Janko Mikuž

Publikacija je sofinancirana v okviru mednarodnega projekta PROFORBIOMED (1S-MED10-009, MED program)  
Tisk: BIROGRAFIKA BORI d. o. o.; Maj 2014; Naklada: 500 izvodov

# RABA LESNE BIOMASE

## Primer osnovne šole, OŠ Makole

www.proforbiomed.eu



Projet cofinancé par le Fonds Européen de Développement Régional (FEDER)  
Project cofinanced by the European Regional Development Fund (ERDF)





## 1. Ideja

Osnovno šolo sestavlja stari del, ki je zgrajen leta 1890, ter novi del s telovadnico, ki je bil dograjen pred nekaj leti. Stari in novi del imata vsak svojo kotlovnico, ki sta med seboj ločeni.

Za ogrevanje prostorov osnovne šole Makole uporabljajo ekstra lahko kurilno olje. Po izvedeni energetski prenovi starega dela šole in z novim kotlom bodo za celotno šolo s telovadnico prešli na ogrevanje z lesno biomaso.

Občina Makole se je odločila objekt OŠ Makole prijaviti na razpis Sofinanciranje operacij za energetsko sanacijo stavb v lasti lokalnih skupnosti, ki je 85 % sofinanciran iz Kohezijskega sklada. V ta namen je Lokalna energetska agentura Spodnje Podravje iz Ptujia izdelala razširjeni energetski pregled objekta, določila ukrepe racionalne rabe energije in uvedbe obnovljivih virov energije. Energetski pregled je bil tudi osnova za izdelavo PZI projektov in za prijavo na razpis za energetsko rekonstrukcijo objekta.

## 2. Model organiziranosti

Osnovna šola Anice Černejeve Makole je vzgojno izobraževalna ustanova od 1. do 9. razreda. Obsega dva objekta. V starejšem objektu so učilnice in kabineti ter pisarniški prostori. V novem objektu je telovadnica in pomožni prostori. Oba objekta sta med sabo fizično povezana, vendar sta imela ločeni sistem ogrevanja.

Organi zavoda OŠ so svet zavoda, ki ga predstavljajo trije predstavniki staršev in 3 predstavniki zaposlenih ter svet staršev. Strokovni organi OŠ so učiteljski zbor, razredniki, oddelčni učiteljski zbor in strokovni aktiv. Šolski okoliš zajema naslednja naselja: Makole, Stranske Makole, Jelovec, Dežno, Globoko, Stari grad, Pečke, Mostečno, Ložnica, Stopno, Štatenberg, Varoš, Savinsko, Strug in Hrastovec (od hišne številke 8 do hišne številke 24).

Pomožno osebje šole zajema tehnične delavce: hišnika, dve kuharici in čistilko. Hišnik upravlja s tehničnimi sistemi, kot so vodovod in kanalizacija, elektro energetski sistem in sistem ogrevanja ter prezračevanja.



Obratovalne in druge stroške osnovne šole pokriva Občina Makole. Občina Makole je želela obratovalne stroške znižati, predvsem stroške energije, obenem pa je želela stari del energetsko sanirati, tako da dobi OŠ enovito novo podobo.

Povprečna poraba električne energije za obdobje zadnjih treh let je bila 61,84 MWh/a, stroški pa so znašali 8.314 EUR/a. Povprečna poraba ELKO v enakem obdobju je 21.764 L/a, stroški so 15.667 EUR/a. Povprečna poraba vode je bila 671 m<sup>3</sup>/a oz. 647 EUR/a (preglednica 1).

Preglednica 1: Poraba električne energije, ELKO in vode v OŠ Makole.

Leto	Električna energija		ELKO		Voda	
	(kWh/a)	Stroški (EUR/a)	(L/a)	Stroški (EUR/a)	(m <sup>3</sup> /a)	Stroški (EUR/a)
2009	36.970	6.513	24.563	13.407	697	816
2010	70.171	9.235	20.980	15.520	600	668
2011	78.370	9.196	19.749	18.074	716	459
SKUPAJ	185.511	24.943	65.292	47.001	2.013	1.942
POVPREČNO	61.837	8.314	21.764	15.667	671	647

Celotna ogrevalna ploščina osnovne šole je 1.981 m<sup>2</sup>, energijsko število je 113 kWh/(m<sup>2</sup>·a). Za primerjavo pogledimo energijsko število drugih objektov (preglednica 2).

