

## **PROGRAM**

**PRIPREMA ZA POLAGANJE STRUČNOG ISPITA  
RADNIKA KOJI OBAVLJAJU POSLOVE  
UPRAVLJANJA I RUKOVANJA ENERGETSKIM  
POSTROJENJIMA**

# **PROGRAM STRUČNOG OSPOSBLJAVANJA RADNIKA KOJI OBAVLJAJU POSLOVE UPRAVLJANJA I RUKOVANJA ENERGETSKIM POSTROJENJIMA**

Program stručnog osposobljavanja i provjera znanja za upravljanje i rukovanje energetskim postrojenjima (u daljnjem tekstu Program) utvrđuje način i uvjete za stručno osposobljavanje i provjeru znanja za obavljanje pojedinih poslova i radnih zadataka za koje je Pravilnikom propisano stručno osposobljavanje i provjera znanja.

Program stručnog osposobljavanja, provjera znanja, predmeti, nastavni sadržaji i tematske cjeline primjenjuju se u dijelu koji se odnosi na pojedine poslove i radne zadatke vezane za upravljanje i rukovanje energetskim postrojenjima i uređajima.

## **Program stručnog osposobljavanja i provjera znanja sastoji se iz:**

- teoretskog dijela Programa
- praktičnog dijela programa

## **1. TEORETSKI DIO PROGRAMA :**

opći dio Programa,  
stručni dio Programa.

### **1.1. OPĆI DIO PROGRAMA:**

- tehnički propisi i važeći zakoni iz područja energetike u RH;
- zaštita na radu, zaštita od požara i zaštita okoliša.

## **1.2. STRUČNI DIO PROGRAMA JE RAZLIČIT ZA SVAKO ZANIMANJE I PREMA ZANIMANJU OBUHVAĆA SLIJEDEĆE PREDMETE:**

### **1.2.1. ZA STROJARA MALE ELEKTRANE:**

- elektroenergetski sustavi i električna mjerenja,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,
- pogon elektroenergetskog sustava.

### **1.2.2. ZA STROJARA PARNE TURBINE:**

- parne turbine,
- termodinamika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

### **1.2.3. ZA STROJARA PLINSKE TURBINE:**

- plinske turbine,
- termodinamika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

### **1.2.4. ZA STROJARA HIDRO-TURBINE**

- hidroturbine,
- hidromehanika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

### **1.2.5.1 ZA VOĐU SMJENE HIDROELEKTRANE, VODEĆI OPERATER I OPERATER U SUSTAVU HIDROELEKTRANA:**

- hidroturbine, hidromehanika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima
- rasklopna postrojenja, sklopni aparati, naprave.

### **1.2.5.2 VOĐA BLOKA TERMoeLEKTRANE**

- parne i plinske turbine
- parni kotlovi
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.6. ZA VODITELJA POGONA OBNOVLJIVIH IZVORA:**

- pogon obnovljivih izvora,
- elektrotehnika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.7. ZA STROJARA KOGENERACIJSKOG POSTROJENJA:**

- kogeneracijska postrojenja,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,
- mjerenje , regulacija i upravljanje procesima .

#### **1.2.8. ZA STROJARA KOTLOVSKOG POSTROJENJA:**

- parni i vrelovodni kotlovi,
- priprema vode,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima.

#### **1.2.9. ZA STROJARA KOTLA:**

- parni i vrelovodni kotlovi,
- priprema vode,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.10. ZA RUKOVATELJA INDUSTRIJSKE PEĆI:**

- industrijske peći,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.11. ZA RUKOVATELJA MOTORA S UNUTARNJIM IZGARANJEM:**

- motori s unutarnjim izgaranjem,

- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.12. ZA STROJARA KOMPRESORSKIH STANICA:**

- kompresori, instalacija stlačenog zraka
- rashladni uređaji
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.13. ZA STROJARA CRPNIH STANICA:**

- crpne (pumpne) stanice – postrojenja,
- hidromehanika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.14. ZA RUKOVATELJA PLINSKIH UREĐAJA I NAPRAVA:**

- plinski uređaji i naprave,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.15. ZA RUKOVATELJA KLIMATIZACIJE I PROZRAČIVANJA**

- klimatizacija i prozračivanje,
- centralno grijanje, rashladni uređaji
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika.

#### **1.2.16. ZA RUKOVATELJA CENTRALNOG GRIJANJA I TERMOVENTILACIJE**

- kotlovi, goriva i izgaranje
- centralno grijanje, ventilacija i termoventilacija
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika.

#### **1.2.17. ZA LOŽAČA CENTRALNOG GRIJANJA:**

- kotlovi, goriva i izgaranje

- centralno grijanje,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika.

#### **1.2.18. ZA RUKOVATELJA PRIPREME VODE:**

- postrojenja i uređaji za pripremu vode,
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika.

#### **1.2.19. ZA LOŽAČA - RUKOVATELJA KOTLOM:**

- parni kotlovi I, priprema vode I,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika.
- mjerenje, regulacija i upravljanje procesima

#### **1.2.20. ZA RUKOVATELJA POSUDAMA TEHNIČKIH PLINOVA:**

- osnove plinske tehnike,
- punjenje tlačnih posuda,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,

#### **1.2.21. ZA DISPEČERA U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU**

- elektroenergetski strojevi i uređaji, električne mreže i električna mjerenja,
- zaštitno-informacijski sustavi u energetici,
- rasklopna postrojenja, sklopni aparati, naprave; pogon elektroenergetskog sustava,
- daljinsko upravljanje i zaštita.

#### **1.2.22. ZA UKLOPNIČARA U ELEKTROENERGETSKOM SUSTAVU:**

- elektroenergetski strojevi i uređaji, električne mreže i električna mjerenja
- zaštitno-informacijski sustavi u energetici,
- rasklopna postrojenja, sklopni aparati, naprave.

#### **1.2.23. ZA UKLOPNIČARA U INDUSTRIJI:**

- elektroenergetski sustavi i električna mjerenja,
- sklopni aparati,
- daljinsko upravljanje i zaštita.

#### **1.2.24. ZA PUNITELJA MOTORNIH VOZILA TEHNIČKIM PLINOM:**

- osnove plinske tehnike,
- punjenje motornih vozila tehničkim plinom,
- fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,

## **2. PRAKTIČNI DIO PROGRAMA OSPOSOBLJAVANJA I PROVJERE ZNANJA STRUČNOG ISPITA OBUHVAĆA**

praktično znanje poslova za:

- pripremu strojeva i uređaja za pogon,
- pogon i obustavljanje pogona,
- vođenje evidencija i pogonske dokumentacija,
- pravilno i racionalno rukovanje s gorivom i drugim energetske izvoriima,
- postupanje pri ispadima i nepredviđenim događajima na energetske postrojenima i uređajima

## **OKVIRNI SADRŽAJ PREDMETA TEORETSKOG DIJELA PROGRAMA OSPOSOBLJAVANJA:**

### **OPĆI DIO PROGRAMA:**

Opći dio programa sadrži sljedeće predmete:

2.1.1. Tehnički propisi i važeći zakoni iz područja energetike u RH

2.1.2. Zaštita na radu, zaštita od požara i zaštita okoliša

### **TEMATSKE CJELINE OPĆEG DIJELA PROGRAMA:**

#### **2.1.1. TEHNIČKI PROPISI I VAŽEĆI ZAKONI IZ PODRUČJA ENERGETIKE U REPUBLICI HRVATSKOJ**

##### **TEHNIČKI PROPISI**

Osnovno tehničko zakonodavstvo: opća zaštita proizvoda, tehnički zahtjevi za proizvode i primjena sukladnosti, akreditacija, normizacija;

Tehnički propisi: općenito, namjena, izdanje, poziv na norme, harmonizacija direktiva EZ, način primjene sukladnosti, tehnička specifikacija;

Norme: nacionalne – hrvatske, evropske, međunarodne, općenita namjena izdavanja i prihvaćanja normi, uporaba normi;

Tehnički propisi i norme kod termoenergetskih, elektroenergetskih i drugih energetskih postrojenja, tlačnih posuda i drugoj tlačnoj opremi, kompresorskim i rashladnim uređajima, pumpnim i plinskim uređajima, pogonu i održavanju energetskih strojeva i uređaja odnosno s područja upravljanja energetskom opremom za koje se radnik osposobljava i polaže stručni ispit.

##### **ZAKONI IZ PODRUČJA ENERGETIKE**

- Direktive EU 2001/77, 2002/91, 2003/55, 2003/54: opće odredbe,
- Zakon o energiji: opće odredbe,
- Zakon o tržištu električne energije: opće odredbe,
- Zakon o tržištu plina : opće odredbe,
- Zakon o proizvodnji, distribuciji i opskrbi toplinskom energijom: opće



odredbe,

- Zakon o učinkovitom korištenju energije u neposrednoj potrošnji: opće odredbe,

- Zakon o tržištu nafte i naftnih derivata,
- Zakon o biogorivima za prijevoz,
- Zakon o regulaciji energetske djelatnosti,

Odnosni propisi važni za energetski sektor Republike Hrvatske:

Strategija energetskog razvoja Republike Hrvatske (Narodne novine, br. 130/09),

Pravilnik o energetske bilanci (Narodne novine, br. 33/03)

Važeći tehnički propisi i norme s osvrtom na energetiku:

Zakon o normizaciji (N.N. 163/2003): opće odredbe,

Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (N.N. 20/2010) opće odredbe,

Zakon o općoj sigurnosti proizvoda (N.N. 30/2009): opće odredbe,

Zakon o akreditaciji (N.N. 158/2003 i 75/2009): opće odredbe,

Zakon o mjeriteljstvu (N.N. 163/2003, 194/2003 i 111/2007): opće odredbe,

Zakon o prostornom uređenju i gradnji: opće odredbe.

