Sušenje i sušare sa aspekta obnovljivih izvora energije i održivog razvoja

RADIVOJ M. TOPI, Univerziteta u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd

MILAN R. BOŽOVI, Univerzitet u Prištini,

Prirodno matematički fakultet, Kosovska Mitrovica

GORAN R. TOPI, Srbijagas, Novi Beograd

Originalni naučni rad

UDC: 66.047.4/6

DOI: 10.5937/tehnika1701061T

Održivi razvoj, energetska efikasnost, korišćenje obnovljivih izvora energije i zaštita okoline su najaktuelnija pitanja na početku novog, 21. veka. Najvažnija uloga obnovljivih izvora energije je u smanjenju efekta staklene bašte, u povećanju energetske sigurnosti i otvaranju novih radnih mesta kroz mala i srednja preduzeća. U radu je dat kratak pregled obnovljivih izvora energije sa aspekta održivog razvoja, energetske efikasnosti i zaštite okoline i uloga tehnologije procesa sušenja u održivom razvoju (prikaz postojećih rešenja sa dopunskim izvorom energije i originalnih rešenja za sušenje koja koriste obnovljive izvore) kroz: smanjenje "potrošnje" energije, sušenje izvornog biogoriva, solarno sušenje, korišćenje energije vetra i bogasa za sušenje, sušenje radi smanjenja "gubitaka" resursa, sušenje radi zaštite životne sredine itd. Pre primene i globalnog korišćenja svaki energetski proces i obnovljivi izvor energije, treba analizirati i valorizovati kroz 4E princip: ekološki, energetski, ekonomski i edukacijski.

Ključne reči: obnovljivi izvori energije, održivi razvoj, sušenje, sušara, ekologija, zračenje

1. UVOD

Potpisivanje protokola iz Kjotoa iz 1997, od strane 160 potpisnica, primoralo je vlade i međunarodne organizacije da izdvoje sredstva za studije i projekte o održivom razvoju. Zakonodavstvo prati ovaj trend. Evropska unija dodeljuje sredstva za direktno istraživanje u ovoj oblasti, kao i za istraživanje u vezi sa sušenjem koje je povezano sa energijom. Ulaganje u istraživanja procesa sušenja dovelo bi do osvajanja tehnologija koje doprinose održivom razvoju. Procena raspoloživih količina obnovljivih izvora energije nije jednostavna što, uostalom, sledi već iz njihovog naziva: ako je nešto neiscrpivo, odnosno ako se njegova količina stalno obnavlja, koliko ustvari toga onda ima? Zbog toga se vezano za obnovljive izvore, umesto pojmova rezervi i resursa, najčešće koristi pojam potencijala koji može biti: teorijski; tehnički i ekonomski. Teorijski potencijal obnovljivih izvora označava njihovu fizičku prisutnost, primer Sunčeva zračenje koje dospeva na Zemljinu površinu ili kinetička energija vetra. Tehnički potencijal se dobija iz teorijskog kada se uzmu u obzir sva postojeća ograničenja (položaja, tehnička, transformaciona). Ako se uzmu i

ekonomski faktori dobija se ekonomski potencijal.

2. ZAŠTO OBNOVLJIVI IZVORI ENERGIJE?

Štetno dejstvo na okolinu od prirodnih izvora (vulkani, šumski požari, metabolizam životinja itd.) traje od praistorije, međutim veliko antropogeno (od strane čoveka) zagađenje vazduha, vode i tla započelo je industrijskom revolucijom. Jedna od najvećih energetske krize dogodila se u Pruskoj u 18. veku, a uzrokovana je nestašicom drveta zbog nekontrolisane seče šuma i hladnim zimama. Tadašnji pruski vladar Friedrich Veliki je započeo akciju za poboljšanje energetske efikasnosti što je imalo za posledicu izum prve peći i za grejanje s povećanom efikasnošću, poznate pod nazivom berlinska peć (1763. godine). Ni ekološki propisi nisu novost: još je 1280. godine u Engleskoj donešen zakon po kojem se za loženje uglja, odnosno time uzrokovano zagađenje u gradovima, predviđala smrtna kazna! Sedamdesetih godina prošlog veka, u doba energetske krize, u većini razvijenih zemalja započeli su opsežni programi za povećanje energetske efikasnosti, primer za poboljšanje energetske postrojenja (elektrana, toplana, kotlova itd.). Uporedo s tim se pojavljuju zamisli o ponovnom korišćenju izvora energije korišćenih od davnina, a od početka industrijalizacije već pomalo zaboravljenih. Poznato je da je biomasa (drvo, treset, sušeni ostaci biljaka, životinjsko gnojivo itd.) bila energent za ogrev tokom cele istorije. U Kini je još 1280. godine u

