Bachelorarbeit / Masterarbeit

Modellierung der Gebäudeklimatik zur Lastflexibilisierung

Über TUMCREATE / MSE

TUMCREATE ist eine Forschungsplattform zur Verbesserung des öffentlichen Verkehrs in Singapur, einschließlich des Einsatzes von elektrischer und autonomer Mobilität. Die Forschungsgruppe Electrification Suite & Test Lab (ESTL) in TUMCREATE beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Interaktion des Stromnetzes mit fortschrittlichen elektrifizierten öffentlichen Verkehrssystemen, flexiblen Lasten und erneuerbaren Energien. In enger Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme (ENS) und der Munich School of Engineering (MSE) entwickelt ESTL Modelle und Algorithmen für zukünftige Energiesysteme.

Hintergrund

Die Lastflexibilität wird für den Netzbetreiber zu einem wichtigen Instrument, um die Herausforderungen durch erneuerbare Energien und das Laden von Elektrofahrzeugen (EV) zu bewältigen. Schlüsselkandidaten für die Lastflexibilität sind die Heizungs-, Lüftungs- und Klimatisierungssysteme (HLK) in Bürogebäuden aufgrund der inhärenten thermischen Energiespeichermöglichkeit von Gebäuden.

Die flexible Laststeuerung der HLK-Anlage wird durch die Formulierung eines numerischen Optimierungsproblems (Modellprädiktive Regelung) zur Minimierung der Stromkosten bei einem stündlichen Strompreis und dem Komfort der Gebäudebewohner erreicht. Daher ist ein mathematisches Modell für den Komfort der Gebäudenutzer in Abhängigkeit von der elektrischen Last der HLK-Anlage erforderlich. Die Modellformulierung muss konvex (z.B. linear) sein, um den Einsatz von recheneffizienten konvexen Optimierungslösern zu ermöglichen.

Über diese Position

Ein Forschungsprojekt zur Entwicklung des Linear Building Climate Model (LBCM) wurde ins Leben gerufen. Die Kernfähigkeit dieses Python-basierten Modellierungstools besteht darin, lineare Gebäudeklimamodelle in Form von Zustandsräumen abzuleiten. Das LBCM definiert Datenstrukturen für die Gebäudeaufteilung und die HLK-Anlage und umfasst Komponentenmodelle für den Einfluss von Umgebungsluft, Sonneneinstrahlung, Nutzern, Geräten und der HLK-Anlage auf das Gebäudeklima, d.h. thermischen Komfort und Raumluftqualität.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, ein Modell der MSE-Büros mit LBCM abzuleiten. Bestehende Komponentenmodelle müssen erweitert und validiert werden, um eine angemessene Darstellung des Gebäudes zu gewährleisten.

Die Hauptaufgaben sind:

- 1) Formulierung von Komponentenmodellen für Heizkörperheizungen, Gebäudekernaktivierung und Fensterlüftung und Implementierung der neuen Komponentenmodelle im LBCM.
- 2) Ableitung eines Modells der MSE-Büros mit LBCM und Validierung des Modells anhand von Messdaten.
- 3) Quantifizierung der Lastflexibilität in den MSE-Büros.

Standort

Bitte beachten Sie, dass diese Arbeit in den MSE-Büros in Garching (München) angesiedelt sein wird.

Anforderungen

- Immatrikulierter Student in einem der Bachelor- oder Masterstudiengänge am Fachbereich Elektro- und Informationstechnik der TUM.
- Gute Kenntnisse in Thermodynamik / Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage
- Erfahrung mit Python / Pandas und objektorientierter Programmierung ist von Vorteil.
- Ausgezeichnete zwischenmenschliche Fähigkeiten und Kommunikationsfähigkeiten in schriftlicher und mündlicher Form sowie die Fähigkeit, mit Menschen unterschiedlicher Herkunft und Kultur zu arbeiten.

Was wir anbieten

- Einblick in die neuesten Forschungsthemen
- Ein internationales und multidisziplinäres Arbeitsumfeld
- Beratung durch Forscher von weltweit renommierten Universitäten
- Möglichkeit der Veröffentlichung in internationalen Zeitschriften und Konferenzen
- Multikulturell und dynamisch

Bitte senden Sie Ihre vollständigen Bewerbungsunterlagen mit Anschreiben, Lebenslauf, Hochschulzeugnissen und Abschlusszeugnissen an thomas.lickleder@tum.de mit sebastian.troitsch@tum-create.edu.sg im CC.

Bachelor Thesis / Master Thesis

Building Climate Modelling for Load Flexibility

About TUMCREATE / MSE

TUMCREATE is a research platform for the improvement of Singapore's public transportation, including the deployment of electric and autonomous mobility. The research group Electrification Suite & Test Lab (ESTL) in TUMCREATE puts an emphasis on the interaction of the electric grid with advanced electrified public transport systems, flexible loads and renewable generation. In close cooperation with the Chair of Renewable and Sustainable Energy Systems (ENS) and the Munich School of Engineering (MSE), ESTL seeks models and algorithms for future energy system.

Background

Load flexibility is becoming an important tool for the power system operator to mitigate challenges due to renewable generation and electric vehicle (EV) charging. Key candidates for load flexibility are the heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) systems in office buildings, thanks to the inherent thermal energy storage capability of buildings.

Flexible load control of the HVAC system is achieved by formulating a numerical optimization (model predictive control) problem for the minimization of electricity costs subject to an hourly electricity price and the building occupants' comfort. Hence, a mathematical model for the building occupants' comfort as a function of the electric load of the HVAC system is needed. The model formulation must be convex (e.g. linear) to allow the use of computationally efficient convex optimization solvers.

About this Position

A research project has been established to develop the Linear Building Climate Model (LBCM). The core capability of this Python-based modelling tool is to derive linear building climate models in state space form. LBCM defines data structures for the building layout and HVAC system and comprises component models for the impact of ambient air conditions, solar irradiation, occupants, appliances and the HVAC system onto the building climate, i.e. thermal comfort and indoor air quality.

The goal of this thesis is to derive a model of the MSE offices with LBCM. Existing component models will need to be extended and validated to ensure the appropriate representation of the building.

The main tasks are:

- 1) Formulate component models for radiator heating systems, building core activation and window ventilation and implement the new component models in LBCM.
- 2) Derive a model of the MSE offices with LBCM and validate the model against measured data.
- 3) Quantify the load flexibility in the MSE offices.

Location

Please note that this thesis will be based in the MSE offices in Garching (Munich).

Requirements

- Enrolled student in one of the Bachelor or Master programs at the TUM Department of Electrical and Computer Engineering
- Good knowledge of Thermodynamics / Heating, Ventilation and Air Conditioning systems
- Experience with Python / Pandas and Object-Oriented Programming is beneficial
- Excellent interpersonal skills and communication skills in both written and spoken English and ability to work with people from different backgrounds and cultures

What we offer

- Exposure to the state of the art research topics
- An international and multidisciplinary working environment
- Guidance by researchers from world-renowned universities
- Opportunity for publishing in international journals and conferences
- Multicultural and dynamic working atmosphere

Please send your complete application including cover letter, CV, university transcripts and degree certificates to thomas.lickleder@tum.de with sebastian.troitzsch@tum-create.edu.sg in CC.