TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Mikrovõrkude ja metroloogia uurimisrühma (sealhulgas valgustehnika labori) magistritööde teemad

Master's Thesis Topics of the Microgrids and Metrology Research Group (Including the Lighting Engineering Laboratory)

Magistritööde teemad on jaotatud nelja kategooriasse, mis vastavad uurimisrühma peamistele tegevusvaldkondadele:

- **Mikrovõrgud** – keskendub elektrivõrkude ja lokaalsete energiasüsteemide modelleerimisele, planeerimisele ning talitluse, elektrikvaliteedi ja juhtimise analüüsile.
- **Energiapaindlikkus ja -haldus** – keskendub tarbimise, tootmise ja salvestamise paindlikkuse analüüsile ning juhtimisele, hinnates nende tehnilisi ja majanduslikke võimalusi.
- **Automatiseerimine ja digilahendused** – keskendub seadmete ja protsesside juhtimis-, seire- ning tarkvaralahenduste arendamisele, integreerimisele ja katsetamisele.
- **Valgustehnika ja metroloogia** – keskendub valgustuse kvaliteedi, energiatõhususe ja keskkonnamõju uurimisele ning mõõtmiste täpsuse, määramatuse ja kalibreerimismeetodite hindamisele.

The master's thesis topics are divided into four categories corresponding to the research group's main areas of activity.

- ***Microgrids** – focuses on modelling and planning electrical networks and local energy systems, and analysing their operation, power quality and control.*
- ***Energy Flexibility and Management** – focuses on analysing and managing flexibility in energy consumption, generation and storage, and assessing their technical and economic potential.*
- ***Automation and Digital Solutions** – focuses on developing, integrating and testing control, monitoring and software solutions for devices and processes.*
- ***Lighting Engineering and Metrology** – focuses on investigating lighting quality, energy efficiency and environmental impact, and evaluating measurement accuracy, uncertainty and calibration methods.*

Sisukord (*Contents*)

1. Mikrovõrgud (*Microgrids*) 2
2. Energiapaindlikkus ja -haldus (*Energy Flexibility and Management*) 4
3. Automatiseerimine ja digilahendused (*Automation and Digital Solutions*) 7
4. Valgustehnika ja metroloogia (*Lighting Engineering and Metrology*) 8

