



Eesti Soojustehnikainseneride Selts
Estonian Association of Thermal Engineers

VÄIKEKOLDED

... ja nende kaasajastamine 18. detsember 2017 TTÜ U06-220

Mart Hovi

doktorant

EMÜ tehnikainstituut



Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

www.emu.ee



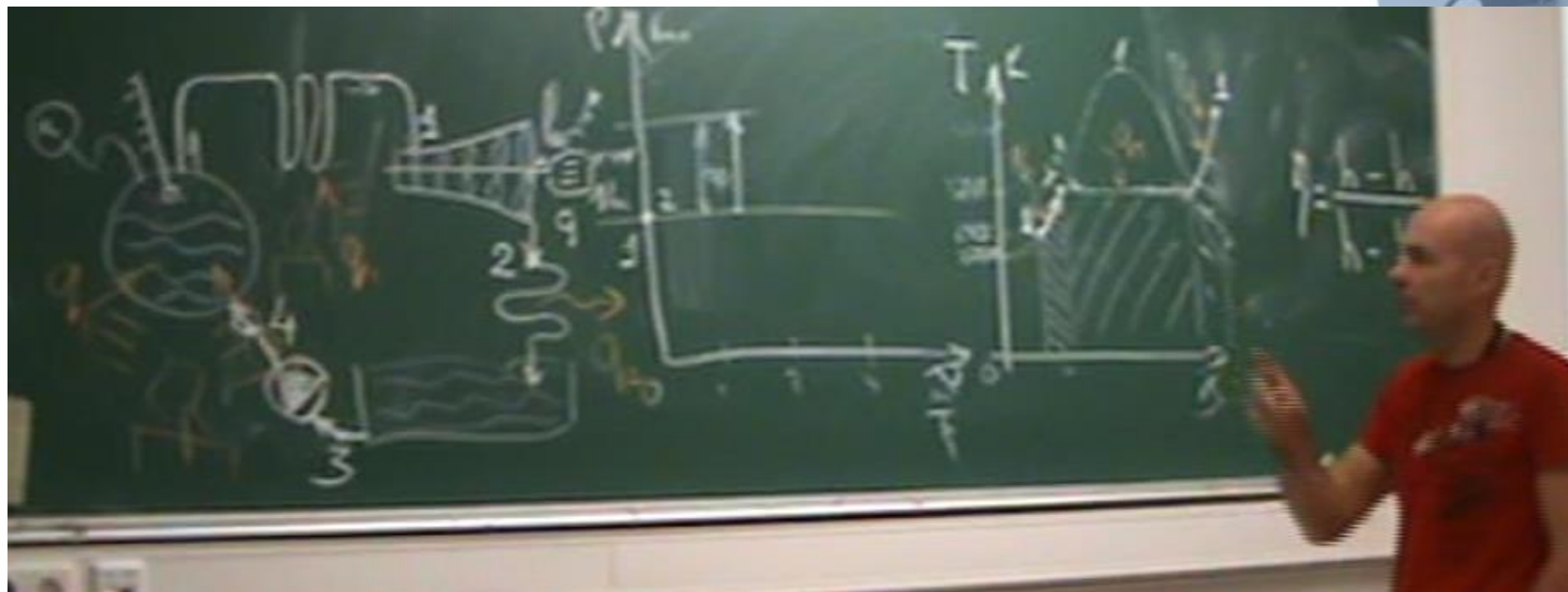
Mart Hovi haridustee

- Doktorantuur EMÜ's 2016...2020
- Magistrikraad (teaduskraad), 1995, (juh) Eugen Kokin, „[Mitmeaastased rohttaimed energeetilise toormena Eesti Vabariigis](#)“, Eesti Maaülikool.
- 1983–1990 Elektriinsener, Eesti Põllumajanduse Akadeemia
- 1974–1983 Tallinna 16. Keskkool
- 1972–1974 Iru Algkool
- Sündinud 30.10.1964



Mart Hovi tegevusvaldkond

- Õppetöö: informaatika ja soojusenergeetika
- Koostöö soojaettevõtjatega (nõustamine jne)
 - Tootsi Turvas AS
 - Ahja Moodulahi OÜ
 - Disainkütteseadmed OÜ
 - Rapla Metall OÜ
- Projektid
 - ECOHOUSING
 - Katelde omadusi käsitlev uurimus
 - Teadmispõhise ehituse tippkeskus
 - Tuli ja Suits OÜ toodete katsetamine
 - Sangla keskküttetrassi tehnilise seisukorra ja soojuskadude ekspertarvamus