## **2.1.2. ZAŠTITA NA RADU, ZAŠTITA OD POŽARA I ZAŠTITA OKOLIŠA**

### **ZAŠTITA NA RADU**

Temeljna načela zaštite zdravlja i sigurnosti na radu;

- Zakon o zaštiti na radu;
- Obveze poslodavaca;
- Obveze, prava i dužnosti radnika;
- Tehnička zaštita: uređenje kotlovnice i drugih energetske prostora, radnih strojeva za siguran rad, izvori povreda na radu kod korištenja energetske strojeva, opasnosti kod loženja s krutim, tekućim i plinovitim gorivom, opasnosti kod prijevoza goriva i drugih energenata, opasnosti kod upravljanja sa pojedinim strojevima i uređajima u energetske objektu, opasnost isijavanja plamena i drugih gorivih dijelova, štetnost zbog neprimjerne mikroklima u prostoru i neprimjernog osvjetljenja, opasnosti od električne struje, problem ventilacije energetske objekta, zaštitna sredstva kod neposrednog rukovanja energetske strojevima i uređajima;
- Pravilnik o pružanju prve pomoći radnicima na radu;
- Pravilnik o utvrđivanju opće i posebne zdravstvene sposobnosti radnika i sposobnosti radnika za obavljanje poslova s posebnim uvjetima rada;

- Pravilnik o posebnim uvjetima rada;
- Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore;
- Pravilnik o zaštiti na radu pri korištenju električne energije;
- Pravilnik o listi strojeva i uređaja s povećanim opasnostima;
- Pravilnik o uvjetima za osposobljavanje radnika za rad na siguran način;
- Pravilnik o sigurnosnim znakovima;
- Pravilnik o osobnim zaštitnim sredstvima;
- Uređivanje direktiva EZ na području zaštite na radu.

### **ZAŠTITA OD POŽARA**

- Osnove zaštite od požara;
- Zakonsko uređivanje zaštite od požara: zakon o zaštiti od požara, zakon o vatrogastvu, zakon o prirodnim i drugim nesrećama, pravilnici o zaštiti od požara, norme: hrvatske, međunarodne, evropske;
- Dužnosti i odgovornost radnika zaduženih za zaštitu od požara;
- Požarna preventiva u energetske objektima;
- Gašenje požara u energetske objektima;
- Sredstva i uređaji za gašenje požara;
- Izgaranje, plamište, temperature paljenja, eksplozivnost, granice eksplozivnosti;
- Kruta, tekuća i plinovita goriva i njihove značajke;
- Zaštita od požara, eksplozije i propisi za uporabu krutih, tekućih i plinovitih goriva i drugih lako zapaljivih tvari;
- Zaštita od požara kod uskladištenja goriva.

### **ZAŠTITA OKOLIŠA:**

- Ekologija i zaštita okoliša – osnovni pojmovi
- Zakonodavno uređenje zaštite okoliša;
- Stanje okoliša: klimatske promjene, kvaliteta voda, zraka i tla, buka, rukovanje sa otpadom, prirodna i biološka raznovrsnost;
- Zrak: struktura i sastav zraka, izvori onečišćenja zraka (postupni, raspršeni) emisija štetnih tvari (prašina, suspendirane čestice SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, VOC, ozon, pare i aerosoli, emisija štetnih tvari u zraku, propisi, granične vrijednosti, smanjenje emisija štetnih tvari u zrak (izbor goriva, čistih tehnologija, čišćenje dimnih plinova), čiste tehnologije, uporaba ugljena, emisijski monitoring i granične vrijednosti;
- Voda: vrsta, svojstva, kvaliteta površinskih i podzemnih voda, izvori onečišćenja voda (postupni, raspršeni), emisija štetnih tvari u vodama ispuštanje štetnih tvari, odlaganje u vode hranjivih tvari, utjecaj energije i drugih čimbenika kojima se mijenjaju svojstva vode, izvođenje monitoringa, propisi za smanjivanje onečišćenja voda, obrada otpadnih voda, odvajanje i

- čišćenje otpadnih voda, fizikalno kemijskom obradom i biološkim postupcima;
- Tlo i zaštita tla i zemljine kore: značajke i uloga tla, otpaci, vrste otpada i njihove osobine, načini rukovanja sa otpadom (skupljanje, prerada, reciklaža, spaljivanje, odlaganje), rukovanje s otpadom koji nastaje u energetici (otpadna ulja, otpaci iz anorganskih termičkih procesa, komunalni otpad), propisi i norme o zbrinjavanju otpada
  - Buka: buka u prirodi i životnom okolišu, propisi za smanjenje buke.

## **STRUČNI DIO PROGRAMA**

Stručni dio programa sadrži sljedeće predmete:

- 2.2.1. Postrojenja i uređaji za pripremu vode,
- 2.2.2. Elektroenergetski strojevi i uređaji, električne mreže i električna mjerenja,
- 2.2.3. Zaštitno-informacijski sustavi u energetici,
- 2.2.4. Pogon elektroenergetskog sustava,
- 2.2.5. Parne turbine,
- 2.2.6. Termodinamika,
- 2.2.7. Mjerenje, regulacija i upravljanje procesima
- 2.2.8. Plinske turbine,
- 2.2.9. Hidroturbine,
- 2.2.10. Hidromehanika,
- 2.2.11. Kogeneracijska postrojenja,
- 2.2.12. Parni i vrelovodni kotlovi,
- 2.2.13. Priprema vode,
- 2.2.14. Elektroenergetski sustavi i električna mjerenja,
- 2.2.15. Rasklopna postrojenja, sklopni aparati, naprave,
- 2.2.16. Daljinsko upravljanje i zaštita,
- 2.2.17. Industrijske peći,
- 2.2.18. Motori s unutarnjim izgaranjem,
- 2.2.19. Elektrotehnika,
- 2.2.20. Kompresori, instalacije stlačenog zraka
- 2.2.21. Rashladni uređaji,
- 2.2.22. Crpne (pumpne) stanice – postrojenja,
- 2.2.23. Plinski uređaji i naprave,
- 2.2.24. Centralno grijanje,
- 2.2.25. Kotlovi centralnog grijanja, goriva i izgaranje
- 2.2.26. Fizika, kemija, tehnologija i elektrotehnika,
- 2.2.27. Klimatizacija i provjetravanje,
- 2.2.28. Osnove plinske tehnike,
- 2.2.29. Punjenje tlačnih posuda,
- 2.2.30. Pogon obnovljivih izvora.
- 2.2.31. Punjenje motornih vozila tehničkim plinom

### **TEMATSKE CJELINE STRUČNOG DIJELA PROGRAMA:**

#### **2.2.1. POSTROJENJA I UREĐAJI ZA PRIPREMU VODE:**

Osnove strojarskih i električnih uređaja za kemijsku pripremu vode, strojarske

i električne veličine, mjerne jedinice, mjerila i kontrola mjera kod tehnoloških procesa pripreme kotlovske vode;  
Pumpe, tipovi, djelovanje, karakteristike;  
Cjevovodi, transport sredstava cjevovodom, karakteristike, materijali za cjevovode, spajanje cjevovoda, armatura u odnosu na primjenu, ventili, zasuni, zaklopke, održavanje armature, pogoni, ručni, servo motori;  
Kompresori, tipovi kompresora, pogon;  
Elektromotori, djelovanje, osnovni podaci, električni vodiči, boje, presjeci vodiča, zaštita elektrouređaja;  
Osnove automatike, upravljanje, regulacija, mjerenje temperature, tlaka, pH vrijednosti, vodljivosti, simboli;  
Spremnici i posude, izrada posuda, zaštita od korozije i kontrola stanja površina.

### **2.2.2. ELEKTROENERGETSKI STROJEVI I UREĐAJI, ELEKTRIČNE MREŽE I ELEKTRIČNA MJERENJA:**

Energetski transformator: građevina, djelovanje, padovi napona, gubici, vrste transformatora, pogon energetskih transformatora (hlađenje, dozvoljeno zagrijavanje, signalizacija, termička slika), regulacija napona (automatska, ručna, u beznaponskom stanju), paralelni rad energetskih transformatora;  
Sinkroni generator: građevina, djelovanje, promjena napona, promjena frekvencije, hlađenje, gašenje, signalizacija;  
Uzbudni sustavi: istosmjerni generator na osovini, tiristorski uzbudni sustav, otcjepni transformator, izmjenični generator na osovini;  
Turbinska regulacija: promjena snage turbine (vrste regulacije snage), zatvaranje turbine;  
Prekidači: namjena, djelovanje, vrste prekidača, sposobnost prekidača glede APU  
Rastavljači: namjena, djelovanje, vrste, vrste pogona rastavljača, učinski rastavljači;  
Mjerni transformatori: strujni, naponski;  
Prenaponski odvodnici: iskrišta, odvodnici (namjena, djelovanje);  
Rasklopišta: dijelovi dalekovodnog polja, elementi transformatorskog polja, generatorsko polje, spojno polje, kompenzacijsko polje, mjerno polje vrste pogona, upravljačko blokirne naprave, sustavi sabirnica i sektorska podjela, vlastite potrošnje u elektroenergetskom postrojenju, razvod pomoćne opskrbe izmjeničnom i istosmjernom strujom;  
Glavni dijelovi HE: strojarnica, turbinski agregati, protočno polje, uređaji za čišćenje;  
Glavni elementi TE: transport ugljena, priprema tehnološke vode, kotlovi, turboagregat, rashladni krug, komandni prostor, komande bloka, vlastita

potrošnja, odvoz pepela;

Distribucijska mreža: glavne karakteristike, padovi napona, tipizacija presjeka dalekovoda i kablskih vodova, strujna opterećenja, vrste kabela;

Kondenzatorske baterije: namjena (kompenzacija jalove energije);

- Male HE: uloga i vrste malih HE, načini pogona;
- Transformatorske stanice: vrste transformatorskih stanica (tipizacija);
- Izolatori: vrste izolatora;
- Pomoćno besprekidno napajanje;
- Shema priključaka mjernih naprava na strujne i naponske mjerne transformatore;
- Kontrola i održavanje mjernih instrumenata, greške mjernih instrumenata, instrumenti za direktno mjerenje u energetskim postrojenjima, mjerni pretvarači, (I, U, S, P, Q, f: struja, napon, prividna snaga, radna snaga, jalova snaga, frekvencija)
- Električna brojila, uređaji za sinkronizaciju;
- Tarifni sustav i njegov utjecaj na dijagram opterećenja, uloga sustava MTK.

