

Inteligentni energetska menadžment i promocija obnovljivih izvora energije

INER

LOKALNA TIPOLOGIJA STAMBENIH ZGRADA NA
PODRUČJU PRIJESTONICE CETINJE:

LISTA MJERA ZA POVEĆANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI STAMBENIH ZGRADA



*Projekat je sufinansiran sredstvima EFRR i IPA II fondova Evropske unije.
Ova publikacija je sufinansirana sredstvima Evropske unije. Sadržaj ove
publikacije je isključiva odgovornost Prijestonice Cetinje i ni u kom slučaju
ne predstavlja stanovišta Evropske unije.*



DETALJI PROJEKTA

Program	Interreg IPA Program prekogranične saradnje Hrvatska - Bosna i Hercegovina - Crna Gora 2014. – 2020.
Programski prioritet	Zaštita prirode i okoline, poboljšanje prevencije rizika i promovisanjenje održive energije i energetske efikasnosti
Specifični cilj prioriteta Programa	Promocija korištenja obnovljivih izvora energije i energetske efikasnosti
Akronim projekta	INER
Naziv projekta	INTELIGENTNI ENERGETSKI MENADŽMENT I PROMOCIJA OBNOVLJIVIH IZVORA ENERGIJE
Broj projekta	413
Ukupan Budžet	1.154.867,72 €
Finansirano od EU (85%)	981.637,54 €
Ime glavnog partnera	Grad Ilok
Trajanje projekta	30 mjeseci
Datum početka	01.07.2020
Datum završetka	31.12.2022

PROJEKTI PARTNERI

Glavni partner	Grad Ilok (City of Ilok)
Partner 2	LIR Evolucija (LIR Evolution)
Partner 3	Opština Laktaši (Municipality of Laktaši)
Partner 4	Agencija za lokalnu demokratiju (Local Democracy Agency Montenegro)
Partner 5	Udruga EU Centar (NGO EU Centar)
Partner 6	Prijestonica Cetinje (Old Royal Capital Cetinje)



Opis projekta

Glavni cilj:

Promocija korištenja obnovljivih izvora energije, energetske efikasnosti i inteligentne upotrebe energije (energetski menadžment) u Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini i Crnoj Gori kroz jačanje znanja, povećanje svijesti, edukaciju i implementaciju pokaznih akcija na javnim objektima.

Specifični ciljevi projekta:

1. Promovisati korištenje obnovljivih izvora energije i poboljšanje energetske efikasnosti u programskom području kako bi se podigla svijest o pametnom korištenju energije i pravilnom upravljanju energijom kao osnovama održivog razvoja;
2. Povećati znanje i kompetencije javnih institucija u pametnom upravljanju energijom te izvršiti prenos iskustava o energetske efikasnosti i obnovljivim izvorima energije u interaktivnoj prekograničnoj saradnji;
3. Povećati korištenje obnovljivih izvora energije i energetske efikasnost u javnim zgradama kroz realizaciju 6 pokaznih akcija i prenos praktičnih i stručnih iskustava u okviru programa.

Planirani rezultati projekta:

1. 6 pokaznih akcija energetske efikasnosti i obnovljivih izvora energije
2. 6 lokalnih tipologija stambenih zgrada s preporučenim mjerama za povećanje energetske efikasnosti
3. 12 scenarija za poboljšanje energetske efikasnosti
4. 30 energetskih pregleda javnih zgrada
5. 6 treninga energetskog menadžmenta
6. nabavka 6 softvera za energetski menadžment
7. 6 treninga u radu sa softverom za energetski menadžment
8. 6 treninga za profitabilnost mjera energetske efikasnosti
9. 6 treninga praktičnih mjera
- 10.3 analize izvora finansiranja
- 11.promotivne kampanje
- 12.1 projektni video
- 13.6 promotivnih događaja i
- 14.3 prekogranične konferencije



**Konsultant na izradi Lokalne tipologija stambenih zgrada Prijestonice
Cetinje:**

Žarko Despotović, dipl.ing.maš.

email: zarko.despotovic@dencon.me



Sadržaj

1. Uvod.....	1
2. Mjere za povećanje energetske efikasnosti stambenih zgrada	2
2.1. Mjere unapređenja elemenata termičkog omotača zgrade - građevinske mjere.....	3
2.1.1. Toplotna izolacija spoljašnjih zidova	4
2.1.2. Toplotna izolacija unutrašnjih zidova između grijanog i negrijanog prostora	6
2.1.3. Toplotna izolacija zidova ispod površine zemlje	7
2.1.4. Toplotna izolacija međuspratne konstrukcije ka negrijanom potkrovlju	8
2.1.5. Toplotna izolacija kosog krova	9
2.1.6. Toplotna izolacija podova na tlu	10
2.1.7. Toplotna izolacija podova iznad negrijanih i grijanih prostorija	11
2.2. Zamjena i sanacija fasadnih prozora i vrata	12
3. Mjere unapređenje grejnog sistema.....	14
3.1. Zamjena kotlova ili peći na drva modernim pirolitičkim kotlovima na drvo sa visokim stepenom korisnosti	15
3.2. Zamjena kotlova ili peći na drva modernim kotlovima na pelet sa visokim stepenom korisnosti	16
3.3. Regulacija temperature u prostoriji	17
3.4. Zamjena postojećih generatora toplote visokotemperaturnom toplotnom pumpom vazduh/voda	18
4. Korištenje obnovljivih izvora energije.....	21
4.1. Zamjena individualnih električnih bojlera solarnim sistemom uz upotrebu električne energije za dogrijavanje.....	21
4.2. Solarni fotonaponski sistemi.....	22
4.3. Mjere u potrošnji električne energije.....	24



1. Uvod

U okviru projekta INER - Inteligentni energetska menadžment i obnovljivi izvori energije urađena je lokalna tipologija stambenih zgrada Prijestonice Cetinje. Projekat INER ima za cilj promociju korištenja obnovljivih izvora energije, energetske efikasnosti i inteligentne upotrebe energije (energetski menadžment) u programskom prekograničnom području Bosne i Hercegovine, Hrvatske i Crne Gore kroz jačanje znanja, povećanje svijesti, edukaciju i implementaciju demonstrativnih akcija na javnim objektima na ciljnoj teritoriji kroz promociju, podizanje svijesti, unaprjeđenje znanja i vještina, te omogućavanje razmjene znanja i iskustava najboljih praksi između projektnih partnera.

Između ostalih projektnih aktivnosti kao popratni dokument pri izradi Lokalne tipologije stambenih zgrada na području Prijestonice Cetinje, napravljen je dokument pod nazivom Lista mjera za povećanje energetske efikasnosti stambenih zgrada, karakterističnih za područje Prijestonice.

Ovaj dokument predstavlja rezultat dijela aktivnosti u okviru INER projekta na izradi liste mogućih mjera energetske efikasnosti karakterističnih za stambene zgrade na području Prijestonice Cetinje.



2. Mjere za povećanje energetske efikasnosti stambenih zgrada

Stanogradnja u Prijestonici je doživjela svoju ekspanziju šezdesetih, sedamdesetih i osamdesetih godina dvadesetog vijeka. Tada je kao i u svim dijelovima bivše SFRJ počela izgradnja višespratnih stambenih objekata, a imperativ u gradnji je bio da se za što kraće vrijeme i na najjeftiniji način stambeno zbrine što veći broj ljudi, dok se malo pažnje posvećivalo energetskej efikasnosti objekata.

Jedna od karakteristika velikog dijela stambenog fonda u Crnoj Gori je neracionalno velika potrošnja svih tipova energije, prvenstveno za grijanje, a u posljednje vrijeme zbog porasta srednjih temperatura tokom ljetnjih mjeseci, i za hlađenje zgrada. Visok nivo potrošnje energije za grijanje posledica je nedovoljne toplotne zaštite zgrada. Postoje brojne aktivnosti kojima se može uštedjeti energija, ali bilo koji korak preduzet u tom pravcu podrazumijeva veće ili manje finansijske troškove.

Energetskom obnovom starih kuća i zgrada, naročito onih građenih prije 1980. godine, moguće je postići uštedu u potrošnji toplotne energije od preko 60 posto.

Troškovi instalacije sistema za centralno grijanje i promjena cijena energenata, trenutno značajno utiču na porodični budžet građana.