Probleem

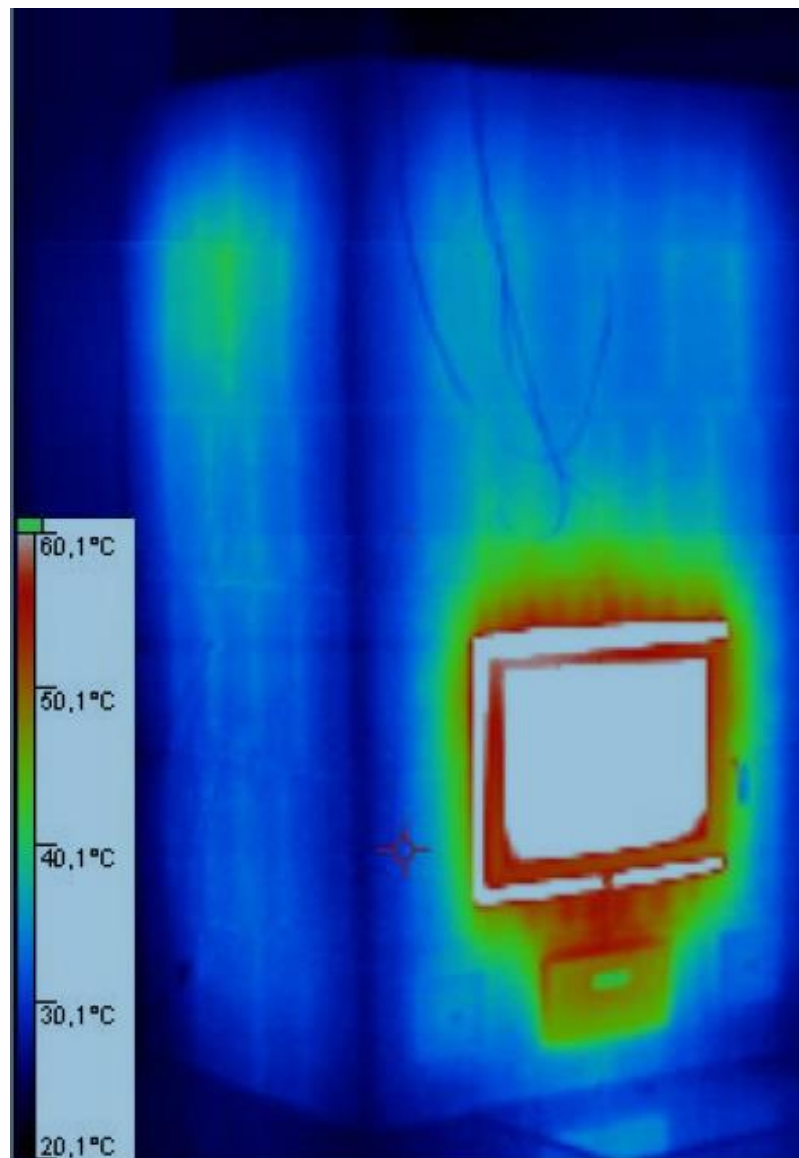
- Ahjud on väga levinud kütteseadmed põhja euroopa maamajapidamistes.
- Peamine kahjulike heitmete põhjus ahjudel on mittetäielik põlemine.



Foto: Tiit Blaas



Ahjude vaatlused



Materjal ja meetod

Table 1. Comparison of EN-15544 and EKUK measurements

Parameter	EN 15544 norm 1.01.2010.	Measuring results - oven
Carbon monoxide CO mg/MJ	1000	3300
NO _x mg/MJ	150	245
Unburnt organic matter mg/MJ	80	44
Fly ash (dust) mg/MJ	60	275

Mõõtmised Eestik Keskonnuuringute Keskuse laboratooriumis näitavad, et meil valdavalt kasutusel olevad pliidad, ahjud kaminad on heitmete poolelt kehvas seisus.



Paradigma muutumine

- Restiga koldes on põlemine märksa täielikum kui umbse põhjaga koldes (Veski 1973, lk 47)
- Umbkolde puuduseks on suur liigõhu hulk ning mittetäielik kütuse põlemine. Restkoldel on kasutegur ligikaudu 20% kõrgem kui umbkoldel (Tenisberg 1979, lk 225)
- Dieser zeichnet sich durch niedrigste Emissionswerte aus. Die Emissionswerte der Vereinbarung gemäß Art. 15a B-VG über das „Inverkehrbringen von Kleinfeuerungen und die Überprüfung von Feuerungsanlagen und Blockheizkraftwerken“ werden eingehalten und die Erlangung des Österreichischen Umweltzeichens wird ermöglicht. ([UmweltPlus-Brennraum - Österreichischer Kachelofenverband 2015](#))



Ahju energiabilanss

$$m_B \cdot Q_a^t = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6$$

Q_2 -suitsugaasi kõrge temp.

Q_3 -mittetäielik põlemine

Q_4, Q_5, Q_6 – teised kaod



TEUK 2009 kogumik lk 138...141

HALUPUUDE ENERGIA ARVESTUS VÄIKEMAJA KÜTMISEL

Mart Hovi, Külli Hovi
EMÜ tehnikainstituut, hovi@emu.ee, 51 24 422

Annotatsioon

Käesolevas töös käsitletakse väikemaja halukatla kütusemajandust ja primaarenergia arvestamisega seonduvaid probleeme. Kuna puidukoguse hindamine on tihti subjektiivne, on raske hankida andmeid tegelikult tarbitud energia kohta. Tülikaks muudab selle ka käsitsi teenindatavate väikekatelde madal kasutegur ja kütuse ebaühtlane kvaliteet. Käesolevas artiklis pakutud lahendus on olemuselt lihtne ja realiseeritav väikese kulu.