### **2.2.3. ZAŠTITNO-INFORMACIJSKI SUSTAVI U ENERGETICI:**

Zaštita generatora: nadstrujna, prenaponska, podimpedantna, visokoomska, diferencijalna, niskoomsko diferencijalna, statorska zemljospojna, uzemljenje, međuzavojna, poduzbudna, povratna, nesimetrija, nadfrekventna i podfrekventna zaštita;

Zaštita transformatora: zaštita transformatora sa osiguračima, nadstrujna zaštita namotaja, kratkospojna zaštita zavoja, diferencijalna zaštita, autonomna prekostrujna zaštita, nadstrujna zaštita uzbude, Bucholz zaštita transformatora i Bucholz zaštita regulacijske sklopke, zemljospojna i nadstrujna zaštita tercijara, termička zaštita i termička slika, kotlovska zaštita; Zaštita dalekovoda i kablskog voda, nadstrujna zaštita, usmjerena zaštita, zemljospojna zaštita u izoliranom sustavu, prekostrujna zemljospojna zaštita u indirektnom uzemljenom sustavu, distantna zaštita, diferencijalna zaštita, komunikacije između releja, jednofazni i trofazni automatski ponovni uklop, kontrola sinkronizacije, osciloperturbograf, lokator kvarova;

Turbinske zaštite: primarne i sekundarne zaštite;

Dodatne zaštite: zaštita sabirnica, zaštita AKU baterija, zaštita isklopnih strujnih krugova, zaštita kondenzatorske baterije (nadstrujna zaštita od nesimetrije), zaštita visokonaponskih motora;

Telekomunikacijski sustavi: elektroprivredne telekomunikacijske mreže, kablski prijenos informacija, prijenos informacija po visokonaponskim DV, prijenos informacija UKV mrežom, načini komuniciranja pomoću UKV mreže, način korištenja sustava veza u izvanrednim situacijama;

Prijenos podataka (uređaji za daljinsko vođenje): prijenos podataka iz elektroenergetskog objekta u centar daljinskog upravljanja - CDU, (mjerni pretvornik, uređaj za lokalnu kronološku registraciju događaja, uređaji za prikupljanje podataka s brojila), komunikacije pomoću optičkih veza;  
Procesni sustavi, računalo: struktura računalnog sustava u telekomunikacijskom sustavu i sustavu daljinskog vođenja, programi za komuniciranje čovjeka s informacijskim sustavom (SCADA).

#### **2.2.4. POGON ELEKTROENERGETSKOG SUSTAVA:**

- Elektroenergetski sustavi: prijenosni elektroenergetski sustav, distribucijski elektroenergetski sustav, interkonekcijski sustav;  
Pogonska stanja dijelova sustava;  
Regulacija snage, frekvencije, napona i proizvodnje u elektroenergetskom sustavu;  
Izvođenje naloga djelovanja elektroenergetskog sustava;  
Analiza potrebe vođenja: trenutačne analize, analize u udaljenom trenutku;  
Pogonska statistika;  
Pogonska uputstva;  
Pogonska pravila;  
Hrvatski elektroenergetski sustav (EES).

#### **2.2.5. PARNE TURBINE:**

Klasifikacija toplinskih turbinskih strojeva: osnovni tipovi, nove konstrukcije, uporaba pare u turbini, glavni dijelovi;  
Podjela parnih turbina: po konstrukciji, po djelovanju pare, jednostupanjske parne turbine De Laval, turbine s jednim stupnjem tlaka i više stupnjeva brzine, turbine s više stupnjeva brzine, turbina s kombiniranim stupnjevima tlaka i brzine, radijalne i aksijalne turbine s protutlakom i oduzimanjem pare;  
Teorijske osnove parnih turbina: gubici, snaga, teoretska i stvarna snaga i koeficijent korisnog djelovanja turbine, način smanjivanja obodne brzine kod akcijskih, reakcijskih i kombiniranih turbina, gubici u sprovodnim kanalima, lopaticama, na rotoru, brtvama, kroz kućište turbine, ukupni gubici, ukupni koeficijent korisnog djelovanja turbine, uporaba pare, topline i goriva;  
Brtve: princip djelovanja labirintne brtve, konstrukcija i podjela brtvi;  
Kondenzacija: vrste i uloga kondenzatora, površinski kondenzator sa injektorom i kondenzacijskom pumpom;  
Regulacija: regulacija djelovanja turbine, osnovni sustavi regulacije, servo motor, regulacijski krug kod regulacije snage turbine i elementi regulacijskog kruga, regulacija snage, regulacija broja okretaja turbine i održavanje napona i frekvencije, mjerno regulacijski elementi, komandni pult i ploča (shema, indikacije, signalizacija i zaštita), automatska regulacija djelovanja turbinskog

postrojenja, regulatori;

Podmazivanje parnih turbina: namjena podmazivanja, načini, uređaji za podmazivanje, priprema instalacije za podmazivanje vrste i izbor ulja za podmazivanje, čišćenje i regeneracija, uljno postrojenje kod većih turbina;

Pogon parne turbine: normalan rad, rad turbine sa promjenljivim opterećenjem, postupak pri zagrijavanju i puštanju turbine u pogon, zaustavljanje parnih turbina, kvarovi kod parnih turbina, utvrđivanje uzoraka kvarova i odstranjivanje, vođenje pogonske dokumentacije i održavanje turbinskog postrojenja.

## **2.2.6. TERMODINAMIKA**

Rad i energija: jedinice za energiju, jedinica za masu, sile, zemljina teža, gustoća, specifični volumen, specifična težina, tlak, podtlak, nadtlak, jedinice, fizikalna stanja tvari, specifična toplota i toplota kapaciteta, specifična toplota krutih tijela i tekućina, kalorimetrično određivanje specifične topline krutih tijela i tekućine, specifična toplota plina  $c_p$ , ovisnost specifične topline plinova od temperature, molekularna specifična toplota mješavina plina, unutarnja energija, entalpija, prigušivanje;

Temperatura i toplotno rastezanje: mjerenje temperature, temperaturne skale i jedinice, rastezanje zbog promjene temperature, toplotno rastezanje krutih tijela i tekućina;

Zakoni za idealne plinove: molekularno – kinetički prikaz topline, jednadžba stanja idealnog plina, mol, kilomol, Avogardov zakon, opća plinska konstanta, normalno stanje i normalne veličine, Boyl – Mariotov zakon, Gay – Lussacov zakon;

Plinske smjese: maseoni dijelovi plinske smjese, volumski dijelovi plinske smjese, proračunavanje maseonih u volumne dijelove, Daltonov zakon, određivanje plinske konstante smjese, temperatura smjese;

Prvi glavni stavak termodinamike: zakon o očuvanju energije, izraz za prvi stavak termodinamike, rad ekspanzije i prikaz u  $p$ - $v$  dijagramu;

Promjena stanja idealnih plinova: promjene stanja pod konstantnim volumenom, kod konstantnog tlaka, promjene stanja bez izmjene topline, promjena stanja kod izmjene topline;

Drugi glavni stavak termodinamike: kružni proces, entropija,  $t$  –  $s$  dijagram, tipovi tipičnih nepovratnih procesa;

Vodena para: proizvodnja vodene pare,  $p$ - $v$  dijagram za vodenu paru, kritično stanje, mokra para, suhozasićena vodena para, pregrijana para, jednadžba stanja pregrijane pare,  $t$ - $s$  dijagram za vodenu paru,  $i$ - $s$  dijagram za vodenu paru, vodena para u zraku, odnos između relativne i apsolutne vlage, promjene stanja vodene pare, unutarnja energija vodene pare, promjene stanja kod konstantne temperature, tlaka i volumena, promjene stanja kod



izmjene topline, Carnotov kružni proces, Rankin – Klausov kružni proces za vodenu paru;

Molekularno kinetička teorija,

Tehnički plinovi: osobine, dobivanje i uporaba tehničkih plinova, kisik, dušik, argon, ugljični dioksid, vodik;

Strujanje plinova i para: stacionarno strujanje, jednažba strujanja ,prikaz strujanja u  $i - s$  dijagramu, strujanje sa trenjem, istakanje plinova i para, brzina istakanja;

Prijenos topline: prijelaz topline konvekcijom, zračenje topline, prijelaz topline kroz višeslojnu stjenku, prijelaz topline kroz cijevne stjenke, utjecaj izolacije na prijenos topline, toplinski izmjenjivači;

Jedinice mjera i mjerni sustavi na području uporabe plina;

Promjena stanja: specifična toplota, isparivanje, ukapljivanje, kritična stanja, isparivanje i specifična toplota isparivanja toplota, topljenje i skrućivanje;

Opća plinska jednažba;

Promjena stanja idealnih plinova: izoterma, izobara, izohora;

Izgaranje plinova: ogrjevne vrijednosti plinova, iskoristivost plinskih trošila, zamjenljivost plinova;

Prijenos topline: vođenjem, strujanjem, zračenjem;

### **2.2.7. MJERENJE, REGULACIJA I UPRAVLJANJE PROCESIMA:**

Važnost mjerenja, regulacije i automatizacije na energetskim strojevima i uređajima.

Pojam mjerenja, mjerne jedinice i međunarodni sustav jedinica, mjerne greške, klasa točnosti mjernih instrumenata;

Mjerenje tlaka: osnovni pojmovi i jedinice za mjerenje tlaka, podjela uređaja i instrumenata za mjerenje tlaka po principu djelovanja i opsegu mjerenja, daljinsko mjerenje tlaka, mjerni pretvarači tlaka;

Manometri: tekućinski, s Bourdonovom cijevi, membranski, naprave za mjerenje tlaka po principu elastične deformacije, manometri sa mijehom;

Mjerenje temperature, osnovni pojmovi, jedinice, podjela naprava za mjerenje temperature, termometri, termoelektrični efekt, pirometri, uključivanje trećeg vodiča u krug termoelementa, standardni termoelementi, mjerni krug s termoelementom, način kompenzacije promjene temperature, naprave za mjerenje elektromotorne sile, pobudni termometri, mjerni krug pobudnog termometra, poluvodički termometri, princip djelovanja, elementi povezivanja;

Mjerenje nivoa tekućine: vizualni vodokaz, zatvoren TV sustav, mjerenje nivoa pomoću plovka, hidrostatski mjerač nivoa, daljinski mjerači nivoa s pomoću pretvarača;

Mjerenje protoka: osnovni pojmovi, mjerne jedinice protoka, mjerenje promjene pada tlaka, standardni prigušni elementi, mjerni pretvarači protoka,

rotometar, brojači količine;

Mjerenje koncentracije plinova;

Registracijski instrumenti: vrste i princip djelovanja;

Automatsko upravljanje procesom: princip regulacije, regulacijski krug, elementi regulacijskog kruga, predajnik, mjerač, mjerni pretvarači, izvršni elementi, regulatori, servo motor, objekt regulacije, načelo povratne veze, podjela regulatora po principu dinamične obrade signala, vrsti energije, broju ulaznih signala, karakteristike, direktni regulatori za nivo s plovkom, tlaka, temperature, regulatori s pomoćnom energijom, princip djelovanja, servo motori, pneumatska regulacija, hidraulična regulacija, električna i elektronska regulacija;

Računalni sustavi upravljanja procesom, PLC , SCADA, HMI

### **2.2.8. PLINSKE TURBINE:**

- Uvod: općenito o plinskim turbinama, plinske turbine kao pogonski motor, definicija i podjela plinske turbine sa neprekidnim izgaranjem, sa eksplozivnim izgaranjem;