1. Mikrovõrgud (*Microgrids*)

Teema (*Topic name*)	Lähteülesanne (*main tasks*)	Juhendaja (*supervisor*)
Arvestitaguse elektrisüsteemi toimepidavuse hindamine digikaksiku abil	• Ülevaade elektrisüsteemi toimepidevuse hindamise meetoditest. Ülevaade MITRE CRUC meetodi rakendatavusest küberfüüsilistes süsteemides. • Ülevaade elektrisüsteemi digikaksikutest. Toimepidevuse hindamiseks vajalike andmete kirjeldamine. • Nõuete ning protsessi kirjelduse koostamine MITRE CRUC meetodi rakendamiseks elektrisüsteemi digikaksikul. • Automatiseeritud toimepidevuse hindamise prototüübi loomine elektrisüsteemi digikaksiku baasil. • Toimepidevuse hindamise valideerimine ning demonstreerimine.	Tarmo Korõtko tarmo.korotko@taltech.ee
Meetod elektrivõrgus energiapaindlikkuse agregeerimisest põhjustatud tagasilöögi mõjude analüüsiks	• kirjanduse ülevaade rebound ja rebound overshoot efektidest • olemasolevate mudelite baasil agregeeritud paindlikkuse taastumise uuringuks mudeli koostamine • simuleerida agregeeritud paindlikkuse taastumist sõltuvalt agregeerimisalgoritmist (Opal-RT, DIgSILENT, MATLAB või OpenDSS) • analüüsida sõltuvalt agregeerimisalgoritmidest mõju paindlikkuse taastumisele	Argo Rosin argo.rosin@taltech.ee (mitu lõputööd)
Energiasalvestite või agregeeritud tarbimise juhtimise kasutamine madal- või keskpingevõrkudes elektrikvaliteedi tagamiseks	• Lähteinfo kogumine • Objekti lihtsustatud mudeli koostamine ja modelleerimine • simulatsioonid tarkvaraga DIgSILENT, PSS/E, MATLAB vms ja tutvumist reaalsete salvestitega. • Simulatsioonitulemuste tehnilis-majanduslik analüüs	Argo Rosin argo.rosin@taltech.ee (mitu lõputööd)
Mikrovõrgu modelleerimine reaalaja simulaatoril Speedgoat ning selle liidestamine mikrovõrgu maketiga	• Analüüsida mikrovõrgu reaalajas modelleerimise ja riistvaralise liidestamise võimalusi ning tutvuda olemasoleva mikrovõrgu maketi, Speedgoat reaalajasimulaatori ja kasutatavate komponentide tehniliste omadustega. • Koostada Speedgoat reaalajasimulaatorile mikrovõrgu mudel (MATLAB Simulink keskkonnas), kirjeldada selle põhikomponendid ja juhtimisloogika ning valideerida mudeli toimivust erinevates talitlusolukordades. • Liidestada mikrovõrgu makett reaalajasimulaatoriga, töötada välja sobiv andmevahetuse struktuur ja valida selleks sobivad sideprotokollid (nt MQTT), tagades vajalike mõõte- ja juhtsignaalide reaalajalise andmevahetuse. • Viia läbi katsed erinevate mikrovõrgu talitlus- ja juhtimisstsenaariumidega ning analüüsida loodud mudeli ja liidestuse toimivust, reaalajalisi omadusi ja vastavust mikrovõrgu maketi käitumisele.	Vahur Maask vahur.maask@taltech.ee
Hajusate akusalvestite koordineeritud pingejuhtimine suure päikeseenergia osakaaluga mikrovõrgus	• Teaduskirjanduse põhjal ülevaate koostamine akusalvestite aktiiv- ja reaktiivvõimsuse juhtimisel põhinevatest pinge reguleerimise meetoditest. • Suure päikeseenergia osakaaluga mikrovõrgu simulatsioonimudeli koostamine DIgSILENT PowerFactory keskkonnas, hõlmates mitut hajusat akusalvestit. • Akusalvestite lokaalse ja koordineeritud juhtimise rakendamine, arvestades akude laetustasemeid ning inverterite tehnilisi piiranguid. • Erinevate pingejuhtimisstrateegiate simuleerimine ja võrdlemine erinevate päikeseenergia tootmise ja elektritarbimise stsenaariumide korral. • Juhtimisstrateegiate tulemuslikkuse hindamine, analüüsides pingeprofiile, päikeseenergia tootmise piiramist, võrgu komponentide koormust ja akusalvestite kasutust.	Freddy Plaum freddy.plaum@taltech.ee
Benchmarking Classical and Distributed Harmonic Control Methods for Inverter-Based Microgrids	**Description**: Develop and systematically compare classical local and distributed non-learning harmonic- control methods for inverter-based microgrids. Candidate approaches may include proportional resonant control, repetitive control, local harmonic compensation, and distributed cooperative control. All controllers are evaluated under common operating conditions and disturbances using harmonic distortion, dynamic response, robustness, control effort, computational requirements, and communication requirements. Expected background: • Power electronics and inverter control, Microgrid operation • Control-system fundamentals, MATLAB/Simulink • Harmonic and frequency-domain analysis	Mitra Nabian Dehaghani mitra.nabian@taltech.ee
Validation of Distributed Voltage Control on the IEEE Distribution Feeder	**Description**: Implement and validate a distributed invertercontrol strategy using a real-time simulation platform such as OPAL-RT/HYPERSIM. The study extends controller evaluation from small benchmark feeders to a larger and more heterogeneous network, with emphasis on scalability, voltage performance, control effort, inverter capability constraints, and communication requirements. Expected background: • Power system dynamics, OpenDSS, MATLAB, or Python • Inverter control, MATLAB/Simulink, Real time simulation Interest in hardware-in-the-loop platforms	Mitra Nabian Dehaghani mitra.nabian@taltech.ee
Auto-Benchmarking Agent for Power Flow & OPF Algorithms (Agents generate simulation scenarios, run multiple solvers, and summarize performance)	**Description**: To create an autonomous benchmarking framework that evaluates power flow and OPF solvers under diverse operating conditions, guiding solver selection for research and industrial applications. • Build an agent pipeline to generate synthetic network scenarios (load/generation variations, contingencies). • Implement automated solver execution across multiple libraries (e.g., MATPOWER, PYPOWER, Pandapower). Define performance metrics: runtime, accuracy, convergence, and scalability.	Furqan Amjad furqan.amjad@taltech.ee
Soojuspumpade ja elektrikatelde koormusjuhtimise mõju madalpingevõrgu mahutavusele	▪ Anda ülevaade soojuspumpade, elektrikatelde ja soojussalvestite koormusjuhtimise meetoditest. ▪ Analüüsida valitud eluhoonete elektrilisi ja soojuslikke karakteristikuid ning kavandatavate soojuspumbasüsteemide tehnilisi omadusi. ▪ Koostada valitud hoonetele lihtsustatud soojuskoormuse mudelid ja nende põhjal elektrilised koormusprofiilid. ▪ Koostada koormusjuhtimise mudel, mis arvestab hoone elektrilise võimsuspiirangu, soojuspumba töö ja elektrikatla juhtimisega.	Merilin Metsik merilin.metsik@taltech.ee

