

Primjeri mjera poboljšanja energetske efikasnosti u drvenoj i metaloprerađivačkoj industriji



LIR
evolution

Primjeri mjera poboljšanja energetske efikasnosti u drvnoj i metaloprerađivačkoj industriji

LIR Evolucija

Ova publikacija je izdata uz finansijsku pomoć IPA Adriatic Programa Prekogranične Saradnje i uz podršku Švedske. Odgovornost za sadržaj ovog dokumenta u potpunosti snosi autorski tim LIR Evolucije i sadržaj publikacije ni pod kojim uslovima ne odražava stavove IPA Adriatic Programa, niti Kraljevine Švedske

SADRŽAJ

1. ENERGETSKA EFIKASNOST	3
1.1. Šta označava termin energetska efikasnost?	3
1.2. Obnovljivi izvori energije	3
2. ENERGETSKI PREGLEDI	4
3. Sistemi za snabdijevanje toplotom, grijanje, sistemi daljinskog grijanja i unapređenje distribucije toplote 8	
3.1. Zamjena sistema za snabdijevanje toplotom (zamjena kotlova)	9
3.2. Zamjena gorionika	10
3.3. Modernizacija kotlovnice ugradnjom sistema za regulaciju i automatizaciju rada ..	10
3.4. Postavljanje/zamjena toplotne izolacije kotla	10
3.6. Zamjena neispravnih odvajača kondenzata	11
3.7. Iskorištenje otpadne toplote (rekuperacija) dimnih gasova	11
3.8. Ugradnja vodenih akumulatora toplote	12
3.9. Rekuperacija toplote iz tehnoloških procesa	13
3.10. Instaliranje postrojenja za spregnutu proizvodnju toplote i električne energije	14
3.11. Smanjenje/eliminacija curenja i toplotnih gubitaka iz cjevovoda daljinskog grijanja	16
3.12. Poboljšanje izolacije cijevi za razvod toplotne energije	16
3.13. Instalacija termostatskih ventila na radijatorima	16
3.14. Modernizacija sistema za grijanje prostorija	17
4. Zgrade i poboljšanje izolacije zgrada	17
4.1. Poboljšanje održavanja	17
4.2. Poboljšanje toplotne izolacije	17
4.3. Zamjena spoljašnjih prozora i vrata	18
5. Hlađenje, ventilacija i klimatizacija	19
5.1. Sistemi hlađenja	19
5.2. Ventilacija i klimatizacija	22
5.3. Komprimovani vazduh	25
6. Potrošnja električne energije i osvjetljenje	28
6.1. Potrošnja električne energije	28
6.2. Instaliranje sistema za korekciju faktora snage	30
6.3. Korištenje frekventnih regulatora	31
6.4. Instaliranje visokoefikasnih motora/mašina/uređaja	32
6.5. Primjena elektronske opreme za meko startovanje asinhronih motora	32
6.6. Povećanje stepena iskorištenja sistema osvjetljenja industrijskih hala i kancelarijskog prostora primjenom osvjetljenja nove tehnologije-LED osvjetljenje	33
6.7. Povećanje stepena iskorištenja sistema osvjetljenja industrijskih hala i kancelarijskog prostora primjenom sistema upravljanja osvjetljenjem prema potrebama procesa a u zavisnosti od zauzetosti prostora i nivoa količine spoljašnjeg osvjetljenja	34
6.8. Dovođenje postojeće opreme u projektovano stanje	35
6.9. Čišćenje svjetiljki, poklopaca, reflektora	35
6.10. Maksimalno iskorištenje prirodnog osvjetljenja	35
6.11. Povećanje efikasnosti proizvodnih procesa uvođenjem sistema optimizacije koji se implementira primjenom PLC kontrolera	36
6.12. Prebacivanje dijela potrošnje na noćnu tarifu	36
7. Korištenje obnovljivih izvora energije	36
7.1. Energija Sunca	36
7.2. Toplotne pumpe	38
7.3. Biomasa	39

ENERGIJA

Energija je, u fizici, veličina koja se često shvata kao mogućnost fizičkog sistema da utiče na promjene drugog fizičkog sistema. U osnovi, energija je sposobnost fizičkog sistema (tijela) da vrši rad. Energetika (pretvaranje energije) je grana industrije koja se bavi transferom primarne energija u standardni energetske oblik, koji se može distribuisati na tržište – potrošačima.



Energetski izvor (ugalj, gas, vrela voda) posjeduje sposobnost za produkciju energije i izražava se u osnovnim i energetske jedinicama (npr. kg, kWh). Energetski bilans se može definisati kao energetske prihod i troškovi po posmatranoj jedinici (npr. zgrada, firma, industrijski pogon), uglavnom se mjeri na godišnjem nivou.

1. ENERGETSKA EFIKASNOST

1.1. Šta označava termin energetske efikasnost?

Pod pojmom energetske efikasnost se obično podrazumijeva skup termina kojima se opisuje kvalitet korištenja energije. Efikasno korištenje energije, ili energetske efikasnost, je korištenje manje energije za dobijanje istog ili višeg nivoa energetske usluga. Na primjer, izolacija stana omogućava zgradi da se za postizanje termičkog komfora koristi manje toplotne i rashladne energije.

Smanjenje zahtjeva za energijom i potrebama bez smanjenja krajnje koristi. Energetske efikasnost je generalno termin koji objašnjava kako postići iste ciljeve produkcije ili zadovoljiti iste potrebe a sa manje utrošene energije ili dostići viši cilj sa istom potrošnjom energije. Energetske efikasnost ima različite aspekte: tehničke, finansijske, ekonomske, socijalne, okolišne, principe ponašanja, razvojne, održivosti, i druge. Pojam energetske efikasnost se načešće susreće u dva moguća značenja, od kojih se jedno odnosi na uređaje, a drugo na mjere i ponašanja. Pod energetske efikasnim uređajem smatramo onaj koji ima veći stepen korisnog dejstva, tj. manje gubitke prilikom transformacije jednog vida energije u drugi. Na primjer, „obična“ sijalica veliki dio električne energije pretvara u toplotnu energiju, a samo mali u korisnu svjetlosnu energiju, i u tom smislu ona (sijalica) predstavlja energetske neefikasan uređaj.

Mjere energetske efikasnosti su preduzete akcije kako bi se smanjila potrošnja, a sa identičnim ili čak boljim rezultatima. Bez obzira da li je riječ o tehnološkim ili netehnološkim mjerama ili o promjenama u ponašanju, sve mjere podrazumijevaju isti, ili čak i viši, stepen ostvarenog komfora i standarda. Znači, pod poboljšanjem energetske efikasnosti se smatra izbjegavanje (smanjenje) gubitaka energije bez narušavanja komfora, standarda života ili ekonomske aktivnosti i može se realizovati kako u oblasti proizvodnje, tako i u oblasti potrošnje energije.

1.2. Obnovljivi izvori energije

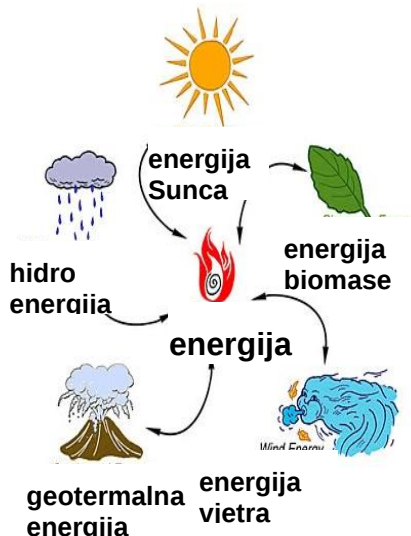
Obnovljiva energija je termin koji se koristi kako bi se opisali energetske izvori koji su obnovljivi prirodnim procesima u dovoljno brzom vremenskom periodu, tako da ih mogu koristiti ljudi više ili manje bezgranično.

Za razliku od fosilnih goriva, čije se zalihe iscrpljuju jer je brzina korištenja neuporedivo veća od brzine nastajanja i za čije je obnavljanje potrebno više vijekova, zalihe obnovljivih izvora se iz navedenog razloga ne mogu istrošiti. Osnovni izvori obnovljive energije su:

- biomasa (biomasa je regenerativni (obnovljivi) organski materijal, koji se može koristiti u proizvodnji energije. Biomasa je vegetacija iz vode i tla, šumski i poljoprivredni otpad, životinjski i komunalni (organski) otpad)
- geotermalna energija (energija dobijena iz toplote unutrašnjosti Zemlje u obliku tople vode ili pare, toplota stijena)
- solarna energija (energija sunca)
- energija hidro-potencijala (rijeke, morski talasi, oseke/ plime)
- snaga vjetra

Aspekti korištenja obnovljive energije:

- ekonomski aspekt (profitabilnost),
- sigurno snabdijevanje,
- minimalan uticaj na životnu sredinu,
- veća investicija u opremu (s vremenom se veličina investicija smanjuje),
- operativni troškovi su identični ili niži.



2. ENERGETSKI PREGLEDI

Ukupna potrošnja energije u nekom industrijskom pogonu ili zgradi se može odrediti, dok se tokovi energije u preduzeću ili energetska efikasnost pojedinih procesa ili operacija koje se izvode u tom pogonu ne mogu lako procijeniti. Te informacije o tokovima energije u preduzeću i efikasnosti pojedinih procesa su veoma važne kako bi se mogle odrediti mogućnosti za uštedu energije. Radi prevazilaženja ovog problema sprovode se energetske preglede. Energetski pregled predstavlja utvrđenu proceduru koja pomaže pri analizi potrošnje energije u preduzeću i neophodna je pri:

- procjeni energetske efikasnosti;
- određivanju mogućnosti za uštedu energije;
- utvrđivanju plana implementacije projekata za uštedu energije.

Energetski pregled se sastoji iz sakupljanja podataka koji se tiču korištenja energije. To je procedura koju treba da sprovode iskusni stručnjaci (tzv. auditori) koji su obučeni da koriste određene instrumente i opremu neophodnu za sprovođenje energetske preglede.

Pomoću energetske preglede uprava preduzeća može da:

- procijeni trošak koji preduzeće ima za energiju kao i njegov uticaj na ukupne troškove proizvodnje;
- identifikuje finansijski i tehnički interesantne i korisne mogućnosti za smanjenje potrošnje energije, tj. uštedu;
- identifikuje moguće načine da se poboljša produktivnost kroz preduzimanje određenih mjera u oblastima koje ne moraju direktno biti povezane sa potrošnjom energije (npr. bolje iskorištenje ljudstva, smanjenje otpadaka (škarta) pri preradi sirovina, poboljšanje kvaliteta proizvoda, itd.).

Uobičajni energetska pregled industrijskog preduzeća je složen posao koji zahtijeva angažovanje stručnjaka iz različitih oblasti, a obično mašinskih i elektro inženjera, arhitekata i drugih. Osoba koja radi energetska pregled treba da ima iskustva u procesima koji koriste energiju, kao i sa strane snabdijevanja i distribucije različitih oblika energije, kao što su električna i toplotna. Takođe je neophodno da posjeduje znanje iz ekonomije, što je neophodno radi ekonomske evaluacije različitih rješenja koja se tiču uštede energije, a koja proističu iz energetska pregleda. U načelu, za izvođenje energetske revizije treba formirati tim koji se sastoji od:

- stručnjaka koji poznaju sisteme električne energije, za proizvodnju i transport tople vode i pare, kao i sisteme komprimovanog vazduha, i
- iskusne stručnjake koji poznaju specifične tehnološke procese, koji se odnose na određeno preduzeće za koje se radi revizija, odnosno na procese u tom proizvodnom pogonu (npr. proizvodnja stakla, papira, tekstila, hemikalija, itd).

Energetski revizor (pregledač), u cilju uspješnog sprovođenja energetska pregleda, mora imati dobru saradnju i punu podršku vlasnika preduzeća, menadžmenta, tehničkog osoblja i radnika. Tokom rada na energetska pregledu (reviziji), revizor ne smije uzrokovati smetnje u radu postrojenja, pošto su oni u stvari tu da pruže pomoć zaposlenima u preduzeću da prevaziđu uočene probleme u radu.

Energetski pregled ima za cilj da ustanovi kako se u preduzeću troši energija, kao i da se predlože mogućnosti uštede energije. Cijene sprovođenja energetska pregleda se značajno razlikuju od preduzeća do preduzeća, a u zavisnosti od stepena složenosti postrojenja, nivoa do kog se ide u analizama i obima sprovedenih analiza. Treba imati u vidu da postoje različite vrste energetska pregleda, koji mogu obuhvatati jednostavnu ili detaljnu obradu podataka, često praćenu detaljnim ispitivanjem postojećih podataka i/ili određenim testiranjima pogona. Vrijeme koje je potrebno da se sprovede jedan energetska pregled zavisi od veličine i tipa postrojenja, ali prioritet uvijek treba da imaju dijelovi postrojenja u kojima je najveća potrošnja energije. Dva najčešća tipa energetska pregleda su:

- **Kratki energetska pregled:** Ova vrsta pregleda ima za cilj da ocijeni sadašnje nivoe potrošnje energije i troškove na osnovu postojeće dokumentacije i kratkog obilaska preduzeća. Na kraju se predlažu mjere energetske efikasnosti sa niskim ulaganjima i kratkim periodom povrata sredstava. Takođe se ukazuje na listu mjera energetske efikasnosti sa srednjim/visokim ulaganjima, ali bez detaljnih proračuna opravdanosti investicija, kao i specifičnih dijelova, za šta je neophodno uraditi detaljan energetska pregled.
- **Detaljan energetska pregled:** Ova vrsta pregleda zahteva obimno snimanje i analizu podataka o potrošnji energije, razdvojenih u različite sektore u okviru preduzeća (proizvodnja tople vode/pare, komprimovani vazduh, električna energija, klimatizacija-grijanje-hlađenje itd.). U okviru ovakvog pregleda se prikazuju i analiziraju različiti parametri koji definišu svaku vrstu korištenja energije (npr. proizvodne mogućnosti, klimatske uslove, sirovine itd.). Na kraju se daje lista sa mjerama uštede energije i za povećanje energetske efikasnosti, zajedno sa analizom troškovne efikasnosti za svaku mjeru ponaosob.

Snimanje postojećeg stanja

Da bi se proveo energetska pregled, pregledač (revizor) mora imati uvid u situaciju u preduzeću. Zbog toga se priprema i popunjava upitnik, u saradnji sa (za to određenim) odgovornim osobama u preduzeću. Upitnik treba da bude kompaktan i sažet, a opet da obezbijedi sve neophodne podatke koji su potrebni revizoru.

Konkretno aktivnosti koje se trebaju sprovesti u ovoj fazi su:

- detaljna organizaciona struktura preduzeća,
- određivanje kontakt osoba koje će pomagati revizoru u prikupljanju neophodnih podataka,
- sakupljanje podataka o fizičkom obimu proizvodnje,

- sakupljanje podataka o potrošnji energije i troškovima, i
- uvid u evidenciju o tokovima sirovina (sirovog materijala/izvoza).
- o upitniku treba razgovarati sa administrativnim osobljem u preduzeću, kao i sa odgovornim licima iz različitih sektora preduzeća, a sve u cilju da se revizor uvjeri da traženi podaci postoje i da će biti praćeni na način koji se zahtijeva radi sprovođenja energetskog pregleda.

Pri razmatranju korištenja energije, u opštem slučaju se prikupljani podaci mogu razvrstati po sljedećim sektorima:

- pretvaranje (konverzija) energije: sistemi za proizvodnju tehnološke pare, sistemi za proizvodnju toplote za grijanje, sistemi komprimovanog vazduha, transformatori, sistemi za hlađenje, akumulatori toplote, itd.
- distribucija energije: sistemi za distribuciju pare, tople i vrele vode i komprimovanog vazduha, sistemi za distribuciju električne energije, itd.
- potrošnja energije: motori, mašine, osvijetljenje, grijanje prostora, toplota za proizvodni proces, proizvodnja tople vode, itd.
- tokovi otpadne energije: dimni gasovi, izlazni vazduh, otpadne vode, otpaci koji imaju energetsku vrijednost (npr. drvni ostaci, piljevina, biomasa iz procesa prerade hrane itd.), itd.

Važan dio predstavlja i sakupljanje podataka o potrošnji kupovnog energenta i od velike pomoći može biti prikupljanje svih računa i odgovarajućih ugovora sa isporučiocima energenata, dokumentacija o potrošnji iz samog preduzeća, kompletni formulari i dalja predviđanja, kao i ostale relevantne informacije. Pošto se završi snimanje postojećeg stanja i prikupljanje podataka, revizor(i) ih analizira(ju) i daju preliminarne prijedloge o mogućnostima uštede energije prije nego što krenu u obilazak samog preduzeća. Ovi preliminarni prijedlozi se razmatraju na licu mjesta tokom obilaska preduzeća, sa osobama koje su zadužene za pojedine dijelove preduzeća, a u cilju provjere istinitosti prikupljenih podataka.

KRATKI ENERGETSKI PREGLED

Prvi korak u proceduri izrade energetskog pregleda je sprovođenje kratkog energetskog pregleda. To nam obezbjeđuje prvi uvid u cjelokupnu situaciju u preduzeću. Kratki energetski pregled može dovesti do zaključaka o tome gdje i kako se mogu sprovesti detaljniji energetski pregledi. Kratki energetski pregled je od suštinskog značaja pri početnom prikupljanju podataka. Za izvještaj se pretežno koriste podaci koji su dostupni, sa nekim osnovnim mjerenjima koja se provode prenosnim instrumentima ili bez njih.

Za ovu vrstu energetskih pregleda je obično neophodno par dana ukoliko je u pitanju malo ili srednje veliko preduzeće. Najvažniji rezultati koji se očekuju od ovih pregleda su da se identifikuje i definiše potreba i obim posla za detaljne energetske revizije, ali i veliki broj preporuka mjera sa niskim i srednjim ulaganjima koje se odnose na održavanje, od kojih se neke odmah primjenjuju u cilju smanjenja potrošnje energije.