- Glavni konstruktivni dijelovi plinske turbine: kompresori za zrak, radijalni kompresor, aksijalni kompresor, regulacija kompresora, klipni kompresori, održavanje kompresora;

Komora za izgaranje goriva: vertikalne ili horizontalne komore, dijelovi za izgaranje, proces izgaranja , gorionici, pilot gorionik, shematski prikaz komore za izgaranje, rekuperatori;

Plinska turbina u užem smislu: opće osobine, dijelovi plinske turbine, konstruktivni oblici lopatica, obrada ležaja, lopatica i statora, pogon plinske turbine;

Glavne vrste plinskih turbina: akcione, reakcijske;

Uređaji za dovod tekućeg goriva u komoru za izgaranje: injekcijske pumpe tekućeg goriva, filtri goriva, grijači goriva, kompresori zraka za rasprskavanje goriva;

Uređaj za paljenje goriva;

Hladnjaci i međuhladnjaci zraka.;

Uređaj za puštanje u rad plinskih turbina;

Uređaj za podmazivanje ležaja turbina;

Uređaj za rotaciju turbine pri hlađenju;

Razvodna stanica plinskog goriva;

Stabilne plinske turbine: otvoreni i zatvoreni procesi plinskih turbina;

Uređaji i postrojenja plinskih turbina u toplanama i elektranama, materijal za izradu, remont i održavanje plinske turbine;

Regulacija i daljinska komanda plinskih turbina: sustavi regulacije, hidraulični, pneumatski, električni, kombinirani, regulatori broja okretaja i opterećenja

plinske turbine, regulacija maksimalne temperature, regulacioni ventil turbine, aparati i instrumenti za regulacije, elektroventili, pneumatski ventili, servomotori električni, hidraulični, presostati, regulatori pritiska zraka, i ulja za reguliranje, programski selektor;

Instrumenti: termostati, pirometri, termoelementi, električni termometri, osjetnici temperature u komorama za izgaranje, osjetnici temperature ležaja turbine, detektori plamena u komori za izgaranje;

Signalizacija: zvučna, svjetlosna, označavanje kritičnih stanja;

Blokada;

Tekuća goriva: vrste i karakteristike goriva, priprema goriva, pranje i aditiviranje, uskladištenje tekućih goriva, pumpne stanice, skladišni rezervoari, dnevni i pogonski rezervoari, drenažni uređaji za tekuće gorivo;

Plinovito gorivo, osobine, karakteristike i uskladištenje;

Pogon plinske turbine: s promjenljivim opterećenjem, pokretanje plinske turbine, zaustavljanje plinske turbine, kvarovi, najčešći uzroci kvarova, otklanjanje kvarova, vođenje pogonske dokumentacije i održavanje turbinskog postrojenja.

### **2.2.9. HIDROTURBINE:**

Opći pojmovi akcije i reakcije;

Oblici nastupanja vodene energije: potencijalna i kinetička;

Tipovi hidroelektrana koje se grade s obzirom na raspoloživu vodenu energiju;

Podjela hidroelektrana s obzirom na snagu, veličinu pada i iskorištenje u energetsom sustavu, u pogledu pokrića potrošnje energije (osnovne i vršne);

Uređaji van strojarske hale: različite vrste brane, tipovi i karakteristike pojedinih brana, vrste kanala i cjevovoda pod pritiskom, cijevne veze i namjena kompenzacijskih dijelova, vrste brtvećih cjevovoda, glavni dijelovi vodenih turbina;

Druga hidroenergetska postrojenja: vodostaji, turbinske zapornice, sifoni, ulazni i izlazni objekti, preljevni organi;

Kaplanova turbina: sastavni dijelovi, glavni dijelovi regulatora, regulacija Kaplanove turbine, dvostruka regulacija, vodeći mehanizam, rotor Kaplanove turbine, namještanje i izvođenje servomotora, prednosti i nedostaci Kaplanove turbine;

Francisova turbina: sastavni dijelovi, vrste ležaja i uporaba, princip regulacije, usisna cijev i njena uloga, prednosti i nedostaci Francisove turbine, gubici;

Dijagram iskorištenja za različite turbine s obzirom na protok vode, (H–Q dijagram);

Općenito o turbinskim ležajevima: vrste i njihova uporaba, podmazivanje turbine i ležajeva, maziva, ugljična brtvila;

Pogon i zaustavljanje pojedinih tipova hidro turbina, načini i postupci kod

promjena brzine turbine;  
Selenoidni (magnetski) ventili: funkcija, preklopni ventil;  
Drenažni uređaji;  
Pomoćni turbinski uređaji i njihova namjena.  
Signalizacije i turbinska zaštita: opis, primjena, utjecaj zaštite na generatoru i transformatoru utiče na zaustavljanje turbine;  
Mogući kvarovi i greške na turbini i generatoru;  
Održavanje turbinskih uređaja za vrijeme pogona, remont vodene turbine;  
Pogon hidro turbine: priprema za pogon, kontrola pogona i parametara, zaustavljanje turbinskog postrojenja, pogonska dokumentacija, vođenje pogona i odgovornost za vrijeme pogona.

### **2.2.10. HIDROMEHANIKA:**

Fizikalne osobine fluida, gustoća, specifična težina, viskozitet, utjecaj topline;  
Hidrostatski pritisak, Pascalov zakon, podtlak, nadtlak, tlak na ravnu i zakrivljenu površinu, mjerenje tlaka;  
Plivanje tijela, Arhimedov zakon, uzgon;  
Jednadžba kontinuiteta, stacionarno i nestacionarno pretakanje, energija tekućine, Bernulijeva jednadžba;  
Gibanje tekućine u cijevi, vrste gibanja, otpor protjecanju tekućine;  
Otvoreni tokovi, jednolično gibanje tekućine u otvorenom kanalu, hidraulično najpogodniji kanal;  
Istjecanje tekućine, istjecanje kroz mali presjek, istjecanje kroz zaslone, istjecanje kroz velike presjeke;  
Pojam kavitacije.

### **2.2.11. KOGENERACIJSKA POSTROJENJA:**

Definicija kogeneracije, primjena energetske opskrbe odvojenih i kogeneracijskih postrojenja, primjer protoka energije kod proizvodnje električne energije, centralizirane i decentralizirane električne i toplinske energije;  
Osnovi kogeneracijskog procesa, osnovne karakteristike, iskoristivost, vrste kogeneracijskih tehnologija, s parnom turbinom s plinskom turbinom, s toplinskim izmjenjivačem, kombinirani plinsko parni sustav, s gorivim ćelijama, s motorima sa unutarnjim izgaranjem, goriva za kogeneracijska postrojenja, vrsta, osnovni izbor;  
Kogeneracijska postrojenja, područje djelovanja, elektroenergetska iskoristivost, mogućnosti kombiniranih postrojenja za proizvodnju električne i toplinske energije, kombinirano plinsko parno postrojenje s protutlačnim agregatom, s kondenzacijskim turboagregatom, plinska turbina sa uporabom otpadne topline, paketne izvedbe sa motorom, s plinskom turbinom, s gorivim

čelijama, veličine paketne izvedbe;

Proizvodnja električne energije s kogeneracijskim postrojenjima, podjela po snazi, generatori kod kogeneracijskih postrojenja način djelovanja, zaštita, način električnog priključivanja, mjerenja i regulacija, uključivanje kogeneracijskih postrojenja u elektroenergetski sustav, minimalna opremljenost i zaštita, utjecaj na okoliš, rezervno napajanje, raspoloživost i pouzdanost, utjecaj na dnevne dijagrame, jalova snaga;

Ekološke značajke kogeneracijskog postrojenja, zaštita od prašine, zaštita zraka, zaštita voda, utjecaji na zemljište, vibracije, zaštita od buke, toplina.

### **2.2.12. PARNI KOTLOVI:**

Vodena para, isparivanje vode, mokra – vlažna, suho zasićena i pregrijana vodena para, temperatura ključanja, zasićivanje i pregrijavanje, tlakovi pri temperaturi ključanja, zasićivanje i pregrijavanje, tlakovi pri temperaturi zasićene vodene pare, specifična toplina i sadržaj topline vode i vodene pare,  $i - s$  i  $p - T$  dijagrami za vodu i vodenu paru, tablice za zasićenu i pregrijanu vodenu paru, uporaba dijagrama i tablica;

Općenito o parnom kotlu, termodinamički procesi u kotlu, kružni procesi, regenerativni proces, naknadno pregrijavanje, kondenzacija, pregrijavanje, principijelna shema termoenergetskog postrojenja, shema protoka radnih medija, rad kotla, definicija kotla;

Elementi kotla, ložište, vodeni (prostor za vodu) i parni prostor, grijač vode, pregrijač vodene pare, zagrijač zraka i dodatni elementi;

Cirkulacija vode u kotlu, prirodna i prisilna cirkulacija, prednosti prirodne cirkulacije, poboljšanje prirodne cirkulacije, separacija vodene pare i isparivanje vode;

Goriva: vrste goriva, kruto, tekuće i plinovito, ogrjevna vrijednost goriva, karakteristike goriva, izgaranje, potpuno, nepotpuno, stehiometrijski odnosi, potrebna količina zraka, analiza dimnih plinova, gubici kod izgaranja, kontrola procesa izgaranja, visoko i niskotemperaturna korozija;

Izgaranje, osnovni pojmovi, kontrola izgaranja, izgaranje krutih goriva u sloju i prostoru, izgaranje tekućih goriva, izgaranje plinskih goriva, kombinirano izgaranje;

Iskoristivost odnosno stupanj iskorištenja kotla, toplinski gubici, analiza gubitaka, uporaba goriva, poduzete provjere, vrste gubitaka;

Prijenos topline u kotlu, transport topline: vođenjem, prijenosom, zračenjem, poboljšanje prijenosa topline: primjeri na kotlu;

Podjela kotlova po sadržaju vode, konstrukciji, tlaku, načinu ugradnje i cirkulacije;

Uvjeti koje moraju ispunjavati kotlovi, akumulacijska sposobnost, cirkulacijski sustavi pojedinih tipova kotla;

Vrste kotlova: s velikim sadržajem vode, plameno dimocijevni, cilindrični, strmocijevni, cijevni ekranski, jednocjevni ekranski, pokretni kotlovi i sve posebne vrste kotlova;