Primjenom različitih mjera moguće je poboljšati energetske efikasnost, pri čemu treba voditi računa o finansijskim efektima primijenjenih mjera. Svaka zgrada, bilo nova ili postojeća, može se dovesti na nivo koji je blizak niskoj potrošnji, ali su često investiciona ulaganja visoka i nisu ekonomski isplativa. Zato je potreban sistematičan pristup prilikom izbora mjera koje će dovesti do smanjenja potrošnje energije u zgradi na godišnjem nivou, a sa druge strane biti isplative i imati „razuman“ period povrata investicije.

Primjena svake pojedinačne mjere zavisi od trenutnog ukupnog stanja u kome se zgrada nalazi. Ako je zgrada građena u periodu kada nije bilo propisa o termičkoj zaštiti, čest je slučaj da su spoljni zidovi, krov, kao i konstrukcije ka negrijanim prostorima izvedeni bez toplotne izolacije. U tim slučajevima obavezno se razmatra poboljšanje toplotne izolovanosti omotača zgrade, kao i sanacija ili zamjena prozora u cilju smanjenja transmisionih i ventilacionih gubitaka objekta. Ukoliko se analizom obuhvati i zamjena generatora toplote i rekonstrukcija sistema grijanja, onda će predviđena mjera poboljšanja omotača rezultirati manjim kapacitetom novog izvora toplote i manjom površinom grejnih tijela u zgradi.



2.1. Mjere unapređenja elemenata termičkog omotača zgrade - građevinske mjere

Ahitektpnsko-građevinske mjere koje se najčešće primjenjuju u cilju poboljšanja toplotnih karakteristika omotača kondicioniranog dijela zgrade jesu:

- toplotna izolacija spoljašnjih zidova,
- toplotna izolacija unutrašnjih zidova u dodiru sa negrijanim prostorom,
- toplotna izolacija međuspratnih konstrukcija u dodiru sa negrijanim prostorom u zgradi (tavanski ili podrumski prostori),
- toplotna izolacija kosih krovova¹,
- toplotna izolacija konstrukcija u dodiru sa tlom,
- zamjena spoljašnjih prozora i vrata efikasnijim elementima.

Ova grupa mjera ima zadatak da smanji energetske potrebe zgrade, ali neće nužno dovesti i do smanjenja potrošnje energije ukoliko se tehnički sistemi ne prilagode novonastalim uslovima.

Vrste i debljine termoizolacionih materijala

Toplotnu zaštitu u prostorijama za stanovanje određuje otpor na prolaz toplote kroz građevinske konstrukcije koje predstavljaju dio omotača kondicioniranog dijela prostora. Prenošenje toplote se uglavnom vrši kroz višeslojne zidove. Toplota prelazi sa više na nižu temperaturu. Zimi i u hladne dane iznutra ka spolja, a ljeti uglavnom spolja ka unutra. Prenos toplote kroz elemente objekta se ostvaruje zračenjem (radijacijom), strujanjem (konvekcijom) i provodjenjem (kondukcijom). Prenos toplote kroz jednoslojne zidove se uglavnom ostvaruje kondukcijom.

Kada su u pitanju materijali koji se koriste za termoizolaciju stambenih objekata, u Crnoj Gori uopšte, kao i u Prijestonici Cetinje, najzastupljeniji su proizvodi napravljeni na bazi polistirola ekspanzirani polistiren EPS i ekstrudirani polistiren XPS, kao i mineralnih vlakana (staklena i kamena mineralna vuna), te poliuretan, odnosno poliuretanska pjena.

Na tržištu Crne Gore postoje kvalitetne mineralne izolacije koje se karakterišu dobrim svojstvima i širokim poljem primjene. Pored osnovnih proizvoda od materijala sa niskom toplotnom provodljivošću, u ponudi postoji i obiman prateći program koji zajedno sa njima čini kompletne sisteme za postizanje optimalnih uslova komfora ili visokih karakteristika energetske efikasnosti. Ovdje spadaju razni sistemi i sredstva

¹ Stambenih objekata sa ravnim krovom u Prijestonici nema, te u ovoj listi nije ni razmatrana opcija toplotne izolacije ravnih krovova.



za postavljanje termoizolacije, malteri, ljepkovi, potkonstrukcije, zatim zaptivne trake, rabić-mreže za ojačavanje završnog fasadnog sloja preko termoizolacije, posebno dizajnirani ankeri i sredstva za njihovo čvrsto postavljanje uz neutralizaciju pojave hladnih mostova. Na tržištu Crne Gore su prisutni vodeći evropski proizvođači termoizolacionih materijala koji imaju široku paletu proizvoda.

Najčešći termoizolacioni materijal koji se koristi na teritoriji Crne Gore je ekspanzirani polistiren-EPS, poznatiji kao stiropor, a koristi se zbog dobrih termoizolacionih svojstava čiji je koeficijent toplotne provodnosti $\lambda=0,035-0,041$ W/(m·K), pristupačne cijene i jednostavne ugradnje. Koristi se najviše kao toplotna zaštita u svim spoljnim konstrukcijama, ali i kao plivajući pod kod međuspratnih konstrukcija. Ima znatno slabija protivpožarna svojstva od kamene vune, i nije otporan na temperature više od 80°C.

Za toplotnu zaštitu podrumskih zidova često se koristi ekstrudirani polistiren XPS (poznatiji kao „stirodur“). XPS je najčešće obojen u plavo ili ružičasto, za razliku od bijelog ekspaniranog polistirena EPS.

Mineralna vuna - kamena i staklena, dobar je toplotni izolator sa koeficijentom toplotne provodnosti $\lambda=0,035-0,041$ W/(m·K), što je svrstava među najbolje toplotne izolatore. To je izolacioni materijal mineralnog porijekla namijenjen za toplotnu, zvučnu i protivpožarnu izolaciju. Takođe, mineralna vuna ima visoku otpornost na požar, paropropusna je i djelimično vodootporna. Otporna je na starenje i raspadanje, kao i na mikroorganizme i insekte. Koristi se u svim spoljnim konstrukcijama za toplotnu zaštitu, a u pregradnim zidovima i za zvučnu zaštitu. Jedino mjesto gdje se ne preporučuje je za izolaciju zidova pod zemljom.

Osim navedenih materijala poliuretanska pjena takođe se dosta koristi, naročito pri sanacijama krovova. Ima još bolja toplotna izolaciona svojstva pa λ iznosi između 0,020–0,035 W/(m·K). Otporna je na vlagu i temperaturne promjene. Međutim, znatno je skuplja od prva dva navedena materijala, te zbog toga nije u široj primjeni.

2.1.1. Toplotna izolacija spoljašnjih zidova

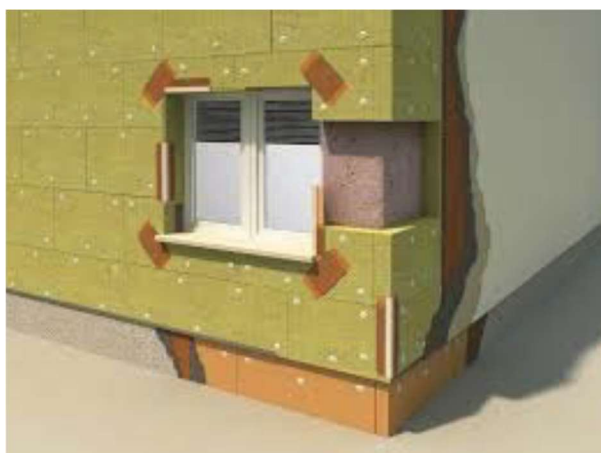
Prilikom energetske sanacije objekata toplotna svojstva zidova mogu se poboljšati isključivo sanacijom omotača kondicioniranih dijelova omotača objekta. Termoizolacija se može postaviti sa unutrašnje ili spoljašnje strane zida, mada je zbog postizanja boljeg izolacionog efekta i uštede korisnog prostora unutar objekta bolje izolaciju postaviti sa spoljne strane zida objekta. Takođe treba obratiti pažnju na pravilno postavljanje parne brane kako bi se izbjegla pojava kondenzata u okviru

strukture fasadnih zidova kao i nepovoljnog uticaja koji se javlja na toplotnim mostovima ukoliko ih ima, a koje za posledicu mogu imati pojavu buđi.