Adresa autora: Radivoj Topi, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, Kraljice Marije 16, r.topi@eunet.rs

Rad primljen: 24.12.2016.

Rad prihvaćen: 09.01.2016.

pogonu za drobljenje željezne rude korišćena energija morskih talasa, u Londonu je 1580. godine proradila pumpa sa pogonom na plimu i oseku, u Južnoj Americi se 1872. godine Sunčevom energijom pokretalo desolinizacijsko postrojenje, dok se 1878. godine u Indiji pojavila prva solarna peć za kuvanje. Dana 22. aprila 1970. godine u SAD-u je održan prvi veliki svetski ekološki skup i taj se dan svake godine obeležava kao Dan planete Zemlje. Tako je godine 1971, u Kanadi je osnovano međunarodno ekološko udruženje Greenpeace, a 1973. godine na Novom Zelandu prva ekološka („zelena“) stranka na svetu. Istovremeno Ujedinjene nacije započnu s održavanjem međunarodnih skupova o zaštiti okoline (prvi je održan 1972. godine u Stockholmu). Poslednjih tridesetak godina o zaštiti okoline su održani brojni skupovi širom sveta (Rio de Janeiro, Kyoto, Rotterdam, Haag, Bonn itd.). Obnovljivi izvori energije i zaštita okoline postaju sve popularniji u javnosti pa ne čudi što je i katolička crkva 1979. godine proglasila sveca zaštitnika okoline – sv. Franju Asiškog. Zanimljivo je spomenuti kako se i zaplet jednog od filmova o popularnom tajnom agentu Džeјmsu Bondu (James Bond) temelji na kontroli nad „uređajem za efikasno iskorišćavanje Sunčeve energije“ („čovjek sa zlatnim pištoljem“ Gaj Hamiltona (Guy Hamilton) iz 1974. godine).

3. ODRŽIVI RAZVOJ

Ekologiji je otkriveno da postane najpopularnija nauka u 21. veku. Poslednjih godina se može primetiti nova ekološka etika, koja treba da se temelji na aktivnom odnosu čoveka koji svoju okolinu gradi i obnavlja. Svetska komisija Ujedinjenih nacija za životnu sredinu i razvoj, održivi razvoj definiše na sledeći način: „zadovoljavanje potreba sadašnje generacije tako da se ne ugrozi mogućnost budućih generacija da zadovolje svoje potrebe“. Značajnu ulogu u izgradnji novog pristupa životnoj sredini i procesu supstitucije fosilnih goriva obnovljivim izvorima energije ima i proces sušenja.

4. POLJA UTICAJA PROCESA SUŠENJA NA ODRŽIVI RAZVOJ

4.1. Smanjenje „potrošnje“ energije

Čovečanstvo je 1990. godine potrošilo 309 EJ, od čega je 136 EJ potrošila industrija. Skoro sva ova energija se dobijala sagorevanjem fosilnih goriva, što za posledicu ima povećanje koncentracije CO₂ u atmosferi, koja stvara efekat staklene bašte. Procenjuje se da se od ukupne energije koju koristi industrijski sektor, 12% troši na procese sušenja. Smanjenje ovog udela doprinosi i smanjenju emisije CO₂, što je moguće unapređenjem starih postojećih tehnologija sušenja i osvajanjem i uvođenjem novih. Procesi

