

OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE U PROCESU SUŠENJA DRVETA

RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE WOOD DRYING PROCESS

Atif HODŽIĆ*, Redžo HASANAGIĆ

Tehnički fakultet Univerziteta u Bihaću, Bihać, BiH

Prirodni izvori energije se neprestano obnavljaju prirodnim sredstvima, što znači da oni jednostavno ne mogu biti iscrpljeni. Ovakav održivi izvori energije često se naziva "alternativna energija", jer se smatraju alternativom tradicionalnim fosilnim gorivima kao što su nafta i ugljen. Jedan od posebnih obnovljivih izvora energije se ističe: sunčeva energija, energija vjetra, biomasa, geotermalna energija, energija vodotoka, energija plime i oseke i morskih valova te toplinska energija mora. Kada je riječ o iskorištenju alternativne energije za sušenje drva tu se nameće konvencionalna, solarna, zračna energija. U ovom radu bit će prezentirano sušenje drveta u solarnim sušarama te sušenje drveta izlaganju zraka kao jednim od alternativnih izvora energije. Ujedno bit će ukratko obrađeno upoznavanje sa obnovljivim izvorima energije, njihovom potencijalnom svrhom i razlozima upotrebe.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije; alternativna energija; sušenje drveta; sušara

Natural sources of energy are constantly renewed by natural means, which means that they simply can't be exhausted. Such sustainable energy sources are often called "alternative energy" because they are considered an alternative to traditional fossil fuels such as petroleum and coal. One of the special renewable energy sources is solar energy, wind energy, biomass, geothermal energy, and potential water energy, the potential energy of tides and tides and sea waves and thermal energy of the sea. When it's to exploitation alternative energy for wood drying, conventional, solar, and airborne energy is imposed here. In this paper, we will present the drying of wood in solar dryers and drying wood to air exposure as one of the alternative sources of energy. At the same time, we will briefly discuss getting acquainted with renewable energy sources, their potential purpose and the reasons for their use.

Key words: renewable energy; alternative energy; wood drying; dryers

1 Uvod

Energija nam je potrebna za različite svrhe sa različitom količinom za grijanje i hlađenje potrebna je energetska mješavina manje količine eksergije i većeg dijela anergije. Prelazak na održiv energetski sistem, koji je bez emisije gasova sa efektom staklene bašte i koji je zasnovan na obnovljivoj energiji, otvara pitanja kako vrednovati alternativne izvore energije.

Kada je riječ o solarnoj energiji ona je besplatna, ali sistemi za njeno pretvaranje nisu. Da bi se maksimalno iskoristila alternativna energija potreban je održivi energetski sistem koji u velikoj mjeri koristi postojeću infrastrukturu i postojeće ili nove tehnologije za pretvaranje energije. Svi se slažu da su nam potrebna četiri glavna nosioca energije koja se danas koriste: električna energija, gasovita goriva, tečna goriva i čvrsta goriva.

Princip sušenja drveta zasniva se na ravnotežnoj vlazi pri stalnoj temperaturi. Ako se nezasićen vazduh zagrijava, povećava mu se mogućnost da primi još vodene pare, a ako se hladi, javlja se višak vodene pare (pojavljuje se kondenzacija). Ova osobina se koristi za istiskivanje vlage iz drveta, odnosno za njegovo sušenje. [1]

Energetske analize provode se od sušenja fluidiziranog sloja vlažnih materijala radi optimiziranja radnih uvjeta i kvalitete proizvoda. U tom smislu razvijeni su energetski modeli za procjenu

* Corresponding author, e-mail: atif.hodzicc@gmail.com

energetske efikasnosti. Proučavaju se učinci temperature usisnog zraka, fluidizacijske brzine i početnog sadržaja vlage na energijsku efikasnost.

Syahrul i ostali. [2] izučavali su eksergiju sušenja fluidiziranog sloja vlažnih čestica radi optimizacije radnih uvjeta i kvalitete proizvoda. Dincer i Sahin [3] provode novi model termodinamičke analize, u smislu eksergije, procesa sušenja. Energijska efikanost izvodi se kao funkcija parametara prijenosa topline i masa. Celma i Cuadros [4] proučavali su energetske analize procesa sušenja otpadnih voda mlinova (OMW) pomoću neizravnog tipa prirodnog konvekcijskog solarnog sušenja. Liu i ostali [5] proučavali su energijsku analizu za proces sušenja zamrzavanjem. Koristili su matematički model za analize gubitka energije procesa sušenja zamrzavanjem kako bi se procijenili gubici eksergije u pojedinačnim operacijama i raspodjelu eksergijskih gubitaka u komori za sušenje. Postoji vrlo malo radova o sušenju drvnih čestica. Lostec i ostali. [6] predstavili su toplinsku i ekonomsku analizu procesa sušenja vlažnog drveta apsorpcijskom toplinskom pumpom. Fyhr i Rasmuson [7] napravili su simulaciju sušenja drvnih sječki u pregrijanoj vodi u svojoj studiji.