Kratki energetski pregled se sastoji iz sljedećeg:

a) Intervju i prikupljanje podataka

Tokom sprovođenja kratke energetske revizije, revizor mora da snimi postojeće stanje u preduzeću i da prikupi sve neophodne podatke. Za to je neophodno da izvrši razgovore sa inženjerima, rukovodstvom, računovodstvom, održavanjem, da bi došao do relevantnih informacija. Važna dokumentacija koja se mora prikupiti u ovoj fazi obuhvata: skice postrojenja (što uključuje i tokove materijala, glavne izvore energije, glavne proizvodne pogone i službe) i podatke koji se odnose na proizvodnju i korištenje energije.

b) Kratak uvid u rad preduzeća

Budući da se revizija sprovodi u relativno kratkom vremenskom periodu, revizor se u nekoj mjeri oslanja na sopstveno iskustvo pri prikupljanju svih relevantnih pisanih, usmenih i vizuelnih

informacija koje treba da pomognu u brzom dijagnosticiranju energetske situacije u preduzeću. U ovoj fazi se identifikuju neki očigledni pokazatelji neracionalne upotrebe energije kao što su nepostojanje izolacije, razne vrste curenja fluida (pare, vode, goriva, vazduha), kao i neispravnost instrumenata u pogonu. Stavke koje mogu indicirati da postoje problemi pri radu postrojenja, a na koje treba obratiti pažnju prilikom obilaska pogona se mogu svrstati u određene sektore, kao što je prikazano u sljedećoj tabeli:

Sektor	Treba obratiti pažnju na sljedeće stavke:
Upravljanje potrošnjom električne energije i opterećenjem	Tarife
	Račune za električnu energiju i vršnu snagu
	Profil potrošnje
	Faktor snage
	Specifičnu upotrebu električne energije u različite svrhe
	Pumpe i ventilatore
	Sistem komprimovanog vazduha, vrste/tipove, izlaznu snagu i startnu frekvenciju kompresora
	Sistem za hlađenje
	Vrste i efikasnost svijetiljki
	Kontrolu instalacija
Toplotna energija	Račune za toplotnu energiju
	Kontrolu sagorijevanja
	Temperature i pritiske (vode, tople vode ili pare)
	Otpadne vode (vrste, količine, temperature)
	Produkte sagorijevanja
	Upravljanje sistemom napojne vode i kondenzata
	Izolaciju cijevi, rezervoara, sušara i opreme na povišenoj temperaturi
	Curenja pare i vode
Proizvodni proces	Proizvodnju, skladištenje i potrošnju tople vode
	Vrstu i količinu proizvoda
	Rasporede proizvodnje i dijagram potrošnje energije
	Tehnologije
	Automatizaciju proizvodnje
	Srednju specifičnu potrošnju energije
	Sinhronizaciju (usklađivanje) glavnih energetskih instalacija sa tehnološkim procesom

c) Analiza podataka

Revizor sprovodi kratku analizu energetskih potreba preduzeća prema vidovima energije koji se u preduzeću koriste. Takođe se vrši preliminarna raspodjela potrošnje svakog energenta na sektore potrošnje. Primjer takve raspodjele je dat u sljedećoj tabeli:

Električna energija	Hlađenje	Toplotni procesi
	Ventilacija	Komprimovani vazduh
	Elektrohemijski procesi	Pumpe
Gorivo	Grijanje prostora	Procesna toplota
	Topla voda	Para za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije
	Procesna para	

d) Predlaganje mjera i pravljenje izvještaja

Rezultati energetskog pregleda se prikazuju u vidu izvještaja. Izvještaj kratkog energetskog pregleda treba da sadrži:

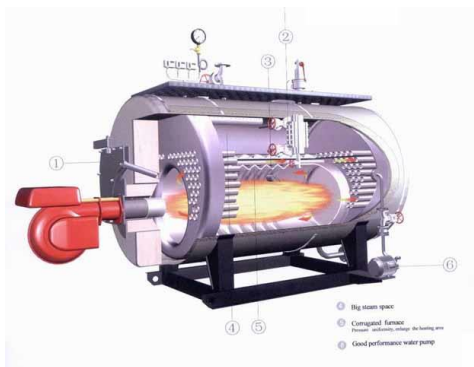
- Opis zatečenog stanja koje se odnosi na potrošnju energije,
- Proračune i procjene, kao i
- Prijedloge mjera energetske efikasnosti koje bi trebalo sprovesti, razvrstane prema visini ulaganja:
 - mjere bez ili sa niskim ulaganjima;
 - mjere sa srednjim ulaganjima;
 - mjere sa visokim ulaganjima-indikativno.

Ova podijela je zasnovana na periodu povrata ulaganja u investiciju sprovođenja svake mjere ponaosob. (Period povrata ulaganja daje procijenu o ekonomskoj efektivnosti predložene mjere. Izražava se u godinama i predstavlja odnos vrijednosti investicije i ušteda na godišnjem nivou). Obično se u preduzeću prvo primjenjuju mjere bez ulaganja ili sa niskim ulaganjima. Kada je u pitanju sprovođenje mjera sa srednjim ulaganjima, neophodno je sprovesti detaljniju analizu. Prijedlozi se rangiraju po prioritetima i pravi se finansijski plan ulaganja. Za neke prijedloge koji su interesantni u slučaju nekog određenog preduzeća, potrebno je sprovesti detaljnu reviziju. Prijedlozi mjera sa visokim ulaganjima zahtijevaju veoma detaljnu pripremu, kako sa tehničke, tako i sa finansijske tačke gledišta. U skladu sa ovim, neophodno je uraditi detaljnu studiju opravdanosti kada su ove mjere u pitanju.

MJERE ZA POBOLJŠANJE ENERGETSKE EFIKASNOSTI U DRVNOJ I METALOPRERAĐIVAČKOJ INDUSTRIJI

3. Sistemi za snabdijevanje toplotom, grijanje, sistemi daljinskog grijanja i unapređenje distribucije toplote

Kotlovska postrojenja mogu imati dvojaku ulogu: da proizvedu toplotu za zagrijavanje prostora, i da proizvedu tehnološku paru koja se koristi u različitim tehnološkim procesima u fabrici, u potrebnoj količini.



Postoji više podjela kotlova a jedna od njih je podjela na toplovodne/vrelovodne—namijenjene samo za proizvodnju tople/vrele vode za zagrijavanje prostora, i parne—koji proizvode paru. Kod parnih kotlova se obično veći dio proizvedene pare koristi direktno u različitim tehnološkim procesima. Drugi, manji dio pare u toplotnim podstanicama (u razmjenjivačima toplote u ovim podstanicama) se koristi za zagrijavanje vode koja se koristi za grijanje prostorija.

Para se i u toplotnim podstanicama i u tehnološkim procesima hladi i kondenzuje, a kondenzat se u što većoj mogućoj količini treba vratiti nazad u kotao (povrat kondenzata), čime se zatvara ciklus voda-vodena para. Gubici vode/vodene pare se nadoknađuju svježom vodom, koja se prethodno

hemijski priprema (tzv. hemijska priprema vode). Hemijskom pripremom voda se prečišćava od raznih primjesa i čestica, omekšava, smanjuje se količina alkalnih metala (kalijum, natrijum), silicijuma i kiseonika, itd. Sagorijevanje goriva u kotlovima se ostvaruje pomoću gorionika (u slučaju da je u pitanju prirodni gas, tečno gorivo (mazut, lož-ulje) ili ugljeni prah kod velikih kotlova) ili na tzv. pokretnim ili nepokretnim rešetkama (u slučaju sagorijevanja čvrstog komadnog goriva–uglja razne granulacije, drveta, raznih vrsta biomase, itd.). Za sagorijevanje je potreban vazduh koji se uvodi pomoću ventilatora svježeg vazduha, a dimni gasovi koji nastaju sagorijevanjem se kod većih kotlova izvlače prema dimnjaku pomoću ventilatora dimnog gasa. Za transport vode u cjevovodnom sistemu koriste se pumpe. Da bi kotao efikasno i pouzdano radio, ne smije se dozvoliti stvaranje naslaga kamenca ili korozija, pa se vrši njegovo plansko odmuljivanje/odsoljavanje. Cilj odmuljivanja je održanje sadržaja čvrstih materija u vodi koja struji kroz kotao u propisanim granicama. Odmuljivanje se može vršiti kontinualno željenim tempom kroz prethodno izbaždaren ventil i slavinu na dnu kotla, ili manuelno, otvaranjem odgovarajuće slavine u dnu kotla. Transport pare i vode do potrošača, kao i transport kondenzata nazad do kotla, ostvaruje se cjevovodima koji treba da budu toplotno izolovani.



3.1. Zamjena sistema za snabdijevanje toplotom (zamjena kotlova)

Pod ovom mjerom zamjene kotla podrazumijeva se zamjena kotlova zbog:

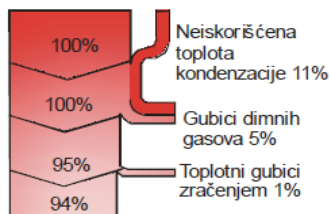
- isteklog radnog vijeka, dotrajalosti, neisplativosti opravke i sl.,
- predimenzionisanosti prema aktuelnim potrebama (smanjenim u odnosu na prethodno stanje) i dugotrajnog rada pri parcijalnim opterećenjima (manjim od nominalnog za koje su projektovani),
- prelaska na drugo gorivo, i
- lošeg stanja, ugrožene sigurnosti ljudi i opreme i sl.



Efikasnost kotla se definiše kao odnos između dobijene toplote i količine toplote koja je sadržana u gorivu koje je upotrebjeno. Ukoliko je efikasnost kotla 90%, to znaci da se 90% energije sadržane u gorivu u kotlu pretvorilo u iskoristivu toplotu (npr. za grijanje) a da su 10% gubici energije (npr. kroz dimnjak sa dimnim gasovima).

Energija goriva: gornja toplotna moć H_g

Donja toplotna moć H_d 100% + Korisna toplota kondenzacije 11%

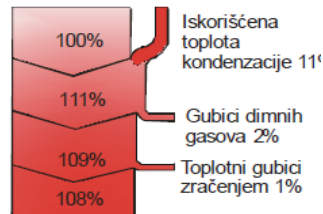


Korisna toplota prema H_g - 85%
Korisna toplota prema H_d - 94%

Niskotemperaturski kotao

Energija goriva: gornja toplotna moć H_g

Donja toplotna moć H_d 100% + Korisna toplota kondenzacije 11%



Korisna toplota prema H_g - 97%
Korisna toplota prema H_d - 108%

Kondenzacioni kotao

Efikasnost i gubici toplote niskotemperaturskih i kondenzacionih kotlova

Stariji kotlovi imaju efikasnost u rasponu od 56%–70%, a moderni kotlovi mogu da dostignu efikasnost i preko 95%. Zamjenom starih kotlova i instalacija oko kotlova, kotlovima novije generacije u nekim slučajevima može da smanji troškove proizvodnje toplotne energije i do 50%. Pored toga, prelazak na goriva koja imaju manje emisije štetnih gasova i gasova koji uzrokuju efekat staklene bašte su dodatna korist u smanjenju zagađenja.

3.2. Zamjena gorionika

U gorionicima dolazi do miješanja goriva (tečnog ili gasovitog) sa vazduhom koji je neophodan za sagorijevanje. Od kvaliteta ovog miješanja zavisi i efikasnost sagorijevanja a time i rad kotla u cjelini (stepen iskorištenja kotla) kao i sastav dimnih gasova, odnosno emisija štetnih produkata sagorijevanja u okolinu.

Gorionici kod tečnog i gasovitog goriva u osnovi treba da omoguće što bolje sagorijevanje (minimalna količina ugljen-monoksida u dimnim gasovima) uz održavanje stabilnosti sagorijevanja u širokom opsegu protoka goriva (snage kotla). Od opsega rada gorionika (opsega protoka goriva) zavisi i opseg rada kotla. Gorionici sa većim opsegom rada omogućavaju bolju kontrolu opterećenja, manji je broj uključivanja i isključivanja gorionika, i manju potrošnju goriva.

Kod modernih gorionika automatski se održava odgovarajući odnos goriva i vazduha u mješavini koja sagorijeva u širokom opsegu snage (protoka goriva). Zamjena postojećih gorionika vrši se: usljed isluženog radnog vijeka, neisplativosti opravke, znatno veće potrošnje goriva u odnosu na nominalnu i sl. Ugradnjom modernijih gorionika se smanjuju toplotni gubici u kotlovskom postrojenju i ostvaruju pozitivni efekti sa stanovišta zaštite životne sredine.

3.3. Modernizacija kotlovnice ugradnjom sistema za regulaciju i automatizaciju rada

Pod ovom mjerom se podrazumijeva automatizacija rada kotla, odnosno ugradnja sistema MRU (mjerenja, regulacija, upravljanje) kojima se rad kotlova može poboljšati. U ove mjere između ostalog ubrajamo:

- regulaciju sagorijevanja prema sadržaju kiseonika u dimnom gasu (pomoću tzv. lambda-sondi, slika desno),
- frekventnu regulaciju pumpi i ventilatora u kotlovnici,
- automatsko odmuljivanje kotla,
- ugradnja trokrakih mješnih ventila radi regulacije temperature vode, u kombinaciji sa ugradnjom mjerača temperature spolnog vazduha, vazduha u kotlovnici i polazne (tople/vrele) vode kod vodu grejnih kotlova, kao i odgovarajućih regulatora,
- automatizacija doziranja goriva.



Slika. Lambda sonda

3.4. Postavljanje/zamjena toplotne izolacije kotla

Zbog visoke temperature sagorijevanja u kotlu, visoka je i temperatura plašta (oplate) kotla. Postavljanjem toplotne izolacije ispod limene oplate smanjuju se gubici toplote u okolinu.

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju:

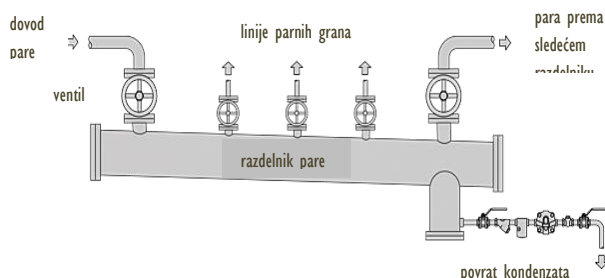
- postavljanje toplotne izolacije plašta kotla,
- postavljanje toplotne izolacije rezervoara na povišenoj temperaturi,
- zamjena toplotne izolacije opreme u kotlovnici (cjevovodi, ventili, kotao),
- zamjena toplotne izolacije parovoda i rezervoara pare,
- zamjena toplotne izolacije cjevovoda za vrelu/toplu vodu i rezervoara za vodu,
- zamjena toplotne izolacije rezervoara mazuta,
- zamjena toplotne izolacije ostalih sudova na temperaturi višoj od temperature okoline, i

- zamjena toplotne izolacije na opremi i cjevovodima (za vodu/paru/mazut/...) koji se nalaze van kotlovnice, a u krugu preduzeća.

Zamjenom oštećene i postavljanjem nove izolacije smanjuju se gubici toplote, a samim tim se povećava ukupna energetska efikasnost sistema.

3.5. Zamjena neispravne opreme sabirnika/razdelnika pare

Kotlovnica je često (u preduzećima) opremljena sa više parnih kotlova koji mogu biti različite konstrukcije, starosti i kapaciteta, i koji pri tome mogu koristiti i različita goriva. Svi ovi kotlovi su uobičajeno povezani na sabirnik/razdjelnik pare—sud iz kog se parom snabdijevaju različiti potrošači. Sabirnici su obično snabdjeveni



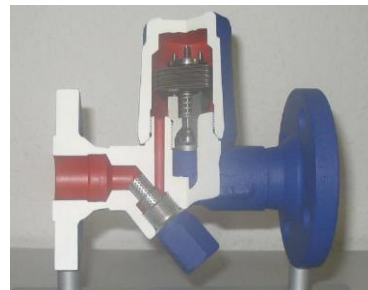
ventilima za redukciju i održanje pritiska, da bi se pritisak pare iz sabirnika smanjio na vrijednost pritiska koju zahtijeva potrošač pare. Može postojati i više sabirnika od kojih je svaki sa različitim pritiskom pare.

Ako je oprema sabirnika (npr. ventili) neispravna, može doći do gubitaka pare, snabdijevanja potrošača parom neodgovarajućih parametara i sl., te se iz tog razloga zamjena neispravne opreme sabirnika smatra mjerom za poboljšanje energetske efikasnosti.



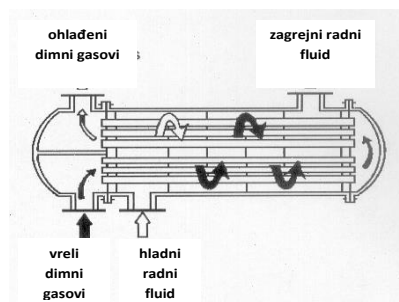
3.6. Zamjena neispravnih odvajača kondenzata

Odvajači kondenzata su uređaji koji su služe za odvajanje kondenzata ili gasova koji se ne mogu kondenzovati (npr. vazduha) iz toka pare, uz istovremeno sprečavanje isticanja pare. Većina odvajača kondenzata su po konstrukciji zapravo ventili koji se automatski otvaraju, zatvaraju ili pritvaraju. Uхваćeni kondenzat se sakuplja i vodi u sistem povratnog kondenzata. Postoji više različitih konstrukcija odvajača kondenzata, zvonasti, sa plovkom, potom termostatski, itd. Odvajači kondenzata mogu raditi na mehaničkom principu, a mogu raditi i kao termostatski i bimetalni. Kod neispravnih odvajača kondenzata može doći do gubitaka pare, što predstavlja direktan energetska gubitak, te se zamjenom neispravnih odvajača pozitivno djeluje na efikasnost kotlovskog postrojenja i sistema za distribuciju pare. Ispravnost odvajača kondenzata doprinosi i efikasnijem povratu kondenzata u sistem, te se i time doprinosi uštedama energije.