Teema (*Topic name*)	Lähteülesanne (*main tasks*)	Juhendaja (*supervisor*)
	▪ Integreerida koostatud mudelid olemasoleva madalpingevõrgu simulatsioonimudeliga. ▪ Määratleda ja simuleerida võrgu talitlusstsenaariumid koormusjuhtimisega ning ilma koormusjuhtimiseta. ▪ Hinnata koormusjuhtimise mõju võrgu koormatavusele, pingetasemetele, tipuvõimsusele ja hoonete soojusvajaduse katmisele. ▪ Määrata koormusjuhtimise rakendamisest tulenev võrgu mahutavuse suurenemine ning töötada välja soovitused sobivate juhtimisstrateegiate kasutamiseks.	
Soojuspumpadega hoonete liitumisjärjekorra optimeerimine ja elektrivõrgu tugevdamisvajaduse hindamine	▪ Anda ülevaade elektrivõrgu mahutavuse hindamise meetoditest ja uute elektriliste koormuste võrku integreerimise planeerimispõhimõtetest. ▪ Analüüsida valitud piirkonna elektrivõrgu konfiguratsiooni, olemasolevaid koormusi ja kavandatavate soojuspumpade tehnilisi andmeid. ▪ Koostada või kohandada valitud piirkonna madalpingevõrgu simulatsioonimudel. ▪ Määratleda alternatiivsed hoonete soojuspumpadele ülemineku järjestused, lähtudes näiteks hoonete elektrilisest koormusest, asukohast võrgus ja soojusvajadusest. ▪ Simuleerida soojuspumpade järkjärgulist lisandumist võrku erinevate üleminekujärjestuste korral. ▪ Määrata iga üleminekujärjestuse puhul maksimaalne hoonete arv, mida on võimalik olemasolevasse võrku ühendada ilma võrku tugevdamata. ▪ Tuvastada võrgu piiravad elemendid ja hinnata valitud võrgu tugevdamise võimalusi. ▪ Võrrelda erinevaid üleminekujärjestusi võrgu mahutavuse, vajalike tugevdusmeetmete ja indikatiivsete investeeringukulude alusel. ▪ Töötada välja tehniliselt ja majanduslikult põhjendatud soovitus hoonete soojuspumpadele ülemineku järjestamiseks antud piirkonnas.	Merilin Metsik merilin.metsik@taltech.ee