Energija je postala jedno od središnjih globalnih pitanja. Proces globalizacije uzrokovao je snažan podsticaj porastu proizvodnje i potrošnje proizvoda i usluga u svetu, što je u cijelom lancu privređivanja dovelo do povećanja potrošnje svih izvora energije. Pored toga, na planeti se povećao broj stanovnika i njihov standard [8]. U ovom radu bit će ukratko prikazana analiza procesa sušenja drveta s posebnim osvrtom solarnog sušenja drvene mase. Energetske analize provode se na postupku sušenja drveta kako bi se poboljšali radni uvjeti i učinkovitost samog sistema.

2 Upotreba solarne energije u Bosni i Hercegovini

Bosna i Hercegovina u prosjeku godišnje ima 1.800 sunčanih sati, južna regija još i više, čak do 2.300 sunčanih sati. S druge strane, neke Evropske zemlje kao njemačka imaju duplo manje sunčanih dana od Bosne i Hercegovine, a jedna je od najvećih proizvođača solarne energije u Europi. Bosna i Hercegovina je smještena na zapadnom Balkanu, a graniči s Hrvatskom na sjeveru, sjeverozapadu i jugu, sa Srbijom na istoku i sa Crnom Gorom na jugoistoku. Klimu Bosne i Hercegovine uslovljavaju osnovni klimatski faktori: geografski položaj, geološka podloga, reljef, pokrivenost terena biljnim zajednicama i blizina Mediterana. Pored osnovnih faktora javljaju se i ekstremni faktori koji u znatnoj mjeri utiču na cjelokupnu klimatsku sliku Bosne i Hercegovine. U prvom redu tu su struje subtropskog pojasa, visoko vazdušnog pritiska i subpolarnog pojasa, niskog vazdušnog pritiska, što ima za posljedicu smjenu polarnih i tropskih vazdušnih masa. Zatim dolaze vazdušne mase polarnog porijekla, struje sa Atlantika, cikloni sa Sredozemnog i Jadranskog mora i anticikloni koji dolaze iz kontinentalnog dijela Azije. Navedeni faktori su uzrok da je na teritoriji Bosne i Hercegovine zastupljeno nekoliko tipova klime. U sjevernom dijelu BiH klima je umjereno-kontinentalna, u centralnom planinska, dok je u južnom dijelu klima mediteranska.

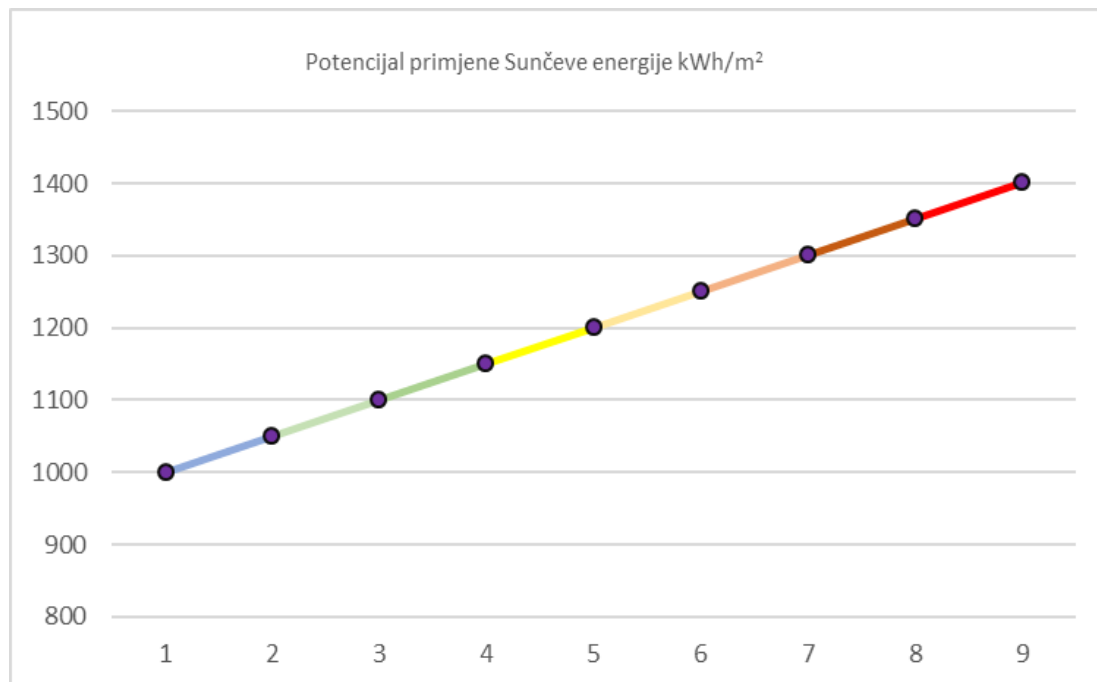
Intenzitet sunčevog zračenja na nekoj lokaciji na površini Zemlje često se kraće naziva insolacija ili iradijacija. Preciznije rečeno, insolacija predstavlja količinu dostupne energije sunčevog zračenja u vremenu prema jedinici površine prijemnika zračenja.

