

RTU studiju kurss "Siltuma elektrostacijas"**31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte****Vispārējā informācija**

Kods	BM0612
Nosaukums	Siltuma elektrostacijas
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītspēks	Dmitrijs Rusovs - Doktors, Asociētais profesors
Mācītspēks	Varis Žentiņš - Doktors, Docents
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 6.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kurss paredzēts zināšanu apguvei par vienlaicīgu siltuma un elektriskās enerģijas ražošanu, to īpatnībām, termoelektrostaciju (TES) shēmām, elementiem un konstrukcijām. Tiks modelēta iekārtu mijiedarbība un noslodze, veikta to darbības plānošana izmantojot reālas iekārtas un to ekspluatācijas īpatnības. Studiju kurss ir pielāgots kombinēto studiju metodikai, un ietver asinhronas un sinhronas studiju aktivitātes, kā arī nepieciešamos atbalsta materiālus studiju asinhronām aktivitātēm. Tiks izmantota augstas veiktspējas skaitļošanas platforma praktiskajiem darbiem ar kodiem JupyterLab vidē. Galvenās tēmas: TES, to klasifikācijas un salīdzināšana, principiālās shēmas, enerģētiskie un ekonomiskie efektivitātes rādītāji, TES shēmu aprēķina metodikas, gāzu un tvaika turbīnu iekārtas, TES izvietojums un ģenerālais plāns, mākslīga intelekta pamati enerģētikai, neirona tīkla veidošana TES darbības modelēšanai. Studiju kursā studējošie apgūst Eiropas iedzīvotāju digitālās kompetences ietvarā (DigComp) atbilstošās augstāko līmeņu digitālās prasmes
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir veicināt studējošo izpratni par termoelektrostaciju klasifikācijas principiālajām shēmām, darbības principiem un enerģētiskajiem un ekonomiskajiem efektivitātes rādītājiem, un attīstīt prasmes veikt termoelektrostacijas shēmas aprēķinus. Studiju kursa uzdevumi: - veicināt studējošo izpratni par koģenerācijas sistēmas darbību; - iemācīt pielietot termoelektrostacijas shēmas aprēķinu metodiku, tajā skaitā izmantojot mākslīgā intelekta metodes; - iemācīt novērtēt siltuma elektrostacijas ietekmi uz vidi un piedāvāt paņēmienus tās mazināšanai; - attīstīt kodēšanas prasmes Python valodā JupyterLab vidē, lai vadītu siltuma elektrostacijas darbību, izmantojot mākslīgo neironu tīklu.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Studiju kursa apguves laikā studentiem jāsaģatavo studiju darbs, kur tiek modelēta iekārtu mijiedarbība un noslodze, veikta to darbības plānošana izmantojot reālas iekārtas un to ekspluatācijas īpatnības. Jāsagatavojas praktiskam darbam, lai veiktu detalizētu TES aprakstu un attīstītu prasmes aprēķināt siltuma un masas bilanci, noteiktu lietderības koeficientus, kā arī piedāvātu optimizācijas pasākumus, tajā skaitā ar H2 izmantošanu. Darbs ar tehnisko literatūru, zinātniskiem rakstiem un video materiāliem. Jāsagatavo laboratorijas darbu atskaites par darbību JupyterLab augstas veiktspējas skaitļošanas vidē, tajā skaitā koda sagatavošana un pārbaude neirona tīkla izveidei un apmācībai. Jāveic praktiskie vingrinājumi, lai koriģētu gradienta apmācības koda parametrus.
Literatūra	Obligātā/Obligatory: 1. Ministru kabineta noteikumi Nr. 560.Rīgā 2020. gada 2. septembrī (prot. Nr. 51 29. §) Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, izmantojot atjaunojamās enerģoresursus, kā arī par cenu noteikšanas kārtību un uzraudzību. Latvijas Vēstnesis, 175, 10.09.2020. 2. Ministru kabineta noteikumi Nr. 561.Rīgā 2020. gada 2. septembrī (prot. Nr. 51 30. §) Noteikumi par elektroenerģijas ražošanu, uzraudzību un cenu noteikšanu, ražojot elektroenerģiju koģenerācijā. Latvijas Vēstnesis, 175, 10.09.2020. 3. David M. Beazley, Python distilled Croydon, UK : Addison-Wesley, 2022, 336 lpp. 4. Latvijas ilgtspējīgās attīstības stratēģija līdz 2030. gadam. 5. J.Topler, J.Lehmann. Udeņradis un degšūnas. RTU Izdevniecība, 2021. 367. lpp. Papildu/Additional: 1. Nagla J., Saveljevs P., Turlajs D. Siltumenerģētikas teorētiskie pamati. Rīga, RTU, 2008, 194 lpp. 2. Cars A. Enerģoresursi. Rīga, Jumava, 2008, 102 lpp. 3. Elektrostaciju tīklu un lietotāju elektroietaišu tehniskā ekspluatācija. LEK 002, 2000-01 4. J. Nagla, P. Saveljevs, A. Cars. Siltumtehnikas aprēķini piemēros. R., Zvaigzne, 1982 – 312 lpp. 5. Soares C. Gas Turbines: A Handbook of Air, Land and Sea Applications. Elsevier Inc., 2008, 750 p.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Fizika, tehniskā termodinamika, siltumapmaiņa.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienē studijas		Nepilna laika neklātienē studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs

Latvijas enerģētikas attīstības koncepcija. Elektroenerģētika. Siltumenerģētika. Kurināmais. Bez emisijas enerģētika. Ūdeņraža un metanolu enerģētika. Datu bāze Nordpool https://www.nordpoolgroup.com/en/Market-data/1/Dayahead/Area-Prices/LV/Hourly/?view=table , lai noteiktu elektroenerģijas cenu.	2	1	1	2
TES klasifikācija. Galvenās prasības. Principiālās tehnoloģiskās shēmas. Siltuma elektrostacijas Latvijā - galvenie piemēri.	2	2	1	3
Koģenerācijas cikla siltuma ekonomija un enerģētiskie rādītāji. Īpatnējais kurināmā patēriņš. Mikro koģenerācijā. Piemēri Latvijā.	2	2	1	3
Tvaika parametri un starppārkarsējums. Sākuma un beigu parametri. Barošanas ūdens reģeneratīvā uzsildīšana. Aprēķina metodika, galvenās shēmai izvirzītās prasības.	2	2	1	3
Reģeneratīvās uzsildīšanas optimālā temperatūra, tajā skaitā kombinētā gāzes-tvaika stacijas. TES nostrādātā siltuma izmantošana rūpniecībā un apkurē. Rūpnieciskais un termofikācijas nozartvaiks. Redukcijas dzesēšanas iekārtas. Tvaika un kondensāta zudumi. Tvaika kondensatori un iztvaicētāji, to konstrukcija un aprēķins.	2	3	1	4
Gāzes turbīnu iekārtas. Termofikācijas un enerģētiskās gāzes turbīnu un tvaika-gāzes turbīnu iekārtas.	4	6	1	5
Deaerācijas un barošanas iekārtas. Cirkulācijas un barošanas sūkņi. Dūmsūcēji, ventilatori un sūkņi. Palīgiekārtas. TES iekārtu izvēle. TES pilna siltuma shēma un cauruļvadi.	2	6	1	5
Iekārtu un energobloku enerģētiskie raksturlielumi. Pārejas darba režīmi: diennakts un sezonālie. Siltuma akumulācijas piemēri Latvijā.	3	5	1	7
Dūmgāzes attīrīšanā. Dūmgāzes mitruma kondensācija, siltuma utilizācija ar siltum sūkņiem. Shēmas un darbības režīmi.	3	5	1	7
Iekšdedzes dzinējus siltuma elektrostacijas darbība ar biogāzi un ģenerator gāzi. Piemēri Latvijā.	3	5	1	7
Šķeldas un no atkritumiem iegūta kurināmā siltuma elektrostacijas ar ūdens tvaika vai organisko Renkina ciklu turbīnām. Šķeldas kurināmā saimniecība. No atkritumiem iegūta kurināmā saimniecība.	3	5	1	7
Ūdeņraža degvielas šūnas darbības režīmi. Ūdeņraža uzglabāšana un siltuma bilance šūnām.	5	5	1	10
Vienkāršota TES ekonomisko aprēķinu veikšana (ietverot Capex un Opex izmaksas).	3	4	1	6
TES palaišana, ekspluatācija un automatizācija. Tehniski ekonomiskie rādītāji. Koģenerācijas stacijas, elektroenerģijas un siltumenerģijas tarifu noteikšana. TES iekārtas izvietojums un ģenerālais plāns. Galvenā korpasa izvietojums.	3	4	1	6
Mākslīgā intelekta pamati enerģētikā.	3	4	1	6
Python kodēšanas pamati. Grafiku veidošana JupyterLab.	4	4	4	8
Neirona tīkla pamatu pasniegšana un praktiskais darbs lai sagatavot ieejas un izejas matricas atbilstoši TES darbības režīmiem tajā skaitā ar H2 izmantošanu. Darbs ar Python kodiem JupyterLab. Laboratorijas darba atskaite par neirona parametru piemeklēšanu. Atbildēt uz kontroljautājumiem par neirona tīkla elementiem.	6	5	6	8
Darbspējīgs kods no trim neironiem ar kopa trīs slāņiem lai vadītu TES darbību. Praktiskais darbs ar kodiem JupyterLab vidē.	6	5	6	8
Python koda tiklas apmācībai demonstrēšanā un praktiskie vingrinājumi, lai koriģētu gradienta apmācības koda parametrus. Laboratorijas darba atskaite par neirona tīkla svaru koriģēšanu lai izpildīt ieejas un izejas matricas ar minimālu kļūdu.	8	4	5	4
Praktiskie darbi, lai modelētu un vadītu siltuma elektrostaciju kopā ar siltuma slodzi neironu tīklu vidē.	14	3	4	11
Kopā:	80	80	40	120