2. Energiapaindlikkus ja -haldus (*Energy Flexibility and Management*)

Teema (*Topic name*)	**Lähteülesanne (*main tasks*)**	**Juhendaja (*supervisor*)**
Juhtimisstrateegiad energiapaindlikkuse agregeerimisest põhjustatud tagasilöögi kahjulike mõjude vähendamiseks	• kirjanduse ülevaade rebound ja rebound overshoot efektidest • olemasolevate mudelite baasil agregeeritud paindlikkuse taastumise uuringuks mudeli koostamine • simuleerida agregeeritud paindlikkuse taastumist sõltuvalt agregeerimisalgoritmist (Opal-RT, DIgSILENT, MATLAB või OpenDSS) • analüüsida sõltuvalt agregeerimisalgoritmidest mõju paindlikkuse taastumisele	Argo Rosin argo.rosin@taltech.ee (mitu lõputööd)
Hoone või hoonekompleksi energiapaindlikkuse rakendamise võimaluste uurimine	Uuritavaks objektiks on võimalik valida hoone, kus ise töötatakse või ülikooli hoone, mille andmed on vabalt kättesaadavad. Töö koosneb peamiselt järgmistest tegevustest: • Teaduskirjanduse baasil teha ülevaade eri liiki hoonete energiapaindlikkuse võimalustest • Elektripaigaldise projektdokumentatsiooni põhjal kaardistada võimalikud energiapaindlikkust pakkuvad seadmed • Viia läbi hoone haldajaga küsitlus, et hinnata millised on tegelikud energiapaindlikkuse rakendamise võimalused. • Viia läbi energiatarbimise mõõtmised, et hinnata energiapaindlikkuse rakendamise tegelikku potentsiaali	Argo Rosin argo.rosin@taltech.ee (mitu lõputööd)
Tehisintellektil põhineva agregeeritud paindlikkuse hindamise/ennustamise algoritmide uuring	• Teaduskirjanduse ja varasemate uuringutega analüüs • Tarbimisandmete mõõtmine ja analüüs • Paindlikkuse hindamise/ennustamise algoritmide liigitamine • Paindlikkuse hindamise/ennustamise algoritmide teoreetiline tehnilis-majanduslik võrdlev analüüs	Argo Rosin argo.rosin@taltech.ee
Tänavavalgustus kui elektrivõrgu paindlikkusressurss	• Lähteinfo kogumine • Oluliste parameetrite kirjeldamine ja mõõtmine • Juhitavate valgustuslahenduste analüüs • Energiapaindlikkus kui juhitava elektrikoormuse analüüs linna välisvalgustuses • Analüüsida hämardamisreservi, kasutaja piiranguid, võimsustarbeid jt parameetreid valgustusstandarditest lähtuvalt.	Toivo Varjas toivo.varjas@taltech.ee Argo Rosin argo.rosin@taltech.ee
Stiimulõppe agentide põhine energiajagamise lahendus tootevtarbijate juhtimiseks	• Uurida mitme agendiga stiimulõppe meetodite rakendatavust tootevtarbijate vaheliseks energiajagamiseks ning töötada välja juhtimismetoodika, mis arvestab elektri börsihinda, tarbimist, tootmist, akusalvestite olekut ja elektrivõrgu tehnilisi piiranguid. • Koostada MATLAB-i või Pythoni keskkonnas vähemalt kolme liitumispunktiga elektrivõrgu mudel, mis sisaldab kahte akusalvestiga tootevtarbijat ja ühte juhitavate elektriseadmetega tavatarbijat. Monitoorida liitumispunktide pingeid ja voolusid. • Arendada ja treenida stiimulõppe agendid energiajagamise ja juhitavate seadmete koordineeritud juhtimiseks ning võrrelda saadud tulemusi vähemalt ühe baasjuhtimise meetodiga, hinnates majanduslikke ja elektrivõrgu talitlust iseloomustavaid näitajaid. • Katsetada lahendust vähemalt kolme ühe nädala pikkuse simulatsioonistsenaariumiga, analüüsides näiteks koormuste samaaegsuse, võrgupiirangute ning elektritootmise ja -tarbimise ebabilansi mõju agentide käitumisele, energiajagamisele ja elektrivõrgu talitlusele.	Vahur Maask vahur.maask@taltech.ee
Ventilatsioonisüsteemide agregeerimise platvormi väljatöötmine	• Analüüsida ventilatsioonisüsteemide agregeerimise ja elektrilise paindlikkuse rakendamise võimalusi, määratleda agregeerimiseks vajalikud tehnilised ja talitluslikud parameetrid ning valida sobiv andmesideliides. • Töötada välja mitut ventilatsioonisüsteemi koondav agregeerimisplatvorm ning realiseerida mitmest juhtseadmest (nt Raspberry Pi) koosnev katselahendus, kus reaalse ventilatsioonisüsteemi asemel on võimalik kasutada hoone ja ventilatsioonisüsteemi dünaamilist mudelit. • Töötada välja ja rakendada ventilatsioonisüsteemide koordineeritud juhtimise metoodika, mis võimaldab agregeeritud paindlikkust juhtida vastavalt sagedusturu aktiveerimistele ja hinnale, arvestades ventilatsioonisüsteemide tehnilisi ning hoone sisekliima piiranguid. • Valideerida loodud platvormi ja juhtimismetoodikat erinevate töö- ja turustsenaariumide korral ning teostada tulemuste tehnilis-majanduslik analüüs, hinnates muu hulgas pakutava paindlikkuse mahtu ja majanduslikku potentsiaali.	Vahur Maask vahur.maask@taltech.ee
Tehisintellekti agentidel põhineva kodumajapidamiste vahelise elektrienergiaga kauplemise uurimine	• Teaduskirjanduse põhjal ülevaate koostamine kodumajapidamiste vahelise (P2P, Peer-to-Peer) elektrienergiaga kauplemise põhimõtetest ja tehisintellekti agentide kasutamise võimalustest. • Kahe kodumajapidamise vahelise elektrienergiaga kauplemise lihtsustatud simulatsioonimudeli koostamine (nt Pythonis), arvestades elektritarbimist, -tootmist ja elektrihindu. • Agentide rakendamine elektrienergia ostu- ja müügitingimuste autonoomseks läbirääkimiseks. • Agentide kauplemistulemuste võrdlemine reeglipõhise kauplemismeetodiga erinevate tarbimis-, tootmis- ja hinnastsenaariumide korral. • Loodud lahenduse tulemuslikkuse hindamine, arvestades tehingute edukust, elektrienergia hinda, majanduslikku kasu ja arvutuslikku ressursikulu.	Freddy Plaum freddy.plaum@taltech.ee
Kodumajapidamiste individuaalsete ja ühiskasutatava akusalvesti tehnilis-majanduslik võrdlus energiaühistu näitel	• Teaduskirjanduse põhjal ülevaate koostamine kodumajapidamiste individuaalsete ja ühiskasutatavate akusalvestite rakendamise võimalustest energiaühistutes. • Energiaühistu lihtsustatud simulatsioonimudeli koostamine (nt MATLAB-is või Pythonis), arvestades kodumajapidamiste elektritarbimist, päikeseelektri tootmist ja elektrihindu. • Individuaalsete ja ühiskasutatava akusalvesti juhtimisstrateegiate rakendamine, eesmärgiga vähendada elektrienergia kulusid ja tipukoormust. • Erinevate salvestuslahenduste võrdlemine vähemalt kolme stsenaariumi korral, muutes akusalvestite mahutavust, päikeseelektri tootmist ja tarbimisprofiile.	Freddy Plaum freddy.plaum@taltech.ee