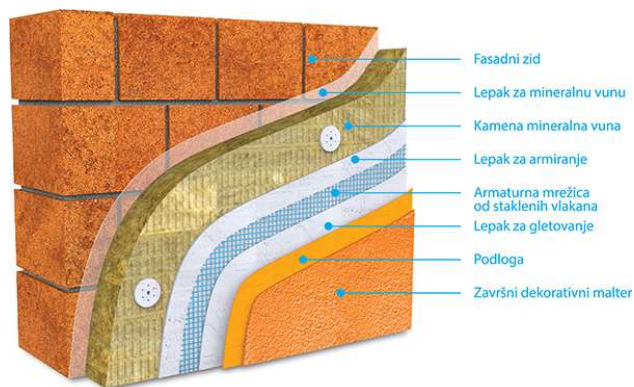
U cilju ispunjenja minimalnih uslova trenutno važećih propisa u Crnoj Gori za II klimatsku zonu, u kojoj se nalazi Prijestonica, u klasičnom sistemu gradnje, uglavnom je za nove i stambene zgrade pri rekonstrukciji, dovoljno oblaganje spoljašnjih zidova toplotnom izolacijom minimalne debljine 5–7 cm (pri $\lambda = 0,041 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$), ali je opšta preporuka da debljina, termoizolacionog materijala spoljnih zidova ne bude ispod 10 cm. Ipak, imajući u vidu životni vijek stambene zgrade i opšti trend permanentnog rasta cijene energije i energenata, poželjno je da se iznađu mogućnosti kako bi se fasadni zidovi obložili izolacionim materijalom debljine 15 i više centimetara.

Za toplotnu izolaciju spoljašnjih zidova objekata se uopšteno govoreći, koriste različiti materijali, dok se na teritoriji Crne Gore uglavnom koriste tvrdo presovane ploče ekspaniranog polistirena – EPS u vidu tzv. „demit“ fasade, a rjeđe kamena ili mineralna vuna.

Toplotna izolacija spoljašnjeg zida uglavnom podrazumijeva dodavanje sloja termoizolacionog materijala sa spoljašnje strane zida, slike 1 i 2. U Prijestonici Cetinje su najzastupljeniji objekti kod kojih je izvodljiva kontaktna fasada.



Slika 1: Izgled kontaktne fasade



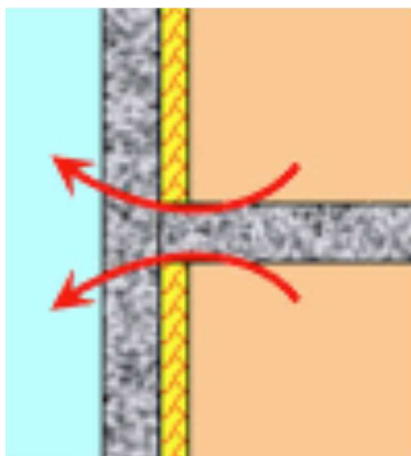
Slika 2: Izgled strukture kontaktne fasade

Kontaktna fasada, izvodi se tako što se termoizolacioni materijal pričvršćuje za noseću fasadu polimerno-cementnim ljepkom i dodatno učvršćuje mehaničkim pričvršćivačima. Nakon termoizolacije postavlja se polimerno-cementni ljepak u koji se utiskuje tekstilnostaklena mrežica (alkalno otporna) i ponovo se premazuje polimernocementnim ljepkom. Nakon sušenja nanosi se impregnirajući premaz kako bi se površina ujednačila. Kao završni sloj za tankoslojni sistem koriste se silikatni,

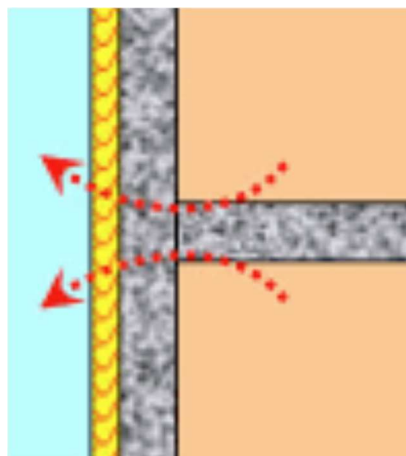
silikonski, silikonsko-silikatni ili akrilatni završni sloj minimalne veličine zrna 1,5 mm u 2 nanošenja.

Ugradnja termoizolacije sa unutrašnje strane zida, nepovoljna je sa stanovišta građevinske fizike, ali i sa finansijskog aspekta jer je potrebno dodatno riješiti problem difuzije vodene pare, ispuniti strožije protivpožarne zahteve i sl.

Pojava toplih (hladnih) mostova u direktnoj je korelaciji sa izolovanjem spoljašnjih zidova. Toplotni most je manje područje u omotaču grijanog dijela zgrade kroz koje je toplotni protok povećan zbog promjene materijala, debljine ili geometrije građevinskog dijela. Zbog smanjenog otpora toplotne propustljivosti u odnosu na tipični presjek konstrukcije, temperatura unutrašnje površine pregrade na toplotnom mostu manja je nego na ostaloj površini što povećava opasnost od kondenzacije vodene pare.



Slika 3: Termoizolacije sa unutrašnje strane - pojava toplotnog mosta



Slika 4: Termoizolacije sa unutrašnje strane - pojava toplotnog mosta

2.1.2. Toplotna izolacija unutrašnjih zidova između grijanog i negrijanog prostora

Toplotno izolovanje zidova prema negrijanom stepeništu ili drugim negrijanim prostorima (ka negrijanom stepeništu ili hodniku, podrumu, ostavama i itd.) najčešće se radi u zgradama kolektivnog stanovanja. U individualnim kućama, uglavnom se odnose na zidove ka garažama koje se ne griju.

Po pravilu, intervenciji se pristupa sa spoljašnje (stepenišne) strane, a sa unutrašnje strane se radi u krajnjoj nuždi. Toplotna izolacija izvodi se najčešće pločama EPS-a i može značajno doprinijeti smanjenju ukupnih gubitaka toplote.

U cilju ispunjenja minimalnih uslova trenutno važećih propisa u Crnoj Gori za II klimatsku zonu u kojoj se nalazi Prijestonica, u klasičnom sistemu gradnje, uglavnom

je za nove i stambene zgrade u rekonstrukciji, dovoljno oblaganje zidova ka negrijanom stepeništu i negrijanim prostorijama toplotnom izolacijom minimalne debljine 5-6 cm koeficijenta toplotne provodnosti $\lambda = 0,041 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.

Osnovni kriterijum za procjenu realnosti izvođenja dodatne termoizolacije na ovoj poziciji je raspoloživi prostor, naročiti postojeća širina stepenišnog kraka. To znači da nije dozvoljeno suziti svjetlu širinu prolaza, na dimenziju ispod propisima dozvoljene (obično 120 cm, ali zavisi i od spratnosti, odnosno kapaciteta evakuacionog puta). Mora se voditi računa i o mehaničkim oštećenjima, tako da enterijerska zaštita dodate termoizolacije mora biti usklađena sa propisima. To praktično isključuje tankoslojne maltere, a kao rješenje se nameću ploče na bazi cementa, montirane na podkonstrukciju (suva montaža), ili malterisanje debeloslojnim malterom (ankerovanje armaturne mreže, rabiciranje, višeslojno malterisanje).



Slika 5: Toplotna izolacija zidova ka negrijanom prostoru

2.1.3. Toplotna izolacija zidova ispod površine zemlje

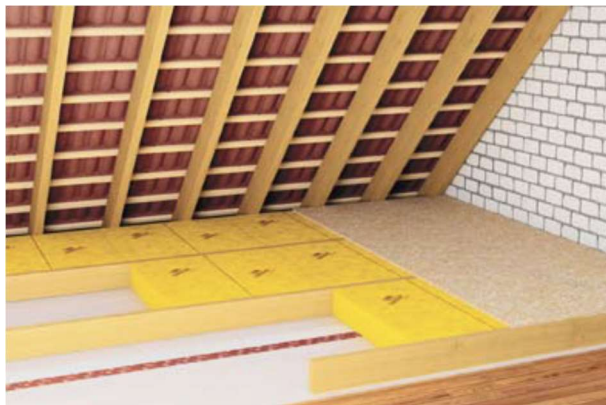
Toplotna izolacija zidova ispod površine zemlje, najčešće se odnosi na toplotnu izolaciju podrumskih zidova, kao i svih ostalih građevinskih konstrukcija zgrade koji su u kontaktu sa vlažnom zemljom. Kako je hidroizolacija za vrijeme gradnje ili zbog kasnijih uticaja izložena mehaničkim oštećenjima, hidroizolacioni sloj grijanih i negrijanih podrumskih prostora potrebno je toplotno izolovati slojem čvrste, vodootporne toplotne izolacije od ekstrudiranoga polistirena – XPS-a, koja odgovara zahtjevima ugradnje ispod nivoa terena za postizanje trajne mehaničke čvrstoće i energetske efikasnosti.