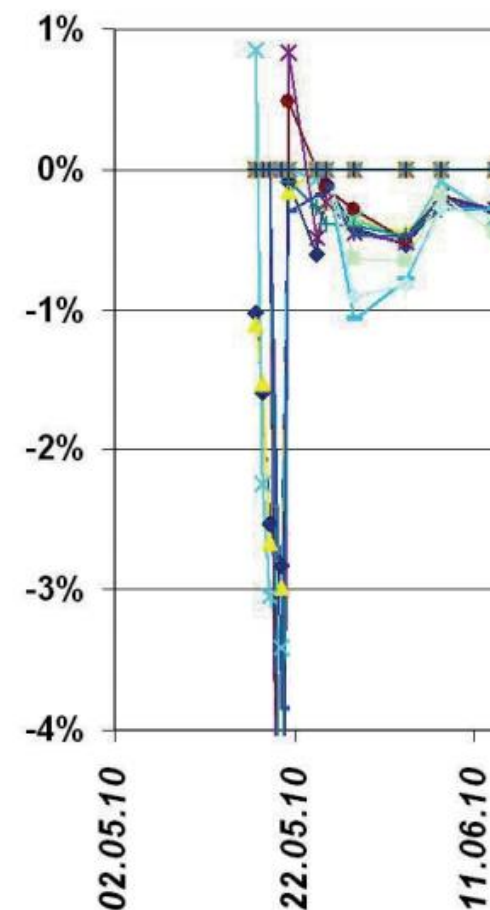
TEUK 2010 kogumik lk 101...105

SADEMETE EEST VARJATUD PUITKÜTUSE LOOMULIK KUIVATAMINE

Mart Hovi, Külli Hovi
EMÜ tehnikainstituut

Annotatsioon

Artiklis on käsitletud kimpudesse seotud halupuidu varumist, kuivamist ja säilitamist. Kuivamisel võib täheldada kolme faasi: käivitus, ühtlane kuivamine ja tasakaalulolek. Esimeses faasis kaob niiskus keha pinnalt. Teise faasis toimub vee siire puidu sisemistest kihtidest pinnale. Kolmandas faasis kõigub materjali niiskusesisaldus ümber tasakaalupunkti. Võiks arvata, et kuivamise kiirus erinevates faasides sõltub suuresti välistingimustest (õhuniiskus, temperatuur). Katse aga näitab, et nii see ei ole: esimene faas on igal juhul ülikiire, teise ja kolmanda faasi kiirus on stabiilne ning ilmastikuolud seda märkimisväärselt ei mõjuta.



Projekt EcoHousing

- Aastatel 2011 kuni 2013 osales EMÜ rahvusvahelises INTERREG projektis, kus partneritena oli esindatud:
 - TTÜ Tartu Kolledž
 - Riia tehnikaülikooli keskkonna- ja energiatehnika osakond
 - Tallinna ülikool
 - Soome TTS Institute (Work Efficiency Institute)
 - Eesti Maaülikooli tehnikainstituut
 - Baltic Environmental Forum

<http://www.ecohousing-project.eu/>



TEUK 2011 kogumik lk 95.

TAHKEL KÜTUSEL TÖÖTAVATELE KÜTTESEADMETE KEHTESTATUD NORMID EUROOPAS JA AHJUEHITUSE HETKESEIS EESTIS

Annes Andresson
MTÜ Eesti Pottsepad

Annotatsioon

Puidul töötavate kütteseadmete ökonoomikast on Euroopas uuesti hakatud rääkima 20. sajandi lõpul. 2010. aasta 1. jaanuarist kehtima hakanud norm EN 15544 on esimene üleeuroopaline norm, mis fikseeris nõuded halupuudega köetavatele ahjudele. Norm kehtestab minimaalse kasuteguri, heitgaaside ja lendtuha kogused. Eesti astub esimesi samme uute nõuete rakendamise suunas ja püüab kriitiliselt hinnata olemasolevaid kütteseadmeid.

Märksõnad: taastuvenergia, kütiskvaliteet, kütteseade, ahjude standardid, ahju kasutegur, Eesti ahjuehitus



TEUK 2012 kogumik lk 58...67

AHJUDE UURING PROJEKTI ECOHOUSING RAAMES

Mart Hovi¹, Andres Menind¹, Külli Hovi¹, Argo Ladvä¹, Annes Andresson²

¹ Eesti Maaülikool, tehnikainstituut

² OÜ Ahjutarve
mhovi@emu.ee

Annotatsioon

Projekti Ecohousing partnerid Eesti Maaülikoolist uurisid koos ekspertidega taastuvenergia juurutamise raames tahkekütuse ahjude olukorda Lõuna-Eestis ning katsetasid 12 ahju. Tulemused näitavad, et kuigi kolle, lõõristik ja akumulatsioon osa peaksid funktsioneerima tervikuna, esineb mõnel uuemal kütteseadmel konstruktsioonilisi vigu. Sellest tulenevalt on suitsugaas kõrge temperatuuriga, mis põhjustab kasuteguri langemist ja tuleohtu. Lihtne suitsugaasitermomeeter lõõri viimases osas võimaldab kütmise ajal jälgida ahju tööd, reguleerida materjalibilanssi ning seeläbi tõsta ahju kasutegurit.