3.7. Iskorištenje otpadne toplote (rekuperacija) dimnih gasova

Zbog nepravilnog rada kotla i loše razmjene toplote, temperatura dimnih gasova na izlazu iz kotla je često iznad dozvoljene propisane za određenu vrstu kotlova. Ukoliko je temperatura dimnih gasova, iznad 200°C, toplota dimnih gasova mogla bi da se iskoristi, primjera radi, za zagrijavanje vode ili



vazduha za potrebe grijanja. Temperatura dimnih gasova na izlazu iz kotla zavisi od vrste goriva, odnosno sadržaja štetnih elemenata u gorivu kao što su azot i sumpor, koji u dodiru sa vazduhom (pri sagorjevanju goriva u kotlu) potpuno ili djelimično sagorjevaju, proizvodeći štetne gasove. Ovi gasovi se kondenzuju u dodiru sa hladnijim površinama na izlaznom kraju kotla i dimnjaku, te nastaju agresivne materije – kiseline kao što su sumporna, sumporasta i druge.

Za svako gorivo postoji minimalna temperatura dimnog gasa na izlazu iz kotla koja je obično za oko 10°C viša od temperature kondenzacije (tzv. tačke rose) kiselina. Kod prirodnog gasa ova temperatura je oko 95°C, kod lakog lož-ulja 140°C, kod mazuta 160-180°C, itd.



Pod ovom mjerom se podrazumjeva ugradnja razmjenjivača toplote u kanale dimnih gasova u kotlu, neposredno prije izlaska gasova kroz dimnjak, radi zagrijavanja vode ili vazduha toplotom dimnih gasova. Na ovaj način se znatno smanjuju toplotni gubici kotla uslijed ispuštanja vrelih gasova u atmosferu, povećava se stepen korisnosti kotla i doprinosi se boljem iskorištenju energije, a samim tim i povećanju energetske efikasnosti. Ovo je posebno značajno kod kotlova koji su prevedeni sa

čvrstog (ugalj) na tečno gorivo ili prirodni gas, jer u tim slučajevima dolazi do pojave suviše visoke temperature na izlasku iz kotla, te je ugradnja dodatnih razmjenjivača toplote neophodna. Treba naglasiti da je mjerenje temperature dimnog gasa obavezno prema važećim propisima.

Dobijena toplota iz produkata sagorijevanja može se upotrijebiti za zagrijavanje napojne vode (putem tzv. ekonomajzera) ili za zagrijavanje vazduha koji se potom koristi u procesu sagorijevanja. Povećanjem temperature napojne vode za 10°C dovodi do povećanja efikasnosti za 2%. U većini slučajeva, period povrata ulaganja instalacije ekonomajzera iznosi od 2 do 5 godina. Povećavanjem temperature vazduha za 20°C, koji se potom koristi za sagorijevanje goriva, povećava se efikasnost sagorijevanja za oko 1%. Za zagrijavanje ubacnog vazduha produktima sagorijevanja, obično se koriste rotacioni izmjenjivači toplote, a period povrata investicije je obično u rasponu od 3 do 6 godina.

3.8. Ugradnja vodenih akumulatora toplote

Ugradnja vodenih akumulatora toplote – velikih rezervoara tople vode sa toplotnom izolacijom – je mjera kojom se može postići povećanje efikasnosti, kroz ravnomjerniji rad kotlova.

Princip rada vodenih akumulatora toplote sastoji se u sljedećem: u toku sezone grijanja/mjeseca/dana postoje periodi kada potrebe za grijanjem nisu velike (relativno visoka spoljna temperatura, slabo izražen vjetar, dovoljno sunčanog vremena). Tada kotlovsko postrojenje koje radi punom snagom može višak toplote, koji trenutno nije neophodan za grijanje, akumulirati tako što će se zagrijavati voda u akumulatoru. Voda iz akumulatora se može koristiti u periodima kada su vremenske prilike izuzetno nepovoljne – vrlo niske spoljne temperature, jaki vjetrovi, kratki periodi sunčanog vremena. U ovakvim uslovima se tada može desiti da je potrebno, bez obzira na rad kotla pri punom kapacitetu, još toplote za grijanje, što se postiže (nadoknađuje) toplotom akumuliranom u akumulatoru u toku toplijeg perioda. Ovakva primjena je od značaja, primjera radi, pri grijanju plastenika, gdje je od velike važnosti održavanje optimalnih uslova za uzgajanje biljaka.

Vodeni akumulatori toplote se mogu kombinovati sa kotlovskim postrojenjima na bilo koje gorivo (gas, tečno gorivo, biomasa, ugalj) ali i sa solarnim sistemima za grijanje. Ugradnja vodenih akumulatora toplote može biti dobro rješenje u slučaju kad je kotao pri izgradnji dimenzionisan za tadašnji toplotni konzum, a u međuvremenu je došlo do priključivanja novih objekata na toplotnu mrežu. Vodeni akumulatori su posebno pogodni za ugradnju kod kotlovskih postrojenja na

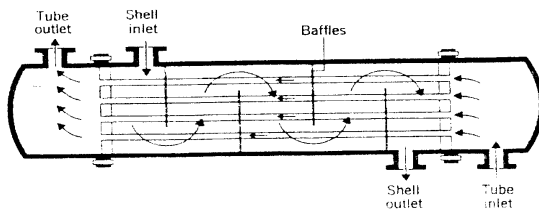
biomasu, kao neka vrsta bafer-zone između kotla i potrošača. Tada kotao može da proizvodi toplu vodu i smešta je u akumulator, a voda za grijanje se regulisano uzima iz akumulatora po potrebi, zavisno od spoljašnjih vremenskih uslova. Ovakav način ugradnje olakšava i regulisanje sistema za grijanje kad se kao gorivo koristi biomasa.

Vodeni akumulatori se u industrijskim postrojenjima koriste u sprezi sa kogeneracionim (CHP) postrojenjem, da bi se obezbijedila najviša efikasnost proizvodnje električne energije (pomoću gasnih motora, što je najčešći slučaj u industriji). Grijanje u industriji je po pravilu mali potrošač, te je pogodnije koristiti tehnološku vodu niske temperature za grijanje.

3.9. Rekuperacija toplote iz tehnoloških procesa

Procjenjuje se da se u industriji više od 50% ulazne energije transformiše u otpadnu toplotu, kod kotlova, hladnjaka, raznih vrsta pogona, motora, peći za razne materijale (staklo, metal, keramika...), sušare i sl. Potencijal za uštede kroz iskorištenje ove otpadne toplote (rekuperaciju) u raznim granama industrije je ogroman. Cilj rekuperacije je da se otpadna toplota iskoristi do najnižeg ostvarivog nivoa temperature. Ovo je moguće postići:

- 1) Ugradnjom razmjenjivača toplote gas-tečnost (npr. predgrijavanje vazduha za sušenje procesnom rashladnom vodom)
- 2) Ugradnjom razmjenjivača toplote tečnost-tečnost (npr. predgrijavanje vode za centralno grijanje procesnim uljem)

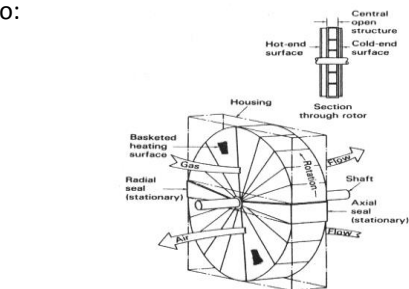


- 3) Ugradnjom razmjenjivača toplote čvrst materijal-gas (npr. hlađenje vrelim materijala vazduhom za sagorijevanje, pri čemu se vazduh zagrijava), i
- 4) Ugradnjom razmjenjivača toplote gas-gas (npr. zagrijavanje vazduha za ventilaciju vrelim gasovima).

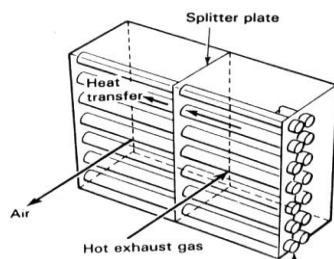
Isplativost ove mjere zavisi od usklađenosti toplotnih potreba i raspoložive otpadne toplote, kompatibilnosti temperaturnih nivoa, rastojanja između potencijalnog korisnika otpadne toplote i njenog izvora, kao i od tehničkih mjera (rekonstrukcija, adaptacija i sl.) koje je neophodno provesti da bi se iskoristila otpadna toplota. Iskorištenje otpadne toplote iz tehnoloških procesa u svakom slučaju predstavlja važnu mjeru energetske efikasnosti, ali je potrebno detaljno provjeriti izvodljivost i isplativost prije donošenja odluke o provođenju ovakve mjere.

Rekuperacija toplote se može vršiti na sljedeće načine:

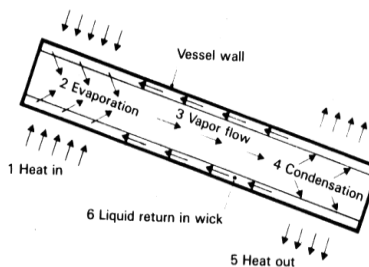
- 1) Iskorištenjem otpadne toplote vrelog vazduha ili gasova, ugradnjom razmjenjivača toplote, i to:



rotacionih



pločastih



tipa toplotnih

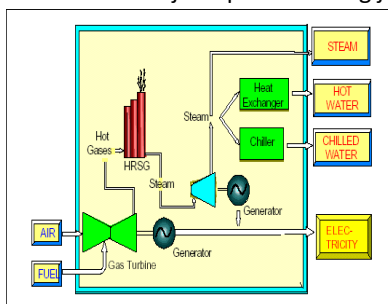
- 2) Iskorištenjem otpadne toplote rashladnog postrojenja–korištenje toplote kondenzatora, korištenje toplote od hlađenja kompresora ili korištenje toplote iz prostorije u kojoj su smješteni kompresori i elektromotori
- 3) Iskorištenjem toplote otpadnih voda,
- 4) Iskorištenjem toplote pri odmuljivanju, i
- 5) iskorištenjem toplote vode kojom se hlade kompresori.

Treba imati u vidu da nosioci otpadne toplote mogu biti gasovi, tečnosti i čvrste materije. Nekada su ove materije agresivne, izazivaju koroziju ili eroziju, te se zahtjeva korištenje specijalnih materijala (npr. keramičkih). Ovo poskupljuje investiciju i može umanjiti ili poništiti isplativost mjere. Uz to, neke otpadne materije su eksplozivne i zahtijevaju poseban tretman.

3.10. Instaliranje postrojenja za spregnutu proizvodnju toplote i električne energije (kogeneracija)

U proizvodnim procesima u industriji postoje potrebe za toplotnom i električnom energijom, koje se mogu podmiriti nabavkom primarnog izvora energije – goriva – čijim se sagorijevanjem u kotlovima dobija toplotna energija kojom se zagrijava voda ili para (potrebna za proizvodne procese, grijanje itd.) i kupovinom električne energije (potrebne za pogon motora, pumpi, kompresora, osvjetljenje itd.). Alternativu ovakvom načinu podmirivanja energetske potrebe predstavljaju postrojenja za kogeneraciju - kombinovanu (istovremenu) proizvodnju toplotne i električne energije (engl. Combined Heat and Power - CHP). Kogeneracija je efikasan način za iskorištenje kako fosilnih (ugalj, mazut, prirodni gas) tako i obnovljivih goriva (različite vrste biomase).

Prednosti kogeneracije se ogledaju prije svega u uštedi primarne energije – goriva, čime se smanjuju i emisije štetnih gasova u atmosferu. Primjera radi,



ukoliko se za podmirivanje potreba za toplotnom i električnom energijom u industrijskom preduzeću koriste klasični uređaji (električna energija iz termoelektrana, čiji je stepen korisnosti 33-38%; toplotna energija iz industrijskog parnog kotla, stepena korisnosti oko 80%, u preduzeću), potrebno je znatno više primarne energije (goriva) nego kad bi se toplotna i električna energija proizvedile u CHP postrojenju (ukupnog stepena korisnosti većeg od 70%) koje se nalazi u samom preduzeću. Prednost kogeneracije je i u tome što se proizvedena električna energija može i isporučivati prenosnoj elektromreži, tj. prodati.

Industrijska CHP postrojenja kao osnovu mogu imati:

- parnu turbinu,
- gasnu turbinu, ili
- motor sa unutrašnjim sagorijevanjem, a moguća je i kombinacija ovih sistema (CCGT – Combined Cycle Gas Turbine).

Postoji više varijanti sistema koji kao osnovu imaju **parnu turbinu**:

1. Sistemi sa protivpritisnom parnom turbinom: para, proizvedena u parnom kotlu, pokreće parnu turbinu, koja je spregnuta sa generatorom električne energije. Para izlazi iz turbine na pritisku većem, ili u najmanju ruku jednakom atmosferskom pritisku, što zavisi od toplotnih potreba. Moguće je oduzimati dio pare u raznim međustupnjevima parne turbine, zavisno od potrebnih parametara pare (temperature i pritiska) za podmirenje toplotnih potreba. Para iz turbine se odvodi ka potrošačima u industrijskom preduzeću, gdje se kondenzuje. Kondenzat se vraća u sistem, tj. u parni kotao, a eventualni gubici (usljed korištenja pare u procesima ili gubitaka u parovodima) se nadoknađuju svježom vodom. Stepenn korisnosti ovakvih sistema je 60-85%.

2. Sistemi sa kondenzacionom parnom turbinom: Dio pare proizvedene u parnom kotlu se oduzima u međustupnjevima parne turbine, sa parametrima koji odgovaraju toplotnim potrebama. Preostala para izlazi na niskom pritisku i kondenzuje se u kondenzatoru (koji se hladi posebnom rashladnom vodom). Ovaj kondenzat, kao i kondenzat iz tehnoloških procesa, se pumpom vraćaju nazad u kotao. Ovakvi sistemi imaju manji ukupni stepen korisnosti i skuplji su od sistema sa protivpritisnom turbinom.

3. Bottoming cycle: Umjesto vrelih gasova iz parnog kotla, kao izvor toplote mogu se koristiti i vreli gasovi iz nekog procesa, ili iz gasne turbine, ili iz motora sa unutrašnjim sagorijevanjem. Ovi gasovi mogu biti visoke temperature (350-600°C, zavisno od izvora toplote), i mogu se iskoristiti za stvaranje pare u rekuperativnom generatoru pare (HRSG – Heat Recovery Steam Generator). Para se dalje može koristiti za proizvodnju električne i toplotne energije na način opisan pod 1. i 2. Stepenn korisnosti je nešto niži nego kod sistema sa protivpritisnom turbinom.

Kod opisanih sistema sa parnom turbinom mogu se koristiti sve vrste goriva. Odnos proizvedene električne i toplotne energije je 0.1-0.5.

Gasna turbina se u CHP postrojenjima može koristiti u:

1. Otvorenom ciklusu – gorivo sagorijeva, u prisustvu komprimovanog vazduha, u komori za sagorijevanje. Vreli gasovi koji nastaju sagorijevanjem pokreću gasnu turbinu. Gasna turbina pokreće kompresor za vazduh, a spregnuta je i sa generatorom električne energije. Izlazni gasovi iz turbine, čija je temperatura 350-400°C, ulaze u generator pare. Para proizvedena u generatoru se koristi za toplotne potrebe. Kondenzat iz tehnoloških procesa se vraća u generator pare. Stepenn korisnosti je 60-80%, a kao gorivo se mogu koristiti prirodni gas, lako lož-ulje ili dizel, kao i gas dobijen gasifikacijom uglja.

2. Zatvorenom ciklusu – toplota dobijena sagorijevanjem goriva se u razmjenjivaču toplote predaje radnom gasu (npr. vazduh). Radni gas ulazi u gasnu turbinu, koja pokreće kompresor za radni gas, a spregnuta je i sa generatorom električne energije. Radni gas po izlasku iz turbine se hladi u razmjenjivaču toplote ili kotlu, zagrijavajući fluid (npr. vodu) koja zatim ide u tehnološki proces. Ohlađeni radni gas se vraća u kompresor, a zatim ponovo u razmjenjivač toplote, čime je ciklus

radnog gasa zatvoren. Stepen korisnosti je 60-80%, a kao gorivo se može koristiti bilo koje gorivo, pa i otpad.

Odnos proizvedene električne i toplotne energije kod sistema sa gasnom turbinom je 0.5-0.8. Prednost sistema sa gasnom turbinom u odnosu na sisteme sa parnom turbinom je u nižim investicionim troškovima, većoj fleksibilnosti u reagovanju na promjene potreba za energijom, bržoj izgradnji, manjoj masi i manjim dimenzijama, itd. Sistemi sa gasnim i parnim turbinama se mogu primjenjivati u širokom opsegu snaga (od nekoliko MW sve do 100 MW, pa i više).

Motori sa unutrašnjim sagorjevanjem (kako Oto tako i Dizel motori) se koriste u CHP sistemima manjih snaga (do nekoliko MW). Vratilo motora je spregnuto sa generatorom električne energije. Izlazni gasovi iz motora (400-600°C) se koriste za proizvodnju pare, koja se koristi za podmirivanje toplotnih potreba. Takođe, voda koja hladi motor se takođe može koristiti za zagrijavanje vode za podmirivanje toplotnih potreba. Stepen korisnosti ovakvih sistema je 70-85%, a odnos proizvedene električne i toplotne energije je 0.8-2.4. Primjenom **kombinovanog ciklusa** kod CHP postrojenja postižu se ukupne efikasnosti i do 88%, uz odnos proizvedene električne i toplotne energije kod sistema sa gasnom turbinom je 0.6-2.0. Ovakvi ciklusi su efikasni za primjenu samo kod velikih snaga.

3.11. Smanjenje/eliminacija curenja i toplotnih gubitaka iz cjevovoda kod daljinskog grijanja

Kroz cjevovode u industrijskim preduzećima se transportuju: hladna/topla/vrela voda, vodena para, komprimovani vazduh, topao/hladan vazduh, tehnološki gasovi, itd. Veoma je važno spriječiti ili bar smanjiti curenja do kojih može doći usljed oštećenja na cjevovodima. Svako curenje podrazumjeva da se količina gasa/tečnosti koja iscuri mora nadoknaditi, za šta se troši energija. Curenje toplih gasova/tečnosti je povezano i sa povećanjem toplotnih gubitaka, pa se za dopunsko zagrijavanje gasova/tečnosti troši energija.