U cilju ispunjenja minimalnih uslova trenutno važećih propisa u Crnoj Gori za II klimatsku zonu u kojoj se nalazi Prijestonica, za toplotnu izolaciju zidova ispod površine zemlje dovoljna debljina toplotne izolacije koeficijenta toplotne provodnosti $\lambda = 0,041 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, iznosi minimalno debljine 7 cm.

2.1.4. Toplotna izolacija međuspratne konstrukcije ka negrijanom potkrovlju

Kod zgrada gdje je to tehnički moguće i logično rješenje, predlaže se postavljanje termoizolacije međuspratne konstrukcije prema negrijanom tavanskom prostoru, kao i kod individualnih objekta kod koji se tavanski prostor ne koristi za boravak. Ukoliko prostor ispod kosog krova nije namijenjen za korišćenje (tavanski prostor), odnosno nije prostor koji se grije, tada je potrebno toplotnu izolaciju postaviti sa gornje strane poslednje međuspratne konstrukcije. Posmatrano na nivou cijele zgrade, učešće ove pozicije u toplotnim gubicima je veoma malo, te se i poboljšanja slabo odražavaju na ukupan energetski bilans zgrade. Za stanove koji se nalaze neposredno ispod ovakve konstrukcije, međutim, svako poboljšanje termoizolacije daje velike benefite. Prilikom intervencija na ovim elementima, vlasnicima ovih stambenih jedinica može biti u interesu da sami finansiraju postavljanje debljeg termoizolacionog sloja od onog koji je neophodan da bi se ispunio zakonski minimum.

Za toplotnu izolaciju međuspratne konstrukcije ka negrijanom tavanu treba koristiti nezapaljive i paropropusne termoizolacione materijale, kao što je mineralna vuna, bilo u rolnama ili pločama.



Slika 6: Toplotna izolacija međuspratne konstrukcije ka negrijanom tavanskom prostoru

U cilju ispunjenja minimalnih uslova trenutno važećih propisa u Crnoj Gori za II klimatsku zonu, za toplotnu izolaciju kosog krova, dovoljna debljina toplotne izolacije koeficijenta toplotne provodnosti $\lambda = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, iznosi minimalno debljine 10 cm. Preporučena debljina termoizolacionog materijala za toplotnu izolaciju kosog krova veća je od preporučene izolacije za fasadne zidove i preporučuje se da ne bude ispod 15 cm.

2.1.5. Toplotna izolacija kosog krova

Kada potkrovlje predstavlja zagrijavanu etažu, odnosno prostor u kojem ljudi konstantno borave, onda je neophodno da se taj prostor dobro toplotno izoluje - kao bilo koji drugi prostor u objektu u kojem ljudi borave. Energetska sanacija krova kao netransparentne pregrade u vidu dodavanja toplotne izolacije u krovnoj površini iznad grijanog prostora, takođe znatno smanjuje toplotne gubitke, ali i dobitke.

Za toplotnu izolaciju kosih krovova treba koristiti nezapaljive i paropropusne termoizolacione materijale, kao što je mineralna vuna.

Kod kosih krovova, odnosno stanova u potkrovnom prostoru, najčešće već postoji termoizolacija u slojevima krova. Gdje je nema, ili je nedovoljna, predlaže se postavljanje termoizolacije u najdebljem sloju koji je moguće realizovati u konkretnom slučaju bez većih tehničkih komplikacija. Ove mjere su ekonomski veoma isplative, naročito kada se realizuju prilikom adaptacije stana. Radovi se izvode u prostoru stana, ulaganja nisu velika, a toplotni komfor biva značajno unaprijeđen i u zimskom i u ljetnjem periodu. Parnom branom treba spriječiti potencijalni kondenzat u zoni termoizolacije, a ukoliko ima uslova (naročito ako se radi i sanacija krovnog pokrivača), treba obezbijediti i provjetravajući sloj.



Slika 7: Postavljanje toplotne izolacije od mineralne vune na kosom krovu, sa unutrašnje strane



Slika 8: Postavljanje toplotne izolacije pločama od EPS-a na kosom krovu sa unutrašnje strane

Metoda izolovanja između krovnih rogova je posebno pogodna kod toplotne sanacije objekta (tj. njegovog krova), jer nije neophodno prethodno skidati postojeći crijep, odnosno eventualno limeni krovni prekrivač sa krova.

U cilju ispunjenja minimalnih uslova trenutno važećih propisa u Crnoj Gori za II klimatsku zonu, za toplotnu izolaciju međuspratne konstrukcije ka negrijanom



tavanskom prostoru, dovoljna debljina toplotne izolacije koeficijenta toplotne provodnosti $\lambda = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, iznosi minimalno debljine 10 cm.

Preporučena debljina termoizolacionog materijala za toplotnu izolaciju međuspratne konstrukcije ka negrijanom tavanskom prostoru veća je od preporučene izolacije za fasadne zidove i preporučuje se da ne bude ispod 15 cm.

2.1.6. Toplotna izolacija podova na tlu

Pod na tlu kao dio omotača kondicioniranog dijela zgrade je najosjetljivija građevinska konstrukcija za intervencije, zbog toga što je raspoloživi prostor najmanji (sa spoljne, odnosno donje strane, pristup nije moguć), a s gornje strane, limitiran kotom gotovog poda. Od te kote zavise i ostali elementi u kući ili stanu, od kojih su najugroženija vrata i stepenice. Ovo znači, da bilo kakvo podizanje kote gotovog poda (zbog dodavanja termoizolacije), podrazumijeva: intervenciju na vratima (kod malih promjena, moguće je samo skratiti krilo, a kod velikih to podrazumijeva vađenje štoka vrata, rušenjena dovratnika, montažu vrata, intervenciju na stepenicama (ukoliko postoje itd.). U svakom od nabrojanih slučajeva postojećeg stanja, rušenje podne obloge je neminovno. Jedino u slučaju, u kome ne postoji masivna podna konstrukcija (nema ploče), moguće je spustiti početnu kotu na potrebnu dubinu, i odraditi sve nove slojeve: betonsku ploču, hidroizolaciju, termoizolaciju, košuljicu i novu podnu oblogu. U slučajevima kada postoji armirano betonska ploča, svaka ozbiljnija intervencija je povezana sa njenim rušenjem, što je malo vjerovatno u praksi.

Ovo znači, da je pod na tlu pozicija sa najmanjim izgledima za realnu intervenciju. Energetska sanacija poda prema tlu nije ekonomski opravdana mjera, zbog relativno malog smanjenja ukupnih toplotnih gubitaka u odnosu na veliku investiciju koja je potrebna za implementaciju pomenute mjere.

U cilju ispunjenja minimalnih uslova trenutno važećih propisa u Crnoj Gori za II klimatsku zonu, za toplotnu izolaciju poda na tlu, dovoljna debljina toplotne izolacije koeficijenta toplotne provodnosti $\lambda = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, iznosi minimalno debljine 7 cm.

Preporučena debljina termoizolacionog materijala za toplotnu izolaciju poda na tlu veća je od preporučene debljine izolacije za fasadne zidove i preporučuje se da ne bude ispod 7 cm.

2.1.7. Toplotna izolacija podova iznad negrijanih i grijanih prostorija

Primjena ove mjere se preporučuje kod stambenih zgrada, koje istovremeno posjeduju i podrumске etaže, sa funkcijama koje dozvoljavaju da to budu nezagrijevani prostori, a to u praksi i jeste najčešće slučaj.

Pošto međuspratna konstrukcija iznad negrijanog podruma gotovo ni u jednom slučaju nije toplotno izolovana, to na gornjoj površini te konstrukcije vladaju niske temperature. Ta činjenica dovodi do velikih energetskih gubitaka, a ne tako rijetko i do pojave buđi. Ovaj problem se rješava ukoliko se međuspratna konstrukcija iznad podruma toplotno izoluje sa donje strane.