Märksõnad: Ecohousing, kasutegur, termograafia, pottahi, moodulahi, tellisahi, küttepuid



EMÜ tehnikamaja katlalabor

- Seoses vajadusega suurendada soojusenergeetika praktiliste harjutustööde osakaalu inseneriõppes loodi õppelabor, kus on kaks katlastendi ja täiendav võimalus ühendada korstnaga teisi väikekoldeid.
- Labori sisustamisel aitas kõvasti kaas AS Rapla metall, kes paigaldas torustikud.
- Katlalabori tehnoloogia projekteeris Maido Märss oma magistritöö raames siinkõneleja juhendamisel

<http://www.eby.ee/ajakiri2013.pdf> lk 12....15



TEUK 2013 kogumik lk 55...65

TAHKEL KÜTUSEL TÖÖTAVATE KOHTKÜTTESEADMETE SEISUKORD JA ARENG EESTIS NING NAABRUSES

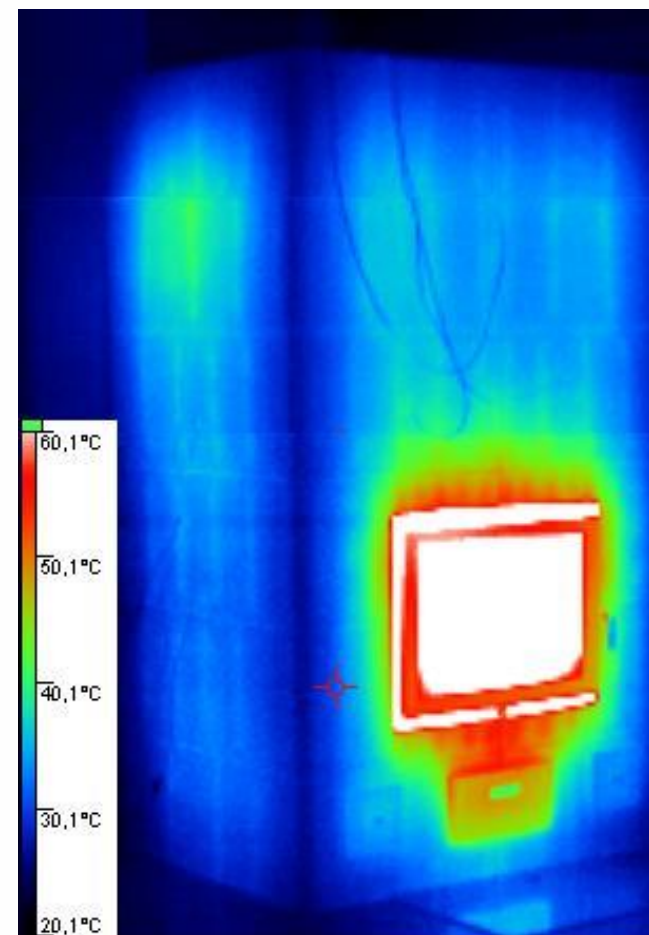
Mart Hovi, Annes Andresson

EMÜ, OÜ Ahjutarve

Annotatsioon

Kohtkütte kasutamise võimalused võivad olla rahalises mõttes väga erinevad. Arvestada tuleks mitte ainult primaarenergiaallika kättesaadavust, vaid ka seadmete maksumust ning eluiga. Autorid vaatlevad Eesti oludes soojuspumba ja elekterkütte alternatiivina erinevaid ahikütte võimalusi. Meie oludega võrdluseks on mõõdetud naaberpiirkondades Soomes, Venemaal ja Austrias levinud ahjutüüpe.

Märksõnad: pottahi, tellisahi, soojusväljastus, mõõtmine, kasutegur.



TEUK 2014 kogumik lk 91...97

AHJUEHITUSE KAASAJASTAMISE VÕIMALUSED EESTI OLULES

Annes Andresson¹, Mart Hovi²

¹OÜ Ahjutarve

²EMÜ tehnikainstituut

Annotatsioon

Ahjude põhiliseks kütuseks Eesti oludes on küttepuud. Seda loetakse ka üheks odavamaks võimaluseks kodudes soojust saada. Seoses taastuvenergiaallikate valdkonnas toimuvate arengutega ei pruugi see nii jääda ja seega peaks aegsasti mõtlema sobiva põletustehnika kaasajastamisele. Kui eelmise sajandi teisel poolel soovitasid mitmed autorid hakata kasutama restkollet, siis tänapäeval näitavad viimased uuringud, et õhu koldesse altjuhtimisega ei saavutata piisavalt puhast põlemist. Lisaks keemiliselt mitetäieliku põlemise soojuskaole loetakse ahikütet peensaaste allikaks. Saksakeelsetes maades, aga ka mujal, on juba sajandeid pööratud tähelepanu ahju tõhusamaks muutmisele. Selles suunas tuleb ka Eesti oludes liikuda.

Märksõnad: ahi, küttepuu, ajalugu, pilukolle, projekteerimine.