Potencijal iskorištenja solarne energije na području BiH se kreće od 1.240 do 1.800 kWh/m² površine solarnog kolektora. Podaci pokazuju da je prosječno trajanje insolacije 2.071 sat, odnosno oko 270 sunčanih dana, a oko 70% se stvara od aprila do septembra. Kada se uzmu u obzir prosječne vremenske prilike, zagađenje atmosfere i vlaga, na ovim prostorima je stvarna prosječna energija zračenja oko 3.5 kWh/m² na dan. Ovo su vrijednosti koje pouzdano osiguravaju masovno i ekonomično korištenje solarne energije.

Godišnja suma globalne iradijacije na optimalno orijentisanim panelima i godišnja suma solarne energije generisanog na optimalno orijentisanom 1kWp sistemu sa stepenom iskorištenja od 75% za Bosnu i Hercegovinu prikazana je na sl.1. Sa slike je vidljivo da godišnja suma solarne energije u južnom dijelu BiH iznosi približno oko 1400 kWh/m² (crvena crtica na grafu) dok je u sjevernom dijelu nešto manji i kreće se približno oko 1000 kWh/m² (plava crtica na grafu).

Upravo svi predstavljani podaci nam služe da bi projektovali jednu solarnu sušaru za sušenje drveta, jer ti osnovni podaci će nam omogućiti precizno dimenzionisanje pojedinih segmenata solarne energije sa obzirom na njihov geografski položaj.

Solarne sušare koriste sunce kao izvor energije. Energetski zahtjevi za sušenje drveta su značajno veliki. Od ukupne količine energije koja se troši u procesu obrade i prerade drveta, na sam proces sušenja otpada od 55 do 70% ukupne potrošnje. U toku ovog istraživanja predstavljeno je stanje koliko Bosna i Hercegovina posjeduje mogućnosti za primjenu solarnih sušara u poduzećima.



Sl.1. Potencijal primjene Sunčeve energije na području Bosne i Hercegovine

Pri istraživanju zabilježeni su različiti sistemi solarnih sušara, od onih jednostavnih staklenika, do složenih solarnih sušara koje se kombinuju sa drugim načinom sušenja. Tokom istraživanja uočeno je da se solarne sušare ne koriste u industriji, već isključivo u zanatskoj proizvodnji sa manjim kapacitetom sušenja. Razlog tome je nesposobnost postojećih solarnih sušara da osiguraju stabilnost u snadbijevanju većih postrojenja, jer sa jedne strane solarne sušare zavise od vremenskih uslova a sa druge strane proizvodnja ne može čekati duge procese sušenja, što dovodi do neučinkovitog poduzeća.

3 Solarno sušenje i solarne sušare

Sušenje drveta predstavlja veoma bitan dio u procesu hidrotnermičke obrade drveta i omogućava da se dobiju uslovi za dalji proces prerade drveta. Postoji prirodno i vještačko sušenje drvene građe. Vještačko sušenje ima veliku primjenu u praksi, koje se odvija u posebno konstruiranim komorama gdje je moguća potpuna kontrola stanja drvene građe. U posljednjih nekoliko godina, kao rezultat globalnog rješavanja problema potrebe za alternativnim izvorima energije u drvnoj industriji, najveći razvoj doživjele su upravo solarne sušare za drvo.

Pa upravo predmet i cilj istraživanja u ovom radu je analiza razvoja i primjene savremenih solarnih sušara u drvnoprerađivačkoj industriji. Pokušalo se ukazati na značaj primjene optimiziranih procesa savremenih solarnih sušara u procesu sušenja drveta, gdje su predstavljena postojeća konstruktivna rešenja savremenih solarnih sušara, njihovi segmenti, itd.

Za solarno sušenje direktno se koristi energija Sunca. Danas se solarno sušenje na otvorenom zamjenjuje posrednim tehnologijama.

Faktori koji nam daju prednost kod usvajanja primjene solarnih sušara su:

- intenzitet Sunčevog zračenja (u našoj državi je vrlo jako),
- velika ušteda energije te indirektni način sušenja,
- primjena ekotehnologije (ekosušare).

Nedostaci primjene solarnih sušara:

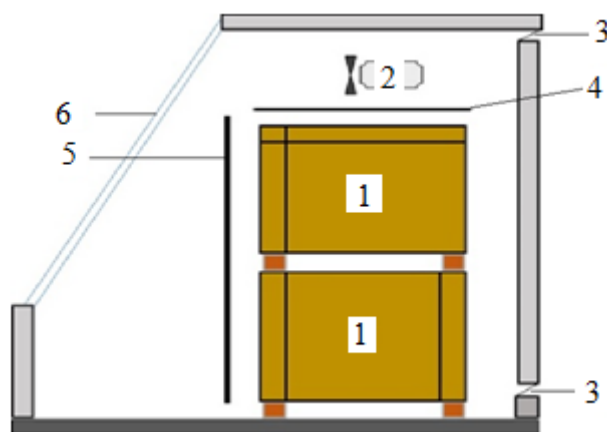
- velika vrijednost investicijskih troškova kod izrade sušare-jedina i najveća stavka kod korištenja solarnih sušara,
- analizirano sa ekonomskog aspekta, osušena rezana građa znatno kvalitetnija u odnosu na proizvod dobijen klasičnim sušenjem.