Kod armirano-betonskih ploča preporuka je da se termoizolacija sa donje strane zalijepi ljepkom, a potom i tipluju ploče termoizolacionih materijala mineralne vune ili EPS-a. Ploče se postavljaju bez dodatne potkonstrukcije, mehaničkim pričvršćivanjem direktno na plafon. Što se debljine termoizolacionog sloja tiče, ona se određuje u zavisnosti od visine podruma, ali i od visine grede iznad podrumskih vrata i prozora.



Slika 9: Toplotna izolacija međuspratne konstrukcije ka negrijanom podrumu

Preporučena debljina termoizolacionog materijala koeficijenta toplotne provodnosti $\lambda = 0,041 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$, za oblaganje međuspratne konstrukcije ka negrijanom podrumu u cilju zadovoljenja trenutno važećih propisa u Crnoj Gori ne bi trebalo da bude ispod 5 cm, a preporuka je da ona bude minimalno 8 cm.



2.2. Zamjena i sanacija fasadnih prozora i vrata

Mjere za poboljšanje karakteristika transparentnih pregrada, bilo da se radi o poboljšanju postojećih ili njihovoj zamjeni novim prozorima, jedna su od najčešćih i najisplativijih mjera sa stanovišta energetske efikasnosti.

Zamjenom postojećih dotrajalih – najčešće prozora sa drvenim okvirom, kvalitetnim prozorima, smanjuju se gubici, ali se omogućavaju i optimalni toplotni dobici, s tim da se dodatnim elementima zasjenčenja prostori moraju zaštititi od pregrijavanja, posebno u slučajevima kada su fasadni otvori sa južnom i zapadnom orijentacijom.

Ukupni toplotni gubici kroz prozore sastoje se od transmisionih i ventilacionih gubitaka. Obzirom da, vrlo često, ukupni toplotni gubici po jedinici površine prozora mogu višestruko da premaše jedinične gubitke toplote kroz zidove, prozori postaju veoma važan element koji treba tretirati mjerama energetske efikasnosti.

Za okvire prozora koriste se različiti materijali: drvo, čelik, aluminijum, plastika i kombinacija materijala, a šupljine okvira često se ispunjavaju pjenastom termoizolacijom. Vrsta materijala za izradu okvira zavisi od debljine okvira i mogućnosti ugradnje kvalitetnog staklo paketa.

Karakteristike toplotne provodljivosti profila od kojih se izrađuju prozori, kao i broj krila, odnosno podjela prozora, direktno utiču na karakteristike prozora. Za prozore od aluminijumskih profila, problem se rješava samo termoprekidom i to je sada uobičajena praksa. Sa povećanjem broja komora, povećava se izolacioni kvalitet PVC profila, a suštinski problem predstavljaju ojačanja od čelika. Toplotne karakteristike metalnih okvira, od aluminijuma ili čelika, u posljednje vrijeme značajno su popravljene, ali i dalje, uglavnom, ne dostižu toplotne karakteristike okvira od drveta ili plastičnih materijala.

U skladu Pravilnikom o minimalnim zahtjevima energetske efikasnosti zgrada (Sl. List Crne Gore br 75/2015) koeficijent prolaza toplote za prozore i balkonska vrata može iznositi maksimalno $U_{max} = 2,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Značajno je napomenuti da se ova vrijednost koeficijenta prolaza toplote za prozore i balkonska vrata može postići samo sa prozorima kod koji je staklo paket ispunjen inertnim gasom (argon, kripton, ksenon) i jedno staklo je niske emisivnosti, odnosno sa troslojnim staklo paketom normalne emisivnosti.

Prozorski profili, nezavisno od vrste materijala od kojeg se izrađuju, moraju osigurati: dobro i ujednačeno zaptivanje, prekid hladnog mosta u profilu, kvalitetan spoj između rama i staklo paketa, jednostavno otvaranje i nizak koeficijent prolaza toplote.

Koeficijent prolaza toplote energetski efikasnih prozorskih okvira kreće se u rasponu od 1,2 do 1,5 W/(m²·K) (standardni okviri), pa sve do 0,7 W/(m²·K).



Slika 10: Izgled PVC profila sa ispunom



Slika 11: Izgled profila drvo –
aluminijum



Slika 12: Izgled PVC profila sa dvoslojnim staklo
paketom



Slika 13: Izgled PVC profila sa
troslojnim staklo paketom

Generalno, U vrijednost prozora smanjuje se sa povećanjem broja stakala, međuprostora i većim razmakom između stakala. Debljina samog stakla vrlo malo utiče na U vrijednost, ali ga zato upotreba niskoemisionog stakla (Low-e staklo) značajno smanjuje. Niskoemisiona stakla premazana su sa strane koja dolazi u međuprostor prema unutrašnjem prostoru posebnim metalnim filmom koji propušta zračenja kratke talasne dužine (Sunčeva svjetlost), a reflektuje zračenja dugih talasnih dužina (infracrvena zračenja).

Dvoslojni staklo paket je uobičajeno 4-12-4 ili 4-16-4 i sastoji se od dva sloja stakla debljine 4 mm i jednog međuprostora debljine 12 mm ili 16 mm, koji je obično ispunjen inertnim gasom (argon, kripton, ksenon), a unutrašnja površina unutrašnjeg stakla presvučena je nevidljivim niskoemisionim premazom.



Troslojni staklo paket je uobičajeno 4-12-4-12-4 sastoji se od tri sloja stakla debljine 4 mm i dva međuprostora debljine 12 mm. Sa koeficijentom prolaza toplote od 0,5 W/(m²·K) za prozore kod kojih su dva stakla niske emisivnosti, do 1,8 W/(m²·K) za stakla normalne emisivnosti. Troslojni staklo paket danas pruža najbolju toplotnu zaštitu.

Izolaciono dejstvo se postiže zahvaljujući postavljanju trećeg prozorskog stakla, nanošenju sloja metalne pare na dve staklene površine i punjenju dva međuprostora gasom (argon, kripton, ksenon).

Značajan faktor kvaliteta prozora predstavlja spoj rama i staklo paketa, obzirom da ivica staklenih površina predstavlja termički slabo mjesto

Spoljna vrata

Ulazna vrata predstavljaju dio omotača kondicioniranog dijela zgrade, te stoga, pored zaštite od provale i buke, moraju da zadovolje i zahtjeve koji se tiču zaštite od atmosferskih uticaja i toplote. Toplotna zaštita, koja se može postići kod ulaznih vrata, zavisi u najvećoj mjeri od materijala koji je korišćen za izradu okvira i ispune, njihove debljine, kao i zaptivenosti spojeva i pokretnih dijelova.

3. Mjere unaprjeđenje grejnog sistema

Unaprjeđenje postojećih sistema grijanja zavisi od toga kakav sistem se trenutno koristi, koji energent i koliko sredstava je moguće uložiti. U prijestonici Cetinje dominantni energenti koji se koriste za dobijanje toplotne energije su drvo, a u poslednje vrijeme pelet i električna energija. Bilo u kolektivnim ili individualnim stambenim objektima, unaprjeđenje se može sprovesti ili zamjenom generatora toplote ili zamjenom energenta uz sprovođenje drugih adekvatnih termotehničkih mjera, kao što su zamjena postojećih instalacija i radijatora, zamjena ventila radijatora termostatskim ventilima i dr. U individualnim stambenim objektima, opcija za unaprjeđenje je više, a u zavisnosti od postojeće infrastrukture

Zamjena kotla ili peći se vrši iz dva razloga. Prvi je taj da se zbog zastarjelosti tehnologije i protoka vremena tokom same eksploatacije na tržištu pojavljuju kotlovi koji koriste isti energent, ali je njihova efikasnost značajno poboljšana u odnosu na starije modele, pa je zamjena svrsishodna i isplativa. Takođe, zamjena kotla vrši se ukoliko se prelazi na jeftiniji energent u odnosu na onaj koji je korišten.



3.1. Zamjena kotlova ili peći na drva modernim pirolitičkim kotlovima na drvo sa visokim stepenom korisnosti

Kao mjera koja se predlaže za zamjenu postojećih dotrajalih generatora toplote jeste primjena pirolitičkih kotlova koji kao energent koriste drvene cjepanice. Za efikasno loženje drvenih cjepanica koji je dominantan energent koji se koristi u Prijestonici, na tržištu su dostupni pirolitički kotlovi na čvrsta goriva.

