

Univerzitet u Kragujevcu
Fakultet inženjerskih nuka



Naziv studijskog programa: Mašinsko inženjerstvo

Nivo studija: Osnovne akademske studije

Modul: Energetika i procesna tehnika

Predmet: Prenos snage fluidom

Broj indeksa: 39/2004

Branislav D. Glišović

**ENERGETSKA EFIKASNOST I UŠTEDA
ENERGIJE U INDUSTRIJI NAMEŠTAJA**

završni rad

Komisija za pregled i odbranu:

1. **Dr Dušan Gordić, vanr. professor - mentor**

2. _____

3. _____

Datum odbrane: _____

Ocena: _____

REZIME

Industrija nameštaja spada u grupu relativno malih energetske potrošača. Zato se često na troškove energije u ovim preduzećima gleda kao fiksni režijski trošak, mada je zapravo jedan od troškova kojima se najlakše upravlja (gazduje). I zaista, u velikom broju zemalja EU i posebno SAD, iskustvo je pokazalo da mnoge fabrike ove industrije mogu smanjiti troškove za energiju (pre svega prirodni gas i električnu energiju) i do 20% sa relativno malim ulaganjima i brzim rokom povraćaja sredstava i da je često lakše povećati profit preduzeća smanjenjem troškova za energiju nego povećanjem obima prodaje. U radu su identifikovane i sistematizovane preporuke u vezi smanjenja potrošnje energije u industriji proizvodnje nameštaja, uključujući očekivane uštede i period otplate, kao i mogućnost primena ovih mera i našim preduzećima ove industrije.

Ključne reči: ušteda energije, energetska efikasnost, industrija nameštaja.

ABSTRACT

The furniture industry belongs to the group of relatively small energy consumers. Therefore, energy costs are often treated as the fixed overhead costs, although it is actually one of the costs which are easiest to manage. In many EU countries and especially the United States, experience has shown that many plants of this industry can reduce energy costs (primarily natural gas and electricity) up to 20% with a relatively small payback time. It is often easier to increase company profit by reducing energy costs than increasing sales volume. Recommendations regarding reduction of energy consumption in the furniture industry are identified and systematised in the paper, including the expected savings and the payback time, and the possibility of applying these measures at domestic enterprises of the industry.

Key words: energy conservation, energy efficiency, furniture industry

SADRŽAJ

1. Nosioći energije i energetske transformacije u drvnoj industriji	6
2. Energetika u drvnoj industriji	8
3. Potrebe za energijom u drvnoj industriji.....	9
4. Energenti koji se koriste u industriji nameštaja	12
5. Mogućnosti uštede energije u industriji nameštaja	13
5.1.1 Tehnološke mogućnosti očuvanja energije u sistemima sa komprimovanim vazduhom.....	13
5.1.2 Generisanje komprimovanog vazduha.....	14
5.1.3 Priprema komprimovanog vazduha	16
5.1.4 Integritet sistema za komprimovanje vazduha	19
5.1.5 Primena komprimovanog vazduha	21
5.2 Mogućnosti uštede električne energije.....	24
5.3 Mogućnost uštede toplotne energije.....	26
5.3.1 Prirodni gas kao energent za grejanje	26
5.4 Tehnološke mogućnosti očuvanja energije i hidrauličnim sistemima	27
6. Zaključak	30
7. LITERATURA.....	31
8. Korisni linkovi:	32

UVOD

Industrija nameštaja uključuje izradu delova nameštaja i njihovo sklapanje sa odgovarajućom završnom obradom. Osnovni materijal u ovoj industriji je drvo i pločasti materijali bazirani na drvetu (iverica, univer, MDF, HDF, OSB, lesanit, itd). Uz to koriste se prateći materijali, kao što su: metal, sunđer, tkanina, plastika i sl. Prema klasifikacijama DOE (USA Department of Energy) i IEA (International Energy Agency) industrija nameštaja spada u grupu relativno malih energetske potrošača.

Prema sistematizovanim podacima za različite industrijske grane (Odyssey Energy Efficiency Indicators in Europe Database), srednja specifična potrošnja primarne energije u industrijskim preduzećima industrije proizvodnje nameštaja u EU iznosi relativno malih 0,386MWh/t gotovog proizvoda [1]. Često se na troškove energije u ovim preduzećima gleda kao fiksni režijski trošak, mada je zapravo to jedan od troškova kojim se najlakše upravlja (gazduje) i čijim se smanjenjem može bitno povećati njihova produktivnost. I zaista, u velikom broju zemalja EU i posebno SAD (izvor: IAC - Mississippi State University), iskustvo je pokazalo da mnoge fabrike ove industrije mogu smanjiti troškove za energiju i do 20% sa relativno malim ulaganjima i brzim rokom povraćaja sredstava i da je često lakše povećati profit preduzeća smanjenjem troškova za energiju nego povećanjem obima prodaje.

Prema podacima Republičkog zavoda za statistiku, industrija nameštaja u Srbiji, trenutno zapošljava više od 15.000 radnika u preko 2.000 kompanija i 3.000 radionica, koje su pretežno u privatnom vlasništvu [2].

Najveći broj privatnih kompanija je kategorisan kao "male kompanije" (91,7%). Kompanije srednje veličine čine 7,1%, i velike kompanije pokrivaju preostalih 1,3%. Velike i srednje kompanije su u značajnoj meri orijentisane ka izvozu svojih proizvoda. Srpski izvoz nameštaja se skoro utrostručio do 2004. do 2008. godine, pa je porastao sa 81 miliona na 223 miliona \$ [2]. Preduzeća ove industrijske grane, kao i ostala mala i srednja preduzeća iz Srbije, na putu uključivanja u ekonomiju EU zasnovanu na znanju, susreću se sa brojnim izazovima, koji dodatno naglašavaju važnost istraživanja za njihovu konkurentnost.

Cilj ovog rada je da se analiziraju primeri najbolje prakse za povećanje energetske efikasnosti u industriji nameštaja tj. dostupna relevantna iskustva renomiranih svetskih proizvođača nameštaja, koja treba da posluže kao osnov za rešenja konkretnih problema u preduzećima domaće industrije.

1. Nosioc i energije i energetske transformacije u drvnj indusriji

Po fizičkoj sušini razlikuje se pet vrsta energije odnosno energetske stanja. Nosioc ovih stanja su materijalni pojavni oblici koji se nazivaju NOSIOCI ENERGIJE. Oni su pogodni za korišćenje, a neki od njih i za dopremu do mesta upotrebe. Tako su i nastali uslovni nazivi: proizvodnja, prenos i distribucija energije. U tablici 1 pokazane su vrste energetske stanja i odgovarajući nosioc energije. Od navedenih nosilaca energije za drvnj indusriju su interesantni samo neki. Oni su dati u tablici 2. Obično se pri transformacijama posmatraju parovi dominantne vrste energije, a ostale vrste koje nastaju smatraju se "izgubljenom energijom". Za pet energetske vrste goriva postoji dvadeset dominantne transformacije, kao što su: transformacija mehaničke u toplotnu energiju, toplotne u mehaničku, mehaničke u električnu, električne u mehaničku itd. Odnos energije u koju se dominantna energija transformiše i dominantne energije naziva stepenom korisnosti transformacije. Stepenn korisnog dejstva energetske transformacije je najčešće manji od jedinice.

Tabela 1: Nosioc i energije u prirodi

Energija	Nosilac energije
EE Elektricitet	električni napon i struja, elektromagnetsko polje
TO Toplota	čvrsto, tečno ili gasovito telo
EV Energija veze	a. Molekulske veze čvrsto, tečno ili gasovito gorivo; b. Fazni prelazi: pare tečnosti, disocirani gasovi, plazma; c. Nuklearne veze: fisijono nuklearno gorivo, fuzijono nuklearno gorivo
ME Mehanička	a. Potencijalna: gravitaciono, magnetsko polje, napon, pritisak; b. Kinetička: plima, vetar, vodotokovi, zamajac i klatno, zvuk i ultrazvuk;
ZE Energija zračenja	Nuklearna energija, elektromagnetna energija.

U drvnj indusriji potrebe za energijom zadovoljavaju se korišćenjem električne energije iz distributivne mreže, za pogon motora i uređaja i sagorevanjem fosilnih goriva i biomase u sopstvenim energetske postrojenjima, za dobijanje toplotne energije. U pojedinačnim slučajevima deo proizvedene toplotne energije koristi se za proizvodnju električne energije, za zadovoljavanje sopstvenih potreba. Nosioc i energije koji su zastupljeni u drvnj indusriji su:

Tabela 2: Nosioi energije zastupljeni u preradi drveta

Energija	Nosilac energije
EE Elektricitet	Električna struja;
TO Toplota	Vlažan vazduh, topla voda, vrela voda, vodena para, termo ulje;
EV Energija veze	Vodena para
ME Mehanička	Sabijen vazduh, hidrauličko ulje
ZE Energija zračenja	Nuklearna energija, elektromagnetna energija.