Preglednica 2: Razredi energijske učinkovitosti stavb.

Energijski razred	Poraba v kWh/(m <sup>2</sup> ·a)	Opis objekta
A1	od 0 do 10	Pasivna zgradba
A2	od 10 do 15	
B1	od 15 do 25	Nizko energijska zgradba
B2	od 25 do 35	
C	od 35 do 60	Varčna zgradba
D	od 60 do 105	Povprečna zgradba
E	od 105 do 150	
F	od 150 do 210	Potratna zgradba
G	od 210 do 300 in več	Zelo potratna zgradba

### Kotlovnica

Osnovna šola se je ogrevala z ogrevalnim sistemom na ekstra lahko kurilno olje (ELKO). Rezervoar za kurivo je bil kovinski velikosti 8.000 litrov in se je nahajal v ločenem prostoru kurilnice

V kotlovnici, ki je v kleti šole, je bil vgrajen toplovodni kotel KIV tip S01-350 z nazivno močjo 350 kW in letom izdelave 1996. Kotel je bil opremljen z gorilnikom Weishaupt tip DK 07 – 2/3 in letom izdelave 1998.

Za toplovodni razvod so bile na ogrevalni veji vgrajene obtočne črpalke s pripadajočo regulacijo. Regulacija toplotnih tokov je bila izvedena z zunanjim temperaturnim tipalom in s časovnimi regulatorji SELTRON, tipa HRD 10 UB.

Za ogrevanje sanitarne vode v osnovni šoli je bil v skladiščnem prostoru kuhinje vgrajen grelnik sanitarne vode Lentherrm STČ 304 prostornine 290 litrov in električni grelnik vode Gorenje Tiki TG 80, prostornine 80 litrov. Topla sanitarna voda se porablja samo v kuhinji. Ogrevni medij za ogrevanje sanitarne tople vode v času kurilne sezone je bila ogrevalna voda iz sistema centralnega ogrevanja. Izven kurilne sezone so sanitarno vodo ogrevali s toplotno črpalko zrak/voda Termotekhnika tip TČ 2P – SP.

### Radiatorski sistem

V objektu osnovne šole Makole je ogrevanje prostorov izvedeno z radiatorskim ogrevanjem. Vgrajeni so ploščni in rebriasti jekleni radiatorji. Za regulacijo so uporabljali tako navadne zaporne in termostatske regulacijske ventile. Skupno je v objektu šole vgrajenih 39 ploščnih in 51 rebriastih radiatorjev z navadnimi zapornimi ventili. Skupna vgrajena moč radiatorjev je 282 kW.

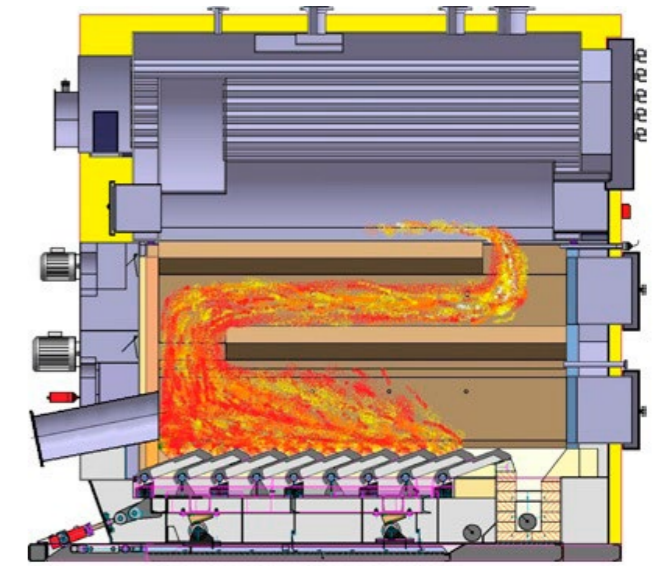
## 3. Tehnologija

Obstoječo klet, kjer je bila kotlovnica, so gradbeno obnovili in vgradili WV term Bioflamm kotel SRF RK 300 z naslednjimi lastnostmi:

- Vrsta goriva: .....peleti
- Minimalna izhodna moč: .....90 kW
- Nazivna izhodna moč: .....300 kW
- Izkoristek: .....89 %.