Ložišta za kruta goriva: ložišta za loženje u sloju, ložišta sa nepomičnom rešetkom, ravna, kosa stepenasta, ložišta sa pokretnim rešetkama, lančana, putujuća, pužna, kaskadna, kosa, potisna, bacači goriva, ložišta za drvene i druge otpatke, ložišta za ugljenu prašinu, mlinovi za ugljen;

Ložišta za tekuća goriva: plamenici s tlačnim raspršivanjem, parni plamenici, emulzijski plamenici, rotacijski plamenici;

Ložišta za plinovita goriva: difuzni plamenici, injektorski plamenici, ventilatorski plamenici, plinske rampe;

Loženje sa otpadnom toplinom, kotlovi utilizatori;

Ventilacija (promaja) kotla: prirodna ventilacija, umjetna ventilacija, kombinirana ventilacija, gornja i donja moć ventilacije, dovod zraka, dimnjaci, ventilatori, visina radi ventilacije i radi zaštite zraka – okoline;

Oprema kotla: dovod goriva, priprema, transporteri, dizala, dodavači ugljena, naprave za odstranjivanje šljake i hidraulično, pneumatsko odvođenje pepela, filtri dimnih plinova, elektrofiltri, cikloni i multicikloni, mehanički čistači, napojna oprema, stapne i centrifugalne pumpe, vrste pogona pumpi, ejektori, injektor, napojne glave, čistači žara i pepela, predgrijač vode i zraka, ekspanderi, otplinjači, spremnici kondenzata, hladnjaci i cjevovodi;

Dijelovi kotla: gruba i fina armatura, ventili, zasuni, sigurnosni ventili, odmuljni ventili, pipci, hladnjaci pregrijane pare;

Skladištenje goriva: ugljena, tekućeg goriva, spremnici oprema, cjevovodi pumpe, grijači filtri;

Izrada parnih kotlova: konstrukcijski oblici, proračun čvrstoće osnovnih dijelova, materijali za izradu kotlova, materijali za oziđivanje kotlova i izolaciju, potpore, ovjesi, dilatacija;

Automatski rad kotla;

Nadzor i upravljanje kotlovima;

Instrumenti za kontrolu rada kotla, direktni i spuštene vodokazi;

Rukovanje sa kotlom: priprema za pogon, pogon kotla, obustava pogona, pogonska dokumentacija, vođenje pogonske dokumentacije;

Uvjeti za napojnu i kotlovsku vodu, čistoća pare;

Shema i opis kotlovskog postrojenja sa kojim radnik upravlja;

Kvarovi kotlova: općenito o kvarovima, eksplozija, uzroci i posljedice, mjere za sprječavanje kvarova;

Upute za poboljšanje energetske efikasnosti kotla;

Automatizirane kotlovnice s povremenim nadzorom stručne osobe, prema EN 12953.

## **2.2.12/1. PARNI KOTLOVI I :**

Vodena para, isparivanje vode, mokra – vlažna, suho zasićena i pregrijana vodena para, temperatura ključanja, zasićivanje i pregrijavanje, tlakovi pri temperaturi ključanja, tlakovi pri temperaturi zasićene vodene pare. Tablice za zasićenu i pregrijanu vodenu paru;

Općenito o parnom kotlu, termodinamički procesi u kotlu, principijelna shema termoenergetskog postrojenja, funkcioniranje parnog kotla, definicija kotla;

Elementi kotla, i kotlovskog postrojenja;

Goriva: vrste goriva, kruto, tekuće i plinovito, toplinska moć goriva, karakteristike goriva, izgaranje osnovni pojmovi, potpuno, nepotpuno, potrebna količina zraka, visoko i niskotemperaturna korozija;

Iskoristivost odnosno stupanj iskorištenja kotla, toplinski gubici;

Prijenos topline u kotlu, prijenos topline vođenjem, konvekcijom – strujanjem, zračenjem, poboljšanje prijenosa topline;

Podjela kotlova po sadržaju vode, konstrukciji, tlaku, načinu ugradnje i cirkulacije;

Vrste kotlova: s velikim sadržajem vode, plameno dimocijevni, cilindrični, lokomotivski, lokomobilski i sve posebne vrste kotlova;

Vrste ložišta, ložišta za kruta goriva, ložišta za tekuća goriva, ložišta za plinovita goriva;

plamenici, plinska rampa;

Ventilacija (promaja) kotla: prirodna ventilacija, umjetna ventilacija, kombinirana ventilacija, gornja i donja moć ventilacije, dovod zraka, dimnjaci, ventilatori;

Oprema kotla: dovod goriva, , napojna oprema, stapne i centrifugalne pumpe, spremnici kondenzata, cjevovodi;

Dijelovi kotla: gruba i fina armatura, ventili, zasuni, sigurnosni ventili, odmuljni ventili, pipci, hladnjaci pregrijane pare;

Skladištenje goriva: ugljena, tekućeg goriva, spremnici oprema, cjevovodi pumpe, grijači filtri;

Automatsko djelovanje kotla;

Nadzor nad kotlovima;

Instrumenti za kontrolu pogona kotla, direktni i spuštene vodokazi;

Rukovanje sa kotlom: priprema za pogon, pogon kotla, obustava pogona, pogonska dokumentacija, vođenje pogonske dokumentacije;

Shema i opis kotlovskog postrojenja sa kojim radnik upravlja;

Kvarovi kotlova: općenito o kvarovima, eksplozija, uzroci i posljedice, mjere za sprječavanje;

Mjere za racionalno korištenje goriva i druge mjere za racionalnu uporabu energije kod kotlova.

### **2.2.13. PRIPREMA VODE:**

Osnovni pojmovi o vodi, tvrdoća vode, gustoća kotlovske vode, pH – vrijednost, alkalni broj, disperzijske i koloidne čestice, električna vodljivost;

Sirova voda: površinske vode, podzemne vode, karakteristike;

Onečišćenja sirove vode i načini pročišćavanja voda

Filtracija vode: koagulacija, adsorpcija;

Izlučivanje ulja iz kondenzata;

Omekšavanje sirove vode: djelomično i potpuno omekšavanje – dekarbonizacija i demineralizacija

Dekarbonizacija – (razna sredstva-načini za dekarbonizaciju)

Demineralizacija: princip izmjene, djelovanje izmjenjivača, regeneracija;

Kontrola rada postrojenja za dekarbonizaciju i demineralizaciju

Primjena ionskih izmjenjivača u industriji

Otplinjavanje napojne vode: kemijske i fizikalne metode, termičko izdvajanje plinova;

Djelovanje primjesa u kotlovske vode: djelovanje plinova, nastajanje kotlovske kamenca, korozijske pojave na stjenkama kotla sa vodene strane, odmuljivanje, odsoljavanje;

Mehaničko i kemijsko odstranjivanje kotlovske kamenca;

Pranje i konzerviranje kotla;

Kontrola sirove, napojne i kotlovske vode; određivanje tvrdoće, određivanje fenolftaleinske i metiloranžne alkaličnosti i njihov utjecaj na kotlovsku vodu;

Karakteristike napojne i kotlovske vode;

Čišćenje otpadnih voda, koje nastaju pri odstranjivanju kotlovske kamenca, pri pranju i konzerviranju kotla i odstranjivanju nastalih otpadnih čestica.

Konzerviranje kotlova

### **2.2.13/1. PRIPREMA VODE I :**

Osnovni pojmovi o vodi, tvrdoća vode, gustoća kotlovske vode, pH – vrijednost, alkalni broj, disperzijske i koloidne čestice, električna vodljivost;

Sirova voda: površinske vode, podzemne vode, karakteristike;

Filtracija vode ;

Omekšavanje vode ionskim izmjenjivačima: princip neutralne izmjene, ionska masa, izmjenjivači, pogon izmjenjivača, regeneracija;

Demineralizacija: princip izmjene, djelovanje izmjenjivača, regeneracija;

Otplinjavanje napojne vode općenito;

Djelovanje primjesa u kotlovske vode: djelovanje plinova, nastajanje kotlovske kamenca, korozijske pojave na stjenkama kotla sa vodene strane, odmuljivanje, odsoljavanje;

Mehaničko i kemijsko odstranjivanje kotlovske kamenca;

Kontrola sirove, napojne i kotlovske vode; određivanje tvrdoće, određivanje



alkaličnosti i njihov utjecaj na kotlovsku vodu;  
Karakteristike napojne i kotlovske vode;

#### **2.2.14. ELEKTROENERGETSKI SUSTAVI I ELEKTRIČNA MJERENJA:**

Vrste energetske izvora;

Podjela elektrana: po vrsti postrojenja i gorivu, vrste termoelektrana, vrste hidroelektrana, podjela elektrana s obzirom na ulogu u sustavu, snaga – učinak elektrane;

Termoelektrane: uloga, električno i toplinsko opterećenje, shema djelovanja u termoelektrani, princip djelovanja toplane, pokretanje i zaustavljanje termoelektrane;

Glavni pogonski objekti termoelektrane: skladište goriva, priprema i odvoz, pročišćavanje dimnih plinova, utjecaj na okolinu zagađenje zraka i daljinski transport, sustavi za osiguranje i pripremanje rashladne i pogonske vode, toplinsko zagađenje vode, utjecaj izdvajanja otpadne pare na mikroklimu i okoliš;

Električne sheme spajanja termoelektrane, električne jednopolne sheme termoelektrane, osiguranje vlastitih potreba u termoelektrani;

Vrste hidroelektrana: akumulacijske, protočne, pumpne (reverzibilne), po padu i vodotoku;

Glavni elementi hidroelektrane;

Vlastite potrebe u hidroelektrani, shema spajanja;

Pokretanje i zaustavljanje hidroelektrane;

Elektroenergetski sustav: potrošni okvir, dnevni dijagram opterećenja, konstantno i promjenljivo opterećenje, regulacija frekvencije i toka u elektroenergetskom sustavu;

Dispečerska služba: brzojavke, nalozi, telekomunikacijske veze;

Općenito o električnim mjernim instrumentima;

Mjerni uređaji, mjerna oprema, mjerenja, mjerenje neelektričnih veličina električnim putem, električna brojila, obrada i prikazi mjernih rezultata;

Mjerni transformatori;

Elektronički mjerni uređaji;

Mjerenje napona, struje, snage, otpora, kapaciteta, indukcije, frekvencije;

Određivanje mjesta kvara na cjevovodima i kablovima.