Solarne sušare se dijele prema načinu strujanja agensa sušenja u dvije grupe: a) prirodnim strujanjem (pasivne), b) prinudnim strujanjem (aktivne). A pasivne solarne sušare mogu se dalje podijeliti na solarne radijacione (direktne) i solarne (indirektne).

Direktna pasivna sušara je ona u kojoj je proizvod koji se suši direktno izložen zračenju Sunca. Kod indirektna pasivne sušare, Sunčevo zračenje ne djeluje direktno na materijal koji se suši. Pasivne sušare koriste samo prirodno kretanje zagrijanog vazduha. One mogu da se lako izvedu sa jeftinim, lokalno raspoloživim materijalima. Direktne pasivne sušare se najviše koriste za sušenje malih količina proizvoda. Indirektna sušare variraju u veličini od malih kućnih sušara do velikih komercijalnih jedinica

3.1 Sušare sa prinudnim strujanjem agensa sušenja

Aktivne sušare, sl.2., koriste ventilatore za kretanje agensa sušenja u toku procesa sušenja. Izrađuju se u različitim veličinama, od vrlo malih do vrlo velikih, naravno veća konstrukcijska rješenja su najekonomičnija. Primjenjuju se sa vazduhom kao radnim fluidom ili sa tečnošću u prijemniku solarne energije. Prijemnici sunčevih zraka treba da budu postavljeni pod odgovarajućim uglom za optimalno prikupljanje Sunčeve energije za planirani period rada sušare. Prijemnici mogu biti postavljeni uz komoru ili nešto dalje. Preporuka je da se prijemnici postavljaju što je bliže moguće sušari zbog otežanog kretanja vazduha. Sakupljena Sunčeva energija se može isporučiti kao toplota odmah preko agensa sušenja u komoru za sušenje, ili može biti sačuvana, uskladištena za kasniju upotrebu.



Sl. 2. Izvedba direktne solarne sušare s prinudnim strujanjem:
1-složajevi rezane građe, 2-aksijalni ventilator, 3-klapne za izmjenu zraka, 4-strop,
5-apsorberska površina, 6-staklo

Sistem skladištenja energije je velik i skup ali pomažu u područjima gdje je postotak sunčanih dana veoma mali ili gdje je potrebno izvođenja procesa sušenja tokom cijelog dana i noći. Kod rješenja aktivne sušare, agens sušenja, vazduh zagrijan zračenjem Sunca prolazi kroz komoru za sušenje na takav način da dolazi u dodir sa što je moguće većom površi materijala koji se suši. Što je veći odnos između površine i zapremine materijala, to više ispari vlage. Piljena građa koja se suši se postavlja u složajeve koji omogućavaju agensu sušenja da struji sa svih strana piljenica.

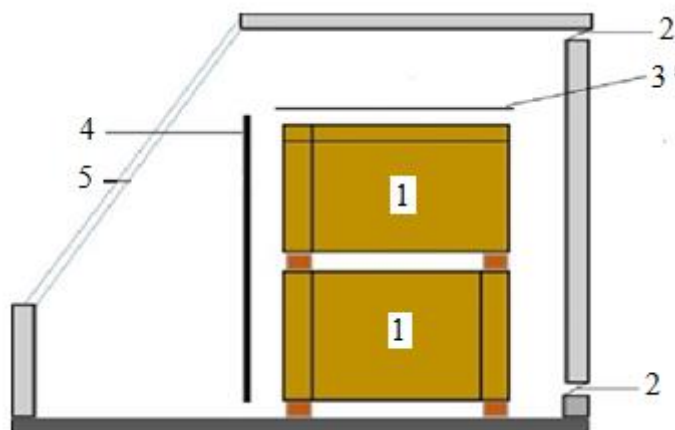
3.2 Sušare sa prirodnim strujanjem agensa sušenja

Kako je istaknuto ranije, pasivne solarne sušare koriste prirodne uslove, zračenje i prirodnu konvekciju za zagrijavanje i kretanje vazduha, agensa sušenja u toku procesa. Pasivne sušare se mogu podijeliti na direktne i indirektna.

Kod direktnih pasivnih sušara, sl.3., materijal je izložen direktno Sunčevim zracima. Ovaj tip sušare tipično sadrži komoru za sušenje koja je prekrivena providnim staklenim poklopcem. Komora

za sušenje je uska, izolovana najčešće kockasta konstrukcija sa otvorima u njoj koji dozvoljavaju vazduhu da ulazi i napušta komoru.