WV term Bioflamm kotel SRF RK 300 je v prvem in drugem vleku obzidan s kvalitetno proti ognju odporno šamotno opeko. Kvalitetne pomične transversalne rešetke iz 24 % kromove legirane zlitine zagotavljajo dolgo življenjsko dobo in kakovost zgorevanja na rešetkah. Kotel ima velik zgorevalni prostor s prvim obratom vročih dimnih plinov preko goriva, kar omogoča predušenje goriva. Na prednji strani kurišča so vgrajeni ventilatorji za primarni in sekundarni zrak. Zrak prihaja v zgorevalni proces po posebnem sistemu kanalov in šob za vpihanje, s tem dosežemo vrtnčenje dimnih plinov in tako še izboljšamo zgorevanje. Dobro dimenzioniran drugi vlek služi tudi za odlaganje velikih delcev lebdječega pepela. Na kurišča kotlov so vgrajeni ležeči toplotni izmenjevalniki. Tri vlečni toplotni izmenjevalniki imajo vgrajene kanale za prvi obrat vročih dimnih plinov, druga dva obrata potekata skozi cevne registre. Veliki površinsko dimenzionirani vleki – horizontalni cevni paketi zagotavljajo kotlu nizko temperaturo dimnih plinov pri visokem izkoristku. Kotel ima vgrajena termična varovala, ki ščitijo kotel pred pregrevanjem. Horizontalne cevi toplotnih izmenjevalnikov se pnevmatsko čistijo po posebnem programu. Revizijsko čistilna vrata so nameščena čelno zgoraj in spodaj ter omogočajo lahek dostop za čiščenje horizontalnih vlekov. Kotel ima vgrajen sistem za avtomatsko čiščenje in odvajanje pepela. Zunaj kotla lahko vgradimo avtomatsko odstranjevanje pepela, tako da pepel vodimo direktno v komunalni kontejner za pepel. V standardni izvedbi kotel obratuje z nadtlakom 3 bare in delovno temperaturo pred toka 120 °C.

Kotel je standardno obzidan s šamotno opeko A 60, ki je odporna na visoke temperature. Kotel ima poseben sistem dovajanja primarnega in sekundarnega zraka. Sekundarni zrak prihaja po posebnih kanalih v ohišju kurišča s šobami skozi šamotno oblogo v oba vleka.



Dodajanje primarnega in sekundarnega zraka usmerja regulacija preko zvezne regulacije ventilatorjev. Celotno napravo usmerja mikroprocesorska regulacija preko podatkov, ki jih pošiljajo lambda sonda in temperaturna tipala. Regulacija usmerja tako zgorevalni proces kot vse periferne enote, od odjema lesne mase iz silosa do čiščenja dimnih plinov. V standardni obseg dobave mikroprocesorske regulacije spada sistem za klicanje 6 telefonskih števil v primeru zastoja katere koli komponente naprave. Možno je vgraditi tudi nadzorni sistem za krmiljenje na daljavo in z vpogledom v zgorevalni sistem in nadzor perifernih enot. Na izstopu dimnih plinov iz kotla je vgrajen ciklon za ločevanje pepela.

Kotel je povezan z zalogovnikom AT3000 s prostornino 3050 L in služi za shranjevanje presežka toplotne energije kotla in za enakomerno regulirano dovajanje toplote do porabnikov.

Izvedene so štiri ogrevalne veje, ki so opremljene z merilniki porabljene toplote ALLMESS CF Echo II, ki so povezani z ustreznim programskim orodjem za izvajanje energetskega knjigovodstva, ki ga je razvila LEA Spodnje Podravje.

## 4. Ekonomski vidik naložbe

Občina Makole je za energetsko sanacijo osnovne šole, ki je zajelo ovoj stavbe (toplotno izolacijo podstrešja, fasade in stavbno pohištvo), posodobitev ogrevalnega sistema (novo kotlovnico na pelete, razvod ogrevalne vode in temperaturno regulacijo ogrevanja, hidravlično uravnoteženje ogrevalnega sistema) in posodobitev elektroenergetskega sistema (rekonstrukcijo razsvetljave ter vgradnjo frekvenčno vodenih črpalk) sofinanciralo iz Kohezijskega sklada v višini 85 %. 15 % upravičenih stroškov, stroške DDV in neupravičene stroške je občina pokrila iz lastnih virov.

Energijsko število pred energetsko sanacijo je znašalo 113 kWh/(m<sup>2</sup>·a) in po sanaciji 58 kWh/(m<sup>2</sup>·a), kar znaša kar 48 % znižanje rabe toplotne energije.