Juhendatud lõputööd 2016



Mart
Timo
Andrus
Leo
Imre
Raul
Mart
Kristjan
Kristo
Küll

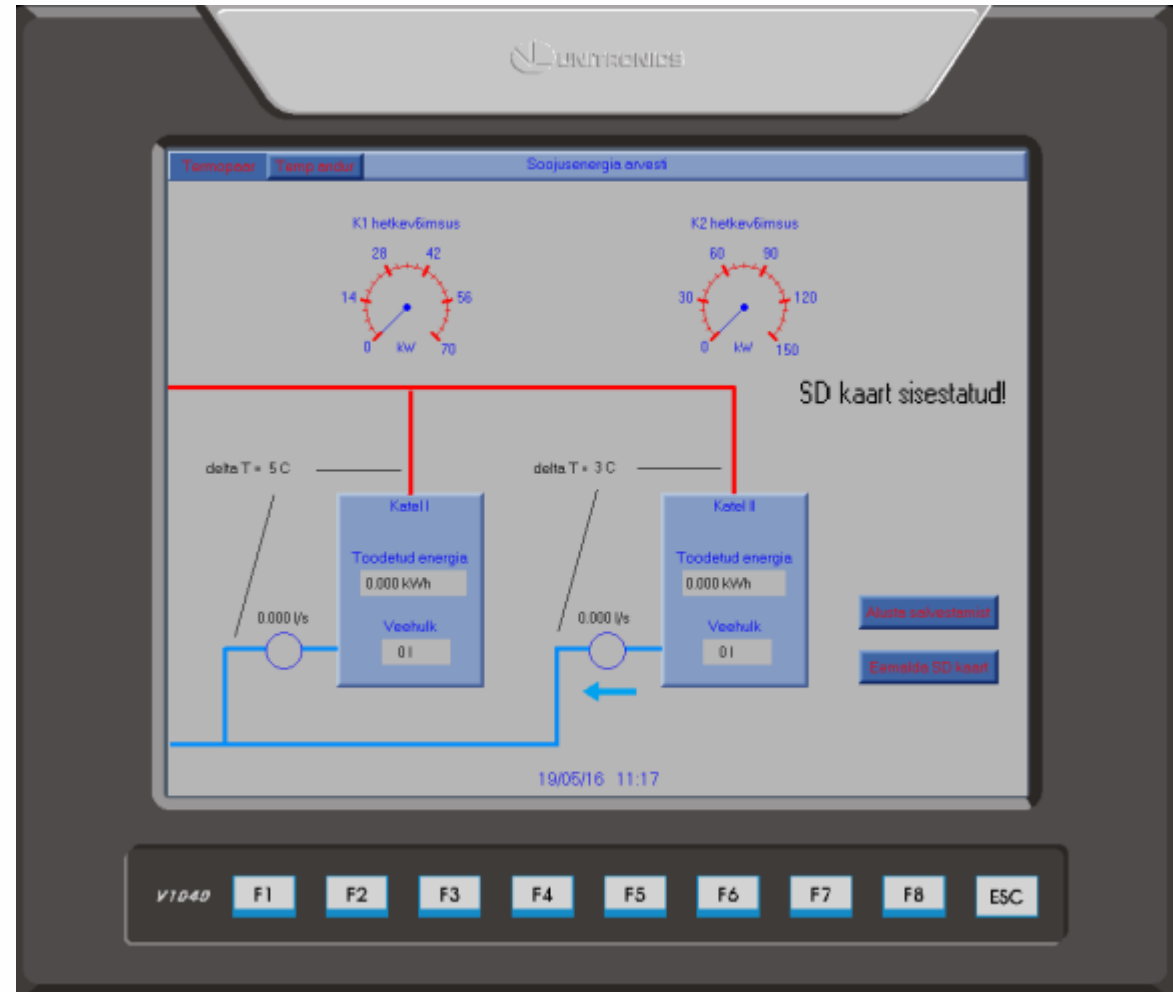


Timo

Tööstuskontrolleri baasil katelseadmete õppelabori katlastendidele energiaarvesti koostamine

Antud lõputöö projekti eesmärk oli koostada Eesti Maaülikooli Tehnikainstituudi õppehoone katelseadmete õppelabori kahele katlastendile energiaarvesti, mis lihtsustab

katlastendidel läbiviidavaid katseid. Katla energia arvestamisel tuleb mõõta katlasse siseneva ja väljuva vee temperatuuri ning veehulka, mis katelt läbib. Lõputöö käigus katsetati erinevaid temperatuuri mõõtmise ja veehulga arvestamise meetodeid.



Andrus

Soojussalvesti energiaarvestina

Töös prooviti välja töötada energiaarvestit, mida oleks lihtne paigaldada kas olemasolevatele või rajatavatele küttesüsteemidele. Lahendusena katsetati energiaarvestit, mille toimimiseks paigaldati akumulatsioonimahutile kolm digitaalset temperatuuriandurit tavapäraselt mahutitel olemasolevatesse sisenditesse. Andurite abil oli süsteemi parameetreid teades võimalik arvutada mahutisse salvestunud energia.



Leo

Infrapuna-vaakumkuivati soojustehniline mudel

Töö eesmärgiks oli uurida taimsete materjalide infrapuna-vaakumkuivatamise eeliseid teiste

teadatuntud kuivatusmeetodite ees ning leida optimaalne kuivatusrežiim õunte infrapunavaakumkuivatamisel.

