



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Department of Electrical Power Engineering and
Mechatronics

DEVELOPMENT OF OPTIMAL CONTROL ALGORITHM
FOR HYBRID HEATING SYSTEMS

HÜBRIIDKÜTTESÜSTEEMIDE OPTIMAALSE JUHTIMISALGORITMI
VÄLJATÖÖTAMINE

MASTER THESIS

Student: Jilson Jose Ukkan

Student code: 165587MAHM

Supervisor: Prof. Mart Tamre

Tallinn, 2018

SUMMARY

Energy used for providing comfort and better living conditions for occupants in a residential building is significantly high. In Nordic countries, highest share of energy used by buildings are for delivering heat. To overcome this energy demand, various interventions were made by Government of Estonia. As a part of this, new concept of Hybrid heating system emerged and became mandatory for renovated residential buildings in Estonia to acquire financial support during renovation process. Constructing a hybrid heating system that consists of alternative heat sources and heat recovery ventilation systems increases complexity of control algorithm.

The aim of this master thesis work was to develop an optimal control algorithm for hybrid heating system using Ouman automation controller. Work was carried under cooperation with Profener OU, who pioneers at providing heat recovery and energy management solutions in Estonia. Author works for the company as an Automation engineer and therefore this study aroused out of concern to solve problems due to existing control approach for hybrid heating system. Nature of this work comply with curriculum requirements for master degree led the author to choose this for master thesis work.

As discussed in section 2.1, chapter 3 elaborated in detail about how a traditional heating system is transformed into a hybrid heating system. A brief description of Ouman Ouflex and programming software used in this work is provided in section 3.5. Further HP architecture along with problems related to previous control system was explained. It formulated main essence to create a new system architecture based on which new control algorithm was developed. First area of interest was to ensure optimality on control approach for HPs irrespective of their manufacture and secondly to tackle incapability of HP 1 and 2 to produce DHW. Followed by re design of Local HMI.

New control approach called Degree-Minute was proposed for radiator heating control over existed constant hysteresis approach. Initially flow chart was created and based on that, RH application was developed in FBD programming environment using Ouflex Tool. Section 4.3 explains in detail about the development of DHW application. Heat pumps are controlled based on heating stages from RH and DHW applications.

For ensuring better energy management, a new concept was introduced into hybrid heating system control, termed as Manager Application. It ensures to overcome limitations of internal cascade

operation by SIEMENS controller in Gebwell T² series HP. Section 4.8 summaries various design implementations carried out for new algorithm.

Chapter 5 briefs in detail design procedure involved in creating a new local HMI interface. This was carried out with prime focus on providing all necessary data about system behaviour to the user.

Further, behaviour of developed control algorithm was analyzed using data gathered from SCADA system (Ounet). Comparing two control approaches for RH system, it was evident that Degree-Minute approach had a better control over supply setpoint to radiators than former approach. On the other hand DHW control results showed that one HP was capable of meeting DHW demands for a chosen period of time.

Practical outcomes

In this newly developed control algorithm tackles problems associated in previous control algorithm. All alternative heat producers in the system have capability of producing DHW and RH. New control algorithm can control heat pumps interfaced via Modbus communication protocol or physical relay control. Equalizing working hours of HPs ensure reliability and better energy management of hybrid heating system, resulting in lower maintenance cost. In a nutshell new algorithm can be implemented in existing or new buildings equipped with hybrid heating system built using Ouman Ouflex automation controllers.