mehaničkog izdvajanja vlage, vihornog sušenja, impulsnog sušenja, korišćenja toplotnih pumpi i sušenja pregrejanom parom kao agensom sušenja, mogu znatno doprineti smanjenju potrošnje energije potrebne za proces sušenja. Korišćenje pregrejane pare u svojstvu agensa sušenja predstavlja instrument opšte namene za smanjenje potrošnje energije. Rekompresija pare u procesu sušenja omogućava smanjenje potrošnje energije uređaja po 1 kg izdvojene vlage ispod vrednosti od 2500 kJ (toplota promene faze na t=0°C), dok pri ostalim načinima sušenja ta vrednost može da bude znatno veća. Jedna od mogućnosti je i korišćenje visokotemperaturnih procesa sušenja i uklapanje procesa sušenja u šire tehnološke procese. Kod postojećih rešenja za sušenje uopšte se tehnološke i konstruktivne mogućnosti koje bi dovele do smanjenja vrednosti specifične potrošnje toplote. Od velikog značaja bi bila i veća primena Prvog principa izdvajanja vlage (mehaničko, sorpciono, osmotsko, elektroosmotsko, itd.).

4.2. Sušenje biomase, dobijanje biogoriva

Jedno od najvažnijih obeležja dvadesetog veka je apsolutna dominacija nafte, odnosno njenih derivata kao izvora energije. Najrazvijenije zemlje, koje su ujedno i najveći potrošači, odavno su počele da rade na mogućnostima za smanjenje njene potrošnje, odnosno konačne supstitucije drugim energentima. Do sada su se formirala dva puta ka ovom cilju. Prvi vodi kroz poboljšanje ekonomičnosti uređaja za korišćenje nafte i smanjenje korišćenja nafte za zadovoljavanje potreba za toplotnom energijom. Drugi put vodi kroz afirmisanje korišćenja alternativnih i mogućnosti obnovljivih izvora energije. I jedan i drugi pristup zahtevaju obimna i skupa istraživanja, kao i velika ulaganja u proizvodne tehnologije i eksploatacionu strukturu. Pod biomasom se podrazumevaju oni energenti koji se dobijaju kroz biološke procese u relativno kratkim vremenskim intervalima. Od ugljenika i vode pod dejstvom Sunčeve energije u procesu fotosinteze nastaje glavni deo biomase. Vrednost površinskog toplotnog fluksa od 150 W/m², koji apsorbuje površina Zemlje, daje otprilike 30 puta više energije od količine koja je potrebna celokupnom stanovništvu. Deo ove energije (približno 0,1 %) iskoriste biljke formirajući osnovu biomase od koje se deo može da koristi kao biogorivo. U procesu sagorevanja biogoriva ispušta se samo reciklirani CO₂ kojim se ispuštanjem ne povećava njegova ukupna koncentracija, te stoga ne doprinosi efektu staklene bašte. Nasuprot tome sagorevanjem fosilnih goriva oslobađa se CO₂, koji je milionima godina u njima akumuliran. Biogoriva su treset, kora drveta, ostaci rezidbe u vinogradima i vinogradima, sporedni proizvodi ratarstva (slama, oklasak, kukuruzovina, ljuške suncokreta itd.) isitnjena šećerna trska iz koje je ekstrahovan

še er, ljske i kore vo a itd. Radi se o veoma značajnom izvoru energije ako se imaju u vidu količine sporednih proizvoda različitih kultura. Neke od njih ne mogu sagorevati bez prethodne pripreme koja podrazumeva i proces sušenja. I kada je moguće njihovo direktno sagorevanje, ipak je iskorisćenje energije efikasnije kada se prethodno osuše u posebnim sušarama. Osušena goriva se mogu gasifikovati, ili se nakon briketiranja ili peletiranja prodavati kao finalni proizvod. Ovde leže velike mogućnosti primene procesa sušenja, jer se kapaciteti sušare mere u desetina hiljada kg isparele vode po satu. Tržište drvene biomase u Srbiji nije razvijeno bez obzira što je biomasa potencijalno najznačajniji obnovljivi izvor energije.

