

DOKTORSKI STUDIJ

OBRAZAC ZA PREDMET

Naziv predmeta	Rashladno-ogrjevni procesi s dizalicama topline
Ime i prezime nastavnika	Vladimir Soldo
Status predmeta	Izborni smjera
ECTS bodovi	6
Smjer doktorskog studija	Procesno-energetski smjer
Područja istraživanja koje pokriva predmet	Prijenos topline i tvari Energetsko i procesno inženjerstvo Inženjersko modeliranje i računalne simulacije
Sadržaj i ciljevi kolegija	Kolegij bi pružao znanja o načelima ljevokretnih kružnih procesa u režimu hlađenja i režimu grijanja korištenjem različitih oblika kompenzacijske energije, te različitih obnovljivih toplinskih spremnika. 1. Načela ljevokretnih kružnih procesa. Rad uređaja u režimu grijanja i režimu hlađenja – rad dizalice topline. Podjela sustava prema kompenzacijskoj energiji: kompresijski, sorpcijski, magnetski, ejektorski. 2. Učinkovitost ljevokretnih procesa. Definicija i proračun godišnje/sezonske vrijednosti faktora hlađenja i faktora grijanja. Godišnje bilanciranje sustava. Istovremeno korištenje rashladnog i ogrjevnog učinka dizalice topline. 3. Obnovljivi toplinski spremnici: tlo, voda, zrak, direktno sunčevo zračenje - Geotermalne dizalice topline. Nestacionarne promjene u tlu. Laboratorijski rad. - Solarne dizalice topline. Laboratorijski rad. - Podzemne i površinske vode kao izvor/ponor topline 4. Apsorpcijske dizalice topline 5. Usporedba dizalica topline s konvencionalnim sustavima grijanja i hlađenja. Ekonomski i ekološki kriteriji vrednovanja različitih sustava grijanja i hlađenja. Investicijski i pogonski troškovi. Period povrata ulaganja.

Ishodi učenja	Nakon uspješno svladanog kolegija, student će moći: 1. vrednovati u praksi primjenjiva znanja o dizalicama topline kao visokoučinkovitim sustavima za grijanje i hlađenje uporabom obnovljivog izvora energije, 2. postaviti različite proračune ljevokrtenih procesa bilo u režimu grijanja ili režimu hlađenja, 3. postaviti proračun dizalice topline tlo-voda (zrak-voda) prema normi HRN EN 15316-4-2, 4. usporediti dizalice topline s konvencionalnim sustavima grijanja i hlađenja, 5. provoditi eksperimentalni rad u Laboratoriju za toplinu i toplinske uređaje na geotermalnoj dizalici topline te solarnoj dizalici topline, 6. preporučiti optimalno rješenje termotehničkog sustava s dizalicom topline.
Način izvođenja nastave	- predavanje - seminari i radionice - samostalni zadaci - laboratorij
Osnovna literatura	1. I. Dincer; M. Kanoglu: Refrigeration Systems and Applications, Wiley, 2010 2. S.K. Wang: Handbook of Air Conditioning and Refrigeration, McGraw-Hill 2000. 3. E. Granryd: Introduction to Refrigerating Engineering, Part I&II, Royal Institute of Technology, Stockholm, 2005. 4. E. Silberstein: Heat Pumps, Delmar Learning 2002.
Dopunska literatura	1. Norme iz područja dizalica topline i rashladnih uređaja (HRN EN 14511; HRN EN 15316-4-2)
Način polaganja ispita	Studentski rad se vrednuje kroz zalaganje i samostalna objašnjenja na predavanjima, te kroz rješavanje računskih zadataka na vježbama i seminarima.
Način praćenja kvalitete i uspješnosti izvedbe kolegija	Zalaganje i interakcija nastavnik-student na predavanju i vježbama. Redovite konzultacije za vrijeme izrade zadataka i seminara.

1. Soldo, Vladimir; Ruševljan, Miroslav; Grozdek, Marino; Ćurko, Tonko. Impact of the Ground-Source Heat Pump Running Time Duration on the System Efficiency // CD Proceedings of the 23rd IIR International Congress of Refrigeration. Prag, 2011.
2. Soldo, Vladimir; Ruševljan, Miroslav; Ćurko, Tonko; Grozdek, Marino. Ground-source heat pump with a 100 m deep borehole heat exchanger – start up and first results // IIR/Eurotherm Sustainable Refrigeration and Heat Pump Technology Conference / Bjorn Palm (ur.). Stockholm : KTH, 2010. VCH-2
3. Soldo, Vladimir; Ruševljan, Miroslav; Grozdek, Marino; Ćurko, Tonko. GROUND SOURCE HEAT PUMP IN COOLING MODE // Energy and the Environment 2010 / Manificat, Andre ; Thonon, Bernard (ur.). Rijeka : GRETh, 2010. 31-37
4. Soldo, Vladimir; Ruševljan, Miroslav; Ćurko, Tonko. PRORAČUN DIZALICE TOPLINE TLO-VODA PREMA NORMI HRN EN 15316-4-2 // Inteklima 2011 / Mladen Andrassy (ur.). Zagreb : Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, 2011.
5. Soldo, Vladimir; Ruševljan, Miroslav; Ćurko, Tonko; Lepoša, Leon. RAZVOJ I PRIMJENA DIZALICA TOPLINE POVEZANIH S TLOM // 2. međunarodni kongres dani inženjera strojarstva / Pavković, Branimir (ur.). Zagreb : Hrvatska komora inženjera strojarstva, 2011. 223-232
6. V. Soldo, Rashladni sustavi i dizalice topline, oprema i komponente, poglavlje IX., Priručnik za energetska certificiranje zgrada, Pavković, Branimir (ur.), Zanki, Vlasta (ur.), str. 577-634, UNDP, Zagreb, 2010.
7. Soldo, Vladimir; Ćurko, Tonko; Grozdek, Marino. Comparison of the thermal performance of the solar assisted heat pump to the conventional solar system // Proceedings: Refrigeration Creates the Future. Peking : Chinese Association of Refrigeration, 2007. E2-5