3.12. Poboljšanje izolacije cijevi za razvod toplotne energije

Pod ovom mjerom se podrazumjevaju popravljjanje, ugradnja i zamjena izolacije na cjevovodima za razvod toplotne energije u negrijanim prostorijama. Zamjenom oštećene izolacije smanjuju se gubici toplote, a samim tim se i povećava energetska efikasnost.



3.13. Instalacija termostatskih ventila na radiatorima

Termostatski ventili su jednostavan i pouzdan način kontrole temperature. Termostatski ventili se koriste za stalnu proporcionalnu regulaciju protoka u zavisnosti od promjene temperature senzora. Temperatura se drži stalnom i tako se spriječava prekomjerna potrošnja tople vode (energije). Pod ovom mjerom se podrazumijeva primjena grijanja po zonama preduzeća, odnosno regulacije protoka i/ili temperature grejnih fluida po zonama, zbog različitog korištenja prostorija. U opis ove mjere se uklapaju sljedeći postupci:



- 1) ugradnja termostatske regulacije, kako u pojedinim zonama i radnim cjelinama preduzeća, tako i na pojedinačnim radiatorima—ugradnja radijatorskih ventila sa termostatskim glavama,
- 2) ugradnja senzora temperature, senzora prisustva ljudi, regulatora grijanja, nalegajućih mjerača temperature, termostata i izvršnih organa (mješni ventil, trokraka i četvorokraka slavina, ventil na dovodu goriva, itd.).

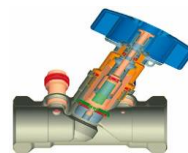
Ovi postupci se primjenjuju u cilju regulisanja grijanja prema spoljašnjim uslovima i prisustvu ljudi u prostorijama.

3.14. Modernizacija sistema za grijanje prostorija

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju različite mjere za poboljšanje regulacije u sistemu za grijanje, koje za direktnu posledicu imaju i bolje iskorištenje energije, i to:

1. Ugradnja/zamjena ventila i balansiranje cjevne mreže

Ova mjera obuhvata ugradnju (ukoliko ih nema) ili zamjenu (u slučaju dotrajalosti) balansnih, radijatorskih i drugih ventila u cjevnoj mreži i balansiranje cjevne mreže.



2. Ugradnja mjerača toplote – kalorimetara

Radi preciznijeg utvrđivanja raspodjele potrošnje toplotne energije po pojedinim potrošačima ili po organizacionim cjelinama, objektima, pogonima, ... neophodno je instalirati mjerače potrošnje toplotne energije, tzv. kalorimetre.

Postoje različite vrste kalorimetara, ali princip rada se kod svih vrsta zasniva na kombinaciji mjerenja protoka (npr. ultrazvučnim protokomerima i sl.) i temperature fluida (termoparovima, otpornim termometrima i sl.)–.



Ova mjera je važna u slučaju kada se troškovi za grijanje dijele prema proizvodnim cjelinama ili između preduzeća. Ugradnjom kalorimetara se može uštedjeti i do 50% potrošene energije u stambenim objektima koji se griju putem daljinskog grijanja a naplata se vrši po m2 prostora. Pomoću kalorimetra se prati potrošnja energije te se tako spriječava njeno nepotrebno „bacanje“ (npr. grijanje kad to nije potrebno, otvaranje prozora kad je u objektu pretoplo, itd.).

3. Modernizacija kaloriferskog grijanja

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju razne mjere kojima se poboljšava regulisanje kaloriferskog grijanja, ugradnjom termostata, uključivanjem grijanja samo u onim prostorijama u kojima borave ljudi, odnosno u kojima postoji potreba za grijanjem i sl.

4. Zgrade i poboljšanje izolacije zgrada

4.1. Poboljšanje održavanja

Pod ovom mjerom se podrazumijeva dovođenje omotača zgrade u projektovano stanje, odnosno razne mjere investicionog i tekućeg održavanja koje imaju tu svrhu, kao što su:

- popravljane izolacije na mjestima gdje je oštećena i ako postoji,
- popravljane hidroizolacije krova,
- popravljane oštećenih prozora i vrata,
- saniranje oštećenja fasade i sl.

Kvalitetnim i redovnim održavanjem omotača zgrade toplotni gubici objekta zadržavaju se u projektovanim vrijednostima a time se štedi i energija potrebna za grijanje.

4.2. Poboljšanje toplotne izolacije

Pod ovom mjerom se podrazumijeva poboljšanje toplotne izolacije omotača zgrade (postavljanjem dodatnog izolacionog materijala i ugradnja izolacije tamo gdje je nema).

Za toplotnu izolaciju omotača (zidova objekta) se koriste različiti materijali – tzv. demit fasada (tvrdo presovani stiropor sa fasadnom oblogom), kamena ili mineralna vuna, dok se za izolaciju krova obično koriste kamena ili mineralna vuna u tablama ili rolnama, uz postavljanje propisne hidroizolacije.

Mjere za poboljšanje izolacije, možemo klasifikovati na sljedeći način:

1. Izolacija krova i tavanice
 - a. Toplotna izolacija ravnog krova, uz njegovu djelimičnu sanaciju
 - b. Toplotna izolacija tavanice (ako se potkrovlje ne koristi) ili kosih krovnih površina (ako se potkrovlje koristi)
2. Izolacija zidova
 - a. Toplotna izolacija spoljnih zidova
 - b. Toplotna izolacija zidova suterena iznad površine zemlje
 - c. Toplotna izolacija zidova suterena ispod površine zemlje
3. Mjere za izolaciju podova
 - a. Toplotna izolacija podova iznad negrijanih prostorija ili iznad tla.



Svrha toplotne izolacije omotača zgrade je da stvori permanentnu toplotnu barijeru, da bi se prolaz toplote kroz zidove, plafon ili pod sveo na najmanju moguću mjeru. Time se ostvaruju dobri uslovi ugodnosti u objektu i smanjuju troškovi energije za grijanje ili klimatizaciju. Toplotna izolacija omotača predstavlja jednu od osnovnih mjera za povećanje energetske efikasnosti građevinskih objekata. Odluka o zamjeni, poboljšanju ili ugradnji izolacije mora biti donijeta nakon temeljnog sagledavanja trenutnog stanja i toplotnih gubitaka i njegovog poređenja sa stanjem nakon ugradnje nove izolacije. Pri tome treba uzeti u obzir namjenu zgrade (odnosno optimalnu temperaturu u njoj), kao i režim popunjenosti i režim korištenja zgrade.

Konstruktivni element ZID	U w/m ² K	Izolacija Λ=0,035	U w/m ² K
Puna opeka 38 cm	1,348	+8 cm +18 cm +21 cm	0,330 0,170 0,148
Šuplji blok 29 cm	1,456	+8 cm +19 cm +21 cm	0,333 0,163 0,149
AB 20 cm	3,054	+10 cm +20 cm +23 cm	0,314 0,166 0,145

Konstruktivni element KROV	U w/m ² K	Izolacija Λ= 0,035	U W/m ² K
Bez izolacije	3,019	+15 cm +25 cm	0,223 0,134

Konstruktivni element POD	U w/m ² K	Izolacija Λ=0,035	U W/m ² K
Bez izolacije	2,757	+ 8 cm +20 cm	0,378 0,165

Promjena koeficijenta prolaza toplote U za različite debljine izolacije građevinskih konstrukcija

4.3. Zamjena spoljašnjih prozora i vrata

Pod ovom mjerom se podrazumijeva zamjena dotrajalih prozora, najčešće sa drvenim ramom, i jednostrukim staklom, zbog lošeg održavanja, prozorima sa termopan staklom (staklo + 8-12mm vazduh + staklo) smještenim u Al ili PVC ramovima od profila sa termoprekidima (kao što je dato na slici) ili drvenim ramovima. Dobra zaptivenost krila se postiže posebnim zaptivnim materijalima (EPDM), a dobra zaptivenost između rama i zidova se postiže pur pjenom.



Apsolutna zaptivenost se ne smije postići zbog obezbjeđenja minimalno potrebne prirodne ventilacije prozora. Minimalno potrebna prirodna ventilacija se postiže posebnim otvorima-klapnama (automatskim i ručnim), postavljenim u PVC i Al profile. Termopan staklo može sadržati na unutrašnjoj strani stakla sloj posebne emulzije koja ne propušta toplotu iz prostorije ka spolja. Prostor između stakala se pored vazduha, može puniti i argonom (Ar), kriptonom i sumpor heksa fluoridom.

5. Hlađenje, ventilacija i klimatizacija

5.1. Sistemi hlađenja

Rashladna jedinica

Rashladne mašine i uređaji u industriji čine znatan dio potrošnje energije u industriji, prema nekim procjenama, i preko 20%. Troškovi energije za hlađenje u nekim granama industrije, kao što je prehrambena industrija, dostižu i do 70% od ukupnih troškova za energiju. Ovo je razlog što se pri razmatranju potencijalnih mjera energetske efikasnosti mora posvetiti pažnja rashladnim uređajima.

Na isti način kao kod toplotnih pumpi, kod rashladnih uređaja rashladni fluid isparava u isparivaču na niskoj temperaturi, hladeći sredinu u kojoj se isparivač nalazi, npr. rashladnu komoru. Kompresor povećava temperaturu i pritisak rashladnog fluida, koji se nakon toga u kondenzatoru hladi i kondenzuje, zagrijavajući sredinu u kojoj se kondenzator nalazi. Ova toplota se može u nekim slučajevima iskoristiti i za grijanje. Rashladnom fluidu u tečnom stanju se obara pritisak i temperatura prigušnim ventilom, pa fluid u tečnom stanju ponovo ulazi u isparivač.

Rashladni uređaji za svoj pogon (tj. za pogon kompresora i pomoćne opreme, koju čine pumpe, ventilatori, osvjetljenje) troše električnu energiju. Da bi se što više smanjila potrebna energija za hlađenje, očigledno je potrebno što više smanjiti razliku temperatura isparavanja i kondenzacije.

Glavni potrošač električne energije kod rashladnih uređaja je kompresor (oko 65% od ukupne potrošnje). Uštede kod rashladnih uređaja se u osnovi mogu ostvariti efikasnom konstrukcijom uređaja, kao i pravilnom upotrebom i održavanjem.

Efikasna konstrukcija rashladnog uređaja podrazumijeva ispitivanje toga kada (u kojim vremenskim periodima u toku dana) i gdje (u kojim komorama ili prostorijama) je potrebno hlađenje u preduzeću. Pogodno je da rashladno postrojenje bude višestepene konstrukcije, kao i to da bude objedinjene strukture u kojoj bi bio optimizovan rad svih isparivača i kondenzatora. Energetski je efikasno izvršiti rekuperaciju toplote sa kondenzatora, instalirati instrumente za mjerenje i regulisanje potrošnje električne energije po pojedinim rashladnim cjelinama, kao i obezbijediti dobru izolaciju komora i dobro zaptivanje vrata na komorama. Pravilnim održavanjem i upotrebom rashladnih uređaja može se ostvariti ušteda i do 20%. Treba izbjeći: stvaranje naslaga na površinama isparivača i kompresora, stvaranje leda, kao i rad kompresora pri manjim opterećenjima od nominalnog. Moraju se na vrijeme uočavati eventualni zastoji u proticanju rashladnog fluida, obezbijediti ispravno funkcionisanje regulacionih sistema, kao i ostvariti tzv. upravljanje opterećenjem (Load Management)—uključiti minimalno potreban broj rashladnih kompresora, da bi se izbjegao neefikasan rad pri smanjenim (parcijalnim) opterećenjima.



Dovođenje postojeće opreme u projektovano stanje

Pod ovom mjerom se podrazumijeva dovođenje postojeće rashladne opreme (isparivača, kompresora, kondenzatora, ventila, pumpe, ventilatora, itd.) u projektovano stanje, odnosno razne mjere investicionog i tekućeg održavanja koje imaju tu svrhu.

Mjere koje se mogu preduzeti:

- uklanjanje/izbjegavanje stvaranja naslaga na površinama isparivača i kompresora,
- uklanjanje/izbjegavanje stvaranja naslaga leda,

- izbjegavanje rada kompresora pri smanjenim opterećenjima putem load management mjera,
- uočavanje i saniranje zastoja u proticanju rashladnog fluida,
- provjera ispravnosti regulacionih sistema,
- korištenje (nabavka, instalacija) energetski efikasnog osvjetljenja koje ne zagrijava hladene komore,
- podešavanje temperature isparavanja rashladnog fluida prema stvarnim potrebama za hlađenjem,
- podešavanje temperature kondenzacije rashladnog fluida prema potrebama za hlađenjem i spolnoj temperaturi,
- ukoliko se radi o instalaciji sa više kompresora, koristiti klipne kompresore (ukoliko ih ima) za eventualni rad na nižim opterećenjima, prije nego vijčane ili centrifugalne,
- isključivati pomoćne uređaje tamo gdje nije neophodno da budu uključeni,
- uklanjati periodično inje (led) koje se formira na rashladnim jedinicama koje uduvavaju hladan vazduh, smještenim u samim komorama – mjera kojom se sprečavaju zastoji u uduvavanju vazduha i obezbjeđuje bolji efekat hlađenja,
- redovno čišćenje isparivača i kondenzatora od prljavštine,
- redovna kontrola pojave vazduha ili drugih gasova u liniji rashladnog fluida, i njihovo pražnjenje,
- redovna provjera količine rashladnog fluida u instalaciji i dopunjavanja po potrebi,
- redovna provjera postavljenih vrijednosti temperatura, i
- analiza godišnjih troškova po pojedinim rashladnim jedinicama.



Automatizacija

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju različite mjere automatizacije i kontrole kojima se rad rashladnih uređaja može poboljšati, instaliranje mjernih i regulacionih instrumenata (termoregulatora, sonde za mjerenje temperature, itd.), automatskih sistema za detekciju debljine leda (čime se automatizuje proces uklanjanja inja tj. odmrzavanja), infracrvenih senzora za mjerenje debljine naslaga inja na isparivaču, hardvera i softvera za upravljanje rashladnim jedinicama, i sl.

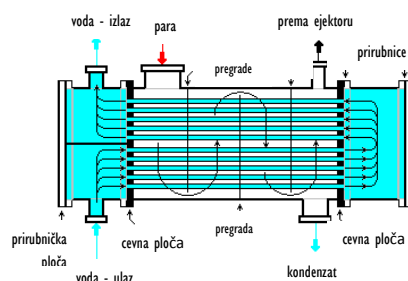
Poboljšanje izolacije

Značaj toplotne izolacije u rashladnoj tehnici je veliki. Primjera radi, ukoliko je npr. temperatura u rashladnoj komori -20°C, toplotni dobici iz spoljašnje sredine mogu biti vrlo veliki ukoliko komora nije kvalitetno izolovana. Takođe, vrlo je važno dobro toplotno izolovati komponente rashladnog sistema (cjevovode, ventile i sl.). Od izuzetne važnosti je i kvalitetno zaptivanje vrata komore, jer slabo zaptivanje dovodi do snažnog priliva toplog spoljnog vazduha, pa se nepotrebno troši više energije za hlađenje.

Prije donošenja odluke o tome koja mjera za poboljšanje izolacije treba da se primjeni, potrebno je izvršiti analizu temperature površine, željene (projektovane) temperature u komori i temperature spoljašnje sredine.

Pod mjerom poboljšanja izolacije podrazumijeva se:

- 1) zamjena izolacije novim izolacionim materijalom,
- 2) popravka izolacije ubrizgavanjem poluretanske pjene, i



- 3) zamjena zaptivnih elemenata na vratima komore.

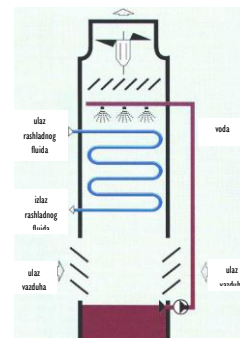
Ugradnja vodom hlađenih kondenzatora

Ugradnjom višecjevnih vodom hlađenih kondenzatora, umjesto običnog vazduhom hlađenog kondenzatora, snižava se temperatura kondenzacije rashladnog fluida, čime se smanjuje razlika temperatura isparavanja i kondenzacije, i samim tim i energija potrebna za hlađenje.

Na taj način se ostvaruju značajne uštede i doprinosi se povećanju energetske efikasnosti sistema za hlađenje.

Ugradnja kondenzatora sa rashladnom kulom

Ugradnjom višecjevnih kondenzatora sa rashladnom kulom se postiže dalje snižavanje temperature kondenzacije rashladnog fluida, u odnosu na vodom hlađene kondenzatore, čime se još više smanjuje energija potrebna za hlađenje. U industriji se najčešće koriste rashladne kule sa prinudnom cirkulacijom.



Ugradnja evaporativnih kondenzatora

Za razliku od običnih vazduhom hlađenih kondenzatora, kod kojih se rashladni fluid kondenzuje prolazeći kroz cijevi koje su hlađene strujom vazduha koji se uduvava pomoću ventilatora, kod evaporativnih kondenzatora se rashladni fluid hladi i kondenzuje, osim pomoću vazduha, i raspršivanjem kapljica vode. Povoljan efekat korištenja evaporativnog kondenzatora umjesto običnog je u tome što se smanjuje temperatura kondenzacije (sa oko 50°C na oko 34°C), čime se smanjuje razlika temperatura isparavanja i kondenzacije, i samim tim i energija potrebna za hlađenje.