Pirolitički kotao radi drugačije od običnih kotlova na drva: u ložišnom prostoru se drvene cjepanice prvo osuše, zatim se bez prisustva kiseonika užare, ugljenišu i potpuno se pretvore u gas. Taj „drveni“ gas se uz pomoć ugrađenog ventilatora vodi u drugo ložište gdje ion sagorijeva. Sagorijevanje „drvenog“ gasa potpomognuto je kiseonikom koji omogućava sgaorijevanje skoro pa se time povećava i stepen efikasnosti kotla, odnosno sistema.

Pirolitički kotlovi imaju mogućnost održavanja žara do 8 sati te je nepotrebno u tom roku provoditi proces potpale ako se želi nastaviti s loženjem. A ukoliko se tom kotlu doda i akumulator toplote „pufer“, ne mora se ložiti preko 24 časa, obezbjeđujući pritom dodatnu uštedu od 10%. Radom kotla upravlja ugrađena regulacija pomoću senzora kotla i senzora temperature dimnih gasova te promjenom broja okretaja potpritisnog ventilatora na izlazu dimnih gasova iz kotla.

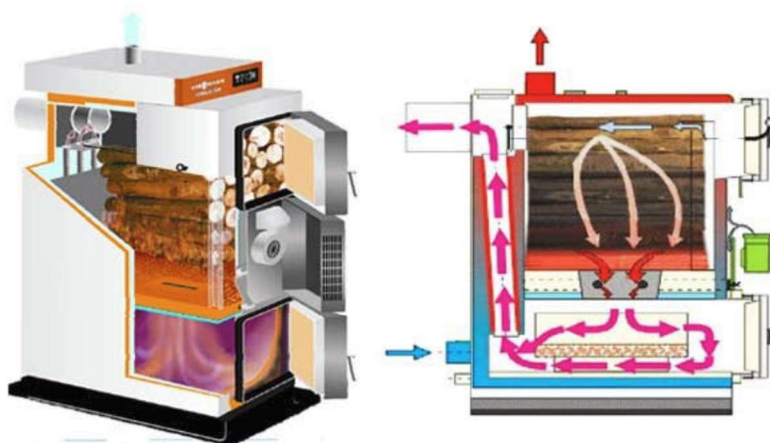
Za distribuciju toplotne energije treba predvidjeti ugradnju radijatorskog sistema grijanja (uglavnom takav sistem ne postoji u kućama i stambenim jedinicama grijanim pomoću peći na drva, osim u manjem broju) što dodatno povećava investiciju.

Radom kotla upravlja digitalni regulacioni uređaj. Preporučuje se da se dimnjak osigura od vlaženja ugradnjom prikladne dimovodne cijevi otporne na agresivnost kondenzata. Za ispravan pogon grijanja kotla potrebno je opremiti instalaciju grijanja trokrakim ili četvorokrakim miješnim ventilom ili rezervoarom tople vode koji osigurava da kotao veći dio vremena radi u optimalnom režimu.

Zamjena peći na drva kotlom s pirolitičkim spaljivanjem drvenih cjepanica, koje predstavljaju biomasu, rezultuje značajnom uštedom na troškovima energenta. Praksa je pokazala da ovakva investicija postiže značajno veći toplotni komfor u prostorijama, a smanjuje se udio radova oko loženja, iznošenja pepela i sl.

Kod provođenja navedene mjere treba voditi računa o potrebi da se priprema energenta i čišćenje kotla i dalje obavljaju ručno te da je za isto potrebno utrošiti vrijeme korisnika.

Ovakav sustav nije prikladan za potpuno automatizovani rad te time nije odgovarajući za sva domaćinstva. Stepenn efikasnosti ovih kotlova je veoma visok i iznosi oko 90%.



Slika 14: Presjek ložišta pirolitičkog kotla sa principijelnom šemom sagorijevanja „drvenog“ gasa

3.2. Zamjena kotlova ili peći na drva modernim kotlovima na pelet sa visokim stepenom korisnosti

Kao jedna od mjera na grejnom sistemu predložena je i opcija zamjene starijih kotlova ili peći na drva modernim kotlovima ili pećima na pelet sa visokim stepenom korisnosti. U domenu grijanja, u Crnoj Gori su kotlovi na pelet u poslednjih 5-6 godina naglo dobili na popularnosti. Stepem efikasnosti ovih kotlova je veoma visok i iznosi takođe oko 90%.

Osnovne prednosti koje pružaju kotlovi ili peći na pelet su veći komfor korištenja (nema potrebe za čestim dodavanjem drva na vatru, izbacivanjem pepela i sl.), mogućnosti automatske regulacije su veće - kotlovi se uključuju i isključuju samostalno, zavisno o potrebi za zagrijavanjem prostora, nema potrebe za velikim prostorom za skladištenje drva potrebnih za sezonu grijanja.

Nedostaci ovog koncepta grejnog sistema, nakon stvarnih iskustava, su nestabilna cijena peleta kao energenta, raspoloživost i kvalitet. Cijena peleta se može razlikovati i preko dva puta. Osnovni razlog popularnosti kotlova na pelet je bila želja korisnika da se griju komfornim i automatizovanim sistemom grijanja, za prihvatljivu cijenu. Osim toga pelet na našem tržištu je i dalje daleko od dobrog i ujednačenog kvaliteta - a njegov loš i/ili nestalan kvalitet prave ozbiljne probleme radu ovih kotlova - smetnje, zastoji, prljanja.



Slika 15: Izgled peći na pelet za centralno grijanje povezana sa radijatorima kao grejnim tijelima - u stanu u stambenoj zgradi



Slika 16: Izgled kotla na pelet instalisanog u podrumskoj prostoriji individualnog objekta

3.3. Regulacija temperature u prostoriji

Ukoliko u objektu postoji sistem centralnog grijanja sa radijatorima kao grejnim tijelima, predlaže se mjera instalacije programabilnih termostatskih ventila. Termostatski ventil je radijatorski ventil koji reguliše temperaturu prostorije na način da upravlja protokom grejnog fluida – vode. Sastoji se od ventila i senzora. Postavljanjem na željenu temperaturu termostatski ventil se automatski prilagođava promjenama temperature prostora. Omogućava vremensku regulaciju temperature. Nasuprot ručnim ventilima štede toplotnu energiju regulišući temperaturu u prostoru prema željenoj temperaturi, odnosno kroz dodatno korištenje vremenskih rasporeda (dan/noć, vikend/radni dan) za optimalno podešavanje temperature u prostoriji. Pored toga ima mogućnost uočavanja promjene brzine pada temperature zbog otvorenosti prozora, te u tom slučaju zatvara protok vode u radijatoru dok se ne zatvori prozor.

Primjenom ove mjere omogućila bi se zonska regulacija unutrašnje temperature u objektu. Na ovaj način bi se omogućilo da se pojedine prostorije zagrijavaju prema potrebama korisnika.



Slika 17: Izgled programabilnog termostatskog ventila

3.4. Zamjena postojećih generatora toplote visoko-efikasnim inverterским „split“ ili „multi-split“ sistemima vazduh/vazduh

Kao mjera energetske efikasnosti pri zamjeni generatora toplote, pogotovo kod kolektivnih stambenih objekata predlaže se ugradnja inverterских „split“ sistema vazduh/vazduh (tzv. „klima uređaja“). Napretkom tehnologije kod „split“ sistema kvalitetnijih proizvođača omogućena je primjena ovih uređaja pri niskim spoljašnjim temperaturama koje idu i do -15°C . Obzirom da je spoljna projektna temperatura za Cetinje -13°C , to se kvalitetni inverterски uređaji boljih proizvođača mogu koristiti kao generatori toplote. Potrebno je obratiti pažnju i na potrošnju klima uređaja tj. na razvrstavanje prema energetskej efikasnosti tz. COP. Inverterске toplotne pumpe imaju izuzetno visok stepen energetske efikasnosti i predstavljaju uređaje klase A+ i više. Koeficijent grijanja, COP, (eng. "Coefficient of Performance") im iznosi preko 3 pri režimu rada A7/W55 (spoljašnji vazduh 7°C , temperatura vode 55°C) što znači da za jedan utrošeni kWh električne energije daju 3 kWh toplotne energije.