Od nekih dvadeset mogućnosti transformacije dominantnih energija iz jedne u drugu vrstu za nas su interesantne samo neke Ove transformacije su date u tablici 3.

Tablica 3: Transformacija energije

Transformacija	Efikasnost	Napomena
TO→ME (+TO)	$\eta = ME/TO$	Stepen korisnog dejstva toplotnih mašina
ME→TO	1	Pri čistom trenju
ME→EE (+TO)	$\eta = EE/ME$	Stepen korisnog dejstva
EE→ME (+TO)	$\eta = ME/EE$	Stepen korisnog dejstva elektromotora
EE→ TO	1	Elektrotoporni grejači
TO→EE (+TO)	$\eta = EE/TO$	Termoelektrični pretvarači
ME→EV	$EV = ME$	Energija elastične deformacije

2. Energetika u drvnoj industriji

Drvena industrija i energetska privređivanje su tesno međusobno povezani: drvo nije samo sirovina ove industrijske grane, drvo je uz to još i potencijalni nosilac energije. Ostaci proizvodnje industrije obrade i prerade drveta su oduvek korišćeni za proizvodnju potrebne toplote za proces rada i za grejanje prostorija. Do takozvane energetske krize u 1973. godini, snabdevanje energijom u drvnoj privredi je manje više imalo sporednu ulogu. Nije se previše obraćala pažnja na utrošak energije. Još pre samo 10 godina dr Gene Vengert je, poznati američki stručnjak, kao najveću prepreku povećanju energetske efikasnosti i većem korišćenju obnovljivih izvora energije u drvnoj industriji, označio jeftinu energiju iz neobnovljivih izvora. To je tada u SAD i većem delu razvijenog sveta bilo tako, ali to nije sprečilo stručnjake da, gledajući dalje u budućnost, predlože niz kratkoročnih i dugoročnih mera za povećanje energetske efikasnosti u preradi drveta. Promene, koje su se u međuvremenu dogodile u svetskoj ekonomiji, učinile su vezu između energetske i ekonomske efikasnosti veoma čvrstom i dokazale njihovu dalekovidost.

Mogućnosti za smanjenje potrošnje energije u pogonima za preradu drveta ima puno. Uštede bi se mogle ostvariti na grejanju, osvetljenju, potrošnji elektromotora i kompresora, u tehnologijama prerade drveta i na kraju, ali možda je trebalo na prvom mestu, efikasnijim radom kotlova, sušara i parionica.

Kako je to moguće ostvariti? To se može rešiti na dva načina:

- Unapređenjem energetske efikasnosti postojećih procesa.
- Uvođenjem novih, energetski efikasnijih procesa.

Oba pristupa zahtevaju dosta vremena, novca i angažovanja uprave i radnika i obično se kombinuju pri rešavanju konkretnih situacija. Međutim, pre bilo kakvih investicija neophodno je staviti pod potpunu kontrolu sve vidove potrošnje energije, pratiti i kontrolisati utroške energije, izvore snabdevanja i finansijske izdatke za energiju.

Pored toga što kod nas nije do sada bilo ozbiljnijih studija u ovoj oblasti, može se pretpostaviti da je situacija u Srbiji, u pogledu energetske efikasnosti u preradi drveta, lošija nego u ostalim evropskim zemljama. Stara oprema i orijentacija na električnu energiju sada predstavljaju prepreku za uključivanje drvne industrije na evropsko i svetsko tržište.

3. Potrebe za energijom u drvnoj industriji

U industriji za preradu drveta uglavnom se koristi električna energija, toplotna energija i pogonsko gorivo. Energije se troši za tri osnovne namene:

- obradu i rukovanje materijalom;
- hidrotermičku obradu rezane građe i poluproizvoda i
- servisne potrebe: snabdevanje sabijenim vazduhom, grejanje prostorija i osvetljenje.

Električna energija se koristi za pogon motora i za osvetljenje. Ovaj vid energije se ponegde koristi i kao izvor toplotne energije, ali bi to trebalo izbegavati. Električna energija se obezbeđuje se iz elektodistributivne mreže. Proizvodnja električne energije na licu mesta uz pomoć generatora na tečna goriva ili parnih turbo-generatora je kod nas više izuzetak nego pravilo. Primena koogeneracije energije, u našem slučaju kombinovanje proizvodnje električne i toplotne energije, je na samom početku.

Toplotna energija se dobija sagorevanjem nafte, uglja, prirodnog gasa ili otpadaka od drveta. Na taj način se obezbeđuje potrebna energija za grejanje pogona, veštačko sušenje, parenje, tople prese, ... i za konverziju toplotne energije u druge sekundarne oblike energije. U tabeli 2.1 su navedene tehnologije u preradi drveta kod kojih se toplotna energija koristi u značajnijim količinama.

Tabela 2.1: Pregled korišćenja toplotne energije u tehnološkim procesima u preradi drveta

Tehnologija prerade drveta	Tehnološki proces
Pilanska prerada	sušenje rezane građe parenje rezane građe
Izrada furnira i furnirskih ploča	Kondicioniranje furnirskih trupaca sušenje furnira toplo presovanje
Proizvodnja ploča iverica	sušenje iverja priprema lepka toplo presovanje
Finalna prerada drveta	sušenje obradaka furniranje ploča sušenje lakiranih površina



Izrada furnira



Proizvodnja iverice

Kao nosioci toplote koriste se topla ili vrela voda, vodena para, vlažan vazduh i termo ulje. Postoje i tehnologije direktnog grejanja plamenom ili dimnim gasovima, namenjene najviše za sušenje furnira i iverja. Sekundarni oblici energije mogu se dobiti različitim postupcima uz pomoć:

- parnih turbogenerators;
- parnih i turbo mašina i
- dizel i benzinskih motora

Kao i u drugim industrijama utrošak svih oblika energije po jedinici proizvoda varira od fabrike do fabrike. On zavisi od velikog broja različitih faktora, kao što su: veličine pogona, korišćenja kapaciteta, vrsta i karakteristike opreme, stanja i stepena amortizovanosti, stepena finalizacije, primenjenog postupka sušenja, cene energije, primene mera za uštedu energije i kvaliteta održavanja opreme.

U tabeli 2.2 dati su podaci, koji se odnose na potrebe za energijom za najvažnije tehnologije u primarnoj preradi drveta. U razmatranje su uzeti pilanska prerada drveta (sa i bez veštačkog sušenja drveta), izrada furnirskih ploča i izrada ploča iverica. Podaci predstavljaju prosečne vrednosti za veći broj zemalja u razvoju koje su bogate šumom. Utrošak energije je raščlanjen na: električnu energiju, toplotnu energiju i pogonsko gorivo (dizel i motorni benzin) i sveden na m³ gotovog proizvoda.

Tabela 2..2: Potrošnja energije u tehnologijama primarne prerade drveta (OECD) po jedinici zapremine gotovog proizvoda

Tehnologija	Električna energija	Toplotna energija	Motorno gorivo
primarne prerade	kWh/m ³	GJ/m ³	l/m ³
<u>Pilanska prerada</u>			
Prirodno sušenje			
- tvrdi lišćari	30	-	5
- meki lišćari,četinari	20	-	4
Veštačko sušenje			
- tvrdi lišćari	45	2,5	5
- meki lišćari,četinari	25	1,5	4
<u>Izrada plemenitog furnira</u>	56-85	10	-
<u>Izrada furnirskih ploča</u>			
- tvrdi lišćari	230	6,0	4
- meki lišćari,četinari	150	4,0	3
<u>Izrada ploča iverica</u>			
- tvrdi lišćari	160	3,0	3
- meki lišćari,četinari	20	2,0	3

U sva tri spomenuta procesa najveći deo utrošene energije čini toplotna energija. Toplotni tretmani (veštačko sušenje, parenje, tople prese) su najveći potrošači toplotne energije. U pilanskoj preradi se za ove namene troši od 82 do 87% od ukupne energije, u izradi furnira više od 95%, kod furnirskih ploča 87%, a u izradi ploča iverica od 61 do 62%.

U fabrikama primarne prerade električna energija se troši najviše za pogon elektro motora mašina i uređaja, unutrašnji transport i ostale namene gde spadaju osvetljenje, grejanje, proizvodnja i distribucija sabijenog vazduha i pogon mašina za održavanje.