U Srbiji, osim u retkim slučajevima, preduzeća za preradu drveta ne koriste sopstveni drveni otpad za proizvodnju toplotne energije, već se on spaljuje ili baca u reke i tako zagađuje okolinu. činjenica je da velikom broju preduzeća nedostaju sredstva za ozbiljne rekonstrukcije ili nabavku novih sistema za proizvodnju energije iz drvnog otpada koji proizvode. To je značajni ograničavajući faktor bez obzira što je drvo kao biomasa veoma isplativ energent.

Kao doprinos održivom razvoju kroz obezbećenje ušteda energije (smanjenje specifične "potrošnje" toplote), zaštite okoline, smanjenje otpada i obezbećenja kvalitetnog goriva, razvijem je tehničko tehnološki sistem za visokotemperaturno sušenje strugotine, prikazan na slici 1.. Postrojenje za visokotemperaturno sušenje strugotine je namenjeno za sušenje strugotine relativne vlažnosti u granicama od 50 do 80%, koristeći kao gorivo osušenu strugotinu relativne vlažnosti manje od 15% a u cilju obezbećenja sirovine za dobijanje drvnog brašna izradu briketa i peleta kao goriva za potrebe grejanja i druge terminke procese.

Osnovni elementi postrojenja za visokotemperaturno sušenje su: izvor toplote (uređaj za sagorevanje suve strugotine - vertikalno ciklonsko ložište); visokotemperaturna pneumatsko dobošasta sušara sa troprolaznim bubnjem, kao komorom za sušenje; sistem za uvođenje vlažnog materijala u komoru za sušenje (želja je da se uvede ista masa vlage u toku procesa); sistem za transport materijala kroz komoru za sušenje i sistem za odvajanje osušenog materijala od izrađenog agensa sušenja (ciklon i glavni ventilator).

4.3. Solarno sušenje, ušteda energije i kvalitetniji proizvodi

Za solarno sušenje direktno se koristi energija Sunca. Danas se solarno sušenje na otvorenom zamenjuje posrednim tehnologijama. Ljudi su iznova otkrili da su proizvodi sušeni korišćenjem energije

Sunca kvalitetniji od industrijski sušenih proizvoda. Današnje tehnologije na bazi solarne energije obezbeđuju zagrevanje tečnih i gasovitih radnih fluida do relativno visokih temperatura.

činjenice koje su dovele do ideje i potrebe osvajanja rešenja solarnih sušara su:

- da je intenzitet Sunčevog zračenja u našem podneblju najveći i u kasno proleće, letnjim i rano jesenjim danima, što pada baš u vreme srećivanja poljoprivrednih kultura,
- da se suši, voće i povrće, lekovito, aromatično i za insko bilje,
- da su staništa tih kultura dalje od urbanih sredina, gde je otežano dopremanje te nog ili vrstog relativno skupog goriva,
- da je izuzetno porastao interes za osušenim biološkim materijalima,
- da se zahteva ušteda energije i indirektni nafta u sušenju,
- da se većina materijala skoro odmah posle ubiranja mora sušiti,
- da je sve izraženiji zahtev za istim tehnologijama,
- da je skoro jedina i najveća stavka, kod korišćenja solarnih sušara, vrednost investicionih troškova, izrade sušare,
- da je sa ekonomskog i ekološkog aspekta, osušeni proizvod znatno konkurentniji u odnosu na proizvod dobijen klasičnim sušenjem.

4.3.1. Solarne pokretne sušare

Pokretne sušare se karakterišu postojanjem sopstvenog kretnog pogonskog dela i za njih je premeštanje je potrebna neka pogonska mašina, traktor itd. Naročito su pogodne za rad na parceli kada se suše proizvodi koji zahtevaju sušenje odmah posle ubiranja.

Rešenja solarnih sušara mogu biti:

- solarne sušare sa pramenom putanje Sunca, radi se o rešenjima koja mogu automatski ili od strane rukovaoca da prate putanju Sunca okretanjem rešenja oko njegove vertikalne ose;
- solarne sušare sa pramenom putanje i ugla položaja Sunca, kod ovih rešenja se sem okretanja rešenja oko njegove vertikalne ose obezbeđuje i pomeranje prijemnika solarne energije po visini u cilju zauzimanja najpovoljnijeg položaja u odnosu na solarno zračenje.