#### **2.2.15. RASKLOPNA POSTROJENJA, SKLOPNI APARATI, NAPRAVE:**

Osnovno o rasklopnim postrojenjima i uređajima: namjena i izvedba;

Glavni elementi u rasklopnom postrojenju: sabirnice, potporni i provodni izolatori, rastavljači, rastavne sklopke, prekidači;

Jednopolna shema rasklopnog postrojenja;

Shema spoja glavnih strujnih krugova: jednostruke, dvostruke i pomoćne

sabirnice, spojno polje;  
Elementi razvodnih i rasklopnih postrojenja u SF6 izvedbi;  
Rasklopna postrojenja: uzemljenja, mjerenja;  
Prigušnice;  
Odvodnici prenapona;  
Energetski, mjerni, signalni i komandni kablovi;  
Paralelni rad (pogon) transformatora;  
Mjerni strujni i naponski transformatori;  
Autotransformatori;  
Pogonska uputstva o rukovanju rasklopnih postrojenja i mreže;  
Shema spajanja i djelovanja rasklopnog postrojenja;  
Vođenje pogonske dokumentacije;  
Održavanje sklopnih aparata.

### **2.2.16. DALJINSKO UPRAVLJANJE I ZAŠTITA**

Općenito o zaštiti, selektivnost djelovanja, osjetljivost i sigurnost;  
Općenito o daljinskom upravljanju;  
Upuštanja: načini, primarno i sekundarno, izbor vrste upuštanja;  
Pogon za upravljanje: shema spajanja upravljanja, blokada i signalizacija položaja sklopke, blokada i signalizacija rastavljača;  
AKU baterija u rasklopnom postrojenju;  
Zaštita visokonaponskih vodova, transformatora, generatora, visoko i nisko naponskih motora;  
Komandne ploče, pultovi i ormari;  
Ponovno uključivanje vodova APU;  
Shema povezivanja i djelovanja daljinskog upravljanja i zaštite;  
Pogonska uputstva za daljinsko upravljanje.

### **2.2.17. INDUSTRIJSKE PEĆI:**

Povijest vatre, primjena u korisne svrhe, razvoj ložišta kroz razvoj čovječanstva.

Razvoj industrijskih peći, materijali za gradnju industrijskih peći.

Goriva: vrste goriva, kruto, tekuće i plinovito, toplinska moć goriva, karakteristike goriva, izgaranje, potpuno, nepotpuno, stehiometrijski odnosi, potrebna količina zraka, analiza dimnih plinova, gubici kod izgaranja, kontrola procesa izgaranja, visoko i niskotemperaturna korozija;

Ložišta za kruta goriva: ložišta za izgaranje u sloju, ložišta sa nepomičnom rešetkom, ravna, kosa, stepenasta, ložišta sa pomičnom rešetkom, lančana, pužna, kaskadna, kosa, potiskujuća, dodavači goriva, ložišta za drvene i druge otpatke, ložišta za ugljenu prašinu, mlinovi za ugljen;

Ložišta za tekuća goriva: gorionici s tlačnim raspršivanjem, parni gorionici,

emulzijski gorionici, rotacioni gorionici; dijelovi gorionika i plamenika.  
Ložišta za plinovita goriva: difuzni plamenici, injekcijski plamenici, ventilatorski plamenici, plinske rampe i instalacije;  
Instrumentacija peći, ručno vođenje, automatsko vođenje, kaskada.  
Potpala peći sa krutim tekućim i plinovitim gorivom, sušenje i dovođenje na radnu temperaturu.  
Sigurnosne mjere, postupak u slučaju iznenadnog gašenja, eksplozija, propuhivanje.  
Problemi u radu, nepravilan plamen, pulsiranje plamena, dimljenje, iskrenje i td.  
Produkti izgaranja. Propuh kroz peći, prirodni i umjetni, dijelovi i armatura dimnjaka.  
Gubici topline i racionalno korištenje, stupanj toplinske učinkovitosti.  
Ekologija industrijskih peći.  
Radovi za vrijeme obustava i remonata, čišćenje peći.  
Postupci za stavljanje industrijske peći u pogon.  
Postupci obustave rada industrijske peći, prisilna obustava.  
Postupci u slučaju nestanka napajanja (struja, voda, zrak, gorivo, para...) industrijske peći.  
Loženje sa otpadnom toplinom, utilizatori;  
Održavanje, nadzor i dokumentacija održavanja industrijske peći, pogonski podatci, vođenje pogonske dokumentacije;  
Industrijske peć u tehnološkom procesu: u industriji papira, proizvodnji cementa, kemijskoj industriji, prehrambenoj industriji –sušare, ciglanama i industriji građevinskog materijala, metalurgiji;

### **2.2.18. MOTORI S UNUTARNJIM IZGARANJEM:**

Vrste goriva za motore s unutarnji izgaranjem, tekuća, plinovita, nafta, vrste tekućih, vrste plinovitih goriva, toplotna snaga, uskladištenje;  
Izgaranje u motoru, promjene stanja plinova;  
Podjela motora s unutarnjim izgaranjem: po broju taktova, dvotaktni, četverotaktni, Otto, Diesel, po položaju cilindra i međusobnom položaju cilindara: ležeći, stojeći, nagnuti, linijski, pod kutom, zvijezda, po vrsti razdiobe smjese, bez ventila, po načinu dovoda goriva, sa prirodnim i umjetnim punjenjem, po načinu hlađenja: zračno, vodom hlađenje;  
Princip rada motora s unutarnjim izgaranjem: p–v dijagrami četverotaktnih i dvotaktnih Otto i Diesel motora, usis, tlačenje – kompresija – ekspanzija – radni takt, ispuh, odstupanje radnog od teorijskog p–v dijagrama;  
Snaga četverotaktnih i dvotaktnih motora sa unutarnjim izgaranjem: mehanički stupanj iskoristivosti, toplinska bilanca, toplinski gubici, specifična uporaba goriva;

Uređaji motora sa unutarnjim izgaranjem: uređaji za stvaranje gorive smjese, podmazivanje kod benzinskih motora, podmazivanje kod plinskih motora, rasplinjač – karburator, izravno ubrizgavanje, mješač plinskih motora, pročistač zraka, pumpe za podmazivanje, uređaji za paljenje kod benzinskih i plinskih motora: magnetsko i baterijsko, uređaji za dovod goriva i ubrizgavanje kod Diesel motora, pumpe za ubrizgavanje i pumpe za dobavu goriva, uređaji za pokretanje motora: ručno, električno, s komprimiranim zrakom;

Benzinski i plinski motori: općenito, glavni dijelovi, blok motora, glava motora, košuljice cilindara, glavni dijelovi mehanizma motora (klip, klipni prstenovi, klipnjača, razvodni mehanizam, ventili, ventilske vodilice, ventilske opruge, koljenasta osočina, čekić i nakovanj);

Diesel motori: općenito, glavni dijelovi, Diesel motori s kompresorom, način ubrizgavanja goriva;

Hlađenje motora SUI

Kvarovi: utvrđivanje i otklanjanje kvarova;

Pogonska dokumentacija, uvjeti za učinkovitu uporabu goriva kod pogona, pogonska spremnost.

### **2.2.19. ELEKTROTEHNIKA:**

Vrste struje: istosmjerna, izmjenična, jednofazna, višefazna;

Definicije: oznake, mjerne jedinice, mjerni instrumenti električnih veličina, jakost električne struje, napon, fazni i linijski pomak, snaga: prividna, aktivna i reaktivna, rad;

Aktivni otpor, indukcija, kapacitet, ukupni otpor, impendencija i  $\cos \varphi$ ;

Definicija i vrijednosti specifičnog otpora vodiča: bakar, srebro, aluminij, željezo, mjere i jedinice specifičnog otpora;

Ohmov zakon za istosmjernu i izmjeničnu struju;

Elektromagnetska indukcija, elektromagnetske i elektrodinamične sile;

Termoelektrične pojave: termoelementi i njihova uporaba;

Olovni akumulatori i njihova uporaba;

Vrste električne zaštite: uzemljenje, nulovanje, osigurači, prekidači;

Nastanak statičnog elektriciteta na strojevima i zaštita;

Statični elektricitet u atmosferi i gromobrani;

Signalizacija električne zaštite elektroenergetskog postrojenja, motornog postrojenja;

Električni strojevi za rad u eksplozivnoj atmosferi i zone opasnosti;

Pogon trofaznih asinkronih motora: direktno, zvijezda – trokut, pomoću otpornika i transformatora, frekventnim pretvaračem;

Greške i kvarovi na asinkronim motorima i način sprečavanja i otklanjanja.

### **2.2.20. KOMPRESORI I INSTALACIJE STLAČENOG ZRAKA**

Osobine plinova, tlačenje – kompresija plinova;  
Definicija, podjela i uporaba kompresora;  
Stapni – klipni kompresori: podjela po načinu djelovanja, položaju cilindara, broju stupnjeva djelovanja, načinu hlađenja;  
Osnovni dijelovi stapnih – klipnih kompresora;  
Princip rada stapnog – klipnog kompresora,  $p - v$  teoretski i praktični dijagram;  
Kapacitet, stupanj iskorištenja, vrste gubitaka i potrebna snaga za pogon kompresora;  
Načini regulacije stapnih – klipnih kompresora;  
Način podmazivanja i hlađenja stapnih – klipnih kompresora;  
Pomoćne naprave i instrumenti u kompresorskoj stanici;  
Turbo kompresori: aksijalni, radijalni s jednim ili više stupnjeva, osnovni dijelovi turbo kompresora i njihova funkcija, princip djelovanja, regulacija kapaciteta turbokompresora, način podmazivanja i hlađenja, podmazivanje;  
Vijčani kompresori: vrste, podjela i princip djelovanja, funkcionalna shema kompresorskog agregata, kompresori s promjenjivom dobavom stlačenog zraka, regulacija rada uljnih vijčanih kompresora, područje korištenja);  
Puhala; vrste, princip djelovanja, područje korištenja;  
Lamelasti kompresori; vrste, princip djelovanja, područje korištenja;  
Membranski kompresori; vrste, princip djelovanja, područje korištenja;  
Specijalne konstrukcije stapnih – klipnih kompresora;

## **INSTALACIJE STLAČENOG ZRAKA :**

Kvaliteta stlačenog zraka prema ISO 8573 i ISO 12500 standardima,  
Rashladni sušači zraka,  
Apsorpcijski sušači zraka,  
Filteri stlačenog zraka,  
Odvajači kondenzata,  
Lokalni, centralizirani i složeni sustavi opskrbe stlačenim zrakom,  
Kvarovi opreme u kompresorskoj stanici; smetnje i njihovo otklanjanje, dokumentacija,  
Upravljanje i regulacija rada sustava opskrbe stlačenim zrakom,  
Pokretni kompresorski agregati.