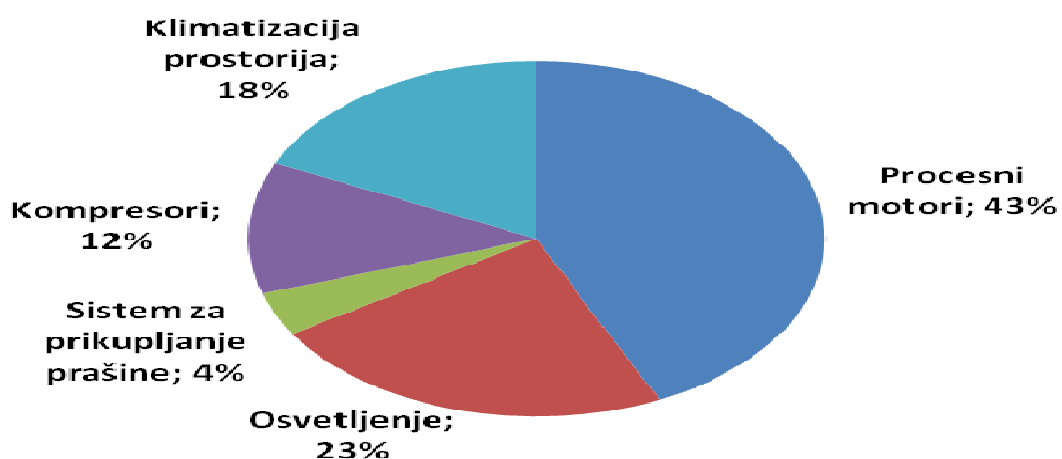
Pogonsko gorivo se uglavnom koristi za pogon motornih vozila unutrašnjeg transporta na stovarištima.

4. Energenti koji se koriste u industriji nameštaja

Relevantna svetska iskustva pokazuju da su osnovni energenti u ovim postrojenjima (uz vodu) električna energija i prirodni gas, pri čemu je električna energija sa troškovnog stanovišta dominantna [3]. U određenom broju preduzeća, umesto prirodnog gasa, kao energent, koristi se otpadni drveni materijal koji nastaje u procesu obrade materijala na bazi drveta, što značajno umanjuje troškove energenata, ali i troškove odlaganja otpadnog materijala. Prema sistematizovanim podacima u više od 30 preduzeća ove industrije, najveći deo godišnje potrošnje električne energije (43%) odlazi na obavljanje procesa (za pokretanje procesnih elektromotora). Na osvetljenje se godišnje troši 23% električne energije, dok se za grejanje i hlađenje prostora, uglavnom kancelarija, koristi 18% električne energije. Tipično, proizvodne hale se ne klimatizuju, zbog visokih troškova. Sistemi za prikupljanje prašine koja nastaje obradom drvnih materijala, koriste procentualno najmanje količine električne energije. Sve veći broj preduzeća proizvodnje nameštaja dobija drvene podsklopove ili drvene komponente spremne za sastavljanje i finu obradu. Uz to, sve manje se koriste i peći za sušenje jer fabrike kupuju već isušenu drvenu građu ili pločaste materijale. Godišnja potrošnja električne energije potrebne za rad kompresora je 12%.

Najveći deo toplotne energije u preduzećima industrije nameštaja koristi se za zagrevanje proizvodnih pogona. Procesna oprema koja se koristi u industriji proizvodnje drvenog nameštaja ne obezbeđuje dovoljno toplote za klimatizaciju proizvodnih prostorija. Ostatak godišnje potrošnje energenata odnosi se na korišćenje prirodnog gasa u nekim procesima, kao što su sušenje boje i montaža [4].

Preduzeća industrije nameštaja po pravilu nisu veliki potrošači vode, jer se voda ne koristi u velikim količinama za obavljanje osnovnih proizvodnih operacija.



Slika 1 Prosečna potrošnja električne energije krajnjih potrošača industrije nameštaja[3]

5. Mogućnosti uštede energije u industriji nameštaja

Mogućnosti za smanjenje troškova energije u jednom preduzeću proizvodnje nameštaja su mnogobrojne. U radu će biti pomenute samo one koje obezbeđuju preduzeću koje ih implementira period povraćaja uložених finansijskih sredstava od maksimalno 2 godine, što su i obično zahtevi menadžmenta preduzeća ove industrije.

5.1.1 Tehnološke mogućnosti očuvanja energije u sistemima sa komprimovanim vazduhom

Mogućnosti očuvanja energije u sistemima sa komprimovanim vazduhom mogu se kategorisati na sledeći način (zajednički za većinu industrija):

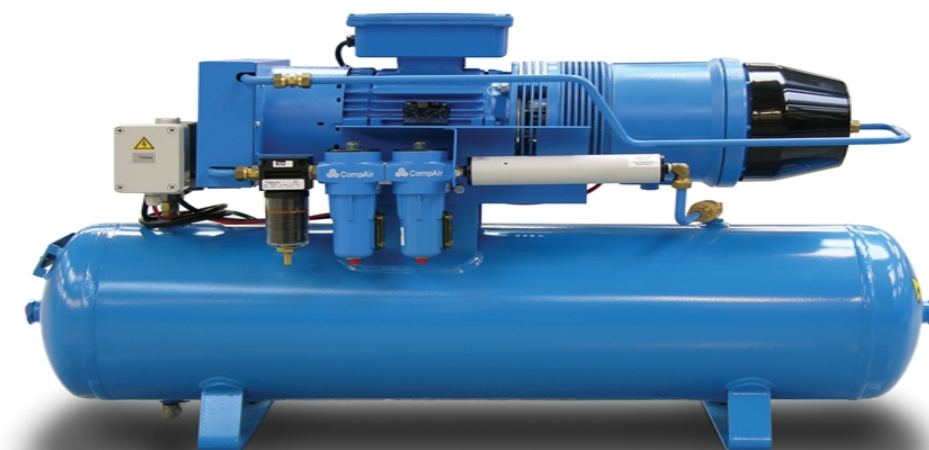
- generisanje komprimovanog vazduha,
- pripremanje komprimovanog vazduha,
- integritet sistema komprimovanog vazduha,
- upotreba komprimovanog vazduha.

U očuvanju energije komprimovanog vazduha, od najvećeg je značaja uvideti da, kada procenjujemo korišćenje energije u sistemima sa komprimovanim vazduhom, sistem sa komprimovanim vazduhom se mora razmatrati kao celina, a ne kao suma sastavnih delova. Izvođenje izmena u jednom delu sistema, bez uzimanja u obzir njegovog uzajamnog dejstva sa ostalim delom sistema, može dovesti do značajne redukcije u korišćenju vazduha – ali sa minimalnom redukcijom zahteva za energijom. Ovo je posebno tačno kod nekih raspoloživih modernih tehnologija upravljanja kompresorima, gde modularno upravljanje može da zahteva 70% punog opterećenja za generisanje zanemarljive zapremine komprimovanog vazduha. Takav kompresor može da bude efikasan na gornjoj granici zapremine, ali pri malim zapreminama, tehnologija diktira neproporcionalnu količinu zahtevane energije.

4.1.2 Generisanje komprimovanog vazduha

Generisanje komprimovanog vazduha obuhvata proces kojim se komprimuje atmosferski vazduh. Ovde se radi ne samo o konkretnom modulu za komprimovanje vazduha već i o procesima usisavanja vazduha, hlađenja vazduha i nivelisanja nivoa hermetizacije.

Najrasprostranjeniji metod komprimovanja vazduha u industriji drvenog i pločastog nameštaja je upotreba jednostepenog uljnog rotacionog zavojnog kompresora (slika 1). U drvnim industrijskim postrojenjima gde postoji zahtev za značajnim količinama vazduha, mogu se koristiti dvostepeni uljni rotacioni kompresori koji su efikasniji i rade u užim tolerancijama.



Slika 1: Rotacioni kompresor

Kompresori sa naizmeničnim pravolinijskim kretanjem, koji su bili uobičajeni u periodu pre 1970-tih nisu više uobičajeni zadnjih godina zbog uvođenja jednostavnijih (iako manje efikasnih), jeftinijih, lakših za održavanje rotacionih zavojnih kompresora.