Na slici 2a, je prikazano rešenje univerzalne, pokretne, komorne, konvektivne, ekološke, aktivno – pasivne solarne sušare. Takođe na slici 2.b. i c, su prikazana rešenja eolske solarne sušare i direktno indirektno pasivne sušare. Na slici 2.d, je prikazana solarna sušara sa toplotnom pumpom i ložištem na biomasu.

Slika 1 - Konceptija rešenja tehni ko tehnološkog sistema za visokotemperaturno sušenje strugotine i dobijanje briketa [6] 1.usipni koš za vlažan materijal 2. transporter za vlažan materijal (mehani ki) 3. usitnjiva drvenog otpada 4. ventilator sistema za pneumatski transport vlažnog materijala, strugotine 5. kanal sistema za pneumatski transport vlažnog materijala 6. ciklon za vlažan materijal 7. silos za vlažan materijal 8. transporter (mehani ki) za uvo enje vlažnog materijala u komoru za sušenje sa izuzima em iz silosa 9. ventilator sa sistemom za uvo enje goriva i primarnog vazduha u ložište ure aja za sagorevanje 10. ure jaj za sagorevanje osušene strugotine 11. ventilator za uvo enje sekundarnog vazduha u ložište ure aja za sagorevanje 12. gorionik na gas za inicijalno paljenje 13. kanal za uvo enje agensa sušenja (mešavina produkata sago revanja i vazduha iz okoline) u komoru za sušenje 14. visokotemperaturna sušara sa troprolaznom komorom za sušenje 15. kanal sistema za pneumatski transport osušenog materijala 16. ciklon sistema za pneumatski transport 17. glavni ventilator sistema za pneumatski transport osušenog materijala 18. transporter osušenog materijala (mehani ki) do mlina 19. mlin za osušeni materijal 20. ventilator za transport mlevenog osušenog materijala do ciklona silosa za osušen materijal 21. kanal za uvo enje mlevenog osušenog materijala u ciklon silosa osušenog materijala 22. ciklon osušenog materijala 23. silos za osušeni materijal 24.

transporter za dovo enje osušenog materijala do ventilatora za uvo enje osušenog mlevenog materijala u ložište ure aja za sagorevanje 25. transporter sa izuzima em (mehani ki), za odvo enje mlevenog osušenog materijala do tampon silosa 26. tampon silos 27. pužni izuzima 28. presa za briketiranje (ekscentar presa) 29. linija za hla enje briketa 30. pakerica 31. vaga 32. skladište paleta briketa 33. komandna sala

Na slici 2.a, je prikazano rešenje pokretne komorne solarne sušare [1]. Sušenje je sa indirektnim koriš enjem solarne energije i prinudnim strujanjem agensa sušenja i sa mogu noš u pra enja prividne putanje kretanja i ugla položaja Sunca.

Slika 2 - Pokretna univerzalna, ekološka, komorna, konvektivna, indirektna, aktivno – pasivna solarna sušara a) [1], [5] i pokretna solarno eolska, komorna, ekološka, pasivna , direktna solarna sušara b) [2], [5]; indirektno, direktna, pasivna solarna sušara c)[8]; solarna sušara sa toplotnom pumpom i ložištem na biomasu d) [8] b) vetrenja a 2. aksijalni ventilator 3. regulator klapni 4. reflektuju e površi 5. transparent 6. šasija 7. to kov, 8. tave za smeštaj materijala koji se suši d) I – sušara radi kao direktna, II – sušara radi kao indirektna. komora za sušenje 2. reflektor 3. ulazni kanal i apsorber 4. ram, 5. izlazni kanal ("dimnjak") 6. komora sa transparentnim pokriva em 7. transparent, 8. tava sa materijalom koji se suši 9. obrtni krov komore za sušenje - reflektor 10. vrata komore za sušenje 11. Sun evo zra enje

Svi elementi sušare i pripadaju i uređaji su montirani na specijalnu jednoosovinsku prikolicu, tako da se kompletna sušara može lako transportovati do mesta rada i veoma brzo se može prevesti iz transportnog u radni položaj. Priprema agensa sušenja se obavlja u solarnom ravnom prijemniku, a prinudno strujanje agensa sušenja se ostvaruje ventilatorom čiji elektromotori se pogone električnom strujom dobijenom od PV modula, što ovu sušaru svrstava u grupu i isto solarnih sušara. Konstrukciono rešenje sušare omogućava pravljenje prividne putanje kretanja i ugla položaja Sunca.