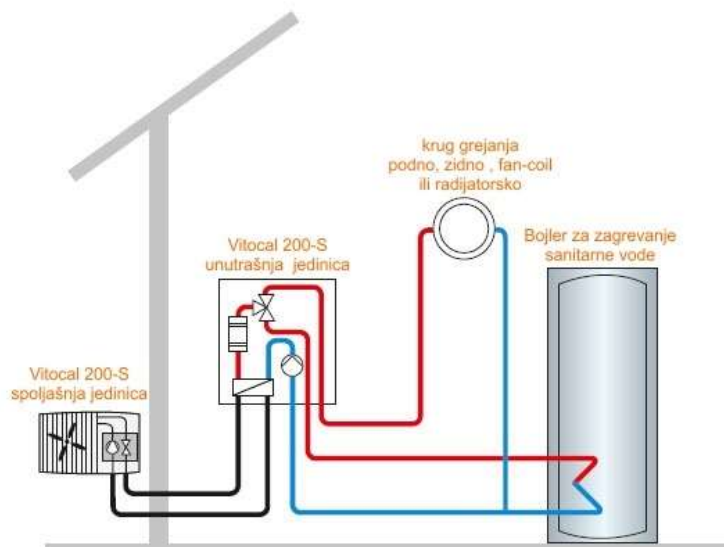
Nedostatak im je što im se pri niskim spoljnim temperaturama ispod -10°C smanjuje i COP na vrijednost ispod 2.

3.5. Zamjena postojećih generatora toplote visokotemperaturnom toplotnom pumpom vazduh/voda

Toplotne pumpe sa vazduhom kao izvorom toplote apsorbuju toplotu spoljnog vazduha radi grijanja prostorija.

Osim tipa toplotnih pumpi vazduh/voda postoje i drugi tipovi toplotnih pumpi zemlja/voda i voda/voda, ali se one rjeđe primjenjuju jer su toplotne pumpe sa vazduhom kao izvorom pogodnije od onih sa zemljištem ili vodom, kao izvorom jer je potrebno mnogo manje prostora za njihovo instaliranje, a i cijena ovih generatora toplote je veoma visoka.

Toplotne pumpe za svoj pogon koriste električnu energiju.



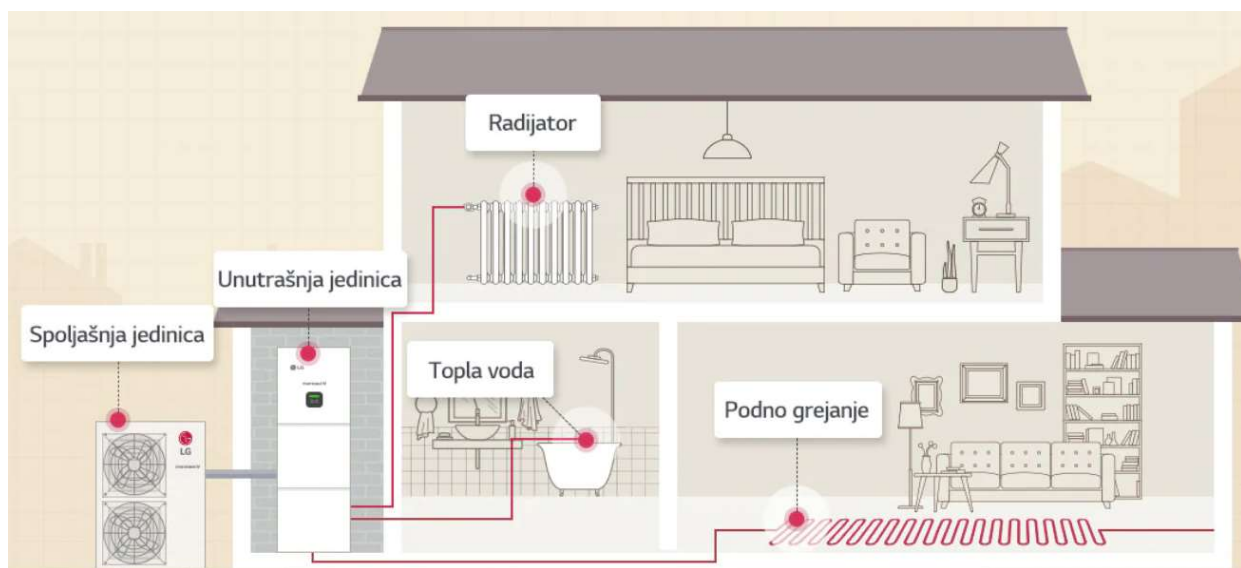
U poboljšanom scenariju predložena je zamjena postojećih grejnih uređaja visokotemperaturnom toplotnom pumpom vazduh/voda kao generatorom toplote. Napretkom inovativnih tehnologija kod toplotnih pumpi kvalitetnijih proizvođača, omogućeno je dobijanje izuzetno visoke temperature polazne vode koje se kreće do 70 °C, pri spoljašnjim temperaturama od -15 °C. Na ovaj način, omogućava se grijanje tople vode radijatorskom sistemu od cca 55-60 °C, što je i temperatura polazne vode kod radijatorskog grijanja u domaćinstvima uz zadržavanje postojećih radijatora. Zamjena postojećih grejnih uređaja visokotemperaturnom toplotnom pumpom vazduh/voda predstavlja jedno od rješenja pri rekonstrukciji postojećeg grejnog sistema koje će funkcionisati sa postojećim cjevovodom i radijatorima, koje je kao što je navedeno i veoma zahtjevno u visini investicije. Prednost joj je što unutrašnja jedinica zauzima veoma mali prostor unutar stambene jedinice ili kuće.

Visokotemperaturne toplotne pumpe imaju izuzetno visok stepen energetske efikasnosti i predstavljaju uređaje klase A+ i više. Koeficijent grijanja, COP im iznosi preko 3 pri režimu rada A7/W55 (spoljašnji vazduh 7 °C, temperatura vode 55 °C) što znači da za jedan utrošeni kWh električne energije daju 3 kWh toplotne energije.

Nedostatak toplotnih pumpi vazduh-voda je naglo sniženje koeficijenta COP pri sniženju temperature spoljašnjeg vazduha. Obično ovakve toplotne pumpe rade stabilno do temperature -10 °C kada još uvijek imaju koeficijent COP oko 3. Na temperaturama od -15°C koeficijent COP ide i ispod 2, dok je na temperaturama -25°C praktično nemoguće koristiti toplotne pumpe "vazduh-voda".



Slika 18: Izgled unutrašnje jedinice visokotemperaturne toplotne pumpe povezane na sistem centralnog radijatorskog grijanja instalisane u garažnom prostoru



Slika 19: Principijelna šema povezivanja instalacije radijatorskog ili podnog grijanja sa visokotemperaturnom toplotnom pumpom kao generatorom tople vode

Visokotemperaturne toplotne pumpe imaju spoljnu jedinicu koja obezbjeđuje visoku sezonsku efikasnost i može da se poveže sa solarnim sistemom za proizvodnju tople vode za domaćinstvo, uz dodatne uštede.



Jedno od rješenja, koje se danas veoma mnogo koristi prilikom ugradnji toplotnih pumpi je i ugrađivanje dodatnih akumulatora toplote (pufera), kojima se može finije regulisati učinak.

4. Korištenje obnovljivih izvora energije

Korištenje obnovljivih izvora energije u zgradarstvu postaje sve veći imperativ kao potreba korisnika prostora odnosno potrošača energije kojima se omogućava proizvodnja bilo toplotne (solarni kolektori) bilo električne energije (fotonaponski sistemi) za pokrivanje dijela svojih potreba. Razlozi za to su dugoročno smanjenje novčanih troškova za energiju, smanjenje zavisnosti od konvencionalnih izvora toplote, te ekološka svijest samih potrošača, u ovom slučaju korisnika uglavnom individualnih stambenih objekata.

Obnovljivim izvorima energije nazivaju se oni izvori koji se u prirodi obnavljaju u vremenski relativno kratkom roku tokom prosječnog ljudskog vijeka ili kraće. Druga osnovna karakteristika im je da imaju malu ili nikakvu emisiju gasova sa efektom staklene bašte, kao glavnih uzročnika klimatskih promjena. Radi poređenja, fosilna goriva se stvaraju milionima godina u slojevima zemlje, a njihovim sagorijevanjem emituje se ugljen-dioksid koji je glavni uzročnik efekta staklenika i klimatskih promjena. Osnovi izvori energije u prirodi potiču, direktno ili indirektno, od energije Sunca (direktno sunčevo zračenje, vjetar, vodotoci, biomasa, drvo), zatim energije Zemlje (geotermalna energija) i energije gravitacije (plima i osjeka).