Tehnologija koja se koristi u upravljanju ovim kompresorima ima značajan uticaj na nivo korišćene energije. Ranije generacije rotacionih zavojnih kompresora bile su upravljane modulišućim kontrolerom, pri čemu je zapreminom generisanog komprimovanog vazduha upravljano putem otvaranja ili sprečavanja ulaza atmosferskog vazduha u deo za komprimovanje. Ograničavanje količine usisanog vazduha, radi smanjenja proizvedene zapremine komprimovanog vazduha, stvaralo je podpritisak na ulazu sekcije komprimovanja, pošto je leptir ventil na ulazu bio zatvoren. Ovaj podpritisak značajno povećava odnos između izlaznog i ulaznog pritiska. Zato, iako se proizvedena zapremina komprimovanog vazduha smanjuje, uticaj većeg odnosa pritiska između atmosferskog pritiska na ulazu i pritiska

komprimovanog vazduha na izlazu, može da dovede do značajnog smanjenja energije. Smanjenje zahteva za energijom da bi se generisala zapremina manja od punog kapaciteta kompresora nije proporcionalno smanjenju zapremine. Tipično kod ovih sistema je da, pri punom kapacitetu, ovi kompresori zahtevaju oko 110% maksimalne snage, dok pri nultoj proizvodnji, oni bi još uvek koristili 65-70% pune snage. Napredak u upravljanju kompresorima doveo je do dizajna modifikovanih modulatorskih sistema, čiji su zahtevi prema snazi u nultom režimu značajno smanjeni. Dok neki novi sistemi mogu da dovedu modulatorski sistem do 40% punog kapaciteta, ispod koga kompresor prelazi na stvarni mod rasterećenja. Ima nekih proizvođača kompresora koji proizvode upravljanje kompresorom tipa opterećenje/rasterećenje, kada kompresor ili proizvodi 100% kapaciteta ili se rasterećuje na nultu proizvodnju, odgovarajući zahtevi za snagom sa pune snage padaju na oko 20% pri rasterećenju. Nedostatak sistema tipa opterećenje/rasterećenje je u veoma promenljivim zahtevima za vazduhom u tipičnim primenama u strugarama, što znači da kompresor često mora da se optereti/rastereti velikom frekvencijom.

Povećanje potrošnje energije se javlja kada se koristi više kompresora. Često, zato što kontrole kompresora nisu dobro podešene, kompresori mogu, u stvari, da negiraju među sobom efekte. Na primer, u seriji od tri kompresora sa modulišućim upravljanjem, svi oni mogu da proizvode vazduh pri 30% isporuke (i svaki da koristi 75% pune snage) umesto da jedan kompresor daje 90%, a koristi 95% punog opterećenja, ili jedan kompresor sa ostalima rasterećenim na 20% svaki ili barem jednim isključenim kompresorom.

U smislu energetske efikasnosti, po opštem pravilu opadajuće skale, standardno modulišuće upravljanje je najmanje efikasno, a zatim slede razni modifikovani sistemi, pa upravljanje tipa opterećenje/rasterećenje, kao najefikasnije.

Slede neke raspoložive mogućnosti smanjenja energetske zahteva u proizvodnji vazduha:

- ***Nova postrojenja:***

Kompresori treba da budu odabrani ne samo na osnovu cene i performansi, već i na osnovu potrošnje energije. Ovo znači primenu efikasnijih upravljačkih sistema, kao što su modifikovani modulišući sistem ili, ako je upotreba odgovarajuća, pravi sistem upravljanja tipa opterećenje/rasterećenje.

Kada se koristi više kompresora, treba da se koristi kontroler sistema tamo gde je upravljanje svim kompresorima izvedeno sa glavnim elektronskim kontrolerom koji raspoređuje kompresore na principu sistema prioriteta i zahtevanih pritisaka u distribucionom sistemu.

- ***Postojeći sistemi:***

U većini slučajeva, postojeći sistemi, u najmanju ruku, mogu da imaju poboljšanu energetska efikasnost, uz pomoć sistematskih provera i podešavanja kontrolnog mehanizma prema originalno projektovanim uslovima. Stariji modulišući tipovi sistema upravljanja imaju ventil za regulaciju pritiska koji se lako razdesi, što može da izazove vrlo neefikasan rad. Neki od sistema modulišućeg upravljanja mogu se modifikovati, da postanu sistemi upravljanja tipa opterećenje/rasterećenje, ali te promene treba da radi kvalifikovano osoblje koje je procenilo da li ova promena odgovara specifičnoj primeni.

Pošto većina fabrika drvenog i pločastog nameštaja ima više kompresora, u većini slučajeva od dva do pet, kompresorski upravljački programator je neophodan za energetska efikasni rad. Ovaj programator može biti modifikovan za skoro svaki sistem više kompresora. Postoje kombinovani sistemi koje proizvodi većina proizvođača kompresora, kao i kompanije koje mogu da proizvedu programatore prema specifičnoj upotrebi.

Minimizacija pada pritiska vazduha u usisnom sistemu je važna za efikasniju proizvodnju vazduha. Preveliki pad pritiska doprinosi malom pod pritisku na ulazu, koji povećava odnos pritiska na izlazu i ulazu, izazivajući veće zahteve prema energiji.

Povećana ulazna temperatura vazduha takođe ima štetan uticaj na energetska efikasnost. Zato, važno je da izvor ulaznog vazduha bude smešten u relativno hladnoj zoni.

5.1.3 Priprema komprimovanog vazduha

Priprema komprimovanog vazduha obuhvata sušenje komprimovanog vazduha, početno filtriranje komprimovanog vazduha i stabilizaciju pritiska u sistemu.

Kada je vazduh komprimovan na uobičajen pritisak u industrijskim postrojenjima i izlazi iz kompresora posle hlađenja, njegova temperatura je veća nego fabrička ili temperatura spoljašnje sredine i on je generalno zasićen. Kako vazduh protiče kroz vodove, temperatura opada i vodena para se kondenzuje u cevima. Uz ovu pojavu, kada se komprimovani vazduh izbaci kroz otvor kao što je ventil na atmosferski pritisak, ovaj efekat brze dekompresije izaziva značajan pad temperature, što rezultuje većom kondenzacijom pare. Pri višim temperaturama u

neposrednom okruženju, početna kondenzacija se dobija vodenim filterom. Međutim, u hladnijim mesecima sa temperaturama ispod nule, kondenzacija u cevovodima i komponentama izaziva problem zamrzavanja. Radi sprečavanja ove pojave, koriste se posebni sušionici vazduha (slika 1).



slika 1: Sušać vazduha

Metode sušenja vazduha koje se tipično koriste u industriji proizvoda od drveta i pločastog materijala su sledeće:

- Za korišćenje samo unutrašnjeg vazduha, može se koristiti sušionik tipa rashladnog uređaja. Ovaj sistem je sposoban da smanji tačku orošavanja vazduha na približno 1°S i zahteva vrlo malo energije po zapremini osušenog vazduha.
- Tipično, kod primena gde se javljaju temperature ispod nule, koriste se obnovljivi sušači sa sredstvom za sušenje. Najčešći od njih su obnovljivi sušači sa sredstvom za sušenje bez grejača, kod kojih se približno 15% osušenog vazduha koristi za regeneraciju sredstva za sušenje.

Takođe, su česti sušači sa obnovljivom toplotom, koji koriste ili spoljašnji ventilator/grejač ili unutrašnji grejač da regeneriše sredstvo za sušenje. Povremeno, kompresioni sušač se koristi tamo gde se toplota kompresije oslobođena na kompresoru u procesu kompresije koristi da pomogne u ponovnom aktiviranju sredstva za sušenje u sušaču, što minimizira potrebu za dodatnom toplotom ili suvim vazduhom za regeneraciju sredstva za sušenje.

Na rastućoj skali energetske efikasnosti, sušač bez toplote je najmanje energetski efikasan, zatim sledi tip sa unutrašnjim grejačem, tip sa spoljašnjim ventilatorom/grejačem, a onda tip sa toplotom kompresije.

Bez obzira na tip korišćenog sušača, energetska efikasnost može biti značajno poboljšana dodatnom tehnologijom upravljanja pravilnom regeneracijom. U mnogim drvnim industrijskim postrojenjima, u bilo kom datom trenutku, ne koristi se pun kapacitet sušača vazduha. Kod

cikličnog karaktera procesnih operacija, zapremina vazduha koja prolazi kroz sušač, u zavisnosti od veličine sušača, može da varira od minimalnog protoka do punog kapaciteta. Sušač bez kontrole regeneracije će dovoditi stalan iznos suvog vazduha (kod tipa sušača bez toplote) tokom određenog vremena (ili stalnu količinu toplote tokom datog perioda) bez obzira na količinu osušenog vazduha. Sistemi za kontrolu regeneracije nadgledaju količinu vlage koju apsorbuje sredstvo za sušenje i menjaju frekvenciju kojom se odvija proces regeneracije i time smanjuje potrebnu energiju.

Osim sistema za kontrolu regeneracije, još jedan sistem smanjenja energije kontroliše tačku orošavanja. Ova tehnologija može da podesi tačku orošavanja procesnog vazduha koji izlazi iz sušača. Ako nisu potrebne niske tačke orošavanja kod specifične operacije, ili u periodima kada okolna temperatura ne spada ispod nule, tačka orošavanja može se podići iznad one koja je potrebna zimi. Tipično, većina primena pri hladnom vremenu se odvijaju na tački orošavanja od -40°C . Uz kontrolu tačke orošavanja, ovo se može promeniti na bilo koju potrebnu temperaturu da bi se sprečilo zamrzavanje bez održavanja tačke orošavanja na -40°C . Time proces regeneracije ne mora da otkloni nepotrebne nivoe vlage iz sredstva za sušenje, što smanjuje potrošnju energije.