4.3.2. Kombinovane solarne sušare

Kombinovane solarne sušare su takva rešenja koja sem solarne energije koristi još neki dopunski izvor energije, što im obezbeđuje nezavisan rad od vremenskih uslova i mogu biti:

- solarne sušare sa toplotnom pumpom, kod ovih rešenja dopunski izvor energije je postrojenje sa toplotnom pumpom;
- sušenje solarnom energijom i biomasom kao dopunskim izvorom energije, kao primer doprinosa održivom razvoju korišćenje biomase u procesu sušenja dato je na slici 3, rešenje solarne sušare sa korišćenjem biomase kao dopunskog izvora energije. Kao dopunski izvor može da se koristi i neki od tipova izmenjivača toplote, geotermalna energija itd.;
- sušenje solarnom energijom i biogas kao dopunski izvor energije, na slici 4, je prikazano rešenje indirektno, aktivno, komorno, solarne sušare sa uređajem za sagorevanje biogasa kao dopunskim izvorom energije;
- sušenje solarnom energijom i energija vetra kao dopunski izvor energije, doprinos energije vetra zahtevima održivog razvoja, između ostalog, se ostvaruje razvojem rešenja za sušenje koja koriste energiju vetra za transport agensa sušenja.

Slika 3 - Solarna sušara sa uređajem za sagorevanje biomase kao dopunskim izvorom toplote. 1. kanal za izlaz agensa sušenja 2. otvor za ventilaciju 3. sloj materijala koji se suši 4. apsorber od betona 5. šljunak 6. stepenice 7. dimnjak

temelj sušare 8. uređaj za sagorevanje biomase 9. ulaz vazduha 10. zid, cigla 11. Transparent, staklo.

Originalno rešenje komorne, aktivne, ekološke, solarne - eolske sušare [2], je prikazano na slici. 2.b. Sušara je pokretna, koornog tipa čije konstruktivno rešenje omogućava sušenje materijala direktnim i indirektnim korišćenjem solarne energije. Osnovni elementi i pripadaju i delovi sušare montirani su na specijalnu jednoosovinsku prikolicu, tako da se kompletna sušara može lako transportovati do mesta rada i veoma brzo se može prevesti iz transportnog u radni položaj.

Sistem za obezbeđivanje promaje, odvođenje vlažnog vazduha (nastale pare) iz komore za sušenje sačinjavaju vetrenjača sa aksijalnim ventilatorom, razvodnik agensa sušenja sa klapnama i vazdušni jastuci (bo ne predkomore) sa ugrađenim površinama za refleksiju.

Slika 4 - Solarna sušara sa uređajem za sagorevanje biogasa kao dopunskim izvorom energije. 1. rezervoar za gas 2. ciklon 3. i 4. filteri 5. komora za sagorevanje gasa 6. izmenjivač toplote 7. dimnjak 8. prijemnik solarne energije 9. komorna sušara

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

4.4. Sušenje kao proces koji doprinosi očuvanju resursa

Jedan od glavnih zahteva izvođenja procesa sušenja je da se obezbedi materijal što boljeg kvaliteta, čime se smanjuje količina otpada. Veruje se da se na globalnom planu pokvari otprilike 20% poželjnih useva zbog nekorišćenja adekvatnog procesa sušenja. Kvalitetan proces sušenja može da spreči ovakvo rasipanje uložene energije i resursa korišćenih za setvu i žetvu.