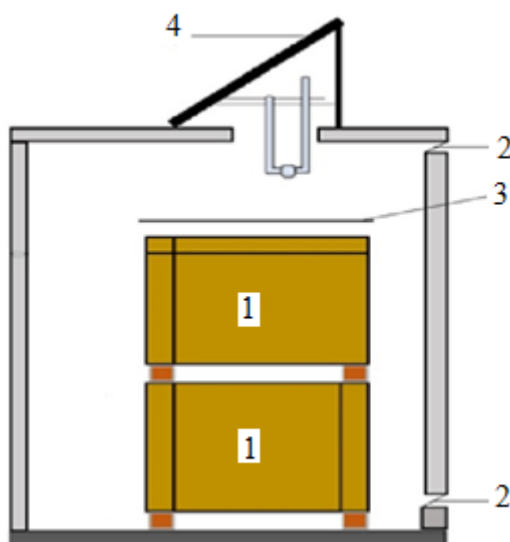
Komora za sušenje se izvodi od sljedećih materijala drveta, betona, lima, itd. Komora za sušenje je obično dužine 2 m, širine 1 m, i 23 do 30 cm dubine. Dno i zidovi komore za sušenje treba da imaju sloj izolacije od 5 cm (preporuka). Zacrnjivanje unutrašnjih zidova komore za sušenje će poboljšati efikasnost sušare, ali treba koristiti materijal koji nije otrovan i izbeći boju sa sadržajem olova. Drvo zacrnjeno paljenjem je sigurno i jeftino.



Sl. 3. Izvedba direktne solarne sušare s prirodnim strujanjem vazduha:

1-složajevi rezane građe, 2-klapne za izmjenu zraka, 3-strop, 4-apsorberska površina, 5-staklo

Indirektna sušara je ona u kojoj materijal nije direktno izložen dejstvu Sunčevog zračenja. Kod ovih komora sušenje se ostvaruje agensom sušenja koji je pripremljen u prijemniku solarne energije. Na sl.4., prikazano je rješenje indirektna pasivne sušare. Prijemnik Sunčevog zračenja može biti bilo koje veličine i treba da bude nagnut prema pravcu Sunčevog zračenja tako da optimalno prikupi Sunčevo zračenje. Povećanjem dimenzija prijemnika može se dobiti više toplotne energije čime se poboljšava ukupna efikasnost. Veća površina apsorbira prijemnika je bolja u mjestima sa slabim Sunčevim zračenjem, svježim ili hladnim klimama i vlažnim područjima



Sl.4. Izvedba indirektna solarne sušare s prirodnim strujanjem vazduha:

1-složajevi rezane građe, 2-klapne za izmjenu zraka, 3-strop, 4-solarni kolektor

Komora za sušenje treba da bude smještena na nogama nosača, ali ne treba da bude podignuta tako visoko iznad zemlje. Osnova prijemnika treba da bude sa otvorima za ventilaciju tako da se dozvoli ulaz vazduha koji se zagrijava. Otvori treba da su ravnomjerno raspoređeni po cjeloj širini osnove površine prijemnika u cilju sprečavanja lokalizovanog pregrijavanja površina u prijemniku.

Otvori treba također da su podesivi tako da protok vazduha može da se reguliše prema radnim uslovima i/ili potrebama.

Sunčevo zračenje, temperatura okolnog vazduha, vrijednost vlažnosti, temperatura u komori za sušenje, i početna vlažnost materijala koji se suši moraju biti uzeti u obzir pri regulisanju protoka vazduha. Vrh prijemnika, izlaz, treba da bude potpuno otvoren prema dnu komore za sušenje. Ventilacioni odvodni kanal povećava protok agensa sušenja kroz komoru za sušenje povećanjem brzine strujanja. Topao-vlažan vazduh prolazi kroz ventilacioni odvodni kanal, dodatno Sunčevo zračenje koje ulazi u kanal zagrijava dalje vazduh koji napušta kanal. Ova dodata toplota čini vazduh manje gustim i čini da vazduh brže napušta kanal i izlazi napolje, obezbjeđujući na taj način više svježeg vazduha kroz prijemnik.

3.3 Kombinirane solarne sušare

Kombinirane solarne sušare su takve sušare koja osim solarne energije koristi još neki drugi vid energije (biomasa, vjetar, gas), a to im osigurava nesmetan rad.

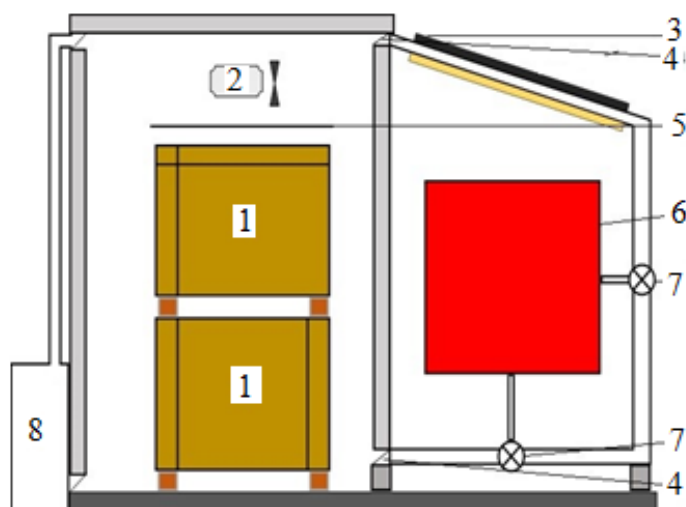
Podjela kombinovanih solarnih sušara je sljedeća:

- solarne energija sa toplinskom pumpom,
- solarne energija i biomasa,
- solarna energija i biogas,
- solarna energija i energija vjetra.