### **2.2.21. RASHLADNI UREĐAJI:**

Karakteristične fizikalne veličine: temperatura, temperatura smrzavanja i ključanja, kritična temperatura, tlak i kritični tlak;  
Prijenos topline – hlađenja: definicija prijenosa topline kod krutih, tekućih i plinovitih tijela, prijenos i prijelaz topline kroz ravnu ploču i cijev;  
Amonijak kao rashladno sredstvo: njegova uporaba, afinitet, fiziološko

djelovanje i dobivanje;  
Ugljični dioksid, suhi led, dušik, sumpor dioksid, metil klorid: uporaba, fiziološko djelovanje i dobivanje;  
Freoni: općenito, uporaba, fiziološko djelovanje i dobivanje;  
Hlađenje: općenito o hlađenju, uporaba;  
Hladnjaci i komore za hlađenje, zamrzavanje i skladištenje te održavanje prehrambenih artikla;  
Kompresorski rashladni uređaji;  
Apsorpcijski rashladni uređaji;  
Termoelektrični sustavi hlađenja;  
Ejektorski sustavi hlađenja;  
Zračni sustavi hlađenja;  
Tok kompresorskog hlađenja sa shemom djelovanja i dijagramom;  
Punjenje s rashladnim sredstvom kompresorskih rashladnih agregata i uređaja;  
Punjenje i način podmazivanja rashladnih postrojenja, vrste ulja;  
Optimalni režim djelovanja i regulacija kapaciteta kompresorskih rashladnih uređaja;  
Automatika: općenito regulacijski i magnetski ventili, mjerači nivoa, termostati, presostati i druga oprema, podešavanje automatskog rada;  
Kompresori za hlađenje, isparivači, kondenzatori, izmjenjivači topline, odvajači tekućine, odvajači ulja, armatura, cjevovodi;  
Izbor kapaciteta, snage, stupnja iskorištenja kompresora i pumpe;  
Izolacija: materijal za izolaciju, proračun i izbor ekonomske debljine izolacije;  
Brtvljenje rashladnih uređaja;  
Materijal za izradu elemenata rashladnog postrojenja, materijal za niske temperature, metali, obojeni metali, nemetali;  
Primjena mehaničkih svojstava materijala kod niskih temperatura, čvrstoća, tvrdoća, žilavost, rastezanje, kontrakcija ;  
Mjesto ugradnje rashladnih uređaja i zaštitne mjere;  
Sakupljači, separatori i druge tlačne posude: podjela, uporaba, način uporabe.

## **2.2.22. CRPNE (PUMPNE) STANICE – POSTROJENJA:**

Osnovni princip transporta tekućina;  
Namjena i podjela;  
Osnove hidraulike;  
Kavitacija;  
Centrifugalne pumpe: princip djelovanja, podjela, namjena uporabe, dobre i loše strane u odnosu na klipne pumpe, visina dobave, potrebna snaga za pogon pumpe i stupanj korisnog učinka, karakteristika pumpe i cjevovoda, serijski i paralelan rad pumpi, osnovni dijelovi: kućište, rotor, stator, brtve,

brtveći prsteni, ležajevi, elementi za izjednačenje aksijalne sile, konstruktivne izvedbe, jednostupanjske i višestupanjske, vertikalne, potopne, postavljanje i ugradnja, pogon, regulacija, pregled osnovnih nepravilnosti i otklanjanje istih, kontrola pogona, održavanje;

Stapne-klipne pumpe: princip djelovanja, namjena i uporaba, loše i dobre strane u odnosu na centrifugalne pumpe, potrebna snaga i stupanj iskoristivosti, količina protoka, zračne, jedno i višeradne te diferencijalne pumpe, osnovni dijelovi, kućište, stap, ventili, brtve, regulacija, postavljanje i ugradnja, pogon, pregled osnovnih nepravilnosti i otklanjanje istih, kontrola pogona, održavanje;

Stapne crpke pogonjene stlačivim medijem (para, zrak i dr.);

Propelerske pumpe;

Specijalne pumpe: mamut, zupčaste, klipne, reakcijske, hidraulično udarne, pumpe s komprimiranim zrakom;

Hidroforsko postrojenje: vrste i primjena;

Pumpna postrojenja – stanice: vrste i primjena, armatura i ostala oprema pumpnih postrojenja.

Regulacija i upravljanje radom crpki

### **2.2.23. PLINSKI UREĐAJI I NAPRAVE:**

Vrste i uporaba plinova;

Tehnički plinovi: zrak, kisik, dušik, acetilen, ugljični dioksid, amonijak;

Gorivi plinovi: prirodni plin, gradski plin, propan, butan, mješavina propana i butana, bio plin i dr.;

Karakteristike gorivih plinova: ogrjevna vrijednost, relativna gustoća, temperatura paljenja, brzina širenja plamena, granice eksplozivnosti, maksimalna količina ugljičnog dioksida (CO<sub>2</sub>) u dimnim plinovima, temperatura izgaranja, Wobbeov indeks, toplinsko opterećenje, korisnost, teoretska količina zraka, teoretska količina dimnih plinova;

Opskrba i distribucija plina, transport prirodnog plina u Hrvatskoj, distribucija drugih plinova, vrste plinovoda: vanjski, unutarnji, skladištenje plinova, tlačne posude, čelični spremnici u gospodarstvu, baterije čeličnih plinskih boca, izdvajanje ukapljenog naftnog plina, isparivačke stanice, isparivačke stanice za tehničke plinove;

Plinska oprema: cijevi, zaporna armatura, sigurnosna armatura, regulacija tlaka, mjerenje potrošnje plina, mjerno–regulacijske i odorizacijske stanice, protukorozijska i katodna zaštita;

Plinovodi i plinske instalacije: polaganje plinovoda, ispitivanje plinovoda na nepropusnost i čvrstoću, čišćenje i sušenje plinovoda, preuzimanje i punjenje plinovoda, kućne plinske instalacije, dimovodne instalacije

Sigurnosni propisi: sigurnosni propisi za rad sa plinom i plinskim uređajima,

sigurnosni propisi kod izvođenja radova na plinskoj mreži i mjerno-regulacijskim stanicama, te plinskim instalacijama;

Pouzdanost dobave plina;

Pojedini primjeri uporabe prirodnog plina u industriji i energetici.

#### **2.2.24. CENTRALNO GRIJANJE:**

Meteorološke i higijenske osnove: temperatura, toplina, prijenos topline vođenjem (kondukcija), prijenosom (konvekcija), zračenje (radijacija), znojenje, izdisanje, vlaga, čisti zrak, osjećaj ugođaja,

Grijanje: općenito, načini grijanja, lokalno grijanje, peći na kruta goriva, peći na tekuća goriva, peći na plinovita goriva, električne peći;

Centralno grijanje: općenito, sustavi centralnog grijanja, etažno grijanje, toplovodno, parno, vakuumsko, vrelovodno, zračno grijanje;

Izvedbe centralnog grijanja; radijatorsko, stropno, podno, zidno, dvocijevni, jednocjevni sustav, odzračivanje;

Sanitarna voda: sustavi, lokalna i daljinska priprema, oprema i uređaji za pripremu tople sanitarne vode;

Elementi centralnog grijanja: grijuća tijela, lamelni radijatori, pločasti grijači, radijatori, lijevani, čelični, konvektori, ugradnja grijućih tijela, cijevi, cijevna mreža, prolazi kroz stjenke, zaporna armatura, uležištenje, ovješeno, kompenzacijski elementi, razdjelnici topline, izolacija cjevovoda;

Regulacija centralnog grijanja: općenito, oprema i pribor, sustavi regulacije, automatika;

Daljinsko grijanje: općenito, prijenos topline na daljinu, cijevna mreža, izbor medija za prijenos topline, izmjenjivači topline, toplinske stanice;

Mjerenje potrošnje topline, sustavi i način izvedbe, elementi izvedbe, toplinski razdjelnici

Učinkovito korištenje toplinske energije kod centralnog grijanja.

#### **2.2.25. KOTLOVI CENTRALNOG GRIJANJA:**

Općenito o kotlovima centralnog grijanja: toplovodni i termouljni kotlovi, kotlovi na kruta goriva, lijevani, čelični, kotlovi za tekuća i plinovita goriva, kombinirani kotlovi, kotlovi na biomasu, materijal za izradu kotlova;

sustavi izgaranja, goriva, vrste goriva, kruto, tekuće i plinovito, ogrjevna vrijednost goriva, karakteristike goriva, izgaranje potpuno, nepotpuno, stehiometrijski odnosi, potrebna količina zraka, analiza dimnih plinova, gubici kod izgaranja, kontrola procesa izgaranja, visoko i nisko temperaturna korozija izgaranje, osnovni pojmovi, kontrola izgaranja, izgaranje krutih goriva u sloju i prostoru, izgaranje tekućih goriva, izgaranje plinskih goriva, kombinirano izgaranje

Elementi i oprema kotlova: ložišta, pokretne i nepokretne rešetke, plamenici



na tekuća i plinovita goriva, oprema plamenika, termometri, manometri, hidrometri, vodokazi, pumpe, ugradnja pumpi, zaporni organi, regulacija i dr.;  
Zaštita kotlova, zaštita instalacije grijanja i oprema: ekspanzijske posude, U cijev, sigurnosni ventil, termostati, tlačna sklopka, vodokaz, plinske rampe;  
Kotlovnice: općenito, ugradnja kotlova i druge opreme centralnog grijanja, uvjeti koje mora ispunjavati kotlovnica, principijelne sheme kotlovnice;  
Dimnjak i dimovodni kanali: uvjeti izgradnje, izvedbe, analiza dimnih plinova, čađenje, potpuno i nepotpuno izgaranje, stupanj iskorištenja izgaranja, odstranjivanje čađe i pepela, greške dimnjaka, emisija škodljivih tvari;  
Skladištenje goriva: načini uskladištenja pojedinih vrsta goriva, spremnici za tekuća i plinovita goriva, čelične i tlačne posude za tehničke plinove;  
Zaštitni sustavi centralnog grijanja: općenito, propisi i norme, izvedbe, principijelne sheme zaštite sustava na kruta, tekuća i plinovita goriva;  
Napojna voda, punjenje sustava sa vodom, karakteristike vode, kvaliteta vode, kontrola kvalitete vode;  
Pogon s kotlom i kotlovskom opremom: pravilan način pogona, uputstva, evidencije, iskoristivost i djelovanje kotla, gubici, čišćenje i održavanje, kvarovi na kotlu i drugoj opremi, tehnička i druga kotlovska dokumentacija;  
Učinkovito korištenje topline: racionalna uporaba goriva, snižavanje temperature u zatvorenim prostorima, redovita kontrola ogrjevnih tijela, čišćenje ogrjevnih površina, kontrola nepropusnosti armature, kontrola izolacije, promjena načina loženja, ugradnja automatskih regulacijskih uređaja za optimalni pogon, konstantna kontrola iskoristivosti kotla i izgaranja.  
Automatika: općenito, regulacijski i magnetski ventili, mjerači nivoa, termostati, presostati i druga oprema, podešavanje automatskog rada;