Dobar primer je i sušenje drvene građe. Pravilnim izvođenjem procesa sušenja moguće je povećati

upotrebu drveta kao građevinskog materijala. Pod uslovom da drvo dolazi sa plantaža, a ne iz prašuma, pravilno sušenje doprinosi da u atmosferi bude manje CO₂. Obrada drveta se može posmatrati i kao završni izvor biogoriva (rešenje tehnološkog sistema na slici 1) ako se ima u vidu da od polazne sirovine, sirovog drveta, se dobija 48% rezane građe, 12% kore, 10% strugotine i 30% ivera. Do sada se vlaga kao produkt procesa sušenja nije posmatrana kao resurs već je odvođena u atmosferu. Uskoro će biti neophodno da se vlaga reciklira, naročito u velikim postrojenjima za sušenje. Završavanje ciklusa na vodi kao krajnjem proizvodu, mogla bi postati standardna procedura u većini industrija. Danas već postoje postrojenja gde celokupna industrijska voda stiže sa sirovinom i gde se ne koristi sveža voda za radne operacije. Dobar primer su šećerane, gde je izvor industrijske vode u samoj repi.

4.5. Sušenje kao proces koji doprinosi zaštiti životne sredine

Jasno je da proces sušenja može da ima negativan uticaj na životnu sredinu. Negativne posledice su: zagađenje atmosfere, sušenje različitih materijala i loš rad sistema za odvajanje osušenog materijala od agensa sušenja, velika potrošnja energije i sa tim povezana emisija CO₂ kao posledica proizvodnje energije potrebne za sušenje. Sa druge strane takođe je jasno da proces sušenja može da bude koristan za životnu sredinu. Proces sušenja omogućava i olakšava korišćenje biomase kao obnovljivog izvora energije. Može da obezbedi pretvaranje industrijskog otpada (rešenje tehnološkog sistema na slici 1) u korisno upotrebne proizvode i može da smanji kvarenje, a u nekim slučajevima i poboljša određene osobine poljoprivrednih proizvoda. Pri tome se poboljšava ukupni energetske bilans.

Moguće je takođe predvideti proces sušenja kao na in pretvaranja sporednih sirovina, otpada, u proizvode različitih namena. Ranije je navedeno sušenje, briketiranje i peletiranje drvnog otpada. Interesantno je sušenje zelene biljke soje, glava i lišća šećerne repe, kompletne kukuruzne biljke, pивske komine i komine grožđa. U proizvodnji šećera osušena pulpa repe u visokotemperaturnim pneumatskim dobošastim i dobošastim sušarama, se koristi kao kvalitetna stožna hrana.

Takođe je osušeno, u visokotemperaturnim sušarama, krečnasto blato se može koristiti kao kalcijumovo đubrivo. Sušenjem pomorandžine kore nakon ekstrakcije soka i esencijalnog ulja može se dobiti biogorivo ili stožna hrana. Sve ove mogućnosti ukazuju da se procesom sušenja sprečava da velike količine različitih sporednih sirovina ne završe na otpadu.

5. ZAKLJUČAK

Početkom 21. veka je promovisao novu etiku koja je u svojoj osnovi ekološka i bavi se održivim razvojem, energetske efikasnosti, korišćenjem obnovljivih izvora energije i zaštitom okoline. Korišćenje obnovljivih izvora energije i smanjenje emisije materijala koje su uzrok globalnog zagrevanja Zemljine atmosfere su neminovno osnovne teme kojima se savremeno društvo, i nauka kao njegov pokretač, bave. Postoji realna osnova za uključivanje domaće privrede u razvoj tehnologija i proizvodnju opreme, kao i za učešće u konkurenciji za plasman tih proizvoda na tržištu. Imaju u vidu da su obnovljivi izvori energije najviše delom locirani u seoskim sredinama, razvojem ovih tehnologija bi se obezbedila i veća zaposlenost seoskog stanovništva, čiji opstanak je takođe ugrožen prethodnim migracijama ka gradovima.

Program selektivnog korišćenja obnovljivih izvora energije (biomasa, geotermalna, Sunčeva i vodelska energija) ima za cilj povećanje energetske sigurnosti i smanjenje potrošnje fosilnih uvoznih energenata. Značajne uštede se mogu postići u proizvodnji električne energije, koja bazira na korišćenju uglja u termoelektranama, što zadovoljava oko 70% potreba za ovom energijom.

