



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
ELEKTROENERGEETIKA INSTITUUT

Elektrisüsteemi sageduse reguleerimise olemus ja mõjud väikestes elektrisüsteemides

Elektroenergeetika õppekava

Energiasüsteemide õppetool

Magistritöö

Õppetooli juhataja

dots Jako Kilter

Juhendaja

dots Jako Kilter

Konsultant

Andrus Reinson

Lõpetaja

Johann-Gustav Lend

Tallinn 2016

Autorideklaratsioon

Deklareerin, et käesolev lõputöö, mis on minu iseseisva töö tulemus, on esitatud Tallinna Tehnikaülikooli elektroenergeetika instituudile haridusastme lõpudiplomi taotlemiseks elektroenergeetika erialal. Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Lõpetaja (allkiri ja kuupäev) 27.05.2016

Lõputöö kokkuvõte

<i>Autor:</i> Johann-Gustav Lend	<i>Lõputöö liik:</i> Magistritöö
<i>Töö pealkiri:</i> Elektrisüsteemi sageduse reguleerimise olemus ja mõjud väikestes elektrisüsteemides	
<i>Kuupäev:</i> 27.05.2016	91 lk
<i>Ülikool:</i> Tallinna Tehnikaülikool	
<i>Teaduskond:</i> Energeetikateaduskond	
<i>Instituut:</i> Elektroenergeetika instituut	
<i>Õppetool:</i> Energiasüsteemide õppetool	
<i>Töö juhendaja(d):</i> dotsent Jako Kilter	
<i>Töö konsultant:</i> Andrus Reinson	
<i>Sisu kirjeldus:</i> <p>Sagedusstabiilsuse alustele pole senini Eesti elektrisüsteem pidanud oluliselt tähelepanu pöörama, kuna sageduse juhtimine toimub BRELL-i ringis Venemaa poolt. Elektriyaamadele on sageduse juhtimiseks Eestis ja üle maailma kehtestatud minimaalsed tehnilised võimekused, mille seadistamisel on süsteemihalduritel võrdlemisi laiad käed. Analüüsimeks nende seadistuste mõju ning muutmise vajadusi vastavalt süsteemi inertsiga muutustele 1000 MW koormusega hüpotetiliselt elektrisüsteemis, teostati ulatuslikke simulatsioone graafilise programmeerimise keskkonnas Simulink, mis on arendatud <i>MathWorks</i>’i poolt</p> <p>Töös esimeses peatükis analüüsitakse sagedusstabiilsuse juhitavaid ja mittejuhitavaid komponente ning nende mõjusid erinevate häiringute korral. Teoreetiliste alustega kirjeldatakse matemaatiliselt dünaamilisi protsesse, mis süsteemi tasakaalutuse korral esinevad. Elektrisüsteemi häiringukindluse tagamiseks on kohustatud tootmiseseadmed omama teatavast nimiaktiivvõimsusest erinevaid funktsionaalsusi, mille kohta on töös esitatud nii Euroopa kui Eesti seadusandlusest tulenevad nõuded. Esimese peatüki lõpetas tootmiseseadmete sagedusejuhtimise mehhanismide ja võimekuste ülevaade.</p> <p>Erinevate mõjurite tulemusena sai koostatud matemaatiline mudel, millel oli töö empiirilises osas kandev roll. Mudeli koostamist kirjeldab teine peatükk, kus on toodud elektriyaama liikide kaupa nende kirjeldused ja iseärasused. Seadusandluses määratud nõuete asjakohasusust väikestes elektrisüsteemides hinnati erinevate stsenaariumite simuleerimisega koostatud matemaatilises mudelis. Valimaks detailseks analüüsiks</p>	

asjakohased esialgsed primaarreguleerimise seadistused, teostati modelleerimine nelja erineva seadistusega, millest parimaga jätkati edasisi analüüse. Vaadeldi normaalolukorda, tootmis- ja tarbimisvõimsuse äkilist puudujääki ning suurima tootmiseseadme välja lülitumist. Andmaks häiringutele terviklikku pilti nägevad hinnangud, vaadeldi modelleerimise raames erinevate kaitseautomaatikate rakendumist ning nende mõju sagedusstabiilsusele.

Analüüsi tulemusena järeldati inertsiga suurt mõju sagedusstabiilsusele. Eriti oluliseks komponendiks saab pidada piiratud sageduse juhtimise funktsionaalsusega tootmiseseadmete reageeringuid ülesageduslikele protsessidele ja sünteetilise inertsiga olemasolu madala inertsusega elektrisüsteemis, tagamaks sagedusstabiilsus alasageduslikel protsessidel. Primaarreguleerimise seadistustes ilmnes, et väikestes elektrisüsteemides tuleb tootmiseseadmetel kasutada kõrgemaid statistime välistamiseks võnkumised häiringujärgsel sageduse stabiliseerimisel. Ühtlasi täheldati, et sünkroonsete elektrijaamade väljundaktiivvõimsuse muutumise piiratud tingituna on soovitatav hoida primaarreguleerimist töös enamatel elektrijaamadel vähendades vajadusel üksiku tootmiseseadme poolt hoitavat primaarreservi.

Märksõnad: Sagedusstabiilsus, primaarreguleerimine, kiirusregulaator, koormusvähendusautomaat, elektrisüsteemi inerts