Teema (*Topic name*)	Lähteülesanne (*main tasks*)	Juhendaja (*supervisor*)
	• Salvestuslahenduste tehnilis-majanduslik analüüs, hinnates investeeringu tasuvust, omatarbimise osakaalu, tipukoormuse vähendamist ja energiapaindlikkuse potentsiaali.	
Kodumajapidamise soojaveeboileri adaptiivne juhtimine tarbimisharjumuste prognoosimise põhjal	• Teaduskirjanduse põhjal ülevaate koostamine soojaveetarbimise prognoosimise ja adaptiivsete juhtimismeetodite rakendamisest kodumajapidamistes. • Soojaveetarbimise ajalooliste andmete analüüs ning korduvate tarbimismustrite tuvastamine. • Masinõppel põhineva soojaveetarbimise prognoosimismudeli arendamine, mis kohandub uute tarbimisandmete põhjal. • Soojaveeboileri lihtsustatud simulatsioonimudeli koostamine ja prognoosidel põhineva juhtimisstrateegia rakendamine. • Adaptiivse ja tavapärase termostaadipõhise juhtimise võrdlemine, hinnates elektrienergia tarbimist, kulusid ja soojavee kättesaadavust.	Freddy Plaum freddy.plaum@taltech.ee
Akusalvesti energiapaindlikkuse aktiveerimise mõju aku vananemisele ja majanduslikule tasuvusele	• Teaduskirjanduse põhjal ülevaate koostamine akusalvestite vananemisest ja energiapaindlikkuse pakkumise mõjust aku elueale. • Akusalvesti simulatsioonimudeli koostamine, arvestades aku tehnilisi piiranguid ja vananemist kirjeldavaid parameetreid. • Erinevate energiapaindlikkuse aktiveerimisstsenaariumide koostamine ja simuleerimine, arvestades aktiveerimiste sagedust, kestust ja võimsust. • Aktiveerimisstsenaariumide mõju hindamine aku vananemisele, pakutavale energiapaindlikkusele ja elektriturult saadavale tulule. • Tulemuste tehnilis-majanduslik analüüs ning energiapaindlikkuse pakkumise tasuvuse hindamine, arvestades aku täiendava vananemise maksumust.	Freddy Plaum freddy.plaum@taltech.ee
Smart Readiness Indicator (SRI)-Based Assessment of HVAC Flexibility Potential in Buildings	**Background**: The Smart Readiness Indicator (SRI) is a recent EU development that evaluates how prepared a building is for smart energy services. Linking SRI criteria with HVAC operational characteristics can reveal flexibility potential without modeling DR dynamics. **Objectives**: • Map SRI assessment categories to HVAC operational parameters relevant to flexibility. • Evaluate a set of buildings (real or simulated) using official SRI methodology. • Quantify general HVAC flexibility potential derived from SRI scoring patterns.	Zeeshan Ali Shah zeeshan.shah@taltech.ee
Sensitivity Analysis of Baseline HVAC Electricity Consumption Across Diverse Building and Weather Conditions	**Background**: Baseline HVAC consumption varies due to building envelope, occupancy, HVAC sizing and climate. Sensitivity mapping helps understand load variability without entering DR-event modeling. **Objectives**: • Simulate baseline (non-DR) HVAC consumption across varying building and weather inputs. • Identify the most influential variables affecting baseline energy patterns. • Provide parameter rankings for future advanced modeling studies.	Zeeshan Ali Shah zeeshan.shah@taltech.ee
Characterization of EV Charging Behavioral and Temporal Patterns Using Regional or Public Datasets	**Background**: EV user behavior significantly influences load graph but many regions lack detailed studies. Characterization of charging profiles is an essential input for any future flexibility modeling. **Objectives**: • Analyze temporal EV charging data (arrival time, SOC, charging duration). • Identify behavioral clusters and typical charging patterns. • Develop representative EV behavioral profiles for future modeling.	Zeeshan Ali Shah zeeshan.shah@taltech.ee
Cost-Optimized EV Charging Scheduling Under Time-of-Use (TOU) Tariff Structures	**Background**: Time-of-use pricing impacts EV charging cost and can indirectly influence grid load. Modeling flexible TOU-based charging allows evaluation of cost-driven scheduling without touching DR-event rebound modeling. **Objectives**: • Formulate EV charging cost minimization using TOU tariffs. • Simulate charging schedules under multiple price scenarios. • Evaluate trade-offs between cost, convenience and grid load without DR mechanisms.	Zeeshan Ali Shah zeeshan.shah@taltech.ee
Real-Time Monitoring of Aggregated Load Compliance During DR Events	**Background**: Flexible loads may fail to comply fully with DR instructions. Aggregators need methods to confirm in real time that requested energy reduction is delivered. This ensures reliability of aggregated flexibility and prevents grid-level penalties. **Objectives**: • Develop a real-time or near-real-time compliance detection mechanism for aggregated HVAC or EV loads. • Explore measurement signals: smart meters, IoT devices or disaggregated load estimation. • Simulate scenarios where some users do not comply and evaluate aggregator risk and flexibility shortfall. • Propose mitigation strategies: alerts, partial aggregation adjustments or predictive adjustments.	Zeeshan Ali Shah zeeshan.shah@taltech.ee
V2G juhtimisstrateegiate modelleerimine kolme juhtimisstsenaariumi näitel ning nende mõju elektrisõiduki aku elueale ja majanduslikule tasuvusele	• Ühe elektrisõiduki laadimisprofiili modelleerimine V2G rakenduse hindamiseks • Kolme juhtimisstsenaariumi koostamine ja võrdlemine: tagasihoidlik, mõõdukas ja agressiivne V2G kasutus. • Aku kalendrilise ja tsüklilise vananemise modelleerimine sõltuvalt laadimis- ja tühjendamistsüklitest • Juhtimisotsuste mõju hindamine aku SOH-le ja elueale • Saadava elektrituru tulu arvutamine ning võrdlus tavapärase laadimisega • Aku täiendava kulumise ja võimaliku varasema akuvahetuse majandusliku mõju sidumine saadud lisatuluga.	Mihkel Reinula Mihkel.Reinula@taltech.ee