## **2.2.26. FIZIKA, KEMIJA, ELEKTROTEHNIKA, TEHNOLOGIJA METALA I NEMETALA**

### **FIZIKA:**

- Fizičke i kemijske promjene i njihove razlike;
- Pojam tijela: agregatna stanja, prijelaz iz jednog u drugo agregatno stanje;
- Pojam sile: sila teža, masa, težina tijela, volumen, gustoća i specifična težina tijela;
- Mehanički rad: jedinice za mjerenje mehaničkog rada;
- Snaga: jedinica za mjerenje snage;
- Osobine krutih, tekućih i plinovitih tijela: ponašanje tijela kod zagrijavanja i hlađenja;
- Tlak: mjerenje tlaka, jedinice za tlak, podtlak, nadtlak, atmosferski tlak, apsolutni tlak;

Prenašanje tlaka kod tekućina: spojene posude, hidraulične prese, Arhimedov zakon;

Toplina: opći pojmovi, dobivanje i iskorištenje topline, jedinice za mjerenje topline, odnos mehaničkog rada i topline;

Temperatura: jedinice za mjerenje temperature, razlika između topline i temperature;

Specifična toplina: uporaba topline u tehničke svrhe;

Vodena para: osobine, ovisnost od temperature i tlaka, zasićena, suho zasićena i pregrijana vodena para;

Prijenos topline: vođenjem (kondukcija), prijenosom (konvekcija), zračenjem (radijacija);

Tvar ili materija: elementi, spojevi, smjese, agregatna stanja, sinteza, analiza, oksidacija, redukcija, atomi i molekule;

### **TEHNOLOGIJA METALA I NEMETALA:**

- Tehnologija metala - kovine: dobivanje, pojam i svojstva materijala;

- Čelik, druge kovine i metali - uporaba u kotlogradnji;

Zavarivanje: plinsko, elektrolučno, elektrotoporno, lemljenje: tvrdo i meko;

- Tehnologija nemetala: sumpor, vodik, ugljik, kisik, dušik, sumporni dioksid, sumpor, natrij, kalij

    kalcij, magnezij, ugljični dioksid, ugljični monoksid;

    Antikorozijska zaštita, materijali za toplinsku izolaciju;

Materijali za brtvljenje, maziva.

### **KEMIJA:**

Uvod u kemiju, osnove kemije

Tvari ili supstancije (čiste tvari i smjese tvari), promjene tvari

Atomi i molekule;

Smjese i spojevi;

Zrak;

Kemijski elementi – periodni sustav elemenata

Kemijsko vezivanje elemenata

Kemijske jednadžbe

Otopine

Oksidi, kiseline, lužine, soli;

Kemijski elementi i spojevi - sumpor, vodik, ugljik, kisik, sumporni dioksid, ugljični dioksid, ugljični monoksid;

Korozija i zaštita od korozije

Organska kemija – kemija ugljikovih spojeva

## **ELEKTROTEHNIKA:**

Vrste struje: istosmjerna, izmjenična, jednofazna i trofazna;

Jakost električne struje: jedinica za mjerenje jakosti električne struje;

Napon električne struje: jedinica za mjerenje napona električne struje;

Snaga električne struje: jedinica za mjerenje snage električne struje;

Vodiči, poluvodiči i izolatori električne struje;

Vrste elektromotora: za jednosmjernu i izmjeničnu struju, jednofazni, trofazni;

Akumulatori; akumulatorske baterije i njihova uporaba;

Elektromagneti i njihova uporaba;

Termoelementi i njihova uporaba;

Transformatori: osnovni pojmovi i uporaba.

## **2.2.27. KLIMATIZACIJA I PROVJETRANJE:**

Pojam klimatizacije prostora; kvaliteta zraka,

Sustavi klimatizacije; općenito,

Uređaji za klimatizaciju prostorija,

Parametri sustava: količina zraka, toplinsko opterećenje, h-x dijagram,

Primjene sustava za klimatizaciju,

Općenito o provjetravanju: vrste provjetravanja: nepredviđeno, s otvaranjem prozora, kanalsko, prisilno;

Zahvat zraka;

Čišćenje zraka;

Grijači zraka: ventilatori, kaloriferi;

Klimatizacijske i prozračne naprave i uređaji;

Kanali: općenito o dimenzioniranju i odabiranju veličina, osnove;

Upuhivanje zraka u prostor: općenito, temperatura zraka, mjesto ubacivanja zraka;

Buka;

Zračno grijanje i hlađenje: općenito, temperatura ubacivanog zraka, površina grijača;

Odsisavanje: općenito, brzina odsisavanja, praktične izvedbe, usisni priključci, kanali ciklon i filtri, ventilatori;

Klimatizacija: općenito, vlažni zrak, dijagram za vlažni zrak, promjene stanja vlažnog zraka, miješanje i grijanje, hlađenje, ovlaživanje, odvlaživanje;

Klima uređaji - podjela klima uređaja;

Rashladni uređaji u klimatizaciji;

Zimski i ljetni pogon klima uređaja, djelovanje klima uređaja zimi i ljeti.

Automatika: općenito, regulacijski i magnetski ventili, mjerači nivoa, termostati, presostati i druga oprema, podešavanje automatskog rada;

## **PROVJETRANJE I TERMOVENTILACIJA:**

Općenito o provjetravanju: vrste provjetravanja: nepredviđeno, s otvaranjem prozora, kanalsko, prisilno;  
Zahvat zraka;  
Čišćenje zraka;  
Grijači zraka, ventilatori, kaloriferi;  
Zračno grijanje termoventilacija: općenito, temperatura ubacivanog zraka, površina grijača;

### **2.2.28. OSNOVE PLINSKE TEHNIKE:**

Agregatna stanja tvari;  
Fizikalne osobine plinova;  
Uporaba plinskih zakona i primjeri iz prakse;  
Plinske smjese;  
Plinovi i pare;  
Vlažnost plina, topivost plina u tekućinama, kompresija, ekspanzija;  
Kritično stanje plina, ukapljivanje plina;  
Ponašanje ukapljenog plina kod oduzimanja iz spremnika;  
Specifična toplina plinova;  
Neke važne zakonitosti plinskih reakcija;  
Sadržaj unutarnje topline plinova;  
Karakteristični podaci pojedinih plinova: zrak, kisik, dušik, argon, vodik, klor, metan, propan, butan, acetilen, ugljični dioksid, amonijak, freoni i dr.  
Granice paljenja i eksplozivnosti plinova

### **2.2.29. PUNJENJE TLAČNIH POSUDA:**

Vrste pokretnih posuda pod tlakom za punjenje tehničkih plinova;  
Izrada posuda: žarenje, popuštanje, uređaji za stabilnost i ojačanja;  
Oprema posuda, oznake na posudama;  
Bojanje posuda;  
Posude za acetilen;  
Priprema posuda za punjenje;  
Pregledi i ispitivanja posuda;  
Vrste ventila na posudama;  
Rezultati ispitivanja, evidencija i nadzor;  
Stanice za tehničke plinove s pomičnim posudama;  
Skladištenje, transport i distribucija tehničkih plinova;  
Propisi za proizvodnju i prodaju tehničkih plinova;  
Sigurnosne mjere kod punjenja i pražnjenja posuda i spremnika, vođenje evidencije.

### **2.2.30. POGON OBNOVLJIVIH IZVORA:**

Spoznavanje globalne važnosti obnovljivih izvora u kompetitivnosti s konvencionalnim energentima;  
Udio obnovljivih izvora u energetskej potrošnji u skladu s EU-informativno;  
Proizvodnja energije;  
Pregled obnovljivih izvora energije: sunčevo zračenje, energija vjetra, geotermalna energija, energija biomase;  
Principi obnovljive energije;  
Integracija obnovljivih energetskej tehnologija i koncept samoodrživog razvoja;

### **SUNČEVO ZRAČENJE;**

Pretvorba sunčeve energije u toplinu i električnu energiju;  
Elementi za korištenje sunčeve energije;  
Osnovne izvedbe fotonaponskej sustava;  
Ravni i koncentrični solarni kolektori;  
Grijanje i hlađenje sunčevom i geotermalnom energijom;

### **ENERGIJA VJETRA:**

Vrednovanje brzine vjetra i utjecajni faktori, princip rada vjetrogeneratora;  
Osnovni dijelovi vjetrogeneratora;  
Tehnički sustav vjetroelektrana, prikaz postrojenja na kojem je vršena stručna praksa ;

### **ENERGIJA BIOMASE:**

Osnovni elementi postrojenja za iskorištavanje energije biomase;  
Način rada i rukovanja sa izvedenim postrojenjem;

### **GEOTERMALNA ENERGIJA:**

Osnovni elementi postrojenja za iskorištavanje geotermalne energije;  
Način rada i rukovanja s izvedenim postrojenjem;  
Dizalice topline i primjena u kombinaciji s obnovljivim izvorima energije;  
Prikaz-shema pogona obnovljivog izvora energije na kojem je djelatnik radio (vršio praktični dio obuke), opis djelova postrojenja i rada s postrojenjem.

### **2.2.31. PUNJENJE MOTORNIH VOZILA TEHNIČKIM PLINOM**

Vrste pokretnih posuda pod tlakom za punjenje tehničkih plinova;  
Vanjski i unutrašnji pregled posuda;  
Poznavanje veličine punjenja za tekuće plinove pod tlakom;  
Vrste ventila za pokretne posude pod tlakom u kojima se stavljaju u promet tehnički plinovi;  
Označavanje posuda pod tlakom (bojom);

Dužnost punioca tehničkih plinova pri punjenju;  
Postrojenje za istakanje auto-plina i punjenje u automobile –SKID;  
Oprema za pretakanje, spremnik UNP-a, pumpa za prepumpavanje UNP-a:  
Oprema za istakanje, punjenje UNP-a u automobile;  
Sigurnosna i pokazna armatura na instalaciji za pretakanje i istakanje auto-plina,  
Protulomni ventil, senzor protoka tekuće faze, sigurnosni ventil ,  
elektromagnetni ventil, pokazivač tlaka i temperature.