Slede neke raspoložive mogućnosti za smanjenje utroška energije pri pripremi vazduha.

- ***Nova postrojenja:***

Sušači treba da budu određeni i izabrani na osnovu performansi i potrošnje energije. Za sušače vazduha, vrlo je važno da se pripreme stvarne tehničke specifikacije količine ulaznog vazduha koju treba sušiti. Temperatura, pritisak i zapremina ulaznog vazduha su važni za dimenzionisanje i efikasnost sušača. Ulazna temperatura veća od projektovane temperature sušača znači da će sušač morati da otkloni više vlage od one za koju je dizajniran i zahteva više energije za regeneraciju sredstva za sušenje. Svi sušači bi trebalo da imaju sistem za kontrolu regeneracije koji odgovara na realno opterećenje od vlage, kao i na kontrolu tačke orošavanja. Većina proizvođača sušača pravi kontrolere regeneracije. Međutim, neki nemaju kontrolere tačke orošavanja. Postoje firme koje prave modifikovane kontrolere tačke orošavanja, koji se mogu prilagoditi specifičnoj primeni.

- ***Postojeća postrojenja:***

Regenerativni sušaći koji nemaju kontrolere regeneracije treba da se dopune njima. To se takođe može odnositi i na kontrolu tačke orošavanja. Neke od ranijih generacija kontrolera regeneracije nisu bile uvek efikasne, a ponekad su ih isključivali radnici u fabrici. Ove kontrolere ranije generacije treba oceniti, i u nekim slučajevima, zameniti.

Neki od regenerativnih sušaća ranije generacije imali su ventile za promenu rezervoara koji su bili podložni otkazima i curenju vazduha u atmosferu. Oni takođe treba da se pregledaju i poprave. Neki proizvođači su predložili modifikacije radi poboljšanja takvog stanja.

Druga oblast značajna u procesu sušenja, koja se često previđa, je značaj pada pritiska kroz sušioni sistem koji počinje na ulazu u prethodni filter, a završava se na izlazu naknadnog filtera. Kako filter postaje prljav, pojačava se pad pritiska duž elementa. Na sličan način, kako sredstvo za sušenje počinje da se raspada, manje čestice počinju da se gomilaju i povećavaju pad pritiska kroz sloj sredstva za sušenje. To povećanje pada pritiska zahteva dodatnu energiju radi održanja potencijala za dalji rad nizvodno. Prema tome, stalno održavanje sistema za sušenje je obavezno. Nije neobično zapaziti pad pritiska od dodatnih 10 lpsig u nekim sistemima. To treba sprečiti mnogo pre, radi sprečavanja pojave ovog nivoa dodatnog pada pritiska.

5.1.4 Integritet sistema za komprimovanje vazduha

Ovo se odnosi na opšti dizajn i rad vazdušnog sistema kao celine, što uključuje oblasti kao: isticanja vazduha u sistemu, dizajn sistema za distribuciju vazduha i kapacitet skladištenja u sistemu.

Isticanje vazduha je stvar koja je bitna za mnoge sisteme za distribuciju vazduha u fabrikama. Ovo je posebno značajno u fabrikama iz sektora prerade drveta i pločaste građe zbog velikih zahteva prema sistemu i prirode radnog okruženja. Vibracije i fizička oštećenja su uvek važna u ovoj industriji, zajedno sa nivoom zagađenja atmosferskog vazduha u obliku prašine i "prljavštine". To izaziva curenje na sastavima i habanje komponentata. Prljavština i prašina izazivaju unutrašnje habanje na klizajućim komponentama uz oštećenja zaptivača u vazdušnim cilindrima.

U stvarnosti, ne bi bilo praktično da se totalno eliminiše curenje – curenjem se mora upravljati. Habanje pokretnih i kliznih elemenata unutar pneumatskih komponentata je neizbežno. Međutim, ono se može smanjiti na najmanju moguću meru. Iskustvo u drvenoj industriji je pokazalo da je upravljanje curenjem bitan problem koji odnosi od 10% do 50% kapaciteta

sistema kompresora u ekstremnim slučajevima. Uočeno je da jedna fabrika ima nivo curenja koji zahteva da dva od njenih pet kompresora bude uključen samo da bi se kompenzovalo curenje u sistemu. Realni cilj u industriji su curenja od 15%, iako neke fabrike su uspele da ih redukuju do 10%. Zato postojeće aplikacije treba da omoguće da curenja ostanu na maksimalnom nivou od 15%. Uopšte, mnoge fabrike prevazilaze ovaj nivo. Većina javnih preduzeća imaju neku vrstu programa za konzervaciju komprimovanog vazduha gde postoje stimulacije za smanjenje gubitaka. Kompanija „B.C. Hydro“ je pokrenula program smanjenja curenja gde jednostavno, ali efikasno, upotrebljen je davač protoka tipa blende (merač protoka tipa „Airflow Energy LPO7“) za sistematsko i redovno nadgledanje curenja pod uslovom da se program smanjenja curenja primeni u fabrici.

- ***Dizajn sistema za distribuciju vazduha:***

Cevni razvodni sistem mora biti pravilno dizajniran da se ostvari efikasno korišćenje komprimovanog vazduha. Dimenzionisanje vodova je bitno za smanjenje pada pritiska. Ciljna vrednost za pad pritiska u sistemu ne bi trebala da bude veća od 2-3 psig u razvodnom sistemu. Visok pad pritiska zahteva dodatnu energiju, i često se manifestuje kao jasan nedostatak vazduha ili pritiska. Razvodni sistemi idealno bi trebalo da budu „u petlji“ da bi se obezbedilo najefikasniji sistem u pogledu energije i troškova, posebno u visoko cikličnim i ekstremno visokim potrebama za vazduhom.

- **Kapacitet sistema za skladištenje:**

Nivo komprimovanog vazduha uskladištenog u razvodnom sistemu može uticati na rad sistema. Neadekvatan skladišni kapacitet će značiti da više direktnog kapaciteta kompresora će biti potrebno da obezbedi vazduh za kratkotrajnu vršnu potražnju. U suprotnom slučaju, postojaće primetno smanjenje pritiska kod krajnjeg korisnika, što može da ne obezbedi potrebnu snagu, ili se može manifestovati kao nedovoljna zapremina vazduha koja značajno usporava rad. Dodavanjem dovoljnog kapaciteta prijemnika/rezervoara za vazduh, vazduh smešten pod visokim pritiskom u ovim prijemnicima biće korišćen na nižim pritiscima. Vazduh uklonjen na manjem pritisku pomera manje vazduha nego vazduh uklonjen iz prijemnika na većem pritisku. Ovo se

može dalje poboljšati dodavanjem regulatora pritiska vazduha na izlazu koji dozvoljava samo da određeni pritisak vazduha izlazi u vod (pre ovoga , treba proučiti dinamiku sistema).

5.1.5 Primena komprimovanog vazduha

Krajnji zahtevi za korišćenje komprimovanog vazduha, u krajnjem slučaju, diktiraju izbor i dimenzionisanje svih komponenata sistema komprimovanog vazduha. Ako se krajnji zahtev može na pravi način smanjiti, zahvaljujući efikasnijim i efektnijim metodama, to će uticati na proizvodnju vazduha i sisteme za pripremu. U nekim slučajevima, to može značiti da kompresor(i) mogu biti skinuti sa linije i redukovati opterećenje od vlage na sušačima vazduha – što rezultuje smanjenjem energetske potrebe.

Dve glavne oblasti primene vazduha su:

- o tokom proizvodnog procesa i
- o u neproizvodne svrhe.

Neproizvodno korišćenje vazduha je, na primer, za naglo širenje opreme, za čišćenje neke oblasti, za pneumatske alate i čak za obezbeđenje pritiska vazduha koji će obezbediti da sistemi ventila suvih cevi za zaštitu od požara budu pod pritiskom. Ukoliko sistem za zaštitu od požara koristi glavni vazdušni sistem fabrike za kompresiju, to u opštem slučaju znači da glavni vazdušni sistem mora biti pod pritiskom uz bar jedan uključen kompresor i kada smena ne radi.

- ***Upotreba vazduha: Proizvodnja***

Glavne upotrebe komprimovanog vazduha tokom proizvodnje su uglavnom kod:

- gasnih cilindara za utovarivače, čistače, kapije, liftove, itd.,
- zateznih ili prigušnih uređaja u obliku vazdušnih jastuka/ strokes,
- mlaznica za čuvanje fotočelija i ostalih optičkih elektronskih uređaja čistim od prašine i otpadaka,

- mlaznica za sprečavanje gomilanje prašine na žljebovima i za čišćenje kaiševa transportera,
- povremene upotrebe vazdušnih motora kao mešača u rezervoarima fluida bez mrlja i kao pumpi u sistemima za podmazivanje.