Töös on käsitletud arvutus- ja katsemetoodikat. Arvutusmetoodikana on koostatud kiirgus- ja ainelevi seoste põhjal soojusvahetuse mudel SciLab keskkonnas, võimaldades modelleerida kuivatusprotsessi temperatuure ja materjali niiskuse muutumist ajas.



Imre

Ahjus toimuva põlemisprotsessi juhtimise automaatika

Magistritöö eesmärgiks oli uurida, kuidas
põlemisautomaatika kasutamise abil
vähendada

ahjude kütmisel välisõhku paisatavat
emissiooni, parandada kasutegurit ning
muuta

ahikütet samal ajal kasutajasõbralikumaks.
Need välja toodud aspektid on tänapäeva
ühiskonnas üha suureneva tähtsusega.
Magistritöö teoreetilises osas on käsitletud
ahikütet

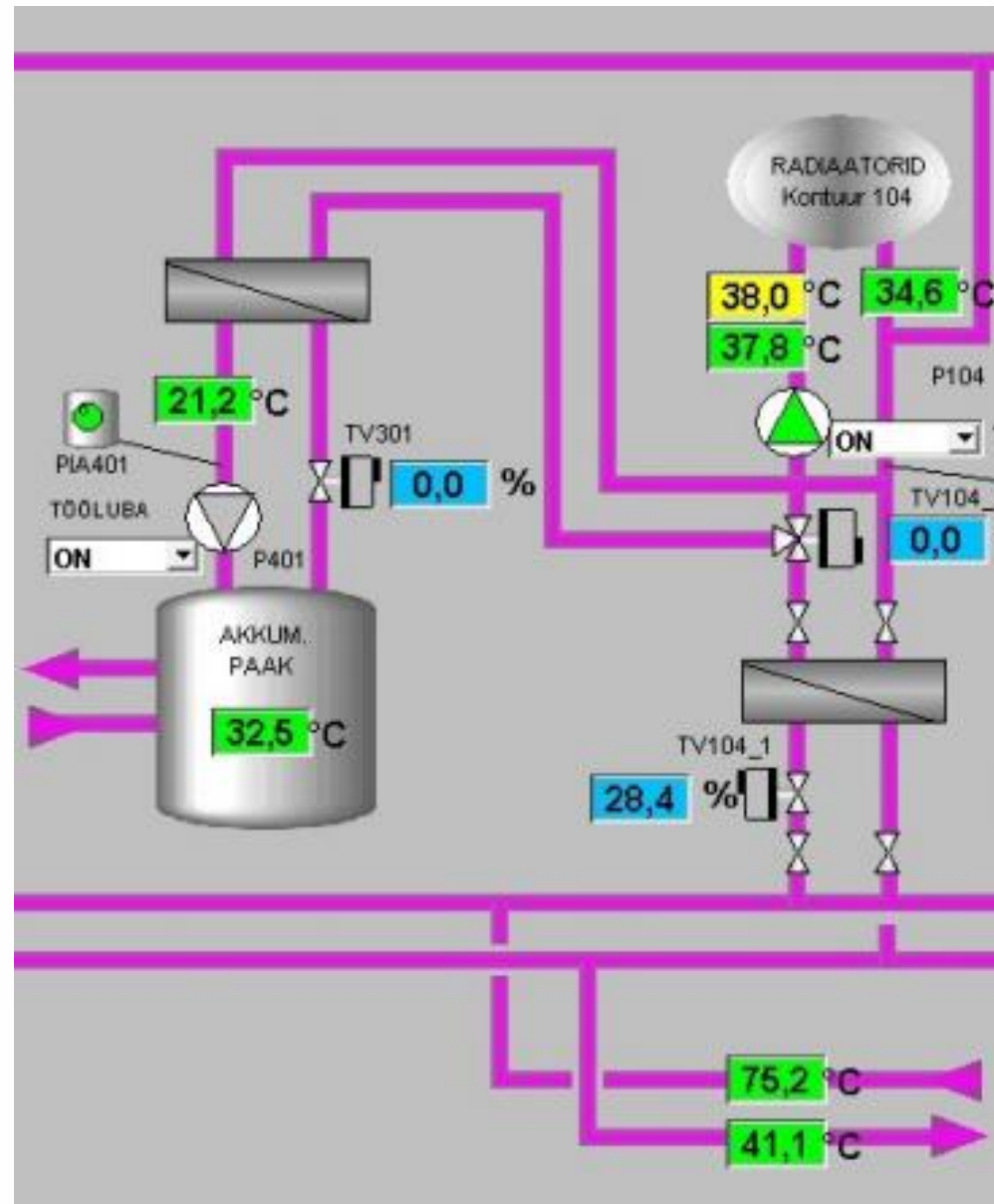
üldiselt ja sellele mõeldud
põlemisautomaatika seadmeid.



Raul

Eesti Maaülikooli Tehnikamaja soojussõlme automaatikasüsteemi juhtimissignaali analüüs

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on analüüsida Eesti Maaülikooli Tehnikamaja soojussõlme tööd võrguvee tühiläbijooksu olukorras ning leida lahendusi, et kirjeldatud juhtumid ei korduks. AS Tartu Keskkatlamaja töötaja poolt juhiti Eesti Maaülikooli haldusosakonna tähelepanu olukorrale, kus katlamajja on Tehnikamaja soojussõlmest suur hulk kuuma vett tagasi tulnud, ehk on toimunud võrguvee tühiläbijooksud.

