Mašinski fakultet / MAŠINSTVO / MJERENJE U ENERGETICI

Uslovljenost drugim predmetima	Nema
Ciljevi izučavanja predmeta	Upoznavanje sa osnovnim metodama mjerenja strujnih i termičkih parametara (temperature, pritiska, protoka, potrošnje električne energije), izvedenih veličina (efikasnost razmjenjivača, efikasnost "COP" sistema KGH i dr), i specifičnom energetskom opremom u Laboratoriji za Energetiku.
Ime i prezime nastavnika i saradnika	Prof. dr Milan Šekularac, dipl.maš.ing / Prof. dr Nikola Žarić, dipl.ing.el. mr Boris Hrnčić, dipl.maš.ing.
Metod nastave i savladanja gradiva	Predavanja, auditorne vježbe, laboratorijske vježbe
I nedjelja, pred.	Opšti pregled fizičkih veličina od interesa za mjerenje kod energetskih instalacija i sistema KGH (klimatizacija, grijanje, hlađenje). Pregled instrumenata i tehnika za mjerenje temperature. Pregled instrumenata i tehnika za mjerenje protoka. Mjerenje pritiska. Mjerenje električnih veličina (napon, struja, cos(fi)). Izvedene veličine: koeficijent prolaza toplote i efikasnost razmjenjivača u sistemu KGH; Isparivači i kondenzatori - proračun i mjerenje; grejni / rashladni faktor toplotne pumpe odn cijele KGH instalacije (COP, EER);
I nedjelja, vježbe	Pregled fizičkih veličina, tipskih instrumenata i tehnika mjerenja, neposredan uvid u laboratoriji i susret sa opremom i KGH instalacijom
II nedjelja, pred.	Osnovni elementi rashladnih (HVAC) instalacija; Principijelna shema toplotne pumpe vazduh – voda KTK - JWR/WP/SP u laboratoriji za Energetiku Mašinskog fakultet UCG. Pregled sheme, termodinamičkog ln(p)-i dijagrama radnog fluida R407C, skica tipičnog rashladnog ciklusa, pregled karakteristika kondenzatora i isparivača. Proračun ciklusa iterativnim putem kod vremenski promjenljivog rada sistema. 11S/Z/P;
II nedjelja, vježbe	Osnovni proračun komponenti sistema. Uvid u termodinamički ln(p)-i dijagram i ciklus. Karakteristike razmjenjivača
III nedjelja, pred.	Proračun dinamike rada KGH sistema. Izvedene veličine (COP)
III nedjelja, vježbe	Performanse sistema KGH i komponenti. Uvid kroz eksperiment na instalaciji u laboratoriji.
IV nedjelja, pred.	Termometri, termoparovi; Vremenska konstanta kod prelaznih / nestacionarnih procesa; Mjerenje temperature u fluidu koji se kreće.
IV nedjelja, vježbe	Mjerenje temperature, instrumenti i akvizicija, vremenska konstanta. LabView akvizicija sa DAQ kartice u računar
V nedjelja, pred.	IC kamera (termokamera) i obrada podataka
V nedjelja, vježbe	Mjerenje termokamerom
VI nedjelja, pred.	Mjerenje protoka fluida; Pregled tehnika i instrumenata: mjerenje protoka vaganjem, volumetrijska metoda, mjerenje protoka blendom, mjerači protoka sa rotirajućim tijelom (turbinski), ultrazvučni protokomjer, elektromagnetni protkomjer. Neposredan uvid u laboratoriji.
VI nedjelja, vježbe	Upoznavanje sa opremom za mjrenje protoka. Mjerenje brzine i protoka vazduha u sistemima ventilacije. Pitot sonda i turbinski protokomjer.
VII nedjelja, pred.	Mjerenje protoka pomoću turbinskog protokomjera, slučaj vazduha u sistemima ventilacije i vode u zatvorenom KGH hidrauličkom krugu. Mjerenje protoka vode blendom. Karakteristika blende po literaturi i neposredan eksperimentalni uvid u laboratoriji. Primjer praktičnog proračuna iz inženjerske prakse, za određivanje protoka fluida kroz blendu na osnovu izmjerenog diferencijalnog pritiska blende i poznate geometrije blende.