4.1. Zamjena individualnih električnih bojlera solarnim sistemom uz upotrebu električne energije za dogrijavanje

Kao mjera načina poboljšanja pripreme sanitarne tople vode (STV) predložena je mjera pripreme sanitarne tople vode solarnim sistemima u kombinaciji sa konvencionalnim načinom zagrijavanja sanitarne tople vode. Solarni sistem sastoji se od solarnih kolektora, rezervoara tople vode sa izmjenjivačem toplote, solarne stanice sa pumpom i regulacijom, te razvoda sa odgovarajućim radnim fluidom.

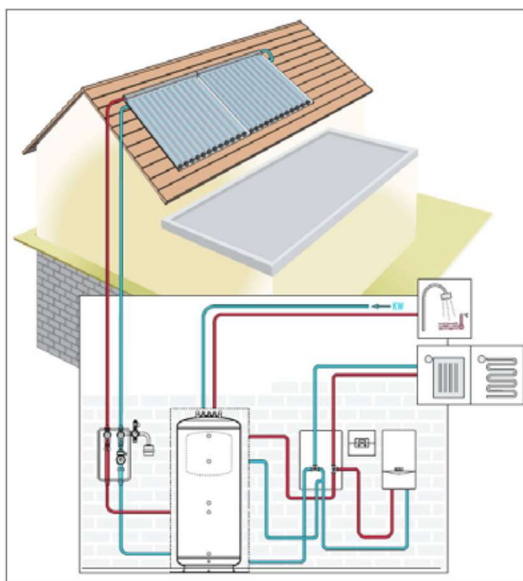
Da bi topla voda bila dostupna tokom cijele godine, uobičajeno je energiju Sunca koristiti u kombinaciji s nekim drugim izvorom energije koji se koristi kad energija Sunca nije dovoljna da voda dostigne željenu temperaturu, bilo da je to električni grijač integrisan u bojleru za STV ili grijač povezan sa nekim drugim izvorom toplote koa što je kotao na biomasu ili pirolitički.

Takođe je uobičajeno da se solarni kolektori instaliraju na krovnoj površini objekata, pa je ova mjera primjenljiva u najvećoj mjeri kod individualnih stambenih objekata, dok je kod kolektivnih stambenih objekata ona primjenljiva u fazi izgradnje objekta, dok se pri rekonstrukcijama primjenjuje rijetko, zbog nemogućnosti učešća svih vlasnika u finansiranju investicije.

Tipična šema solarnog sistema za pripremu STV je prikazan na slici 21.

Iskustva su pokazala da standardni solarni sistem za zagrijavanje sanitarne vode u domaćinstvima sa 3-4 člana zahtijeva oko 4 m² kolektorske površine sa rezervoarom od 300 litara. Na godišnjem nivou, ovakav solarni sistem donosi uštedu domaćinstvu od oko 50-60% od ukupnih godišnjih potreba za toplom vodom.

Nažalost, ekonomske mogućnosti većine vlasnika su prosječne, što u današnjim okvirima umanjuje vjerovatnoću da će se značajan broj vlasnika kuća samoinicijativno odlučiti na investicije u sisteme s obnovljivim izvorima energije, posebno ako im koristi od takvog ulaganja nisu poznate.



Slika 20: Principijelna šema solarnog sistema za zagrijavanje STV

4.2. Solarni fotonaponski sistemi

U poslednjih 10-ak godina na tržištu Crne Gore su dostupni fotonaponski paneli za proizvodnju električne energije. Ali se oni nisu praktično ni koristili u stambenom sektoru, a najviše usled nedostatke adekvatne zakonske regulative koja je bila neophodna za primjenu ove mjere.

Energija sunčevog zračenja može se direktno koristiti za proizvodnju električne energije fotonaponskim (FN) ćelijama koristeći pojavu koja se naziva fotonaponski



efekat. Kada se solarna (sunčana) ćelija osvijetli, odnosno kada apsorbira sunčevo zračenje, fotonaponskim efektom na njezinim krajevima pojavljuje se elektromotorna sila (napon) i tako solarna ćelija postaje izvor električne energije. Razvojem tehnologije i padom cijena u odnosu na pošetne, u poslednjih 10-ak godina, omogućena je komercijalna upotreba fotonaponskih panela za proizvodnju električne energije.

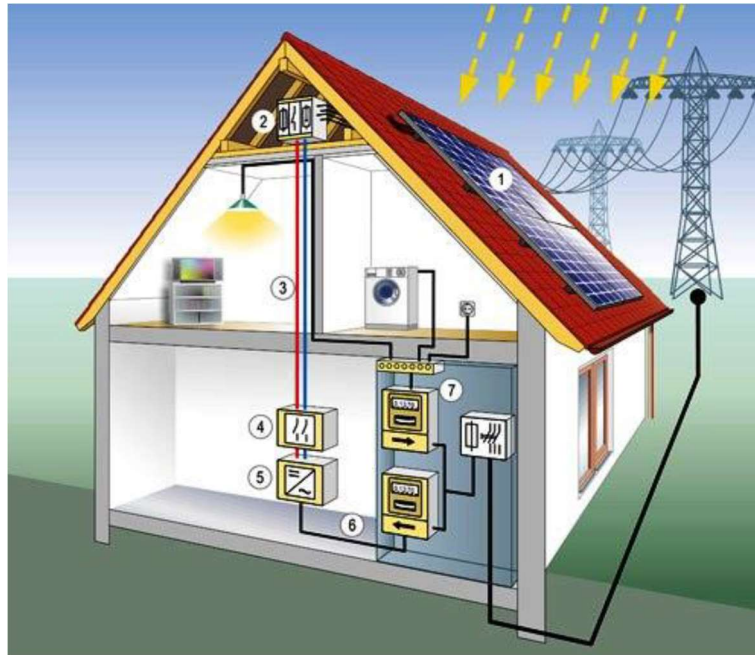
Postoje dvije osnovne vrste fotonaponskih sistema:

- fotonaponski sistemi koji nisu priključeni na mrežu (*off grid*), a često se nazivaju i autonomnim ili samostalnim i
- fotonaponski sistemi koji su priključeni na javnu elektroenergetsku mrežu (*On grid*).

Odgovarajućim zakonskim tretmanom u Crnoj Gori omogućeno je pojednostavljenje procedure izgradnje FN sistema izlazne snage manje od 10 kW. FN sistemi za proizvodnju električne energije, su tretirani kao pomoćni objekti. Na ovaj način omogućeno je priključenje fotonaponskih sistema na javnu mrežu (on grid) preko kućne instalacije, odnosno omogućava se razmjena na mjestu konekcije čime je domaćinstvima omogućeno da postanu kupci/proizvođači.

Osnovne komponente fotonaponskog sistema, priključenog na javnu elektroenergetsku mrežu preko kućne instalacije prikazane su na slici 22. To su:

1. fotonaponski moduli,
2. spojna kutija sa zaštitnom opremom,
3. kablovi jednosmjernog razvoda,
4. glavna sklopka za odvajanje,
5. DC/AC invertor koji služi za transformaciju jednosmerne struje (DC) sa akumulatora (12V, 24 V i 48V) na visoki napon (230V) naizmjenične struje (AC),
6. kablovi naizmjeničnog razvoda,
7. brojilo predate i preuzete električne energije.



Slika 21: Šema priključka fotonaponskog sistema na krovu individualnog objekta

Kao i u slučaju solarnih sistema za pripremu STV ovakvi sistemi su jednostavniji za instalaciju kod individualnih stambenih objekata.

Fotonaponski sistem priključen na javnu mrežu preko kućne instalacije je u paralelnom pogonu s distributivnom mrežom, a namijenjen je za napajanje potrošača u objektu, a višak električne energije odlazi u elektrodistributivnu mrežu.

Kad fotonaponski paneli ne proizvode dovoljno električne energije, napajanje potrošača nadopunjuje se preuzimanjem energije iz mreže.

4.3. Mjere u potrošnji električne energije

Veliki dio električne energije koja se troši u domaćinstvima ukazuje na činjenicu da se u Crnoj Gori još uvijek koristi veliki broj starih, energetske manje efikasne električne uređaja. „Pametnom“ kupovinom električnih uređaja doprinosi se smanjenju troškova u domaćinstvu, a samim tim i smanjenju ukupne potrošnje električne energije u cijeloj zemlji.

Kada su u pitanju rasvjetni sistemi u stambenim objektima mjera koja se preporučuje odnosi se uglavnom na zamjenu starijih svjetiljki sa žarnom niti LED ili fluokompaktnim svjetiljkama.