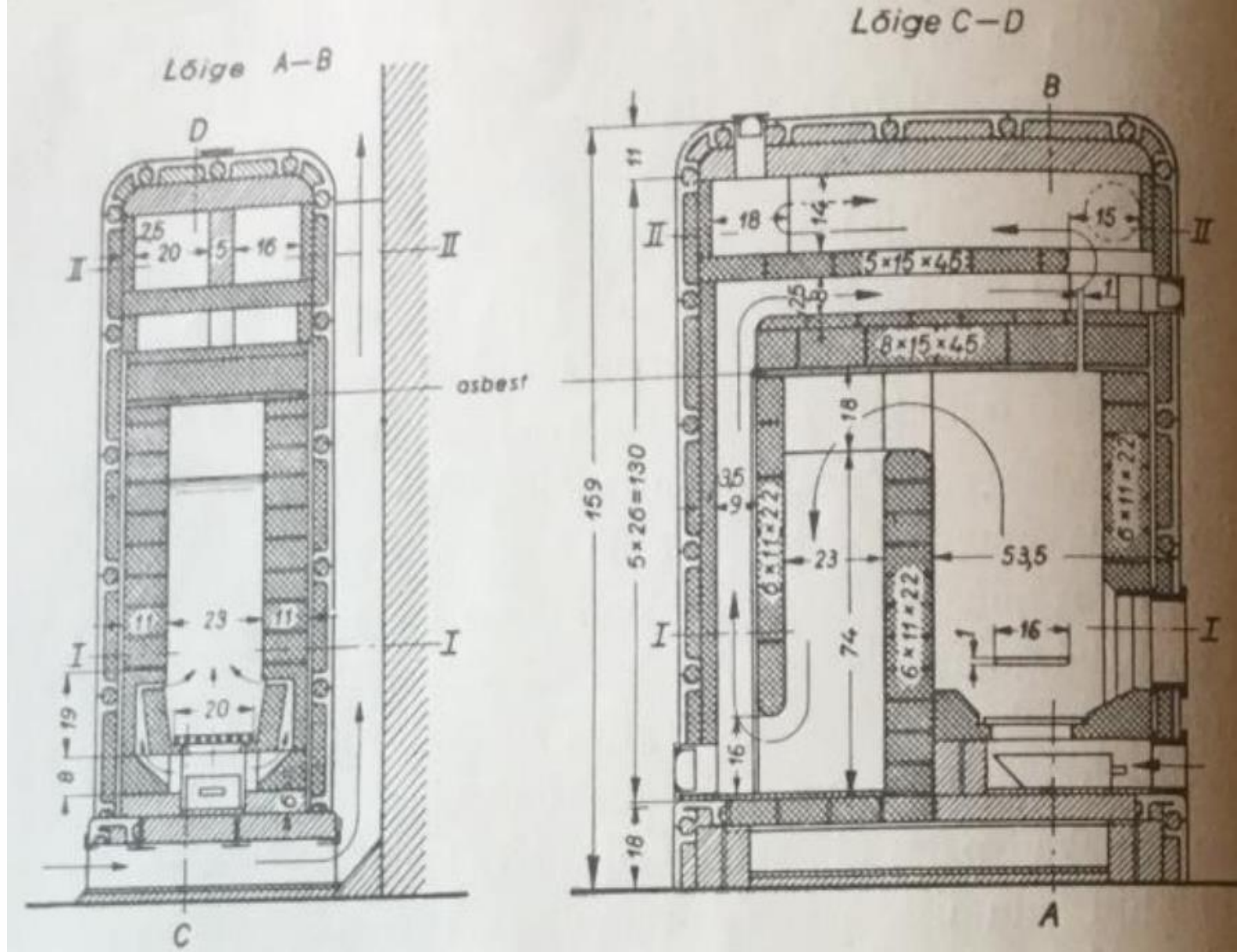


Mart

Pilukolde töö ja suitsugaasi analüüs

Käesoleva bakalaureusetöö peamiseks eesmärgiks on võrrelda Eesti klassikalist ahju- ja pilukollet ning tuua välja viimase eelised. Täiendav eesmärk on uurida pilukolde tööd.

Klassikalise Eesti umbahju ja kaasaegse pilukolde võrdluses leiti, et uuem tehnoloogia tagab kolm korda puhtama põlemise. Samuti on ka kasutegur suurem. Miinusena tuuakse välja, et Eestis ei ole piisavalt pädevaid meistreid, kes suudaks ehitada kaasaegset kollet.



Kristjan

Briketimasina energiabilanss

Töös antakse ülevaade Weima C-150 hüdraulilise briketimasina tööst erinevatest lähtematerjalide briketeerimisest. Briketimasina tööd uuriti võrguanalüsaatoriga Janitza UMG 605, millega kogutud andmeid töödeldi hiljem tabelarvutusprogrammiga. Briketimasina tühijooksu ja briketeerimise ajal ei esinenud suurt erinevust võimsuste osas. Kaudsel meetodil arvutati kasutegur, milleks saadi ligikaudu 9 protsenti. Briketimasina kasutegur on väga madal, seega leiab töö autor, et selle tõstmise võimalusi oleks vaja edaspidi uurida.