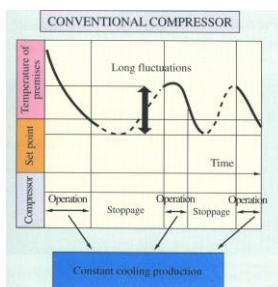
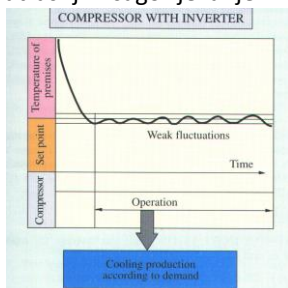
Ugradnjom evaporativnog kondenzatora umjesto kondenzacionih sistema kod kojih se koristi samo voda, ili umjesto rashladnih kula, temperatura kondenzacije se smanjuje za 3 do 8°C, a time se postižu uštede energije od oko 6 do 12%. Bitan preduslov za ugradnju evaporativnih kondenzatora je dobar kvalitet vode i niska relativna vlažnost vazduha.

Remont rashladnog sistema

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju radovi, nabavka, izrada komponenata i svi drugi aspekti remonta rashladnog sistema, bilo u slučaju dotrajalosti ili kao redovna mjera održavanja koja obuhvata opravke, zamjene pohabanih dijelova, automatizaciju, itd.

Modernizacija pogona kompresora

Kompresori su glavni potrošač električne energije u rashladnim sistemima. Modernizacijom njihovog pogona mogu se postići značajne uštede. Za energetske efikasnost je veoma bitno izbjeći da kompresori rade pri manjim opterećenjima. Pod ovom mjerom se podrazumijeva ugradnja elektronskih sistema za kontrolu broja obrtaja—invertora, tzv. twin speed motora ili čak i motora sa unutrašnjim sagorijevanjem za pogon kompresora.



Zamjena kompresora

Pod ovom mjerom se podrazumijeva zamjena postojećeg kompresora, u slučaju isteklog radnog vijeka ili radi ugradnje kompresora čiji kapacitet odgovara rashladnim potrebama (ako postojeći kompresor pretežno radi pri nižim opterećenjima, tj. ako je predimenzionisan ili nedovoljnog je kapaciteta u odnosu na stvarne potrebe).

5.2. Ventilacija i klimatizacija

Ventilacija industrijskog prostora može biti prirodna ili mehanička. Pod **prirodnom ventilacijom** se podrazumijeva korištenje klimatskih uslova u okolini za rashlađivanje ili grijanje zgrada, pravilnim postavljanjem ventilacionih otvora, vrata i prozora. Prirodnu ventilaciju treba koristiti u kombinaciji sa mehaničkom tamo gdje je to moguće. Za prirodnu ventilaciju se ne troši energija.

Mehanička ventilacija industrijskog prostora se vrši pomoću ventilatora koji spoljni vazduh uduvavaju u zgradu. Vazduh (svjež ili topao) se rasprostire kroz objekat kroz kanale i uduvava u prostorije kroz rešetkaste otvore (npr. anemostate) postavljene na plafonu ili zidovima. Toplota se izvlači iz prostorija takođe pomoću ventilatora koji izvlače topao vazduh iz prostorija. Mehanička ventilacija često može biti dobra zamjena za klimatizaciju, čime se može uštediti znatna količina energije. Takođe, sistem za klimatizaciju može imati opciju ventilacije prostora spoljašnjim vazduhom, što praktično predstavlja mehaničku ventilaciju.

Pogon sistema za klimatizaciju industrijskog prostora u manjim preduzećima čini oko 10% ukupnih energetske troškova. Znatne uštede se mogu ostvariti ukoliko se sistem za klimatizaciju pravilno dimenzioniše i ugradi. Takođe, bitan preduslov za ostvarenje ušteda je pravilno upravljanje sistemom za klimatizaciju, kao i njegovo redovno održavanje.

U upotrebi je širok spektar klimatizacionih uređaja, od uređaja koji imaju mogućnost okretanja ciklusa, odnosno hlađenja i grijanja, i malih zidnih rashladnih jedinica za potrebe klimatizacije manjih prostorija, kancelarija i sl., sve do velikih rashladnih klima komora, kojima se ostvaruje centralno hlađenje/klimatizacija kroz kanale i otvore raspoređene unutar objekta. Postoje i vrlo efikasni tzv. evaporativni rashladni sistemi, koji koriste spoljašnji vazduh koji struji preko vlažnih filtera, ali je njihova upotreba ograničena na oblasti sa niskom vlažnošću vazduha.

Kod pojedinačnih uređaja za klimatizaciju, tehnološki izvedenih kao split-sistemi, spoljašnja jedinica se sastoji od kondenzatora i kompresora, a isparivač se nalazi u unutrašnjoj jedinici.

Sistemi za centralizovanu klimatizaciju su energetski efikasniji nego pojedinačni uređaji za klimatizaciju prostorija, i često su snabdijevani mnogim opcijama, kao što je rad po zonama (slično zonskoj regulaciji grijanja, rad u ekonomičnom režimu (korištenje spoljnog svježeg vazduha u jutarnjim časovima u prelaznom periodu, proljeće-jesen, kada je temperatura spoljnog vazduha još uvijek niža nego temperatura u prostoriji) i sl. Kod ovih uređaja, kompresor (ili više njih ukoliko se radi o klimatizaciji velikih objekata), isparivač i kondenzator se nalaze u istoj jedinici, koja je smještena najčešće na krovu ili odmah pored objekta. Cirkulacija vazduha kroz objekat kod centralizovanih sistema klimatizacije se ostvaruje sistemom dovodnih i odvodnih kanala, pri čemu se vazduh uduvava/izvlači kroz rešetkaste otvore.

Evaporativni rashladni sistemi mogu biti različitih dimenzija i namjena, prenosivi, zidni ili centralni. Pogodni su za klimatizaciju zgrada sa lošim zaptivanjem, ili objekata/preduzeća gdje spoljna vrata moraju da budu otvorena (npr. prodajni objekti). Ovi sistemi su veoma efikasni.



Dovođenje postojeće opreme u projektovano stanje

Pod ovom mjerom se podrazumijeva dovođenje postojeće opreme namijenjene za ventilaciju i klimatizaciju industrijskog prostora u početno stanje, odnosno razne mjere investicionog i tekućeg održavanja koje imaju tu svrhu.

Ova mjera obuhvata čišćenje i popravku svih komponenti sistema za ventilaciju, kao što su ventilacioni otvori, ventilatori, filteri, anemostati i kanali, sa ciljem da se ostvari maksimalna efikasnost rada. Što je efikasnije hlađenje industrijskog prostora samo pomoću ventilacije, manja je i potreba za klimatizacijom.

Osim toga, ova mjera obuhvata i mjere održavanja i popravki sistema za klimatizaciju, kao što su:

- saniranje/eliminisanje curenja rashladnog fluida iz sistema ili vazduha iz kanala,
- čišćenje filtera,
- čišćenje cijevnih zmija isparivača i kondenzatora, i
- popravka orebrenja na cijevima isparivača i kondenzatora.

Ugradnja sistema za zonsku regulaciju ventilacije i klimatizacije

Pod ovom mjerom se podrazumijeva prije svega ugradnja savremenih klimatizacionih sistema koji imaju opciju zonske regulacije, tj. mogućnost rada sistema samo u onim zonama/prostorijama/organizacionim cjelinama preduzeća koje je neophodno klimatizovati (zbog proizvodnog procesa, ili koje su trenutno u upotrebi, ili u kojima trenutno neko boravi, itd.). Takođe, pod ovom mjerom se podrazumijeva i ugradnja elektronske opreme za zonsku regulaciju u postojeće klimatizacione sisteme.

Zonska regulacija se može ostvariti i manuelno, postavljanjem pregrada ili vrata, da bi se dijelovi objekta koje treba klimatizovati odvojili od dijelova koje nije neophodno klimatizovati, pa se pod ovom mjerom podrazumijevaju i ovakve građevinske mjere. Na ovaj način se omogućava hlađenje prostora pri višoj, ili grijanje pri nižoj postavljenoj temperaturi, pri čemu ventilator za uduvavanje (ubacivanje) vazduha radi pri nižem broju obrtaja, tj. troši manje električne energije (postavljanjem pregrada i odvajanjem prostora koji se klimatizuje od ostatka objekta smanjena je potreba za hlađenjem/grijanjem).

Ugradnja krovnih ventilatora

Pod ovom mjerom se podrazumijeva ugradnja recirkulacionih krovnih ventilatora za ventilaciju proizvodnih pogona. Potrebe za ventilacijom industrijskog prostora često variraju u toku dana ili godine, u zavisnosti od spoljašnje temperature kao i proizvodnih procesa u samim objektima.

Ugradnjom recirkulacionih krovnih ventilatora postiže se više efekata:

- 1) Ventilator može da služi za odvođenje viška toplote, izvlačenjem vazduha iz prostorije, čime se smanjuju troškovi za hlađenje/klimatizaciju prostorije.
- 2) Ventilator može da riješi problem stratifikacije—poznatu pojavu raslojavanja vazduha po temperaturama, pri čemu je topao vazduh u gornjoj zoni objekta, bliže plafonu, a hladniji u donjem dijelu, gdje se nalaze ljudi i oprema. Ovo se vrši tako što se recirkuliše topao vazduh koji se nagomilao blizu plafona i usmjerava na dole, čime se ujednačava temperatura u objektu, zagrijava dio u kom se nalaze radnici i oprema i samim tim postiže ušteda u troškovima za grijanje.
- 3) Neke konstrukcije krovnih ventilatora imaju i opciju usisavanja vazduha iz spoljašnje sredine, odnosno snabdijevanja prostorije svježim vazduhom u vrijeme kada je spoljna temperatura niža od temperature u samom objektu, čime se postiže ušteda u troškovima za hlađenje prostorije.

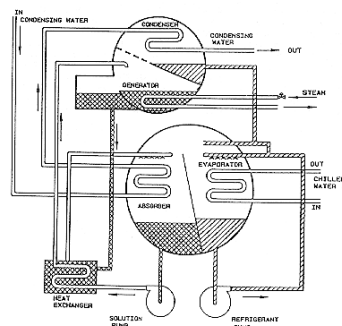


- 4) Neke konstrukcije krovnih ventilatora posjeduju mogućnost da miješaju topao vazduh iz zone blizu plafona sa spoljašnjim vazduhom, i takvu mješavinu usmjeravaju na dole, kako bi se ostvarili optimalni uslovi u objektu.

Ostvarivanje prirodne ventilacije prostorija

Pod ovom metodom se podrazumijevaju sve rekonstruktivne mjere u cilju ostvarivanja prirodne ventilacije u industrijskim objektima—ugradnja ventilacionih otvora i prozora na odgovarajućim mjestima, i sl.

Sama konstrukcija industrijskog objekta trebalo bi da bude takva da se maksimalno iskoriste prirodni klimatski uslovi za ventilaciju objekta. Potrebno je ugraditi otvore i prozore na optimalnim mjestima radi ostvarivanja prirodne ventilacije. Ostvarivanjem kvalitetne prirodne ventilacije se smanjuje potreba za klimatizacijom, pa čak i za mehaničkom ventilacijom, i smanjuje se potrošnja energije za ove svrhe.



Ugradnja apsorpcionih rashladnih sistema

Za razliku od uobičajnih rashladnih sistema, koji koriste mehaničku energiju (kompresori rashladnih uređaja) da bi ostvarili hlađenje, apsorpcioni rashladni uređaji u ove svrhe koriste toplotu. Ulogu kompresora ovdje preuzima „toplotni kompresor“, koji se sastoji od više komponenata—apsorbera, generatora, pumpe i prigušnog ventila. Kao rashladni fluid se najčešće koristi voda, u kombinaciji sa apsorbentom—nekom soli, npr. litijum-bromid, LiBr.

Prednost ovih uređaja je što se kao izvor toplote u generatoru mogu koristiti:

- višak pare ili tople vode iz industrijskih procesa,
- kotlovi na biomasu (jer je temperatura vode koja se proizvede u ovim kotlovima odgovarajuća za grijanje u generatoru apsorpcionog sistema),
- CHP sistem koji u toku ljeta može da proizvede više toplote nego što je potrebno,
- ložišta, sušare, dimni gasovi, itd.

Neke od prednosti apsorpcionih rashladnih sistema su:

- nema pokretnih dijelova, pa je radni vijek dug (20-25 godina) a troškovi održavanja niski,
- rade tiho i bez vibracija,
- rashladni fluid je ekološki pogodniji nego uobičajni rashladni fluidi kod klasičnih uređaja i ne doprinosi globalnom zagrijavanju,
- moguća je kontinualna promjena snage zavisno od potreba za hlađenjem, i
- apsorpciono hlađenje se može primjeniti i u kombinaciji sa sistemima centralnog grijanja (voda iz sistema centralnog grijanja se može koristiti kao izvor toplote za rad sistema).

Ovi uređaji su manje efikasni od uobičajnih rashladnih uređaja—na utrošenu jedinicu snage za pogon uređaja, kod klasičnih rashladnih uređaja se postiže mnogo veća mogućnost hlađenja ($COP=2-5$ kod klasičnih, a $0.4-0.75$ kod apsorpcionih uređaja; COP predstavlja odnos ostvarene toplote hlađenja i potrebne energije za pogon kompresora), ali su pogodni jer mogu da koriste bilo kakvu otpadnu ili neiskorištenu toplotu iz nekog tehnološkog procesa ili kotla za svoj pogon, i vrlo su efikasan način za iskorištenje ove otpadne toplote. Mana ovih sistema je i njihova relativno visoka cijena, ali su energetske koristi od instaliranja ovih sistema u kombinaciji sa raznim izvorima toplote višestruke, pa je investicija relativno brzo isplativa.

Modernizacija postojećih sistema za ventilaciju i klimatizaciju

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju različite mjere automatizacije i kontrole kojima se rad sistema za ventilaciju i klimatizaciju može poboljšati, instaliranje mjernih i regulacionih

instrumenata (termoregulatora, sondi/senzora za mjerenje temperature, ...), hardvera i softvera za upravljanje jedinicama za ventilaciju i klimatizaciju, frekventnih regulatora i sl.

Jedna od mogućih mjera je instalisanje centralnog regulatora u sistem za ventilaciju, čime se omogućava da se ventilacioni otvori otvaraju/zatvaraju automatski, kao i da se ventilatori automatski uključuju/isključuju, u zavisnosti od spoljašnjih uslova i potreba za ventilacijom, sa mogućnošću vremenskog programiranja rada ventilatora. Automatizacijom sistema za ventilaciju se postiže kvalitetnija ventilacija i smanjuje se upotreba klimatizacije, a samim tim i troškovi energije za klimatizaciju.

Pod ovom mjerom se podrazumijeva i ugradnja senzora spoljašnje temperature i odgovarajuće automatike, na osnovu čijeg signala uređaj za klimatizaciju automatski bira da li će uduvavati svjež spoljašnji vazduh bez hlađenja (ekonomični režim rada), ili će biti potrebno i hlađenje, a sve u cilju održavanja ugodne temperature u prostoriji.

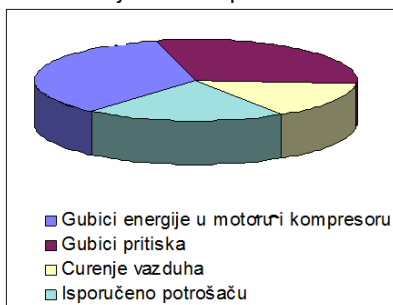
5.3. Komprimovani vazduh

Sistem komprimovanog vazduha

Komprimovani vazduh (vazduh pod pritiskom) u industriji ima širok spektar primjena, od npr. pogona opreme i alata, bušenja čvrstih podloga, puteva i sl., do sprovođenja složenijih operacija kao što je npr. automatska montaža.

Komprimovani vazduh se intenzivno koristi iz više razloga:

- može se koristiti u opasnim sredinama,
- stalno je raspoloživ, ne zagađuje okolinu i nije potreban sistem cjevovoda za njegov povrat,
- može se skladištiti u rezervoarima radi pokrivanja vršnih opterećenja,
- curenje komprimovanog vazduha ne predstavlja opasnost,
- može se koristiti za ostvarivanje pravolinijskog ili rotacionog kretanja kod mašina,
- cijena pneumatskih alata (alata pokretanih vazduhom) na mašinama je znatno niža nego cijena alata pokretanih električnom energijom.



Najveći dio troškova rada pogona komprimovanog vazduha čine upravo troškovi energije 70-80%.

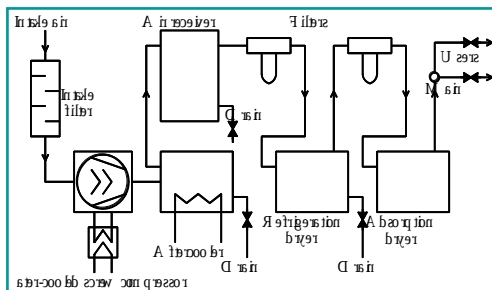
Razlog za to je u tome što su energetske gubitke u sistemu komprimovanog vazduha izuzetno velike—npr. od ukupno uložene energije za pogon kompresora, svega 10-25% zaista bude predato potrošaču, a ostatak predstavlja gubitke.

Komprimovani vazduh se smatra najskupljim vidom energije koji se može koristiti u jednom preduzeću. Kako su troškovi njegove proizvodnje i upotrebe veoma visoki,

potrebno je da sistem komprimovanog vazduha bude uvijek u optimalnom stanju.

Instalacija komprimovanog vazduha sastoji se od ulaznog filtera, kompresora (koji može biti hlađen vazduhom ili vodom), naknadnog hladnjaka, rezervoara komprimovanog vazduha, te naknadnih filtera i sušača. Vazduh se zatim isporučuje potrošačima ili transportnoj cjevovodnoj mreži.

Osnovne mjere uštede u pogonu komprimovanog vazduha se svode na:



- pravilan izbor kompresora (u skladu sa stvarnim potrebama za vazduhom),
- optimizaciju protoka vazduha (smanjenje troškova proizvodnje komprimovanog vazduha, poboljšanjem razvoda vazduha i optimizacija pripreme vazduha—filteri, sušaći),
- smanjenje potrošnje komprimovanog vazduha (kroz smanjenje/eliminaciju curenja i smanjenje broja potrošača), i
- automatizaciju cijelog sistema.