Teema (*Topic name*)	Lähteülesanne (*main tasks*)	Juhendaja (*supervisor*)
	• Hinnata, millistel tingimustel katab saadud tulu aku täiendava degradatsiooni ja aku vahetuskulu.	
Päikesepargi hooajalise vesiniksalvestuse tehnilis-majandusliku mudeli koostamine Eesti elektrituru näitel	• Eesti elektrituru ajalooliste tunnipõhiste hindade ja päikeseelektrijaama tootmisprofiili analüüs: hinnata null- ja nullilähedase hinnaga ülejäägitootmise maht. • Hooajalise vesiniksalvestuse ja akusalvestuse mudeli koostamine MATLAB-is, kasutades päikesepargi tootmisgraafikut ja elektrituru hinnagraafikut • Kolme strateegia võrdlus: elektri kohene müük turule, elektri salvestamine päeva sees ning elektri salvestamine sessoonselt • Vesiniksalvestuse majandusliku tasuvuse hindamine • Tingimused, mille korral hooajaline vesiniksalvestus muutub Eesti elektriturul majanduslikult põhjendatuks.	Mihkel Reinula Mihkel.Reinula@taltech.ee
Value of Improved Electricity Data for Building Flexibility Investment Decisions	**Aim**: Evaluate the financial value of improved electricity-data collection before a load-shifting retrofit, under explicit controllable-demand and operational assumptions. • Select one building, check its electricity data, and define an upgrade that can shift electricity use to cheaper hours. • Build a simple model of electricity use. Set realistic assumptions about how much demand can be shifted, when it can be shifted, and the upgrade cost. • Simulate current operation and shift demand to cheaper hours while meeting the building's energy needs and operating limits. Calculate annual savings and long-term financial benefits. • Compare the available data with longer recording periods and more detailed readings. Estimate whether better data would improve the investment decision enough to justify its cost. Check the results using a separate data period and different assumptions.	Md Asif Abbas md.abbas@taltech.ee
Comparison of Load forecasting algorithms for residential applications	**Objective**: This work will utilize real-world residential consumption datasets and simulation environments to compare different machine learning and deep learning forecasting models. Insights gained will help inform future research and applications in residential energy management systems, contributing to energy efficiency, grid stability, and cost reduction. **Description**: Load forecasting, which predicts future energy demand, is essential for effective energy management and efficient operation of power systems. With the increasing complexity of residential consumption patterns due to factors such as the integration of renewable energy sources, electric vehicles, and smart home technologies, accurate forecasting has become even more critical. In this thesis, a variety of traditional, machine learning, and hybrid forecasting techniques will be evaluated. The study aims to provide a comprehensive analysis of their performance, focusing on metrics like accuracy, scalability, computational efficiency, and suitability for different residential scenarios. Special attention will be given to the variability of residential load data, which is often influenced by occupant behavior, seasonal changes, and regional differences.	Noman Shabbir Noman.shabbir@taltech.ee
BRP Portfolio Optimization with Flexibility Assets under Passive Balancing	**Objective**: Optimize a BRP portfolio containing flexible loads (HVAC, BESS) to maximize net profit from passive imbalance opportunities by shift energy dispatch **Background:** Balance Responsible Parties (BRPs) can intentionally deviate from their scheduled energy positions to take advantage of imbalances in the system With the integration of flexibility resources like HVAC, BESS, and EVs, BRPs can strategically plan deviations to maximize profit while minimizing penalties and maintaining operational feasibility.	Arqum Shahid Arqum.shahid@taltech.ee
Impact of Weather Forecast Errors on Flexibility Activation in Smart Grids	**Objective**: To analyze how inaccuracies in weather forecasts (e.g., solar irradiance, temperature) affect the planning and activation of demand-side flexibility in residential energy systems and propose a mitigation strategy to reduce this impact. **Background**: Flexibility activation (like HVAC adjustment, BESS dispatch, or load shifting) is often scheduled based on day-ahead or intraday weather forecasts. Forecast errors can lead to under- or over-estimation of available flexibility, affecting grid stability and market participation.	Arqum Shahid Arqum.shahid@taltech.ee
Intelligentsete Agentide-Põhised Süsteemid Detsentraliseeritud Nõudluse Kõikumiste Juhtimiseks ***(Intelligent Agent-Based Systems for Decentralized Demand Side Flexibility Management)***	**Description**: Investigate the potential of multi-agent systems (MAS) in DSF. Each agent, powered by AI, represents a consumer or a group of consumers. These agents negotiate, collaborate, and make decisions autonomously to optimize energy consumption based on grid needs, pricing, and user preferences. • Basics of multi-agent systems and their application in energy management. • Designing AI-powered agents for DSF. • Simulation and real-world testing environments. • Case studies: Implementing MAS in microgrids or community energy systems.	Arqum Shahid (arqum.shahid@taltech.ee)