Učinkovitost solarnih sušara se najbolje pokazala u kombinaciji sa kondezacionim sistemom sušenja. Kombinovani način solarnih sušara sa toplotnom pumpom, sl.5., je sistem sušenja koji je pouzdan i može djelovati kontinuirano, bez obzira na vremenske uslove i vrijeme trajanja sunčevog zračenja. Ovi sistemi se primjenjuju za konstantno snadbijevanje drveta za serijsku preradu drveta. U zadnjoj deceniji je nekoliko tipova solarnih sušara proučavano i poboljšavano. Mogu se naći sušare koje su veoma jednostavni sistemi, one koje su malog kapaciteta, koje su zastupljene na području BiH, do onih koje su potpuno automatizovane sa intergisanim energetske sistemima za skladištenje sunčeve energije.

Mnoge od njih mogu biti pod kategorija solarnih sušara, koje se mogu podjeliti na solarne sušare: plastenike, sušare sa odvojenim kolektorom, sušare sa rezervarom i kombinovane solarne sušare. Prenosilac sušenja može imati prirodnu ili prinudnu konvekciju.

Analizom sistema "solarne drvene sušare" zaključili smo da postoje različito projektovanje, bilo za sušare koje se nalaze na tržištu bilo za one koje su prikazane u literaturi. Pri istraživanju postojećih sistema na području BiH, uočeno je da postoji problemi pri strukturalnoj analizi problema pri projektovanju, koji se naziva primjena obnovljivih izvora energije.



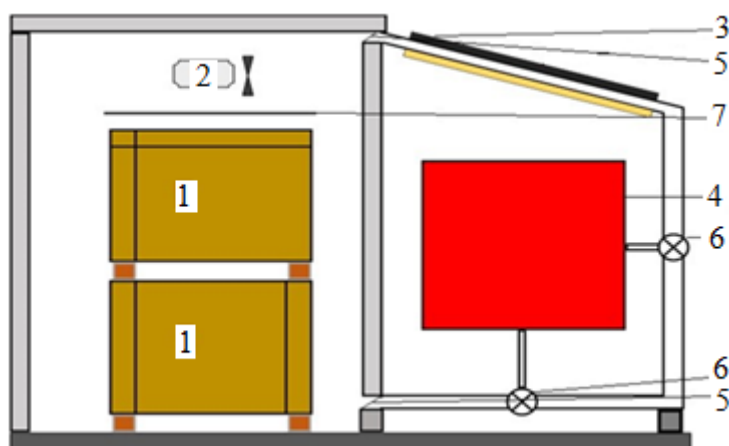
Sl. 5. Kombinirana solarana sušara (sa akumulacijom toplote i sa toplotnom pumpom) za sušenje drveta: 1-složaj drvene građe, 2-aksijalni ventilator, 3-spemnik sunčeve energije, 4-klapne, 5-strop, 6-akumulator toplote, 7-trosmjerni ventil, 8-toplotna pumpa

Također kombinirane sušare mogu biti pokretne, komornog tipa, čije konstruktivno rješenje omogućava sušenje materijala direktnim i indirektnim korištenjem solarne energije. Upravo su osnovni elementi i pripadajući dijelovi sušare montirani na specijalnu jednoosovinsku prikolicu, što omogućuje da se kompletna sušara može lako transportirati do mjesta rada i veoma brzo se može prevesti iz transportnog u radni položaj.

Sušenje vlažnog materijala se vrši toplinom od solarnog zračenja direktno kroz koso postavljena transparentna stakla sa obje strane gornjeg prostora i reflektovanog zračenja od ravnih bočnih ogledala čiji položaj treba da prati Sunce, tako da se materijal na tavama stalno obuhvaća reflektovanim zračenjem.

3.4 Solarne sušare s rezervarom

Solarne sušare sa rezervarom, sl.6., predstavlja modifikaciju sušara sa bočno postavljenim kolektorom, time što im se ugrađuje energetska skladišta.



Sl.6. Solarana sušara (sa skladišnim prostorom) za sušenje drveta:

1-složaj drvene grede, 2-aksijalni ventilator, 3-spemnik sunčeve energije, 4- akumulator toplote, 5- klapne, 6- trosmjerni ventil, 7- strop

Skladištenjem energije moguće je održavati i kontrolisati temperaturu u komori, što direktno utiče na kvalitet proizvoda. Početna investicija je značajna (troškovi proizvodnje skladišta rezervoara i troškovi kupovine zemljišta). Ovaj sistem stoga treba prosuđivati prema različitim kriterijima, posebno troškovima vlasništva i poboljšanja kvaliteta proizvoda.