Dovođenje postojeće opreme u projektovano stanje

Pod ovom mjerom se podrazumijeva dovođenje postojećih kompresorskih stanica i sistema za razvod komprimovanog vazduha u projektovano stanje, odnosno razne mjere investicionog održavanja koje imaju tu svrhu, uključujući:

- čišćenje i/ili zamjenu filtera,
- kontrola i saniranje uočenih curenja,
- redovna kontrola kompresora i kompresorske stanice, i sl.

te mjere uštede kod samih potrošača vazduha – pneumatskih alata:

- popravka/zamjena oštećenih crijeva za vazduh,
- popravka oštećenih spojeva crijeva i alata,
- popravka zaptivnih elemenata na ispuštima,
- saniranje curenja na pneumatskim alatima,
- zamjena/popravka sigurnosnih i nepovratnih ventila u slučaju curenja ili zastoja,
- ugradnja automatskog ventila za zatvaranje nekih linija za vazduh, u slučajevima gdje je to primjenjivo, i
- upotreba duvaljki ili usisivača za čišćenje, a ne komprimovanog vazduha.

Pravilnim održavanjem se u mnogome mogu sniziti troškovi pogona komprimovanog vazduha.

Povećanje predhlađenja vazduha

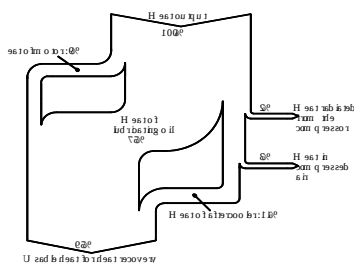
Pod ovim se podrazumijevaju sve rekonstrukcije koje je neophodno izvršiti na instalaciji kako bi se povećalo prethlađenje vazduha na ulasku u kompresorsku stanicu. Vazduh na ulazu u kompresor treba da se uzima sa hladnog, čistog i suvog mjesta. Primjera radi, snižavanjem temperature ulaznog vazduha za 6% performanse kompresora se povećavaju za 2%. Prethlađenjem vazduha na ulazu u kompresor—ugradnjom hladnjaka sa svom potrebnom opremom—za preko 40°C postiže se poboljšanje izlaznih performansi kompresora za 20%. Prethlađenjem se povećava maseni protok vazduha i uklanja vlaga i prašina. Samim tim se povećava kapacitet kompresora, i ne postoji potreba za naknadnim hladnjakom i sušačem.

Zamjena filtera

Pod ovom mjerom se podrazumijeva zamjena filtera u instalaciji komprimovanog vazduha, ukoliko je iz bilo kog razloga postojeći filter neispravan. Veoma je važno ispravno funkcionisanje filtera, kao i to da instaliran filter odgovara potrebama (zahtjevima) za čistoćom vazduha. Svaki kompresor je snabdjeven ulaznim filterom koji služi za uklanjanje grubljih čestica prašine. Takođe je neophodno odstraniti dijeliće koji nastaju kao posljedica habanja komponenti kompresora, kao i kapljice ulja kojim se kompresor podmazuje.

Smanjenje/eliminisanje curenja u distributivnoj mreži

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju sve mjere rekonstrukcije postojeće opreme, kao i nabavke nove opreme, kojima se smanjuje curenje vazduha u distributivnoj mreži i opremi (mašinama)



koje koriste komprimovani vazduh. Gubici usljed curenja dovode do znatnih, a nepotrebnih, dopunskih troškova, i smanjuju troškovnu i energetska efikasnost. Primjera radi, curenjem komprimovanog vazduha na pritisku od 7 bara kroz otvor prečnika 3 mm godišnje može da se gubi preko 2000 EUR. Curenja u sistemu komprimovanog vazduha su uobičajna, i za sistem kod kog su curenja na nivou od oko 5% od ukupnog kapaciteta može se reći da odlično radi. Kontrola curenja vazduha treba da bude dio programa preventivnog održavanja.

Iskorišćenje otpadne toplote–rekuperacija

Samo oko 5% ukupne energije kojom se snabdijeva kompresor se iskoristi za podizanje pritiska vazduha. Preostala energija je u kompresoru prisutna u obliku toplote.

Veliki dio ove toplote (85-95%) se odvodi preko vode za hlađenje kompresora i ulja za podmazivanje. Moguće je ostvariti znatne uštede konstruisanjem optimizovanog sistema za rekuperaciju toplote.

Kod vazduhom hlađenih kompresora, raspoloživa toplota je toplota vazduha na 50-60°C, a kod vodom hlađenih kompresora, voda koja se može iskoristiti za rekuperaciju je temperature 90-95°C. Otpadna toplota kompresora se može koristiti na zadovoljavajući način za grijanje, sušenje, predgrijavanje vazduha za sagorijevanje, kao i za pripremu vrele procesne vode.

Izolovanje dijela mreže za komprimovan vazduh koji se ne koristi

Često do gubitaka dolazi na samim mašinama–potrošačima komprimovanog vazduha. Jedna od mogućih mjera je ugradnja automatskog (elektronski kontrolisanog) ventila radi izolovanja mašine, povezanog sa prekidačem mašine, što znatno može da smanji curenje u vrijeme kad mašina ne radi. Izolacioni ventili mogu da se primjene i na cijele pogone kad isti nisu u funkciji.

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju, osim ugradnje izolacionih ventila, i sve druge investicije vezane za izolaciju dijelova mreže za komprimovani vazduh koji se u dužim vremenskim intervalima ne koriste.

Optimalno prečišćavanje vazduha

Pod ovom mjerom se podrazumijeva prečišćavanje vazduha na ulazu u kompresor samo do minimalno potrebnog nivoa (kvaliteta) za nesmetan rad kompresora. Ovo u mnogome pojeftinjuje pogon kompresora, jer kvalitetniji (finiji) filteri na ulazu, osim što su skuplji, predstavljaju i otpor koji kompresor mora da savlada, za šta se dopunski troši energija. Ako je za pojedine potrošače komprimovanog vazduha potreban vazduh velike čistoće, instaliraju se posebni filteri na samom mjestu potrošnje, samo za te pojedinačne namjene. Neisplativo je proizvoditi komprimovani vazduh velike čistoće za cijelu fabriku, ako za tim zaista nema potrebe. Redovno čišćenje ulaznih filtera je neophodno, jer stvaranje naslaga prašine u filterima dovodi do nepotrebnog trošenja energije za pogon kompresora.

Instaliranje namjenskih kompresora van kompresorske stanice

Pod ovom mjerom se podrazumijeva instaliranje posebnih kompresora na pojedinačnim mjestima u krugu fabrike gdje se potrebne količine i parametri vazduha bitno razlikuju, tj. bitno su veće, od onih u ostalim dijelovima fabrike. Neisplativo je pri kupovini izabrati kompresore na osnovu povećane potrošnje i parametara vazduha na nekom pojedinačnom mjestu u fabrici, ako je u ostalom dijelu fabrike dovoljan vazduh nižeg pritiska, stoga je ovo mjera kojom se povećava energetska efikasnost.



Zamjena kompresora duvaljkama ili novim kompresorima

Za pojedine tehnološke operacije u fabrici može biti dovoljan i vazduh niskog pritiska. Neisplativo je trošiti skupo proizvedeni komprimovani vazduh za ove namjene, pa se kao rješenje nameće zamjena kompresora duvaljkama, za potrebe snabdjevanja potrošača vazduha nižeg pritiska.

Pod ovom mjerom se, osim nabavke duvaljke, podrazumijevaju i sve rekonstruktivne mjere i radovi koji su potrebni da bi se duvaljka instalirala. Zamjena kompresora novim kompresorom se vrši zbog isteklog radnog vijeka, kvarova koje je neisplativo sanirati, neodgovarajućih karakteristika (predimenzionisanosti) postojećeg kompresora i sl. Takođe, ova mjera obuhvata i zamjenu jednog kompresora jedinicom sa više kompresora, jer se na taj način može lakše uskladiti rad kompresora sa potrošnjom vazduha. Primjena ove mjere omogućava i da se u toku noći, kad je zahtjev za komprimovanim vazduhom manji, uključuje samo po jedan ili dva kompresora iz cijele jedinice. Pri radu jedinice sa više kompresora, kompresori rade skoro maksimalno efikasno, a pri nižim opterećenjima se mogu programirati da se jedan za drugim po potrebi zaustavljaju. Broj radnih sati je manji, pa je i potrebno manje održavanje, što je povezano sa smanjenjem troškova. Najzad, pri pogonu pomoću jedinice sa više kompresora, otkazivanje kompresora je mnogo manje opasno za proizvodnju u fabrici.

Modernizacija pogona komprimovanog vazduha

Pod ovom mjerom se podrazumijevaju različite rekonstrukcije u kompresorskoj stanici i mreži za distribuciju komprimovanog vazduha, koje imaju za cilj poboljšanje automatike rada kompresorskih stanica i distributivne mreže.

U sklopu ove mjere nalazi se nabavka odgovarajuće mjerne i regulacione instrumentacije, nabavka softvera i hardvera za monitoring (praćenje) mjerenih veličina i upravljanje radom kompresora na osnovu njih, nabavka i instaliranje frekventnih regulatora namenjenih za upravljanje pogonom kompresora, i sl. Na osnovu dobijenih informacija se može odrediti raspodjela potrošnje vazduha u toku dana, odnosno utvrditi u koje vrijeme je potrošnja veoma visoka ili niska, i na osnovu toga donijeti zaključci o mogućim mjerama za smanjenje potrošnje.

Osim pomenutih mjera modernizacije, treba pomenuti i ugradnju automatskih ventila za ispuštanje vlage na pojedinim mjestima u instalaciji (hladnjaci, sušaći, rezervoari).

Primjena frekventne regulacije je veoma pogodna kod jedinica sa više kompresora, za precizno prilagođavanje promjenama u zahtevu za komprimovanim vazduhom.

6. Potrošnja električne energije i osvjetljenje

6.1. Potrošnja električne energije

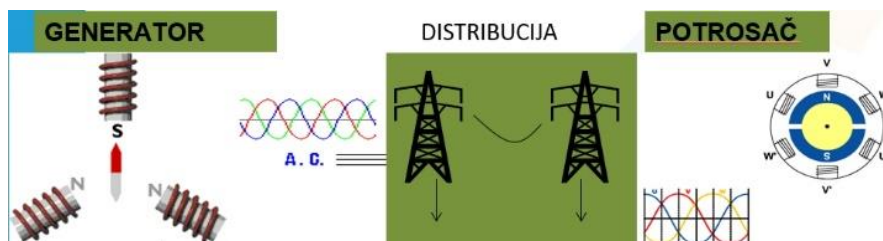
Električna energija je pokretač savremene industrije. Moderne industrije, transportni sistemi, komunikacije, instalacije u zgradama i kancelarijama, kao i komunalne službe i usluge suštinski zavise od proizvodnje, prenosa, distribucije i upotrebe **električne energije**.

Energetska kriza kao i uticaj proizvodnje i utroška električne energije na okolinu stvaraju potrebu da se dalji industrijski razvoj dovede na nivo koji je po svom obimu i formi ekološki prihvatljiv. Čistiji načini proizvodnje električne energije uključuju obnovljive i alternativne izvore energije, dok koncept ekološki prihvatljivog razvoja zahtjeva umanjeno gubitaka električne energije, uvođenje metoda i naprava za njenu uštedu, korištenje uređaja energetske elektronike i primjenu računara i savremenih upravljačkih algoritama i sistema.

Električna energija se proizvodi u elektranama. **Elektrane** predstavljaju postrojenja za proizvodnju električne energije, u kojima se odgovarajućim procesima neki od vidova energije u prirodi pretvaraju u mehaničku energiju, koja se zatim transformiše u električnu energiju pomoću sinhronih generatora. Prema obliku energije koja se transformiše u mehaničku energiju razlikuju se termoelektrane, hidroelektrane, nuklearne elektrane, vjetroelektrane i solarne elektrane.

Energija postoji oko nas u različitim oblicima. Najčešće je opisujemo kao hemijsku, toplotnu, svjetlosnu, mehaničku, električnu i nuklearnu energiju.

Prednost električne energije u odnosu na sve druge vidove energije je to što je savremena civilizacija strategiju svoga razvoja bazirala na električnoj energiji te su kao posljedica toga izgrađeni infrastrukturni resursi za proizvodnju i distribuciju električne energije, a zahvaljujući prije svega genijalnom Nikoli Tesli, električna energije se lako prenosi na velike daljine, lako se transformiše u mehanički rad, lako se koristi u svakodnevnom životu i lječenju ljudi i postala je nezaobilazan faktor svakodnevnog života i rada ljudi. Sljedeća prednost je što se kod naizmjenične struje jednostavno i efikasno može transformisati napon u zavisnosti od željene daljine prenosa. Takođe je prednost što se na mjestu potrošnje lako može transformisati u sve pogodne oblike energije pomoću jednostavnih električnih uređaja. Takođe postoji oprema za skladištenje i prenos ograničene količine električne energije u vidu akumulatorskih baterija i čitav niz uređaja je razvijen da koristi akumulatorske baterije kao izvore el. energije. Dobra osobina aku-baterija je njihova regenerativna sposobnost u smislu ponovnog punjenja baterija nakon što su se ispraznile.



Mjere energetske efikasnosti u industriji predstavljaju skup tehničkih metoda koje se primjenjuju u cilju poboljšanja eksploatacije električne energije. Krajnji cilj svake mjere je povećanje iskorištenja svakog potrošenog kWh električne energije uz istovremeno povećanje kvaliteta proizvodnog procesa, odnosno smanjenje cijene koštanja finalnog proizvoda. Direktna posljedica dobro odabranih i izvedenih mjera je povećanje konkurentnosti na tržištu. Mjere koje se primjenjuju na električnim sistemima u industriji mogu se grupisati u sljedeće grupe:

1. Popravka kvaliteta električne energije metodom kompenzacije reaktivne energije i eliminacije štetnih harmonika
2. Povećanje efikasnosti elektromotornih pogona kao i smanjene vršnog opterećenja primjenom frekventnih regulatora
3. Primjena visokoefikasnih asinhronih motora posebne konstrukcije
4. Smanjenje faktora vršnog opterećenja primjenom uređaja za mekano startovanje el.motora
5. Povećanje stepena iskorištenja sistema osvjetljenja industrijskih hala i kancelarijskog prostora primjenom osvjetljenja nove tehnologije-LED osvjetljenje
6. Povećanje stepena iskorištenja sistema osvjetljenja industrijskih hala i kancelarijskog prostora primjenom sistema upravljanja osvjetljenjem prema potrebama procesa a u zavisnosti od zauzetosti prostora i nivoa količine spoljašnjeg osvjetljenja
7. Povećanje efikasnosti proizvodnih procesa uvođenjem sistema optimizacije koji se implementira primjenom PLC kontrolera
8. Povećanje efikasnosti proizvodnih procesa uvođenjem sistema energetskog menadzmenta
9. Povećanje efikasnosti proizvodnih procesa sistemom iskorištenja otpadne energije

6.2. Instaliranje sistema za korekciju faktora snage

Kod induktivnih električnih uređaja koji rade na naizmjeničnu struju, kod kojih se električna energija pretvara u mehanički rad (elektromotorni pogoni) u svjetlost (fluoro osvjjetljenje sa prigušnicama), samo jedan dio električne energije se iskoristi za koristan mehanički rad, tj. vrši koristan rad (aktivna komponenta električne energije, izražava se u kWh), dok jedan dio električne energije ne vrši direktno koristan rad i naziva se reaktivna komponenta električne energije, a izražava se u kVarh).

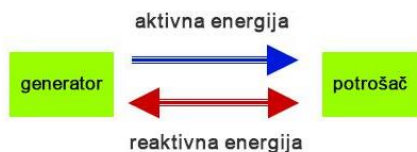
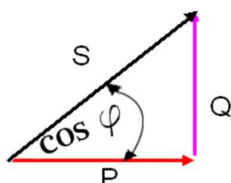
Termini koji se koriste u sistemu kvaliteta električne energije su :

Faktor snage je odnos aktivne i prividne snage, poželjno je da bude što veći radi smanjenja troškova (jer se reaktivna snaga posebno naplaćuje od strane elektrodistribucije) i radi smanjenja energetske gubitaka.

S - ukupna snaga

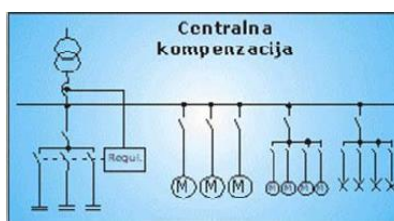
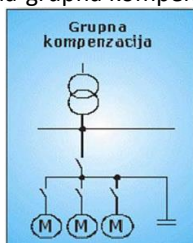
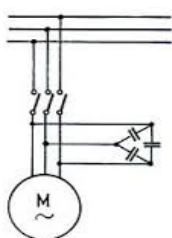
Q - reaktivna snaga

P - aktivna snaga



Što je manja reaktivna snaga potrošača, manja je i prividna snaga, a samim tim je manja i struja koja teče priključnim kablovima. Kao rezultat toga, povećava se prenosna moć kabla, odnosno istim presjekom kabla se može prenijeti veća aktivna snaga, smanjuje se zagrijavanje kabla pa se produžava životni vijek izolacije. Takođe, usljed manje struje manji su padovi napona, pa se direktno utiče na pouzdan rad uređaja. Kao mjera prisustva reaktivne energije u sistemu koristi se faktor snage ($\cos \phi$). Faktor snage se definiše kao odnos aktivne i prividne snage nekog potrošača: Maksimalna vrijednost faktora snage iznosi $\cos \phi=1$, što znači da je prividna snaga jednaka aktivnoj, odnosno da potrošač ne zahtijeva reaktivnu energiju. Faktor snage $\cos \phi=1$ imaju čisto omski (rezistivni, otpornički) potrošači, razne vrste grijača i sijalice sa užarenim vlaknom. Svi ostali potrošači pri svom radu povlače reaktivnu energiju.

