

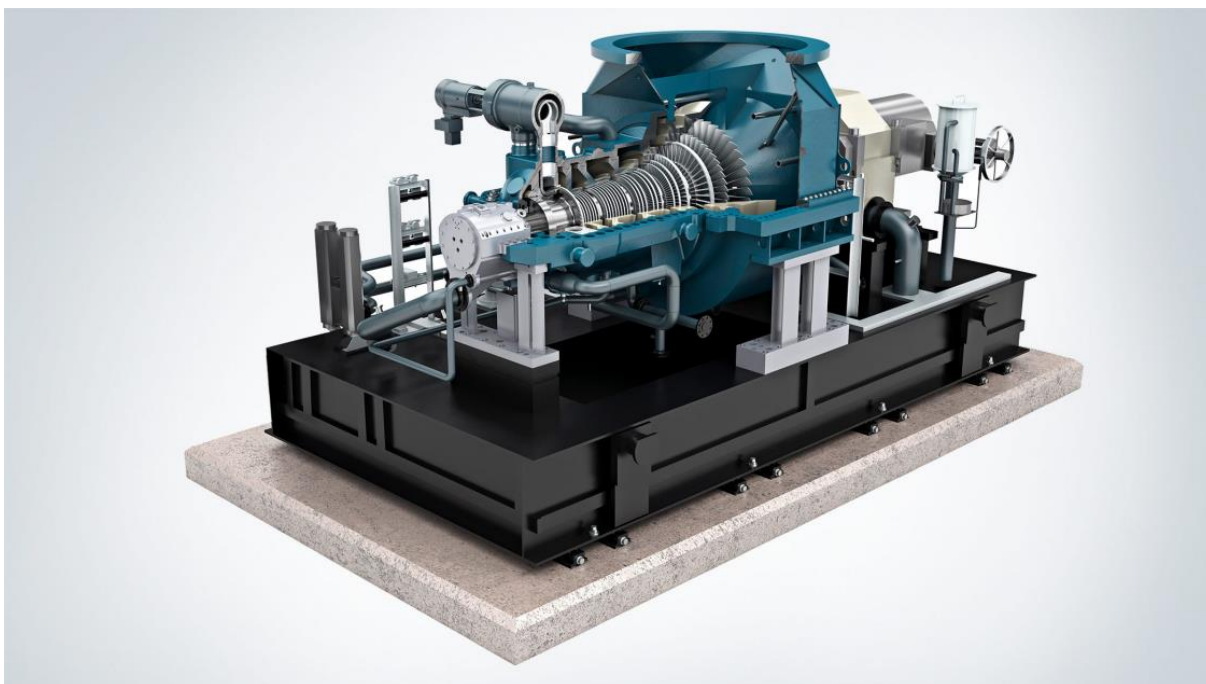
ENERGIATEHNOLOOGIA TEEMA E-ÜLESANNE

ÜLESANDE TAUST

Energiatehnoloogia ülesande teemaks on seekord turbiinid. Nende puhul on tegemist ühe olulisema komponendiga elektrijaamas alates tööstusrevolutsiooni aegadest. Võrreldes selle turbiiniga, mis Atomik ära lõhkus on turbiinid tegelikult kõvasti arenenud, kuigi oma tööpõhimõttelt on nad samad. Kõige enam kasutatakse turbiine energeetikas, eeskätt erinevat tüüpi elektrijaamade elektrigeneraatorite jõumasinatena. Lisaks leiavad turbiinid kasutust reaktiivmootorites (lennukimootorid, laevamootorid) ja turbokompressorites.

Sõna 'turbiin' tuleneb ladina keelsetest sõnadest *turbare* (pöörlema) ja *turbo* (pööris) ja tähistab labamasinat, mille suure kiirusega pöörlev tööratas muundab voolava aine energia mehaaniliseks pöörliikumiseks. Vahelduvvoolu tootmiseks kasutatakse generaatoreid, mis muundavad pöörliikumise kineetilise energia elektrienergiaks ehk siis – generaatorit peab miski ringi ajama ja see miski on just nimelt turbiin.