Značajan deo biomase se ne može koristiti bez prethodne pripreme koja podrazumeva i proces sušenja. I u slučaju kada je moguće direktno sagorevanje, iskorišćenje energije biomase je efikasnije kada se prethodno procesira u sušarama, a zatim se može gasifikovati, briketirati ili peletirati.

Proces sušenja je nezaobilazna i izuzetno završna faza, jer od njegovog kvaliteta i efikasnosti direktno zavise ekonomski efekti korišćenja biomase kao goriva. Pored toga, kvalitetan proces sušenja sprečava rasipanje uložene energije i resursa korišćenih za setvu, gajenje i žetvu jer se procenjuje da se na globalnom planu pokvari približno petina požnjevenih useva zbog nekorišćenja adekvatnog procesa sušenja.

Konzerviranjem izdvojene vlage, kao prateći proizvod procesa sušenja se dobija voda, koja je dodatni resurs čije količine u velikim postrojenjima za sušenje nisu zanemarive.

Prikazana originalna rešenja postrojenja za visokotemperaturno sušenje strugotine, kao i originalna rešenja solarnih sušara, solarnih i vodelskih, kombinovanih rešenja za sušenje i rešenja sa dopunskim izvorom energije, koja su prikazana u radu mogu u velikoj meri doprineti zaštiti okoline, energetske sigurnosti, smanjenju neophodne energije, razvoju lokalnih zajednica i pitanjima vezanim za održivi razvoj.

LITERATURA

- [1] Topi M. R., Pokretna sušara za sušenje bioloških materijala direktnim korišćenjem solarne energije, Savezni zavod za intelektualnu svojinu, Prijava patenta br. 135/04.
- [2] Topi M. R., Pokretna sušara za sušenje bioloških materijala kombinovanim korišćenjem solarne energije, Savezni zavod za intelektualnu svojinu, Patentna prijava 138/04.
- [3] Topic M. R., Direct use of Solar Energy for drying medicinal herbs, aromatic plants and spices, *SETT-2002* – Moscow, 2002.
- [4] Topic M. R. A Mathematical model of the solar drying process of biological materials, *SETT - 2005* Moscow, 2005.
- [5] Topi M. R., Istraživanje i razvoj pokretne univerzalne solarne sušare za sušenje bioloških materijala, projekat NPEE 271068 MNT R. Srbije, 2005.
- [6] Topi M. R., Projekat NPEE 263004, Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine Republike Srbije, Nacionalni program energetske efikasnosti, 2006.
- [7] Labudović B. i drugi, *Obnovljivi izvori energije*, Energetika marketing, 2002, Zagreb.
- [8] Radivoje M. Topi, Milovan Živković, Janko Živković, Konvencionalni i nekonvencionalni na ini sušenja šljive, 29. *Meunarodni kongres o procesnoj industriji, Procesing`16*, 02. i 03., jun. Beograd.
- [9] Radivoje M. Topi, Nenad Lj. Ćupri, Milan R. Božović, „Muechas”- design and construction of An active solar dryer for biological materials, *International Journal of Mechanical Engineering And Applications*, 2013, 1(2): 49 - 58.

SUMMARY

DRYING AND DRYER FROM THE ASPECT OF RENEWABLE ENERGY AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Sustainable development, energy efficiency, renewable energy and environmental protection are the most pressing questions at the beginning of a new, 21st, century. The most important role of renewable energy in reducing greenhouse gases, increasing energy security and creation through small and medium enterprises. The paper gives a brief overview of renewable energy sources in terms of sustainable development, energy efficiency and environmental protection and the role of the drying process technology in sustainable development (see existing solutions with additional source of Energy and original solutions for drying using renewable sources) through: reducing 'consumption' of energy, drying source of bio fuel, solar drying, wind energy and Biogas for drying, to reduce the 'loss' of resources, drying to protect the environment, etc. Before applying the global use every energy process and renewable source of energy, should be analyzed and valorized through 4E principle: ecology, efficiency, economy and education.

Key words: Renewable energy, sustainable development, drying, dryer, radiation, wind