Za kontrolu faktora snage, kako kod pojedinačnih potrošača električne energije, tako i na nivou cijelog preduzeća, ugrađuju se posebni uređaji koji se nazivaju KOMPENZACIJE REAKTIVNE ENERGIJE. Kompenzacije mogu biti pojedinačne, grupne, mješovite i centralne u zavisnosti da li služe za kompenzaciju reaktivne energije na jednom el. motoru ili na grupi potrošača. Česta praksa je da se izvodi centralna-grupna kompenzacija za čitavu fabriku na jednom mjestu.



Primjeri, pojedinačne, grupne i centralne kompenzacije.

Reaktivna snaga se javlja kod svih induktivnih potrošača, a naročito kod obrtnih mašina. Kompenzacija reaktivne energije se praktično izvodi primjenom kondenzatorskih baterija određenog kapaciteta. Kondenzatorske baterije su takođe potrošači reaktivne energije ali suprotnog smjera u odnosu na induktivne potrošače i doprinose smanjenju štetnog uticaja induktivnih potrošača. Korekcija faktora snage ($\cos \phi$) bi trebalo da se radi u slučajevima kada njegova vrijednost padne ispod vrijednosti 0.90.

Nekoliko prednosti koje opravdavaju ulaganje u korekciju faktora snage su:

- Mjesečni račun za električnu energiju je niži;

- Kapacitet postrojenja je veći;
- Gubici u sistemu snabdijevanja električnom energijom (unutar preduzeća) su smanjeni i poboljšana je kvaliteta napona.

Korekcija (povećanje) faktora snage u preduzeću se može ostvariti na sljedeće načine:

- Upotrebom energetski efikasnih mašina/motora,
- Smanjivanjem neefikasnih opterećenja; Mašine (motori) koji rade na punom opterećenju imaju značajno bolji faktor snage, nego oni koji rade na minimumu ili sa malom snagom,
- Obezbeđivanjem (nabavljanjem i instaliranjem) eksternih (spoljnih) kondenzatora na mašinama/motorima ili na razvodnoj opremi,
- Upotrebom sinhronih motora umjesto indukcionih motora (sinhroni motori se uglavnom koriste u postrojenjima/pogonima u kojima je potreban mali broj obrtaja motora-1200 o/min i niži).

6.3. Korištenje frekventnih regulatora

Frekventni pretvarač i **frekventni regulatori** su elektronski uređaji koji omogućavaju upravljanje brzinom trofaznih motora modulišući mrežni napon, frekvenciju i struju, koji su fiksirane vrijednosti, u promjenljive veličine. Primjenom frekventnih regulatora asinhroni motori dostižu i prestižu jednosmjerne motore sa aspekta upravljanja po brzinama uz istovremeno očuvanje momentnih karakteristika AC motora. Elektromotori su danas važan standardan industrijski proizvod preko kojih se oko 60% ukupno potrošene električne energije u industriji pretvara u mehanički rad. Ovi motori su projektovani da rade sa konstantnom brzinom. U slučajevima

promjenljivog opterećenja, efikasnost ovih motora je niska. Sve dok se nisu pojavili frekventni pretvarači (regulatori), nije bilo moguće u potpunosti upravljati brzinom trofaznog AC motora. Većina statičkih frekventnih pretvarača koji se danas koriste u industriji za regulaciju ili upravljanje brzinom trofaznih motora su pravljani na osnovu dva principa:

- frekventni pretvarači bez međukola (poznati kao direktni pretvarači),
- frekventni pretvarači sa promjenljivim ili konstantnim međukolom.

Frekventni pretvarači sa međukolom imaju ili strujno međukolo, ili naponsko međukolo i oni se nazivaju strujni invertori i naponski invertori. Invertori sa međukolom imaju određene prednosti u odnosu na direktne invertore, kao što su:

- bolje upravljanje strujom
- redukciju viših harmonika

Direktni invertori su nešto jeftiniji od invertora sa međukolom, ali imaju tu manu da posjeduju lošiju redukciju viših harmonika. Danas u svim automatizovanim pogonima standardno se koristi trofazni motor sa frekventnim pretvaračem. Nevezano za njegove mogućnosti da koristi dobru osobinu trofaznih motora, puna kontrola brzine je često osnovni zahtjev zbog vrste samog pogona. Koristeći frekventni pretvarač dobijamo još niz prednosti kao što su:

- **Štednja energije.** Energija se može uštediti ako brzina obrtanja motora odgovara zahtjevima pri bilo kom momentu opterećenja. Ovo se odnosi prije svega na pogon pumpi i ventilatora gdje je utrošena energija srazmjerna kvadratu brzine, a protok fluida treba da bude strogo kontrolisan.
- **Optimizacija procesa.** Podešavanje brzine u procesu proizvodnje pruža brojne prednosti. To uključuje povećanje proizvodnje, dok smanjuje troškove održavanja i utrošak materijala i habanje.



- **“Mekan” start mašine.** Broj startovanja i zaustavljanja mašine može se sa punom kontrolom brzine dramatično smanjiti. Korištenjem soft-start i soft-stop rampi, naprezanja i udari mašine se mogu izbjeći.
- **Manji troškovi održavanja.** Frekventni pretvarači ne zahtijevaju održavanje. Kada se koriste za upravljanje motorima, radni vijek pogona se povećava.
- **Poboljšano radno okruženje.** Brzina pokretnih traka može da se podesi na tačno zahtjevanu radnu brzinu. Na primjer, flaše na pokretnoj traci u liniji za punjenje flaša prave mnogo manje buke ako se brzina trake može smanjiti u toku punjenja.

6.4. Instaliranje visokoeфикаsnih motora/mašina/uređaja

Električni motori / mašine / uređaji su sastavni dio svakog savremenog preduzeća / postrojenja / proizvodnog pogona. Važno je da se shvati značaj i uloga el. motora/mašina/uređaja u potrošnji energije u nekom preduzeću. Postoji procjena da električni motori/mašine/uređaji u nekom preduzeću učestvuju sa preko 60% u ukupnoj potrošnji električne energije.

Savremeni sistemi za startovanje i upravljanje radom el. motora/mašina/uređaja koriste mikroprocesorsku tehnologiju za praćenje i optimizaciju rada motora. U osnovi postoje tri načina za povećanje energetske ефикаsnosti motora/mašina/uređaja:

- korištenje visokoeфикаsnih motora/mašina/uređaja
- korištenje regulatora, koji su poznati kao regulatori napona ili uređaji za „mekan“ start motora. Oni prilagođavaju napon koji je potreban za rad motora onim vrijednostima koje zahtjeva određeno opterećenje. Na ovaj način se smanjuju padovi napona, a povećava se faktor snage i ефикаsnost motora. Ovi regulatori takođe obezbjeđuju „mekan“ start, što dovodi do smanjenja vršnog opterećenja u trenutku startovanja, pa je stoga u svakom trenutku moguće uključiti ili isključiti motor, po potrebi.
- upotrebom sistema za frekventnu regulaciju (detaljnije je opisano u drugim tačkama).

Visokoeфикасни motori/mašine/uređaji troše manje električne energije u poređenju sa standardnim. Oni su izrađeni na isti način kao i standardni, ali je pri izradi korišteno više bakra i gvožđa, i u većini slučajeva su im namotaji izrađeni od visokokvalitetnog čelika.

Poboljšanja u odnosu na standardne su sljedeća:

- imaju veće dužine namotaja od visokokvalitetnog čelika, što smanjuje gustinu fluksa, a samim tim i gubitke u namotajima;
- gubici u bakarnim djelovima su takođe redukovani i to maksimalnim iskorištenjem žljebova i obezbjeđenjem većeg kapaciteta provodnika u statoru i rotoru, koji su osnovni djelovi svakog motora;
- gubici od rasipanja struje su smanjeni optimizacijom broja žljebova i njihovim oblikom.
- povećana ефикаsnost takođe znači i to da se kalemovi manje griju, tj. proizvode manje toplote, pa se veličina i kapacitet ventilatora za hlađenje takođe može smanjiti.

Obično se uštede energije, koje se mogu ostvariti korištenjem visokoeфикаsnih motora/mašina/uređaja, nalaze u granicama između 3 i 8%. Međutim, sama ušteda energije ne opravdava zamjenu već postojećih motora/mašina/uređaja sa ефикаsnijim. Cijena novog sa ugradnjom bi dala period povrata sredstava duži od dvije godine, čak i u slučaju da radi konstantno tokom godine, a to je nedovoljno da bi investicija bila opravdana. Investicija postaje opravdana u slučaju da na tom motoru/mašini/uređaju treba da se radi i neka popravka, zamjena dijela/djelova i sl.

6.5. Primjena elektronske opreme za meko startovanje asinhronih motora

Asinhroni motori koji su danas gotovo 100% zastupljeni kao pokretački elementi u elektromotornim pogonima imaju specifičnu karakteristiku pokretanja u kojoj kao bitan faktor dominira struja koju motor povuče iz mreže prilikom pokretanja. Startna struja prilikom

pokretanja asinhronog motora može da bude 3-5 xIn (tri do pet puta veća od nominalne struje motora) ukoliko motor kreće bez opterećenja na radnoj osovini. Ova struja može da dostigne i vrijednost 7-10 xIn ukoliko motor ima teži start tj. ukoliko je opterećen na osovini.

Ovako velike startne struje asinhronih motora predstavljaju vrlo veliki problem za energetske sisteme sa kojih se motori napajaju. U praksi postoje metode ograničenja startnih struja asinhronih motora, tako se npr. motori do 5kW puštaju direktno u rad, motori preko 5kW se puštaju preko sistema kontaktora poznatih kao ZVJEZDA - TROKUT sistem.

U posljednje vrijeme pojava frekventnih regulatora je riješila ovu vrstu problema. Međutim frekventni regulatori za velike motore su skupi i imaju opravdanost ukoliko postoji potreba upravljanja brzinom asinhronih motora. Ukoliko ne postoji potreba za upravljanjem brzinom asinhronih motora već samo treba imati sigurno, stabilno i kontrolisano pokretanje motora, tada do izražaja dolaze uređaji koji se nazivaju SOFT STARTERI.

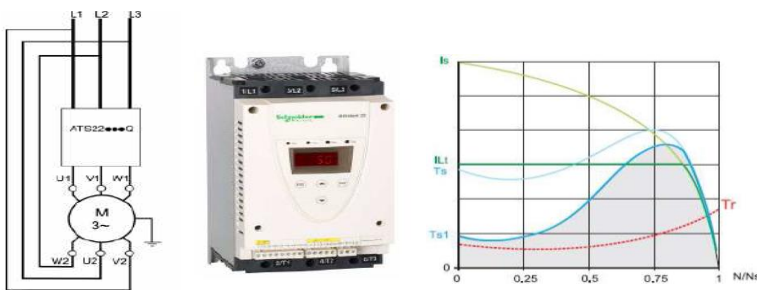
Ovi uređaji su vrlo pouzdani i imaju ulogu samo kod pokretanja motora. Takođe su sposobni da polazne struje asinhronih motora ograniče svega na 1,5xIn, što je u odnosu na 5-10 xIn vrlo velika razlika.

I_s - struja direktnog starta asinhronog motora

T_s - karakteristika momenta dir.starta AC motora

T_r - moment tereta

T_{s1} - Raspon momenta koji je moguć sa SS i koji zavisi od struje ograničenja I_{Lt}



OSVJETLJENJE

6.6. Povećanje stepena iskorištenja sistema osvjetljenja industrijskih hala i kancelarijskog prostora primjenom osvjetljenja nove tehnologije-LED osvjetljenje

Odluku se malom potrošnjom energije u odnosu na količinu svjetlosti koju daje u poređenju sa drugim izvorima koji daju istu količinu svjetlosti. LED tehnologija zahvaljujući svojim osobinama kao što su svjetlosna efikasnost i životni vijek vrlo brzo zauzima vodeće mjesto u izradi rasvjetnih tijela (svjetiljki). LED tehnologija primjenjena u proizvodnji rasvjetnih tijela svakako ima svoje dobre strane kao što su: životni vijek, eliminacija štetnih ZRAČENJA - kod LED izvora nema UV zračenja, a disipacija toplote je redukovana, što znači da je stepen konverzije električne energije u svjetlosnu vrlo visok o čemu govori i podatak da se efikasnost LED rasvjetnih tijela kreće od 120-160lm/W. Dobra strana LED rasvjetne je pored toga i u mogućnosti dimovanja u širokom opsegu, koji se kreće praktično od 0% do 100%. Prednosti LED svjetiljki pored visoke svjetlosne efikasnosti i izuzetno dugog životnog vijeka su i odlična otpornost na vibracije i besprekoran rad na niskim temperaturama, što se za svjetiljke s HID sijalicama ne bi moglo reći. Savremene svjetiljke koje koriste svjetleće diode sadrže LED module (grupe svjetlećih dioda), tako da se u isto kućište (svjetiljku) može smjestiti različit broj dioda. Ovaj broj zavisi od traženog nivoa osvjetljenosti. LED svjetiljke za potrebe administrativnog-kancelarijskog prostora i industrijskih hala se proizvode u različitim kućištima i u svim potrebnim standardima koja se traže u industriji.



6.7. Povećanje stepena iskorištenja sistema osvjetljenja industrijskih hala i kancelarijskog prostora primjenom sistema upravljanja osvjetljenjem prema potrebama procesa a u zavisnosti od zauzetosti prostora i nivoa količine spoljašnjeg osvjetljenja

Jedan od načina uštede energije je i preko pravilne regulacije osvjetljenja. Odgovarajuća regulacija osvjetljenja može donijeti uštedu energije koja se koristi za osvjetljenje radnih prostorija i proizvodnih pogona, u prosjeku između 20 i 50%. U osnovi se ova ušteda ostvaruje iskorištenjem dnevnog svijetla, kada je to moguće, kao i regulisanjem vještačkog osvjetljenja prema optimalnim potrebama, a u zavisnosti od zauzetosti kancelarijskog i proizvodnog prostora i od prisustva spoljašnjeg dnevnog svijetla. Od velikog je značaja to što je sistem za regulaciju osvjetljenja jednostavan za upotrebu i svi ga lako mogu koristiti.

Senzori osvjetljenja sa regulacijom su važni i neophodni u prostorijama u kojima boravi mnogo ljudi, i to tamo gdje su poželjni promjenljivi nivoi osvetljenja, bilo iz razloga što u nekim dijelovima prostorija ne borave stalno ljudi ili zbog toga što u nekim dijelovima ima više prirodne svijetlosti.

Sistemi za automatsku regulaciju osvjetljenja se mogu svrstati u tri grupe:

- Vremenski upravljani sistemi, isključuju osvjetljenje po unaprijed definisanom rasporedu, ali sa opcijom da prisutni u prostoriji mogu uključiti/isključiti osvjetljenje i po sopstvenoj želji, a nezavisno od sistema.
- Sistemi koji rade u zavisnosti od toga da li u prostoriji ima nekoga, koriste infracrvene, akustične, ultrazvučne ili mikrotalasne senzore koji detektuju kretanje ili šumove u prostoriji. Oni uključuju/isključuju osvjetljenje kada detektuju da u prostoriji ima/nema prisutnih.
- Sistemi koji rade u zavisnosti od nivoa dnevnog svijetla, mjere nivo dnevnog svijetla pomoću fotoelektričnih senzora i u zavisnosti od nivoa prirodnog osvjetljenja dodaju i vještačko. Fotoelektrični senzori se mogu postaviti ili centralno, kako bi upravljali radom nekoliko svjetiljki, ili mogu biti postavljeni na svaku svjetiljku ponaosob i na taj način bi upravljali samo njenim radom. Lokalno postavljanje fotoelektričnih senzora na svaku svjetiljku ponaosob je poželjnije i ukoliko je moguće, senzore treba postaviti na stranu ka izvoru dnevnog svijetla, dajući na taj način tačno određenu količinu dodatnog osvjetljenja svakoj svjetiljki i to u svakom dijelu prostora, a uz maksimalno iskorištenje prirodnog svijetla.



Vremenski upravljani sistem



Senzor kretanja



Akustični senzor



Kontrolna tabla (touch screen) MF sistema



Kontrolna tabla sistema



Fotoelektrični senzor

U posljednje vrijeme su u upotrebi i tzv. regulatori osvjetljenja, koji mjere jačinu svijetlosti (cd/m^2) ispod svjetiljke i pojačavaju/smanjuju svjetlost iz svjetiljke kako bi se iskoristilo raspoloživo dnevno svjetlo. Senzor je programiran za standardnu jačinu osvjetljenja (npr. 500 lux) i opremljen je uređajem za podešavanje koji omogućava i manuelno podešavanje po želji. Od skoro postoje i tzv. elektronski balasti koji omogućavaju da se snaga (a samim tim i fluks, tj. jačina osvjetljenja) fluo lampi/cijevi reguliše u opsegu od 100%, pa čak do 3%. Potrošnja energije je u direktnoj zavisnosti od jačine osvjetljenja, tako da se i ta potrošnja može varirati u pomenutim granicama.

cd/m^2 -osvjetljenost=intenzitet svjetlosti (cd-kandela) po jedinici površine (m^2)

lux-svetlosni fluks=količina svjetla (lm-lumen) koja pada na jedinicu površine (m^2)

6.8. Dovođenje postojeće opreme u projektovano stanje

Pod ovom mjerom se podrazumijeva dovođenje postojeće opreme namjenjene za osvjetljenje industrijskog i administrativnog prostora u projektovano stanje, odnosno razne mjere investicionog i tekućeg održavanja koje imaju tu svrhu.

6.9. Čišćenje svjetiljki, poklopaca, reflektora

Kada se instalira svjetiljka, jačina svjetlosti, a samim tim i intenzitet zračenja te svjetiljke postepeno opada tokom vremena zbog pogoršanja performansi usljed radnog vijeka svjetiljke i zbog akumuliranja naslaga prašine i prljavštine na svjetiljkama i njihovim poklopcima (ukoliko ih ima). Redovan program održavanja osvjetljenja obuhvata čišćenje svjetiljki, prozora, zidova i plafona, kao i plansku zamjenu svjetiljki, prije nego što intenzitet svjetlosti, koji one daju, opadne ispod dopuštenih granica (dopuštene granice su do 30% niži intenzitet svjetlosti od propisanog od strane proizvođača, a za utvrđivanje se koristi mjerač intenziteta svjetlosti-luksmetar). Kod fluorescentnih svjetiljki koje imaju starter, primjera radi, bilo bi ekonomično zamijeniti taj starter na svaka dva mjenjanja svjetiljke.