3. Automatiseerimine ja digilahendused (*Automation and Digital Solutions*)

Teema (*Topic name*)	**Lähteülesanne (*main tasks*)**	**Juhendaja (*supervisor*)**
Elektripaigaldise seadmete määramine kaudsete mõõtmiste kaudu	• Uuring kaudsete mõõtmiste kaudu elektritarbijate ning tootmisseadmete määramise meetodite kohta ning hinnang nende kasutatavuse kohta. • Valitud meetodite tulemuslikkuse teoreetiline hindamine arvestitagustes segapaigaldistes simulatsioonide kaudu. • Valitud meetodite tulemuslikkuse eksperimentaalne hindamine. • Võrdlev analüüs valitud meetodite rakendatavuse kohta.	Tarmo Korõtko tarmo.korotko@taltech.ee
Liikurplatvormi väljatöötamine AR3 manipulaatorile ning selle autonoomne navigeerimine siseruumides	• Analüüsida AR3 manipulaatori mobiilse rakenduse nõudeid ning valida liikurplatvormi ehitamiseks sobivad ajamid, mootorikontrollerid, andurid ja muud põhikomponendid, arvestades platvormi kandevõimet, mõõtmeid, lävepakkude ületamise võimekust ja siseruumides manööverdamist. • Valida liikurplatvormile sobiv akulahendus, lähtudes AR3 manipulaatori ja platvormi energiatarbest, soovitud tööajast, massipiirangutest ning ohutuse ja laadimise nõuetest. • Uurida ja valida sobiv siseruumides navigeerimise ja lokaliseerimise lahendus ning töötada välja programm AR3 liikurplatvormi autonoomseks navigeerimiseks, asukoha määramiseks ja trajektoori järgimiseks. • Koostada prototüüp ning katsetada selle navigeerimist erinevates siseruumides, sealhulgas lävepakkude ületamist ja staatilistest takistustest möödumist, ning analüüsida süsteemi toimimist.	Vahur Maask vahur.maask@taltech.ee
KNX hooneautomaatika õppestendi rakendused **(*Applications of KNX building automation training set*)**	Aktiivõppe (active learning) arendamine KNX sideprotokollil põhinevate energiahalduslahenduste laboriülesannetega. • Ülesannete koostamine: valgustusstseenide konfigureerimiseks, energiatarbimise jälgimiseks, kasutajaliidese kujundamiseks, ETS tarkvara konfigureerimiseks, KNX topoloogia seadistamiseks, andmete kogumiseks arvestilt M-Bus protokolliga, tõrkeotsinguks (rikete simulatsioonid ning taastamisstrateegiaid). • Komponendid: juhtpaneeli Busch SmartTouch®, ABB i-bus® KNX USB liides USB/S 1.1, ABB i-bus® KNX SV/S toiteplokk, ABB DG/S x.64.1.1 DALI-Gateway, CC-13 SELV LED DALI valgusti, energiaarvesti B21, ABB ZS/S 1.1 koos liidesega, kasutajanuppude paneeli Bedienelement 6127/01-84-500 • Välise arvutipaneeli (nt rPi, HomeAssistant vms.) liidestamist KNX süsteemiga. Töö hõlmab nii tarkvara kui riistvara täiustamist. **Täpne ülesanne püstitatakse koostöös teema valinud õppijaga ja tema teadmisi ning oskusi arvestades.** ***Lisa. Võimalike laboritööde näiteid:*** • *Introduction to KNX and DALI Protocols* *Objective: Understand the architecture and communication principles.* *Activities: KNX topology setup, ETS software configuration, DALI bus basics* • *KNX lighting Control via KNX/DALI Gateway* *Objective: Implement dimming and scene control using KNX/DALI.* *Equipment: ABB DG/S x.64.1.1 DALI-Gateway, CC-13 SELV LED DALI luminary.* *Activities: Connect and configure DALI devices, Create lighting scenes, Test responsiveness and energy consumption* • *Energy Monitoring and Data Acquisition* *Objective: Monitor energy usage and integrate with KNX.* *Equipment: Energy meter B21, ABB ZS/S 1.1 Meter Interface Module.* *Activities: Connect IR port via M-Bus, Retrieve and log data, Analyze consumption patterns* • *User Interface Integration with ABB SmartTouch* *Objective: Design intuitive user interfaces for building control.* *Equipment: Busch SmartTouch®, Bedienelement 6127/01-84-500.* *Activities: Configure touch panels, Link scenes and controls, Evaluate usability*	Madis Lehtla madis.lehtla@taltech.ee
General LLM vs RAG vs Domain-Adapted LLM for Power-System Engineering	**Description**: To systematically evaluate whether retrieval augmentation and domain adaptation improve the knowledge and engineering reasoning capabilities of general-purpose LLMs for power-system applications. • Develop a benchmark of power-system engineering questions across multiple technical domains and difficulty levels. • Implement and compare general-purpose LLM, LLM + RAG, domain-adapted LLM, and domain-adapted LLM + RAG. • Evaluate factual correctness, engineering reasoning, hallucination/error rate, and response quality. • Analyze where RAG and fine-tuning provide improvements and where their benefits are limited.	Furqan Amjad furqan.amjad@taltech.ee
Masinõppel põhinev elektripaigaldise peakilbi info eraldamine tehnilistelt joonistelt struktureeritud andmestikuna	• Teaduskirjanduse ja olemasolevate lahenduste ülevaade tehniliste joonistelt info eraldamise meetodite kohta • Sobivate masinõppe meetodite valik ja info eraldamise lahenduse arendamine • Lahenduse treenimine ja testimine ning tulemuste võrdlev analüüs • Eraldatud andmete struktureerimine ja lahenduse rakendamine näidisprojektidel	Jaakob Lambot jaakob.lambot@taltech.ee
Universaalne stiimulõppel põhinev agent kodumajapidamise energiaseadmete juhtimiseks	• Liigitada kodumajapidamise juhitavad seadmed nende tööpõhimõtte, piirangute ja juhtimisvõimaluste alusel. • Määrata iga seadmerühma jaoks agendi sisendid, väljundid ja piirangud. • Analüüsida, kas eri seadmerühmade juhtimiseks on võimalik luua universaalne stiimulõppe agent. • Arendada juhtagendi prototüüp ja viia läbi stiimulõppe katsed. • Hinnata agendi tulemusi ning võrrelda tulemusi reeglipõhise juhtimisega.	Trevor Uuna trevor.uuna@taltech.ee