Primena vazdušnih cilindara za kickers i liftove različitih tipova u drvnoj industriji predstavlja izazov za efikasno korišćenje vazduha. Po pravilu, masa stabala ili drvene građe nije uniformna, a masa kolica često značajno varira. Zato, mehanički uređaj mora biti dizajniran da radi u punom opsegu veličina radnih komada koji dolaze. Prema tome, zahtevana sila se srazmerno menja. Radi obezbeđenja neophodne snage, vazdušni cilindri se dimenzionišu da rade sa najtežim radnom komadom na projektovanom radnom pritisku, 10 do 20% manjem od pritiska u sistemu. To obezbeđuje da će snaga biti dovoljna da pomeri najteži komad. Međutim, kada su komadi manji od maksimalne veličine ili pri radnim pritiscima u vodu višim od projektovanog pritiska, postoji raspoloživa dodatna energija. U komprimovanom vazduhu, ako postoji više energije nego što je potrebno, raspoloživa energija će se rasipati u opremi, bilo da je potrebna ili ne. Ovaj višak energije će se manifestovati ubrzanjem ili brzinom većim nego što je neophodno. Ovo prekoračenje brzine se onda kontroliše korišćenjem kontrole protoka.

Iz perspektive energetske efikasnosti, regulacija pritiska treba da se koristi samo da obezbedi šta je potrebno da se postupi u najgorem mogućem slučaju. Razlika između ovog radnog pritiska i pritiska u sistemu ostaje u distribucionom sistemu kao uskladištena energija. Često, vazdušni cilindri su predimenzionisani da bi pomerili radni komad i podneli fizičku zloupotrebu. U tim slučajevima, stvarni potrebni pritisak može biti značajno manji od pritiska u sistemu.

Još jedna varijacija u ovoj vrsti primene ja da, u mnogim slučajevima, potrebne su velike sile samo u jednom smeru dejstva cilindra. Oprema kao što su kickers i sweeps, u opštem slučaju zahteva veliku silu za pomeranje stabla/drvene građe u jednom smeru, dok u povratnom hodu samo se traži sila za vraćanje pokretnog dela opreme na svoje prvobitne pozicije. Ovaj povratni hod tada zahteva manji pritisak za rad. Zbog toga je sistem sa dva pritiska često odgovarajući za ove primene gde je jedan pritisak na raspolaganju cilindru kada se kreće u jednom smeru, a drugi niži pritisak se primenjuje u suprotnom smeru. Manji pritisak u suprotnom smeru može da smanji potražnju vazduha do 25% kod određene operacije. To je bitno u velikim cilindrima ili brzim cikličnim primenama.

U nekim slučajevima kada cilindar dejstvuje silom u vertikalnom pravcu, mehanizam kicker ili lifta ima dovoljnu težinu za vraćanje u početni položaj pod dejstvom gravitacije. U nekim od tih slučajeva, može biti pogodno primeniti komprimovani vazduh u smeru podizanja i

ukloniti vazduh pri kretanju klipa na dole. Ovo bi dupliralo rad kod primene „vazdušnog jastuka“ kao pojedinačnog sistema. Eliminacija komprimovanog vazduha pri povratnom kretanju klipa rezultuje značajnim uštedama vazduha.

U primenama gde se komprimovani vazduh koristi da održi čistim optičke senzore od prašine i otpadaka, može se iskoristiti alternativna ili efikasnija tehnologija. Opšta praksa je upotreba malog voda vazduha prečnika od 1/4 do 3/8“, sa ručnim ventilom za isključivanje i sa ili bez regulacije pritiska, do optičkog uređaja i ostavljanje siska vazduha stalno otvorenim. Ovo se često može videti kod fotoćelija i nekih varijacija jednostavnih skenera. Postoji moderna raspoloživa tehnologija koja koristi varijaciju tehnologije vrtloga koja zahteva red amplitude, manje komprimovani vazduh da bi ostvarila isti cilj. Da bi to bilo efikasnije, sisak vazduha može da se postavi na sinhronizovan solenoidni ventil i da se uključi impulsom po potrebi.

Dok se siskovi vazduha koriste da odvodi i trake konvejera budu čiste, postoje odgovarajuće situacije gde gore pomenuta tehnologija vrtloga može da se primeni i znatno smanji potrošnja vazduha. U slučaju primene u čišćenju traka konvejera, alternativna metoda može da obezbedi značajne uštede energije. Na primer, ventilator niskog pritiska može da se koristi umesto komprimovanog vazduha, što može da dovede do uštede do 75% energije.

- **Upotreba vazduha: Neproizvodne svrhe**

Neke od glavnih primena komprimovanog vazduha u neproizvodne svrhe su kod čišćenja i ispuštanje opreme, kod pneumatskih alata, kao i kod hermetizacije sistema za zaštitu od požara. Opet, kod nekih primena čišćenja, može se koristiti tehnologija vrtložnih brizgaljki u cilju uštede energije. Kada se sistem za zaštitu od požara napaja vazduhom iz glavnog vazdušnog sistema fabrike, to u opštem slučaju znači da fabrika ima bar jedan kompresor koji stalno radi. Ovo se dešava i kada fabrika radi i kada ne radi. Pošto svaki vazdušni sistem ima curenja, kompresor koji radi mora da obezbedi u najmanju ruku dovoljno energije da se održi pritisak u sistemu uprkos curenju vazduha. Ovo obično znači da u bilo kom trenutku van smene, kompresor koji radi vuče značajan procenat punog opterećenja samo da bi kompenzovao curenje i obezbedio pritisak za sistem za zaštitu od požara. Često, u fabrici koja tipično ima kompresor od 150 KS koji radi van smene, kompresor može da povuče snagu do 125 KS zbog osobine modulacije kod upravljanja kompresorom. Rešenje za ovo bila je instalacija malih kompresora (u opsegu od 3/4 KS do 2 KS) namenjenih za sušenje ventila cevi, što dozvoljava da se kompresori totalno isključe van sme

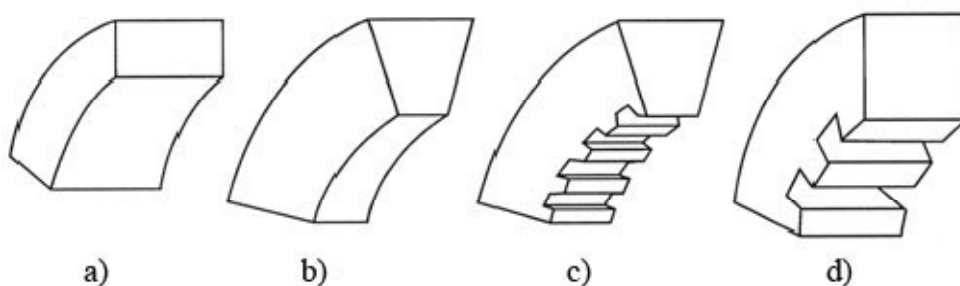
4.2 Mogućnosti uštede električne energije

Najveći deo troškova električne energije potiče iz samog procesa izrade nameštaja. Mogućnosti za smanjenje troškova električne energije generalno se odnose na: poboljšanje/smanjenje/kontrolu rasvete, poboljšanje KGH sistema, poboljšanje efikasnosti sistema za prikupljanje prašine i piljevine, poboljšanje efikasnosti sistema komprimovanog vazduha i poboljšanje faktora snage.

Osnovna preporuka za poboljšanja efikasnosti procesnih elektromotora je zamena standardnih klinastih kaišnih (remenih) prenosnika sinhronim kaišnim prenosnicima radi efikasnijeg prenošenja snage (slika 1). Sinhroni kaiševi nemaju klizanje, što obezbeđuje bolji prenos snage, dok standardni klinasti kaiševi usled trenja klizanja zahtevaju dodatnu jačinu struju iz elektromotora, tako da sinhroni kaiš obezbeđuje u proseku 2% veću efikasnost u odnosu na klinasti remen. Ugradnja sinhronih kaišnika na elektromotorima snage preko 15 kW, obezbediće period otplate od dve godine ili kraće kod rada u više smena [5].

Zamena dotrajalih elektromotora, novim visokoučinskim, često je bolji izbor od naše uobičajene prakse ponovnog namotavanja motora. Ovi elektromotori smanjuju gubitke energije kroz poboljšanu konstrukciju, bolje materijale, uže tolerancije i poboljšane tehnike izrade. Uz pravilnu instalaciju, energetske efikasni motori rade na nižoj temperaturi i zato se lakše održavaju, imaju duži radni vek ležajeva i izolacije i smanjene vibracije. Prema podacima CDA (Copper Development Association) zamena starog, prema EPA kriterijumima energetski neefikasnog, elektromotora snage 37 kW, će se isplatiti kroz uštedu energije za 15 meseci.