6.10. Maksimalno iskorištenje prirodnog osvjetljenja

Ovo podrazumijeva preduzimanje određenih mjera (adekvatno postavljanje radnih stolova u kancelarijama, dovoljne veličine prozora, rekonstrukcije prozora, vrata i svjetlarnika, ...) koje

doprinosu boljoj osvijetljenosti prostorije i većem iskorištenju prirodnog osvijetljenja. Na taj način se smanjuje potreba za dodatnim osvijetljenjem i tako smanjuje potrošnja energije za osvijetljenje, a samim tim i troškovi, pa se na taj način povećava energetska efikasnost sistema za osvijetljenje.

6.11. Povećanje efikasnosti proizvodnih procesa uvođenjem sistema optimizacije koji se implementira primjenom PLC kontrolera

Ova mjera podrazumijeva: modernizaciju sistema upravljanja procesnom opremom uvođenjem savremenih mjerno regulacionih i upravljačkih elemenata. Najčešće se ovakve rekonstrukcije peći, sušara, komora za površinsku zaštitu, frezera, brusnih mašina, glodalica itd. izvode uz zadržavanje postojećih mehaničkih sistema i dodavanje elektronske opreme za mjerenje i regulaciju. Uvođenjem moderne opreme za mjerenje i regulaciju pored smanjenja troškova u procesu postiže se i poboljšanje kvaliteta proizvoda kao i veća fleksibilnost procesa. Ovakva rekonstrukcija omogućava i ugradnju sistema za monitoring i upravljanje pomoću računara (SCADA–Supervisory Control and Data Acquisition).

6.12. Prebacivanje dijela potrošnje na noćnu tarifu

Imajući u vidu da je tokom noći manje opterećenje mreže, kao i činjenicu da je u noćnoj tarifi znatno jeftiniji kWh električne energije, trebalo bi dio potrošnje prebaciti na noćnu tarifu, ukoliko je to moguće (u zavisnosti od tipa preduzeća). Ovom mjerom bi se znatno smanjilo dnevno opterećenje, kao i potrošnja energije po dnevnoj (skupljoj) tarifi.

7. Korištenje obnovljivih izvora energije

7.1. Energija Sunca

Energija sunčeve radijacije više je nego dovoljna da zadovolji sve veće energetske zahtjeve u svijetu. U toku jedne godine, sunčeva energija koja dopire na zemlju 10.000 puta je veća od energije neophodne da zadovolji potrebe cjelokupne populacije naše planete. Oko 37% svjetske energetske potražnje zadovoljava se proizvodnjom električne energije. Ako bi se ova energija generisala fotonaponskim sistemima skromne godišnje izlazne snage od 100 kWh po kvadratnom metru, neophodna bi bila površina od 150 x 150 km² za akumulaciju sunčeve energije. Veliki dio ove absorpcione površine mogao bi se smjestiti na krovovima i zidovima zgrada, pa ne bi zahtijevao dodatne površine na zemlji.

Termalni solarni sistemi za grijanje sanitarne vode i grijanje objekata

Jedan od najvažnijih izvora obnovljive energije je Sunce. Sunčeva energija se može iskoristiti za grijanje sanitarne vode koja je potrebna u domaćinstvima ili u poslovanju preduzeća. Solarni kolektori imaju toplotno/ termalno dejstvo, preko kojih se sunčeva/solarna energija može iskoristiti za izgradnju toplotnih/ termalnih sistema za dogrijavanje kuća, grijanje bazena i za grijanje sanitarne potrošne vode čija je primjena veoma rasprostranjena. Postoje različite konstrukcije solarnih kolektora. Preovladavaju tri tipa kolektora:

- **Ravni kolektori**

Ravni zastakljeni kolektori su izolovane, vodo-otporne kutije koje sadrže tamne absorbujuće ploče sa jednim ili više plastičnih (polimernih) slojeva. Ravni nezastakljeni kolektori (koji se obično koriste za zagrijavanje vode u bazenima) imaju tamne absorbujuće ploče, napravljene od metala ili polimera bez poklopca ili okvira.

- **Integralni sistem kolektor-spremnik – ICS (integral collector-storage)**

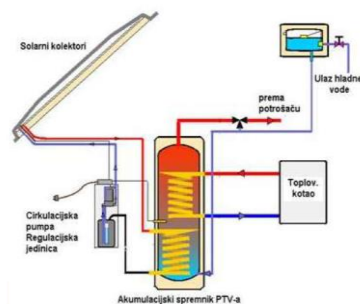
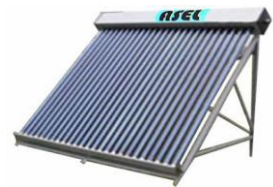


Za razliku od ravnih kolektora, koji koriste metalne ploče za prenos toplote, kod integralnih kolektora sve počinje i završava se sa vodom. Drugim riječima, sama voda je kolektor. Voda je smještena u rezervoaru, koji je izolovan, staklenim cijevima priključenim na njega. Kada sunčevi zraci padaju na staklenu površinu voda se zagrijava i dolazi zagrijana u spremnik.



▪ Vakumski solarni kolektori

Kolektor se sastoji od vakumskih cijevi koje su jednim svojim krajem zaronjene u sam rezervoar. Na ovaj način voda koja se nalazi u rezervoaru se nalazi i u vakumskim cijevima. Zagrijanoj vodi u vakumskoj cijevi se neznatno smanjuje gustina pa se u cijevima podiže prema rezervoaru. Pri prolazu kroz gornji dio rezervoara toplota se prenosi na gornje slojeve vode. Pritom se hladnija voda sa dna rezervoara, koja ima veću gustinu, ponovo spušta u vakumsku cijev. Stoga solarni spremnik mora biti iznad kolektora, jer to je nužan preduslov za termosifonski rad sistema - bez dodatnih pumpi, struje i pomoćnih sklopova. Vazduh je uklonjen iz prostora između dvije staklene cijevi tako da se formira vakuum koji eliminiše toplotne gubitke (provođenjem i konvekcijom). Podizanje i spuštanje vode traje sve dok se voda u bojleru ne zagrije na istu temperaturu koju ima voda u cijevima kolektorskog apsorbera. Kako u tom trenutku nestaje razlika između vruće vode u vakumskim cijevima i vruće vode u rezervoaru prekida se prenos toplote. Time je izbrisana i ona neznatna ali bitna razlika gustine i mase između zagrijanog i ohlađenog medija - i kruženje se zaustavlja. Dakako, kolektor i dalje upija sunčevu toplotu pa bi, teorijski, temperatura vode u solarnom bojleru mogla premašiti kritičnu granicu od 100°C, ali kako je ovo otvoren sistem to i ne predstavlja problem. No, pri svakodnevnoj upotrebi sistema i uz učestalo trošenje zagrijane vode ovakve su situacije izuzetno rijetke. Za grijanje objekata često nije dovoljna dobijena energija od solarnih kolektora, te se voda mora dogrijavati. Ovakvi sistemi su kombinacija solarnih kolektora i kotlova za dogrijevanje vode koji mogu biti različitih izvedbi ali se svakako preporučuje biomasa, kao obnovljivi izvor energije. I kod korištenja drugih izvora energije predgrijana voda iz solarnog sistema daje značajne uštede u odnosu na korištenje samo klasičnog bojlerskog sistema. Kod sistema se javlja potreba za akumulacijom toplote. Korištenjem solarnih kolektora za zagrijavanje sanitarne vode ostvaraju se značajne uštede energije i smanjenje troškova. Povrat investicije je relativno kratak oko 2 godine, ali je to siguran i čist način snabdijevanja energijom.



Prikaz kombinovanog sistema za grijanje

Solarni fotonaponski sistemi

U solarnim fotonaponskim sistemima sunčeva svjetlost se pretvara u električnu energiju koju možemo iskoristiti u domaćinstvu ili preduzeću. Obzirom na visoku ekološku prihvatljivost i efikasnost dobijanja energije putem solarnih generatora ova tehnologija postaje sve primamljivija za ugradnju širom svijeta.



Fotonaponski sistem se u pravilu sastoji od solarnih generatora (tzv. modula), izmjenjivača, konstrukcije i solarnog kabla. Solarni generatori sastoje se od nekoliko monokristalnih, polikristalnih ili amorfni silicijskih solarnih ćelija. Za sistem snage 1 kW potrebna je površina od oko 10 m².

Princip rada fotonaponskih sistema ogleda se u sljedećem:

- sunčeva energija se u solarnim ćelijama pretvara u istosmjernu struju. Usljed fotoelektričnog efekta dolazi do razdvajanja na pozitivne i negativne nosače naboja, tako da između prednje i stražnje strane ćelije nastaje električni napon,
- izmjenjivač zatim pretvara taj napon u mrežnu naizmjeničnu struju,
- struja putem brojača napajanja dopijeva u strujnu mrežu.

Drugim riječima, princip rada u suštini je jednostavan: neki materijali kao npr. monokristal silicijuma ima osobinu da izložen sunčevom zračenju, proizvodi električnu energiju. U samom modulu koji se sastoji od niza međusobno povezanih pločica, paralelno rednom kombinacijom spajanja dobija se napon i struja pogodna za punjenje standardnih baterija (6, 12 ili 24 V). Time je osigurano da modul proizvodi električnu energiju pogodnog napona i inteziteta za direktno punjenje baterija ili pogon jednosmjernih potrošača. Veličina struje u principu je proporcionalna površini modula i intezitetu sunčevog zračenja.

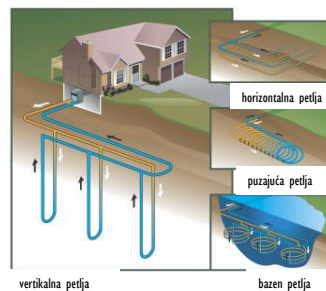
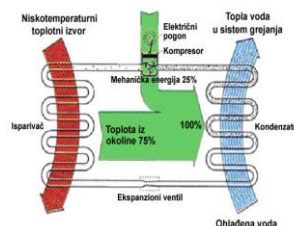
7.2. Toplotne pumpe

Toplotne pumpe su uređaji koji rade na istom principu kao i rashladni uređaji: rashladni fluid isparava u isparivaču na niskoj temperaturi, hladeći sredinu u kojoj se isparivač nalazi. Kompresorom se povećavaju temperatura i pritisak rashladnog fluida, koji se nakon toga u kondenzatoru hladi i kondenzuje, zagrijavajući sredinu u kojoj se kondenzator nalazi. Dok se kod rashladnih uređaja koristi toplota isparavanja za hlađenje prostora, kod toplotnih pumpi se koristi toplota kondenzacije za grijanje.

Kao izvor toplote – sredina u kojoj će se isparivač toplotne pumpe nalaziti – može da posluži toplota zemlje, toplota vode ili toplota vazduha.

Toplotnu pumpu sa toplotom zemlje kao izvorom toplote čine sljedeći elementi:

- 1) cijevna zmijsa ukopana u zemlju. Kroz cijevnu zmijsu struji mješavina vode i antifrizu apsorbujući toplotu od zemljišta u kome se nalazi,
- 2) toplotna pumpa, kroz koju struji rashladni fluid. Osnovni dijelovi toplotne pumpe su:
 - isparivač, koji apsorbuje toplotu od tečnosti koja struji kroz cijevnu zmijsu,
 - kompresor, koji transportuje, sabija i samim tim zagrijeva rashladni fluid na potrebnu temperaturu, i
 - kondenzator, u kome se toplota sa rashladnog fluida prenosi na vodu kojom se grije prostor.
- 3) distributivni sistem kojim se dobijena t *Podno grijanje* sistem podnog grijanja, (radijatorskog grijanja, u sistem za pripremu tople potrošne vode, itd.).





Zidno grijanje



Ventilator konvektor



Zagrijavanje sanitarne

Toplotne pumpe sa vodom kao izvorom toplote mogu se koristiti za grijanje u blizini velikih vodenih tokova–rijeka, jezera i sl. Toplotne pumpe sa vazduhom kao izvorom apsorbiraju toplotu spoljnog vazduha radi grijanja prostorija. Razlikujemo sisteme vazduh–vazduh, koji kao rezultat daju topao vazduh za grijanje, i vazduh–voda, gdje se zagrijeva voda koja se najčešće koristi za podno ili radijatorsko grijanje. Toplotne pumpe za svoj pogon koriste električnu energiju. Toplotne pumpe sa vazduhom kao izvorom su pogodnije od onih sa zemljištem kao izvorom jer je potrebno mnogo manje prostora za njihovo instalisanje. Svrha korištenja toplotnih pumpi je da se podigne temperaturni potencijal toplote vode (vazduha) do temperature koja je potrebna za grijanje, uz korištenje spoljašnjeg (dovedenog) rada, odnosno električne energije. Toplotne pumpe sa vazduhom kao izvorom rade na istom principu kao i rashladni uređaji, i sastoje se od sljedećih dijelova:

- isparivačke cijevne zmijske koje apsorbiraju toplotu od spoljnog vazduha,
- kompresora, kojim se rashladni fluid transportuje, sabija i samim tim zagrijeva na potrebnu temperaturu,
- razmjenjivača toplote preko kojeg se toplota sa rashladnog fluida prenosi na vazduh ili vodu.

Toplotne pumpe zagrijavaju vodu koja je niže temperature nego uobičajena voda za grijanje (obično oko 35-45°C), pa je pogodnije da razvod toplote u samoj prostoriji bude u podu (podno grijanje). Toplotne pumpe se mogu koristiti i u kombinaciji sa drugim vidovima grijanja, npr. solarnim. Jedinična cijena toplotne energije dobijena pomoću sistema toplotne pumpe (Zemlja – voda) je najjeftinija. U poređenju sa konvencionalnim sistemom grijanja, energija dobijena toplotnom pumpom može da bude:

- jeftinija za oko 60% u odnosu na toplotnu energiju dobijenu konvencionalnim kotlom na gas,
- jeftinija za oko 50% u odnosu na toplotnu energiju dobijenu kondenzacionim kotlom na gas,
- jeftinija za 80% u odnosu na toplotnu energiju dobijenu električnim kotlom.

Prema trenutnim cijenama, investicija u ovakve sisteme obično iznosi 60 – 100 EUR po m² u zavisnosti od veličine i tipa objekta.

7.3. Biomasa

Kada se govori o biomasi kao obnovljivom gorivu, podrazumijeva se materija sačinjena od biljne mase u vidu proizvoda, nusproizvoda, otpada ili ostataka te biljne mase. Prema agregatnom stanju, s uticajem na način energetskeg korištenja, biomasa se dijeli na čvrstu, tečnu i gasovitu.

U čvrstu biomasu ubrajaju se ostaci ratarske proizvodnje, ostaci rezidbe iz voćarstva i vinogradarstva, ostaci šumarstva, biljna masa brzorastućih biljaka, a prije svega brzorastućih šuma, dio selektovanog komunalnog otpada, ostaci iz drvoprerađivačke industrije, ostaci primarne

i sekundarne prerade poljoprivrednih proizvoda i drugo. Pod tečnom biomasom podrazumijevaju se tečna biogoriva – biljna ulja, transesterifikovana biljna ulja – biodizel i bioetanol. Gasovitu biomasu predstavlja biogas, koji može da se proizvede iz životinjskih ekskremenata ili energetskih biljaka (silaža trave i kukuruza), ali kao sirovina mogu da posluže i druge otpadne materije. Gasovitu, pa i tečnu biomasu, predstavljaju i produkti gasifikacije, odnosno pirolize čvrste biomase.

Biomasa predstavlja biorazgradivi dio proizvoda, otpada i ostataka u poljoprivredi (uključujući biljne i životinjske supstance), u šumarstvu i pripadajućoj industriji, kao i biorazgradivi dio industrijskog i gradskog otpada. S obzirom na postojanje vrlo velikog broja otpadnog materijala, koji u određenoj mjeri sadrži biomasu, ali pored biomase sadrži štetne i opasne materije, razvijene zemlje pod pojmom biomase uglavnom definišu gorivo koje se može smatrati kao čisto gorivo, bez štetnih i opasnih materija u sebi. Pod biomasom kao obnovljivim izvorom energije podrazumijeva se obično materija sačinjena od biljne mase, uključujući i proizvode, nusproizvode, otpad i ostatke te biljne mase, ali bez štetnih i opasnih materija, koje se mogu naći u bojenim i na neki drugi način hemijski tretiranim drvetom, pri procesima u drvoprerađivačkoj industriji.

Pelet

U red obnovljivih izvora energije spada i pelet kao drvena biomasa dobijena specijalnim tehnološkim procesom presovanja drvnog otpada iz drvne industrije (piljevina), poljoprivrede i sl. Pelet je valjkastog oblika, promjera 6 mm i dužine do 35 mm, a energetska vrijednost obično iznosi > 18,5 MJ / kg odnosno poređenja radi 2,2 kg peleta ima istu energetska vrijednost kao 1 l lož ulja ili 0,9 l propan – butan gasa. Pelet se sagorijeva u specijalnim kotlovima koji su napravljeni za tu namjenu. Iskoristivost peleta je i do 90% što ga čini izuzetno efikasnim kao gorivom.



Prednosti upotrebe peleta kao goriva:

- Visoka iskorištenost
- Male emisije CO₂, jedan od najčišćih goriva sa malim stepenom zagađenja,
- Ne zauzima veliki prostor,
- Pravi manje otpada (pepela, čvrstog ostatka) nego druga čvrsta goriva
- Ima sve više proizvođača peleta.
- Kotlovi mogu da imaju daljinsko upravljanje, pa čak loženje.



Kotlovi na pelet



Pilot akcija u okviru projekta SMART INNO, sufinansirana
od strane projekta CREDO Krajina