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj izskaidrot objektu (TES) darbības principus (termodinamisku ciklu ar parametriem), aprakstīt to elementus, ietekmi uz vidi.	Pārbaudes veidi: studiju darbs, praktiskie darbi, eksāmens. Kritēriji: veic detalizētu dotā objekta (TES) aprakstu, ar elementu uzskaiti, izvēles pamatojumu, sistēmas aprēķiniem un spēj aprēķināt siltuma un masas bilances.
Spēj noteikt TES lietderības koeficientu un piedāvāt energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus dotajā objektā	Pārbaudes veidi: studiju darbs, praktiskie darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj aprēķināt lietderības koeficientus izejot no dota objekta tipa un to parametriem, elementiem, kā arī piedāvāt optimizācijas pasākumus ņemot vērā modernākus risinājumus un saistošo likumdošanas aktu prasības.
Spēj novērtēt objekta – TES ietekmi uz vidi un piedāvāt paņēmienus ietekmes uz vidi mazināšanai.	Pārbaudes veidi: studiju darbs, praktiskie darbi, eksāmens. Kritēriji: spēj, vadoties pēc saistošo likumdošanas aktu prasībām, novērtēt objekta ietekmi uz vidi un piedāvāt vairākus risinājumus, lai to samazinātu.
Pārzinot mākslīgo neironu tīklu uzbūves elementus un konfigurācijas parametrus, spēj izstrādāt mākslīgo neironu tīkla arhitektūru, kas ir piemērota konkrētajam termoelektrostacijas vadības uzdevumam (DigComp 7.līmenis).	Pārbaudes veids: laboratorijas darba atskaite par neirona parametru piemeklēšanu. Atbildes uz kontroljautājumiem par neirona tīkla elementiem.

Spēj radīt algoritmisku risinājumu, lai darbinātu iepriekš izstrādāto mākslīgo neironu tīklu (DigComp 7.līmenis).	Pārbaudes veids: laboratorijas darba atskaite par darbspējīgu kodu trim neironiem ar trīs slāņiem, lai vadītu TES darbību. Atbildes uz kontroljautājumiem par koda praktiskajiem aspektiem.
Spēj pilnveidot iepriekš izstrādātā mākslīgo neironu tīkla darbību, integrējot algoritmiskajā risinājumā gradienta apmācības algoritmu (DigComp 7.līmenis).	Pārbaudes veids: laboratorijas darba atskaite par neirona tīkla svaru koriģēšanu, lai izpildītu ieejas un izejas matricas ar minimālu kļūdu. Atbildes uz kontroljautājumiem par teoriju.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Studiju darbs	30
Praktiskie darbi un laboratorijas darbi	40
Eksāmens	30
Kopā:	100

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	6.0	40.0	40.0	0.0		*	