KOKKUVÕTE

Korteriühistute tarbitava energia kogus, mida vajame mugavate elutingimuste loomiseks, on küllaltki kõrge. Põhjamaades kulub hoone kütmisele üle poole maja energiabilansist. Eesti elamumajandussektoris esinevate pakiliste probleemide lahendamise ning elamumajanduse jätkusuutliku arengu aluseks on olemasoleva elamufondi säilimise tagamine ning eluaseme finantseerimisvõimaluste parandamine. Spetsiifilised eesmärgid lähtuvad vajadusest pikendada olemasoleva elamufondi eluiga, eeskätt hoida ära suurte korterelamute kasutuskäibest väljumist ebapiisava hoolduse ja remondi tõttu. Seetõttu toetab KredEx korteriühistute renoveerimist andes ette suure hulga erinevad tingimusi, mille juurde kuuluvad ka alternatiivne energiaallikas ning soojustagastus – mis aga muudab hoone energiatarbimise juhtimise algoritmi keeruliseks.

Käesoleva magistritöö eesmärk on välja töötada optimaalne korteriühistute energiatarbimise juhtimise algoritm, kasutades selleks Oumani automaatika kontrollerit. Töö teostati koostöös Profener OÜ-ga, kes on spetsialiseerunud soojustagastusele ja hooneautomaatikale. Töö autor töötab ettevõttes automaatika insenerina ja töö sisu on ajendatud olemasolevatest probleemidest hoone energiatarbimise juhtimisel ja optimeerimisel.

Peatükis 3 on kirjeldatud detailselt kuidas klassikaline küttesüsteem muudetakse soojustagastusega hübriid-süsteemiks. Lühiülevaade automaatikaseadmest Ouman Ouflex ning programmeerimiseks kasutatud tarkvarast antakse peatükis 3.5. Järgmistes peatükkides on lahti seletatud soojuspumba tööpõhimõtte ning probleemid praeguste süsteemidega, millest tulenes vajadus uue juhtimissüsteemi ja algoritmi järele. Töö esimene osa keskendub soojuspumpade töö optimeerimisele ning teine keskendub probleemidele tarbevee tootmisel. Sellele järgnes uue kasutajaliidese (HMI) loomine.

Töö tulemusena koostati uus juhtimissüsteem „Degree-Minute“ radiaatoripõhistele küttesüsteemidele. Algandmete põhjal loodud graafikuid analüüsisid, koostati radiaatorküttele põhinev aplikaatsioon (FBD), kasutades selleks Ouflex Tooli. Peatükk 4.3 kirjeldab tarbevee tootmist sõltuvalt kahest erinevast vajadusest. Soojuspumpasid juhitakse vastavalt programmidele (nii tarbevee, kui ka küttevee tootmiseks).

Parema energia kastutuse eesmärgil loodi uus kontseptsioon „Manager Application“, mis on vajalik, et vältida SIEMENSI kontrollerist tulenevaid sisemisi kaskaadi piiranguid Gebwell T² soojuspumpadel. Peatükk 4.8 kirjeldab uue algoritmi loomist.

Viies peatükk kirjeldab uue kasutajaliidese (HMI) loomist, mille peamine eesmärk on edastada kogu vajalik info süsteemi kasutajale lihtsalt ja arusaadavalt.

Loodud algoritmi kontrolliti Ouneti vahendusel kogutud andmete põhjal. Võrreldes loodud lahendust varasemaga, oli selge, et „Degree-Minute“ juhtimisega on oluliselt paremini saavutatav etteantud nõuete täitmine. Tarbevee juhtimise algoritmi testimine näitas, et üks soojuspump on võimeline tagama tarbevee nõuet valitud ajavahemikul.

Töö praktilised väljundid

Loodud juhtimisalgoritm lahendab probleemid, mis olid seotud varasema juhtimissüsteemiga. Kõigil alternatiivsetel soojuse tootjatel on võimalus toota nii tarbevett kui kütteks vaja-minevat vett. Uus algoritm võimaldab juhtida soojuspumpasid, kasutades Modbus protokollit või füüsilist releelist kontrolleri. Võrdsustades soojuspumpade töötunnid, saavutab süsteem parema lõpptulemuse ja ka väiksemad hoolduskulud. Loodud algoritmi saab kasutada nii renoveeritud kui ka uutes kortermajades, kus on kasutusel Ouman Ouflex kontrolleri.