U slučajevima gde se vršna opterećenja mogu smanjiti, ugradnjom elektromotora manje snage potrošnja električne energije se može smanjiti za 1,2 %, dok je za elektromotore manjih snaga taj procenat i viši. Više studija pokazuju da je prosečan rok povraćaja ovakve investicije oko 1,5 god. (Industrial Assessment Center (IAC) - http://oipea-www.rutgers.edu/database/db_f.html).



Slika 1. Različiti tipovi kaiševa (remenja): a) pljosnati kaiš; b) klinasti; c) nazubljeni klinasti; d) sinhroni kaiš

Instalacija programabilnih termostata na manjim unitarnim sistemima, adekvatno podešavanje temperatura i odvajanje klimatizacije magacina od klimatizacije proizvodnih hala su osnovne preporuke za poboljšanje efikasnosti klimatizacijskih sistema. Ukoliko postrojenje poseduje više termostata, pogodno je uvesti centralizovani računarski sistem nadgledanja kontrole čime se mogu obezbediti uštede i do 20% [3].

Godišnji broj radnih sati (broj dnevnih smena) u preduzeću koje proizvodi drveni nameštaj je kritičan faktor koji određuje finansijsku atraktivnost primene mera koje se odnose na rasvetu. Zamenom T-12 fluorescentnih lampi sa magnetnim balastima T-8 fluorescentnim lampama sa elektronskim balastima, zamenom inkadescentnih svetiljki fluorescentnim i zamenom živinim sijalicama visoko-pritisnim natrijumovim, kao i kontrolom rasvete (foto-senzorima) i korišćenjem aktivnog dnevnog osvetljenja, može se uštedeti i do 25% električne energije koja se troši na rasvetu [6]. U Tabeli 1 su prikazani periodi otplate zasnovani na tipu zamene osvetljenja i broju smena u kojima postrojenje radi [3].

Tabela 1 *Period finansijske isplativosti ugradnje efikasnijih svetlosnih izvora*

Primenjena mera	Period otplate [god]	
	Rad u jednoj smeni	Rad u više smena
Zamena inkadescentnih sijalica T-8 fluorescentnim lampama sa elektronskim balastima	< 1	
Zamena T-12 fluorescentnih lampi sa magnetnim balastima T-8 fluo. lampama sa elektronskim balstima		< 2
Zamena živinih sijalica visoko-pritisnim natrijumovim		< 2

Smanjenje i kontrola osvetljenja će takođe uštedeti energiju. Načini za smanjenje troškova osvetljenja su: korišćenje osvetljenja prema potrebama radnog mesta, smanjenje osvetljenja u oblastima minimalnog saobraćaja, upotreba svetlarnika (posebno u oblastima magacinskog prostora), bojenje zidova i podova svetlim reflektujućim bojama, upotreba dnevnog svetla, isključivanje svetla tokom neradnih sati i u oblastima gde se ne radi i isključivanje balasta sa lampi bez sijalica. Preporučuje se instaliranje foto-senzora za korišćenje dnevnog svetla i senzora pokreta u magacinskim prostorima radi kontrole osvetljenja [6].

4.3 Mogućnosti uštede toplotne energije

Kotlovi su „srce“ sistema za generisanje toplotne energije i na njima su moguća značajna poboljšanja efikasnosti. Glavne mere za povećanje efikasnosti se fokusiraju na poboljšanu kontrolu procesa, smanjene gubitke toplote i poboljšanu regeneraciju toplote. Osim ovih mera, važno je zapaziti da novi kotlovi treba da gotovo uvek budu konstruisani po želji/potrebama korisnika. Troškovi energenta za rad kotla se mogu značajno redukovati ukoliko se otpadna piljevina iz procesa koristi kao energent.

Još jedna preporuka u vezi smanjenja korišćenja energenta za grejanje (najčešće prirodnog gasa) je da se koristi otpadna toplota kompresora za grejanje prostorija u objektima. U posmatranim fabrikama u SAD, ponovna upotreba otpadne toplote kompresora ima potencijal smanjenja upotrebe prirodnog gasa za grejanje od 12%[3,4].

4.3.1 Prirodni gas kao energent za grejanje

Većina fabrika za prerađu drveta koriste prirodni gas kao gorivo. Ovo gorivo se koristi za zagrevanje fabrike i u mnogim slučajevima za zagrevanje procesa, kao što su procesi koji se odvijaju:

- u pećima za sušenje drvene građe,
- pri kondicioniranju stabala za furniranje, šper-ploču i vlakna,
- u sušačima furnira,
- u rotacionim sušačima i
- u reernama za zagrevanje/sušenje, itd.

Često, glavno gorivo su ostaci drveta, uz prirodni gas kao zamenu. Sa druge strane, mnoge fabrike koriste svoje ostatke od drveta i kore da obezbede i grejanje prostora i grejanje procesa, dok neke fabrike koriste prirodni gas kao zamenu. Glavni razlog zašto toliko mnogo fabrika još uvek koristi prirodni gas, čak i kada imaju veliku količinu ostataka drveta za otpad, je što prirodni gas veoma jeftino i pogodno gorivo. Ne postoji povraćaj investicije kod fabrika koje instaliraju opremu za sagorevanje drveta koji bi dozvolio prelazak sa prirodnog gasa na gorivo od ostataka drveta.

Istraživanja u fabrikama, kada se prirodni gas može koristiti efikasnije, pokazala su sledeće:

- Gubljenje energije zbog rešenja da se greju hladne oblasti fabrike rešeno je jednostavnim dodavanjem pojedinačnih grejača. Ovde je filozofija da se nabaci dovoljno toplote, i grejač mora da se zagreje do radne temperature, pre nego da se pravilno proceni problem i dizajnira dobro postavljen sistem distribucije toplote.
- Mnogi sistemi za izdvajanje prašine u fabrikama za preradu drveta povlače velike količine vazduha uz prašinu, a zatim odvajaju prašinu od zagrejanog vazduha nakon izbacivanja napolje. Samo jedan sistem može da povuče 5 GJ/h energije zagrevanja. Ovo će približno udvostručiti svu potrebnu energiju za zagrevanje fabrike (ako sistem za razdvajanje prašine ne povuče svu toplotu).

Postoje najmanje dve metode koje mogu da se koriste za drastično smanjenje gubitka toplote - prva je mnogo skuplja od druge:

1. Kanalisati spoljašnji hladan vazduh ka onim radionicama iz kojih se uklanjaju prašina i vazduh,
2. Rendsaljke se obično smeštaju u oklope ili posebne sobe koje mogu biti opremljene sa velikim vodovima ka napolje. U vod su uključeni barometarski prigušivači malih gubitaka sa više otvora za vazduh sa automatskim zatvaranjem kada sistem za razdvajanje prašine ne radi (u vreme održavanja ili kada fabrika ne radi). Grejač može da se obezbedi u oklopu koji se uključuje kada se sistem za izdvajanje prašine zaustavi da bi se zagrejala soba za ljude iz održavanja.

Otkriveno je da je veći deo zagrevanja procesa bio relativno efikasan, pri čemu su najbolje bile peći za sušenje drvne građe. Nešto toplote može se očuvati tamo gde ima curenja na vratima, ali postoje mnogo snažniji razlozi da se poprave curenja da bi se poboljšala ravnomernost sušenja, a onda i sačuvala toplota. Što se tiče izolacije, većina izolacija je sub-optimalna, ali mali gubitak toplote kroz izolaciju u poređenju sa drugim gubicima i veliki trošak zamene izolacije u većini fabrika, ne daje odgovarajući povraćaj investicija.

Sušači furnira nikada nisu efikasni za grejanje od peći, ali, sve u svemu, oni rade na relativno efikasan način sa gledišta korišćenja toplote, uz veliki deo sušača koji radi na pozitivnom pritisku da bi se smanjio unos vazduha u sušač (koji onda mora da se zagreje i izbaci u atmosferu što je direktan i totalni gubitak toplotne energije).

4.4. Tehnološke mogućnosti očuvanja energije u hidrauličnim sistemima

Hidraulični pogonski sistemi postaju zajednički deo u drvenoj industriji. Prenosnici snage koji su prethodno pobuđeni električnim pogonima i linearnim kretanjima putem pneumatskih cilindara, uveliko se zamenjuju hidrauličkim sistemima. U početku, hidraulički sistemi su bili opšte namene, tj. jedna pumpna jedinica na jedan hidraulički motor. Međutim, sadašnja praksa je napajanje više hidrauličkih motora i/ili hidrauličkih cilindara sa jednog pumpnog sistema (hidrauličke pogonske jedinice).