4 Konstrukcija i primjena solarnih kolektora

Analizom sistema solarnih sušara za drvo zaključeno je da postoji različito projektovanje sušara, bilo za sušare koje se nalaze na tržištu bilo za one koje su prikazane u radu. Kao rezultat istraživanja, uočene su različite promjene na sistemima solarnih sušara za drvo. Što se tiče grijne jedinice, najveći razvoj je efikasnost kolektora. Što se tiče jedinice za sušenje, glavna napomena je smanjenje gubljenja energije (izolirani zidovi).

Grijna jedinica je prvobitno bila ravni solarni kolektor. Ovo je specifičan tip izmjenjivača toplote koji pretvara sunčevu energiju zračenja u toplotu. Dizajn kolektora će zavisiti od količine energije potrebne po sistemu da se zagrijava, i na toplotni prijenos tečnosti na raspolaganju.

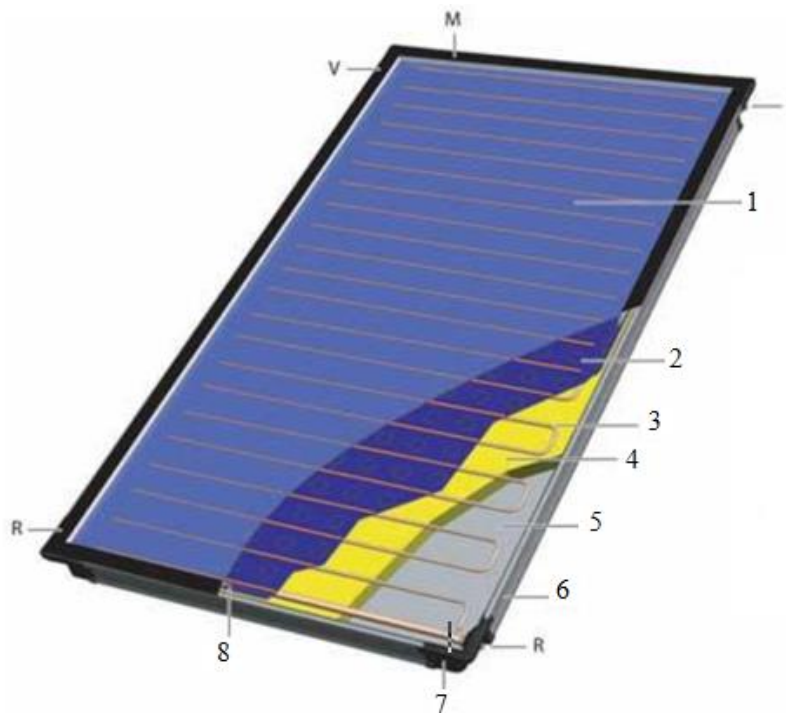
Solarni kolektor se uglavnom sastoji od:

- providnog poklopca,
- Apsorbera, obojenog metala,
- jedna ili više cijevi, ako se radi o prijemniku sa tečnošću kao radnim fluidom,
- izolacije.

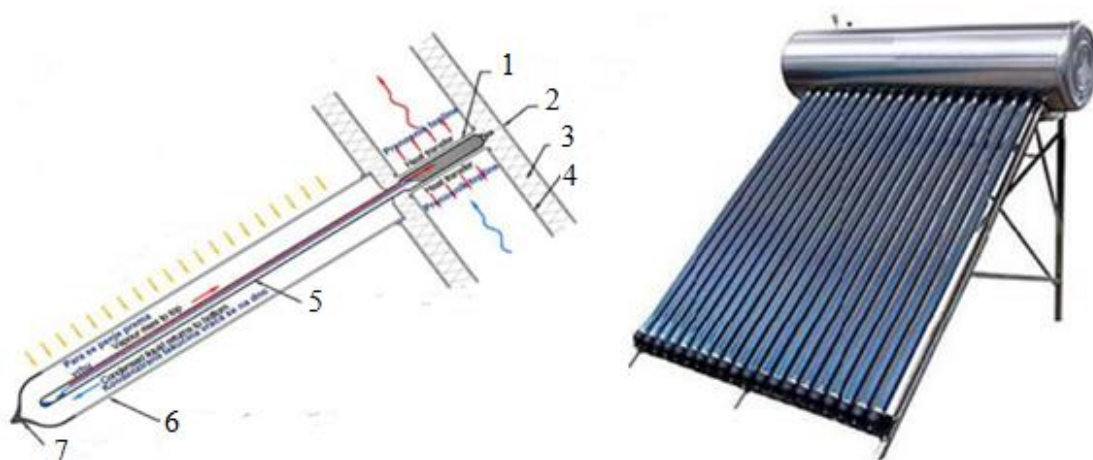
Solarni kolektori su elementi solarnog sistema, koji direktno pretvaraju Sunčevu energiju u toplinsku energiju vode ili neke druge radne tvari. Neki od bitnijih solarnih kolektora su pločasti i vakumski kolektori koji pripadaju u nekoncentrirane solarne kolektore. Pa tako solarni nekoncentrirani kolektori se najčešće pojavljuju u obliku pločastih kolektora. Pločasti kolektor ima stepen

iskoristivosti Sunčeve energije 50-80%, te je osnovni dio Sunčevog toplovodnog sistema. Prekriven je Sunčevim staklom, te je otporan na lom. Najčešće se postavljaju okomito ili horizontalno, okrenuti prema jugu i nagnuti prema horizontali. Ugao nagiba je najčešće od 35° do 45°, no postoje i neki drugi načini postavljanja ove vrste kolektora. Na sl.7., je prikazan primjer pločastog solarnog kolektora.