4. Valgustehnika ja metroloogia (*Lighting Engineering and Metrology*)

Teema (*Topic name*)	**Lähteülesanne (*main tasks*)**	**Juhendaja (*supervisor*)**
Leedekraanidega seotud uuringud	• reklaamide värvituvastusalgoritm leedekraanide energiatarbe analüüsiks • reklaamide heleduse ja värvsuse mõju leedekraanide energiatarbele • ekraanide heleduse ja värvsuse muutuse taju uurimine eri keskkonnatingimustes • ettevõtete poolt välitingimustesse paigaldatud leedekraanide installeeritud võimsuseid ja energiatarbe juhtimise potentsiaali • ettevõtete poolt sisetingimustesse paigaldatud leedekraanide installeeritud võimsuseid ja energiatarbe juhtimise potentsiaali	Argo Rosin argo.rosin@taltech.ee (mitu lõputööd)
Intelligentse teevalgustuse kujundamine muutuvatele ilmastikuoludele *(Intelligent design of road lighting for variable weather conditions)*	• Lähteinfo kogumine • Oluliste parameetrite kirjeldamine ja mõõtmine • Juhitavate valgustuslahenduste analüüs • Ohutu ning targa teevalgustuslahenduse kujundamine ja analüüs erinevates keskkonna tingimustes • Valideerida väljatöötatud või valitud meetod ning võrrelda tulemusi sobiva baaslahenduse või alternatiivse lähenemisega	Toivo Varjas toivo.varjas@taltech.ee
Fotomeetriliste ja radiomeetriliste mõõtmiste rakendused mesoopilises fotomeetrias *(Applications of photometric and radiometric measurements in mesopic photometry)*	• Koostada teaduskirjanduse ja asjakohaste tehniliste allikate põhjal uuritava probleemi ning kasutatavate meetodite ülevaade • Oluliste parameetrite analüüs mesoopilises keskkonnas • Teostatav nii sise- kui välistöö keskkonnas • Valideerida väljatöötatud või valitud meetod ning võrrelda tulemusi sobiva baaslahenduse või alternatiivse lähenemisega	Toivo Varjas toivo.varjas@taltech.ee
Teepinna valgustehniliste parameetrite analüüs sõltuvalt peegeldustegurist. *(Analysis of road surface lighting parameters depending on the reflection factor)*	• Koostada teaduskirjanduse ja asjakohaste tehniliste allikate põhjal uuritava probleemi ning kasutatavate meetodite ülevaade • Lähteinfo kogumine • Oluliste parameetrite analüüs • Erinevate teekatendite kirjeldamine • Valgustehniliste parameerite analüüs • Valideerida väljatöötatud või valitud meetod ning võrrelda tulemusi sobiva baaslahenduse või alternatiivse lähenemisega	Toivo Varjas toivo.varjas@taltech.ee
Mitmekesise värvispektriga valgustuse energiasäästlik lahendamine ja analüüs. *(Energy-efficient solution and analysis of lighting with a diverse color spectrum)*	• Koostada teaduskirjanduse ja asjakohaste tehniliste allikate põhjal uuritava probleemi ning kasutatavate meetodite ülevaade • Oluliste parameetrite analüüs • Valguse värvsustemperatuuri mõõtmine ja analüüs • Valideerida väljatöötatud või valitud meetod ning võrrelda tulemusi sobiva baaslahenduse või alternatiivse lähenemisega • Võib vaadelda nii sise kui välistöökoha valgustust eraldi	Toivo Varjas toivo.varjas@taltech.ee
Masinnägemisel põhinev valgustuse kvaliteedi automaatne hindamine	• Lähteinfo kogumine • Oluliste parameetrite kirjeldamine ja mõõtmine • ILMD kaamera mõõtmised tehisintellekti tuvastusega ülevalgustatud ja/või pimealadele, ekraanidele, valgustitele ning võimalikele räigusallikatele • Aluste loomine automaatseks valgustuse auditiks • Valideerida väljatöötatud või valitud meetod ning võrrelda tulemusi sobiva baaslahenduse või alternatiivse lähenemisega.	Toivo Varjas toivo.varjas@taltech.ee
Tehisintellekti põhine digitaalsete väliekraanide heleduse automaatne hindamine	• Koostada teaduskirjanduse ja asjakohaste tehniliste allikate põhjal uuritava probleemi ning kasutatavate meetodite ülevaade. • Teostada oluliste parameetrite kirjeldamine ja mõõtmine. • ILMD kaamera mõõtmised tehisintellekti tuvastusega ekraanide heledus andmesike analüüsis • Valideerida väljatöötatud või valitud meetod ning võrrelda tulemusi sobiva baaslahenduse või alternatiivse lähenemisega.	Toivo Varjas toivo.varjas@taltech.ee