Siemens SST-300 (joonis 1) on klassikaline turbiin, mida kasutatakse suurtes elektri- ja koostootmisjaamades – tavapäraselt on see kasutusel prügipõletus- või puiduhakke elektrijaamades. Selle tehnilisi parameetreid vaadates on koheselt selge, et kui selle kallale lasta Atomik, siis lõppeks see kiirelt olukorraga, mida garantiiremont ei kata.



Joonis 1. Siemens SST-300

Turbiini tehnilised parameetrid on esitatud tabelis 1.



Tabel 1. Siemens SST-400 parameetrid

Parameeter	Väärtus
Väljundvõimsus	Kuni 25 MW
Pöörlemiskiirus	10 950 pööret minutis
Auru rõhk sisenemisel	Kuni 140 bar
Auru temperatuur sisenemisel	Kuni 540°C
Väljuva auru rõhk koostootmisrežiimis	Kuni 3 bar
Väljuva auru rõhk kondensatsiooni režiimis	Kuni 0.5 bar

Üle 70% kogu maailma elektrist toodetakse tänapäeval soojuslikel meetoditel, mis tähendab seda, et elektri tootmiseks on tekitatakse kuuma auru, mis suunatakse turbiini. Auru jahtumisel väheneb selle rõhk ning selle paisumistöö tulemusena hakkab turbiin pöörlema ning see pöörlemise energia muundatakse siis generaatori abil elektriks. Seetõttu on auru parameetrid soojusenergeetika inseneride jaoks kõige olulisemad andmed soojustehniliste arvutuste tegemisel.

Auru parameetrite leidmisel on hea kasutada seda kalkulaatorit: https://web1.hszg.de/thermo_spc/index.php

Kuidas seda teha ja mida tähele panna?

Turbiini võimsus N_{el} (W) sõltub auru parameetritest järgmiselt (valem 1):

$$N_{el} = G(h_1 - h_2) \quad (1)$$

Kus G (kg/s) on auru masskulu ja h_1 (J/kg) on auru entalpia turbiini sisenemisel ja h_2 (J/kg) on auru erientalpia (*specific enthalpy*) turbiinist väljumisel. Vastavalt olemasolevatele parameetritele (temperatuur t , rõhk p , entroopia s , auru niiskusaste x) on võimalik leida auru entalpia vajalikel tingimustel.

Turbiinide puhul on alati tegemist ülekuumendatud auruga ning sellisel juhul alati $x = -1$.

Kui elektrijaama kasutatakse ka soojuse tootmiseks, siis töötavad turbiinid koostootmisrežiimis. See tähendab seda, et aur juhatakse turbiinist välja kaugküttevõrgu jaoks vajalikul temperatuuril, mis sõltub soojusvajadusest.

Töötades kondensatsioonirežiimis lastakse aurul turbiinis lõpuni paisuda (rõhk langeb kuni kerge vaakumi lähedasele väärtusele) ning aur suunatakse kondensaatorisse. Kondensatsioonirežiimis töötades on auru temperatuur harilikult ligikaudu 60°C.

Koostootmisjaamade puhul on üheks oluliseks, neid iseloomustavaks suuruseks elektri ja soojuse toodangu suhe γ , mis avaldubki lihtsalt elektri ja soojuse võimsuse jagatisena (valem 2).

$$\gamma = \frac{N_{el}}{N_{soojus}} \quad (2)$$

Soojusliku võimsuse N_{soojus} (W) leidmisel tuleb arvesse võtta kaugkütte parameetreid ning sarnaselt soojushulga leidmise valemiga avaldub see järgmiselt (valem 3)

$$N_{soojus} = G_{kküte}(c_{p1} \cdot t_1 - c_{p2} \cdot t_2) \quad (3)$$

Kus $G_{kküte}$ (kg/s) on vooluhulk kaugküttevõrgus, t_1 (°C) on pealevoolu temperatuur ja t_2 (°C) tagasivoolu temperatuur, c_p [J/(kg·K)] tähistab erisoojust vastavatel temperatuuridel.



Rakett 21

NB! Ülesannete edukaks lahendamiseks on tugevalt soovituslik tutvuda auru parameetrite kalkulaatoriga!

Iga vanusekategooria parima meeskonna liikmetele on auhinnaks 50 euro väärtuses Apollo kinkekaart.