Vakuumski kolektori, sl.8., imaju vakuumirane cijevi čime su im toplinski gubici prema okolini svedeni na minimum. Efikasniji su od ravnih pločastih kolektora. U nekim analizama usporedbe, efikasniji su čak za 25 - 30 %, a kod sistema gdje se traže visoke temperature (apsorpcijsko hlađenje) i do 50 %. Za razliku od ravnih pločastih kolektora mogu se koristiti na potpuno ravnim ili okomitim površinama (fasada) zahvaljujući okretnim cijevima. Svaka cijev, a time i apsorber koji se nalazi u njoj može se zaokrenuti oko svoje osi maksimalno za 25°.



Sl.7. Pločasti solarni kolektor: V-Solar polazni tok, R-solar povratni tok, M-mjerno mjesto temperature, 1-stakleni pokrov, 2-apsorber pune površine, 3-dvostruki meander, 4-toplinska izolacija, 5-stražnja stijena kućišta, 6- profil okvira od fiberglasa, 7-plastični brizgani uglovi, 8- rubni spoj



Sl.8. Vakuumski solarni kolektor: 1-bakreni obrub cijevi, 2-aluminijsko zaglavlje kućišta, 3-izolacija, 4-bakreno kućište cijevi, 5- vakumirana bakrena cijev, 6- staklena vakumirana cijev, 7-indikator vakuuma

5 Zaključak

Sunce je čisti izvor energije koja ne košta i ta energija se nalazi u neograničenim količinama. S obzirom na očigledne promjene u svijetu, kao što su nagle promjene klime, pitanje spašavanja čovječanstva od njegovog djelovanja nije zakašnjelo. Srećom, vidimo danas na primjeru iskorištavanja solarne energije u razne svrhe, da je čovječanstvo postalo svjesno da je došlo vrijeme da se malo pomalo izbacuju konvencionalni oblici energije kao što su nafta, ugljen i nuklearna goriva, a počnu se koristiti obnovljivi izvori energije. Sunčeva energija se može iskoristiti, na jeftin, isplativ i kvalitetan način bez zagađivanja naše Zemlje. Izbor je razan, od iskorištavanja u svrhu zagrijavanja potrošne tople vode, grijanja ili hlađenja, pa sve do proizvodnih pogona za sušenje drveta.

Svjetska energetska politika je sve više usmjerena, ali i postiče, upotrebu obnovljivih izvora energije. Zato je važno, pratiti trendove i razvoje u procesu korištenja alternativnih izvora energije. U posljednjih nekoliko godina, konstruisano i izučavano je nekoliko različitih tipova solarnih sušara te se težilo njihovom poboljšanju primjene u pogonima. Na tržištu se mogu pronaći solarne sušare koje su veoma jednostavnog sistema, te sušare malog kapaciteta, te do potpuno automatizovanih sa integrisanim energetske sistemima za skladištenje energije što nam govori da se sve više radi na promicanju solarne tehnologije u svakodnevnom životu.

6 Literatura

- [1] Hodžić, A., F. Islamović, R. Hasanagić, Experimental analysis of artificial drying from the standpoint of drying process, *Processing* 15, Beograd, Serbia, 2015.
- [2] Syahrul, S., Hamdullahpur, F., I. Dincer, Exergy analysis of fluidized bed drying of moist particles, *Exergy, an International Journal*, 2 (2002), 2, 87-98
- [3] Dincer, I., A. Z. Sahin, A new model for thermodynamic analysis of a drying process, *International Journal Heat Mass Transfer*, 47 (2004), 4, 645–652.
- [4] Celma, A.R., F. Cuadros, Energy and exergy analyses of OMW solar drying process, *Renew Energy*, 34 (2009); 3, 660–666.
- [5] Liu, Y., Y. Zhao, X. Feng, Exergy analysis for a freeze-drying process, *Applied Thermal Engineering*, 28(2008), 7, 675–900.
- [6] Lostec, B.L., N. Galanis, J. Baribeault, J. Millette, Wood chip drying with an absorption heat pump, *Energy*, 33 (2008), 3, 500–512.
- [7] Fyhr, C., A. Rasmuson, Some aspects of the modelling of wood chips drying in superheated steam, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 40 (1997), 12, 2825–2842
- [8] Brkić, M., T. Janić, Briketiranje i peletiranje biomase, monografija, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 34 (2008), 1-2, 78-86.