Sledeća bitna oblast primene hidraulike u drvenoj industriji je u linijskom pozicioniranju. Ono što je ranije rađeno sa jedinstvenim grupnim vazdušnim cilindrima sa diskretnim korakom, danas je zamenjeno tehnologijom servo ventila (slika 1) pozajmljenom iz avio industrije. Ta tehnologija je danas zajednička za strugare kod pozicioniranja testera, strugarskih glava, prethodnog postavljanja stolova, itd. U nekim slučajevima, fabrike su pokušale da kopiraju filozofiju dizajna sistema komprimovanog vazduha, tako što su više hidrauličkih pumpnih jedinica obezbeđivale pritisak za hidraulični sistem i obezbeđivale ulje za više hidrauličkih motora i cilindara, prema potrebi. Neka od ovih praktičnih rešenja, iako efikasna u nekim kontekstima, možda nisu energetske efikasne alternativa kod visoko cikličnih i promenljivih uslova opterećenja u sektoru proizvoda od drveta.



slika 1: Servo ventil

Mogućnosti uštede energije kod ovi tipova aplikacija su dvostruke. Prvo, treba uzeti u obzir upotrebu efikasnih komponenti kao što su efikasnije pumpe, ventili, motori ili kontrola pumpi. Druga mogućnost dolazi od dizajna samog hidrauličkog kruga, posebno ako se izvršava više funkcija od strane jedne pumpe. Uz ovo je i optimizacija efikasnih komponenti sa hidrauličkim kolom.

Najefikasniji sistem bi idealno bila najefikasnija pumpa koja pumpa ulje kroz najefikasniji ventil koji pogoni najefikasniji motor ili cilindre pod samo potrebnim pritiskom i samo kada je to neophodno. Međutim, pošto normalne aplikacije u industriji prerade drveta nisu takve, zbog troškova ili pogonskih restrikcija, uzimaju se u obzir druge alternative.

Kod pogona transportera, gde je potrebna varijacija brzine, ako je u pitanju sistem koji radi samo jednu funkciju, tada bi hidrostatička transmisija u sistemu u zatvorenoj petlji bila efikasniji sistem u poređenju sa pumpom sa kompenzacijom pritiska sa proporcionalnom

kontrolom protoka. U ovom posljednjem slučaju, pumpa bi uvek proizvodila na maksimalnom pritisku uključujući gubitke kroz proporcionalnu kontrolu protoka.

Kod ovih pogona ili linearnih cilindara, gde nije potrebna promena brzine, a jedna pumpa obavlja više funkcija, opšta praksa napajanja preko pumpe sa kompenzacijom pritiska može da troši mnogo energije. Kada se ovaj sistem koristi, kad god se ulje upumpava, uvek se dobija pod pritiskom podešenim na kompenzatoru pritiska što je maksimalno podešavanje pritiska koji pumpa mora da postigne da bi ostvarila zahtev za najvišim traženim pritiskom. Zato, ako je maksimalno podešen pritisak 2000 psig i prosečni zahtevani pritisak 1000 psig, postoji približno smanjenje od 50% zahtevane energije, ali pumpa će i dalje razvijati 100% tražene energije i gubiti 50% ne radeći, dok pritisak opada duž ventila za kontrolu protoka i stvara toplotu. Ako samo jedna funkcija zahteva maksimalni pritisak, a ostale zahtevaju samo 25%, opet bi pumpa slala ulje pod maksimalnim pritiskom, gubeći značajnu količinu energije.

Veća efikasnost mogla bi da se ostvari:

- razdvajanjem funkcija prema sličnim zahtevanim pritiscima, ako su to funkcije opsluživanja kontinualnih zahteva. Svaka od kategorija pritiska bi imala svoju pumpu sa kompenzacijom pritiska. Ako zahtevi prema pritisku nisu kontinualni, onda pumpi treba dodati davač opterećenja.
- izolacione svake funkcije sa sopstvenim sistemom pumpi. Uz pravilno dimenzionisanu klipnu pumpu za svaki sistem, biće obezbeđen samo onaj pritisak koji je tražen za svaku funkciju. Ovo rešenje je generalno najskuplje.
- dodavanjem kontrole merenja opterećenja pumpi sa kompenzacijom pritiska sa odgovarajućim ventilima u povratnoj sprezi će obezbediti samo maksimalni pritisak i zapreminu koji su potrebni svim aktuatorima u datim uslovima. Ovo nije efikasno kao druge dve opcije, ali je efikasnije od inicijalnog slučaja.

U slučajevima kada se traži linearno pozicioniranje, postoje značajne mogućnosti smanjenja upotrebe energije, razmatranjem upotrebe tehnologije proporcionalnih ventila, ukoliko su njene performanse prihvatljive za aplikacije. Proporcionalni ventil ne samo da zahteva manji pad pritiska, već ne zahteva tako fino filtriranje tako da čistoća ulja i pad pritiska na filteru nisu tako značajni.

6. Zaključak

Svi pobrojani podaci o energetskeim efektima primenjenih mera dobijeni su na osnovu relevantnih svetskih iskustava. Predložene mere obezbeđuju uštedu od oko 10-15% ukupne uštede energije u prosečnom domaćem preduzeću industrije nameštaja. Izuzetno je važna činjenica da se ove mere mogu vrlo jednostavno implementirati i u drugim domaćim malim i srednjim preduzećima. U jednom prosečnom preduzeću industrije nameštaja srednje veličine, godišnje se može ostvariti ušteda od nekoliko hiljada €. S obzirom na relativno veliki broj kompanija i radionica (oko 5.000) koje se u našoj zemlji bave ovom delatnošću, finansijski efekti uštede energije mogu biti znatni.

7. LITERATURA

- [1] Morvay, Z., Gvozdenac, D., Applied Industrial Energy and Environmental Management, JohnWiley & Sons Ltd, 2008
- [2] Republički zavod za statistiku, <http://webzhs.stat.gov.rs>
- [3] Emplaincourt, M., Kristoffer F., Hodge, B. Energy Conservation in the Wood-Furniture Industry, Proceedings of the 2003 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry, Rye, NY, July 2003., pp 2,29-2,37
- [4] Council of Forest Industries and CIPEC, Energy Efficiency Opportunities in the Solid Wood Industry, Cat. No. M27-01-828E, Canada, 1996
- [5] Beals, C., Ghislian, J., Kemp, H. et. al, Improving Fan System Performance, U.S. Department of Energy, Industrial Technologies Program, Washington D.C., 2004.
- [6] Wood, D., Lighting Upgrades, A Guide for Facility Managers, The Fairmont Press, New York and Basel, 2004.
- [7] Yeaple, F., Fluid Power Design Handbook, Marcel Dekker inc., New York, 1996.
- [8] David Mills, Pneumatic Conveying Design Guide, Sec. Ed., Elsevier Butterworth-Heinemann, Great Britain, 2004.
- [9] Danon G, Šumarski fakultet Beograd, Energetika u drvenoj industriji.
- [10] GordićD., Babić, M., Šušteršič, V., Končalović, D., Jelić, D., Mogućnosti uštede energije u industriji drvenog nameštaja, Energija, ekonomija, ekologija, Vol.12, No.2, pp. 108-112, 2010.

8. Korisni linkovi:

http://www.viessmann.rs/usteda_energije.html

https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:6rzlt0cEjdwJ:iac.rutgers.edu/redirect.php?rf%3DEnerCon+servinWoodFurnitureIndust.pdf+energy+conservation+wood+industry&hl=sr&gl=rs&pid=bl&srcid=ADGEESiuXlx8sw3ShenjVbQZyUKOgUCAd3PkZWfWjtwoN3kqhXwTDqkpjFeviWmn2CDjqKbAr1_hOAKROOihkZU34q4C2tWJd7BkOzQjwTL9D4CAQP9Vtaz2qhZvsIL_1lBo_comY6dp&sig=AHIEtbSs0y5ke-0HTudkffUcCMEWpq_bPg&pli=1

https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:sIsqKplwtygJ:www.nwcouncil.org/dropbox/6th%2520Plan%2520Industrial/Industrial%2520Conservation%2520Data%2520Catalogue/ISC%2520Document%2520Catalogue_Public%2520Version-5%2520June%25202009/Documents/Tier%25202/ACEEE_ECM%2520in%2520Wood%2520Manu_Jul%25202005.pdf+energy+conservation+wood+industry&hl=sr&gl=rs&pid=bl&srcid=ADGEESgFv-bcvkp4IS3fT-LT9xXhk5KzkYt6Y8EFJEGY0vpr8j6XsJlp75rHeoFXPVyxNi05d6_2RsfCgHwVomFA2Oo9Pm4sMYQTORpv2nDrEPXIYkLITPZgUo0DdxDWQS6QX9hE2OQ6&sig=AHIEtbTNh8MjyggP_5oMnqrkl8cj_CM RDg

http://en.wikipedia.org/wiki/Energy_conservation