VII nedjelja, vježbe	Mjerenje protoka pomoću blende
VIII nedjelja, pred.	Mjerenje pritiska. Statički, dinamički, totalni pritisak. Pitot sonda. Laboratorijski i terenski instrumenti. Dead-weight tester manometara.
VIII nedjelja, vježbe	Mjerenje dinamičkog i apsolutnog pritiska komercijalnim instrumentima.
IX nedjelja, pred.	Mjerenje karakteristika komponenti sistema KGH: kofeficijent prolaza toplote i efikasnost razmjenjivača toplote u sistemu - eksperimentalni uvid i proračun na osnovu specijalizovane literature. Karakteristike ventilatorkonvektora (fan coil aparata) sistema KGH u laboratoriji. Mjerenje električnih veličina, aktivna snaga. Određivanje električne potrošnje u kW i grejnog / rashladnog faktora KGH instalacije.
IX nedjelja, vježbe	Mjerenje energetskih performansi KGH sistema i komponenti u laboratoriji.
X nedjelja, pred.	Određivanje COP sistema KGH u promjenjivim uslovima rada.
X nedjelja, vježbe	Određivanje sezonskog COP kod KGH sistema.
XI nedjelja, pred.	Termoelektrični generator, osnovne karakteristike

XI nedjelja, vježbe	Eksperiment sa termoelektričnim generatorom
XII nedjelja, pred.	DAQ - Akvizicija i obrada signala
XII nedjelja, vježbe	Akvizicija signala upotrebom LabView i obrada u Matlab
XIII nedjelja, pred.	
XIII nedjelja, vježbe	
XIV nedjelja, pred.	
XIV nedjelja, vježbe	
XV nedjelja, pred.	
XV nedjelja, vježbe	
Obaveze studenta u toku nastave	
Konsultacije	
Opterećenje studenta u casovima	
Literatura	1. Bilješke predmetnog nastavnika i magistarski rad ,,Dinamika sistema toplotna pumpa - klima komora u rashladnom režimu rada", M.Šekularac, 2008. 2. Publikacije proizvođača KGH opreme i mjerno-akvizicione opreme iz laboratorije; Izvodi iz literature o dostupnoj KGH opremi i rashladnom fluidu R407C 3. Slajdovi sa predavanja 4. Osnovi tehnike mjerenja, Ivo Vušković, Mašinski fakultet Beograd 5. Odabrani naučni radovi 6. Tutorijali za LabView
Oblici provjere znanja i ocjenjivanje	Odbrana seminarskih radova sa urađenim zadacima sa laboratorijskih vježbi. Pismeni završni test.
Posebne naznake za predmet	
Napomena	
Ishodi učenja	Očekuje se da student: 1. Interpretira značaj eksperimenata u istraživačkom procesu; 2. Opiše eksperimentalnu instalaciju u Laboratoriji za Energetiku Mašinskog fakulteta; 3. Poznaje i interpretira standarde za mjerenje temperature; 4. Opiše principe rada termo-električnih uređaja za mjerenje temperature (termoparovi, termorezistori , princip rada termokamere) i dr; 5. Interpretiraju i izračunaju vremensku karakteristiku senzora u laboratoriji; 6. Interpretiraju i predstave metodu za izračunavanje karakteristike blende za mjerenje protoka u sistemima KGH. Izvrše validaciju rezultata na laboratorijskoj instalaciji KGH sa istom blendom. Sprovedu samostalni proračun za određene ulazne podatke kakav se vrši u inženjerskoj praksi. 7.Interpretiraju i izračunaju bilanse toplotne pumpe vazduh – voda primjenom svih mjernih uređaja na instalaciji za klimatizaciju; 8. Definišu karakteristike ventilator-konvektora u sistemu KGH, razmjenjivača voda-vazduh i voda-freon u sistemu KGH u laboratoriji. 9. Osposobe se za mjerenje osnovnih električnih veličina koje karakterišu električno opterećenje mašine 10. Sračunaju koeficijent "COP" sistema toplotna puma-klima komora.