Kristo

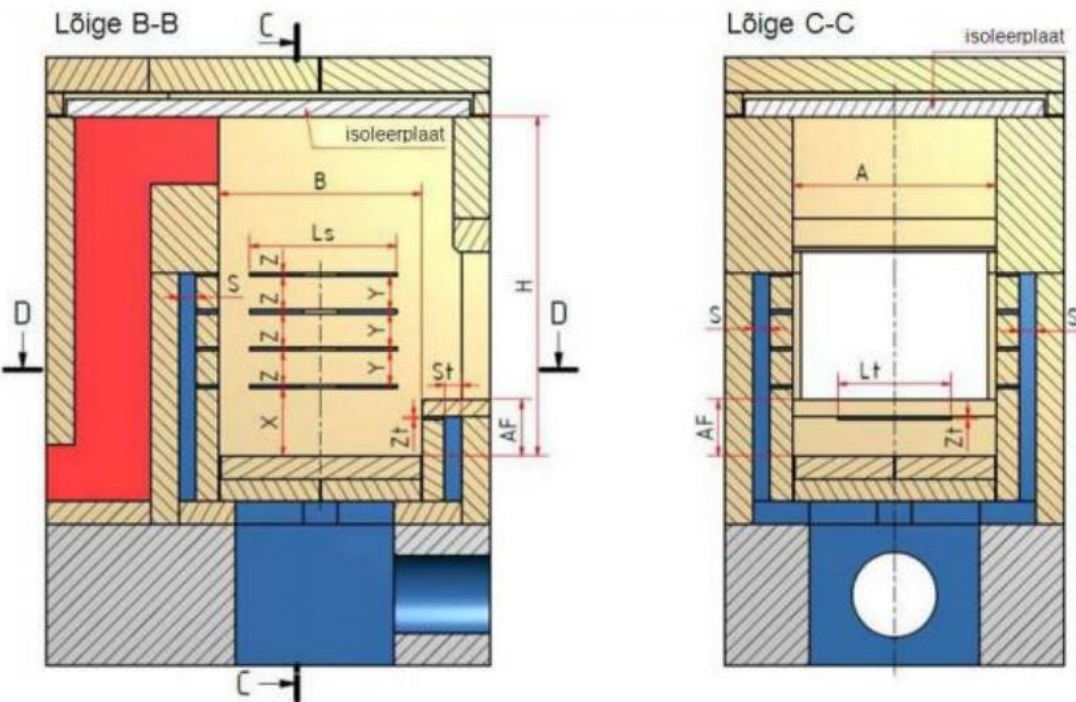
Kondensaatkatla töö uurimine

Töö eesmärgiks on selgitada, kas kondensaatkatel saavutab läbi viidud katsetes paremad tulemused. Aasta jooksul uuriti mõlema katla gaasikulu, tehti suitsugaasi analüüs ning võrreldi tarbevee soojendamise ja kindlal temperatuuril hoidmise gaasikulu. Saadudu tulemuste alusel võrreldi katelde efektiivsust. Katelde võrdluses leiti, et kondensaatkatel saavutab välisõhu temperatuuril alla 5 °C 8% parema kasuteguri kui atmosfäärkatel. Kõrgematel temperatuuridel kui 5°C polnud erinevus märgatav. Tarbevee soojendamisel ja vee temperatuuri hoidmisel oli kondensaatkatel 9% kõrgema kasuteguriga. Puudusena leiti, et kui hoonel puudub põrandaküte, pole ka kasuteguri erinevus katelde vahel markantne



Põlemine pilukoldes

Peamine vahe pilukoldel ja umbkoldel on see, kuidas juhitakse õhku põlemistsooni. Erinevalt umbkoldest, kus õhk pääseb koldesse ainult läbi ukse, juhitakse pilukoldesse õhku läbi kolme külje.



Tulemused

30 min mõõdetud keskmised:

Vingugaas CO 496 ppm

Põlemata orgaanika C_xH_y 462 ppm

Lämmastiku ühendid NO_x 1,58 ppm

Peenosakesed 108 mg/m³



Ahjudisain 2016



<http://www.dks.ee/>



www.emu.ee
Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

Tulemused ja arutelu



<http://www.dks.ee/>



Eesti Maaülikool
Estonian University of Life Sciences

www.emu.ee

Pioneer pliidi rekonstruktsioon



Suvel 2017 toimus Pioneer tüüpi pliidi rekonstruktsioon Tartu maakonnas. HBO plaatidest valmistati pilukolle, mis on projekteeritud fotode järgi. Kütus 2,5 kg puid või 2,0 kg puitbriketti. 20% põlemisõhust tuleb läbi koldepõhjas oleva resti.

11. juuli kontrollmõõtmise keskmised:

- Suitsugaasi temperatuur 141 °C
- Kaudne kasutegur 74%
- Põlemata orgaanika (C_xH_y) 199 ppm
- Mõõdetud hapnikusisaldus 15%
- Mõõdetud vingugaasisisaldus 1672 ppm



Harjutustööd üliõpilastele

- Põlemisprotsessi arvutused
 - Leitakse kütuse tarbimisaine koostis, kütteväärtus, õhuvajadus, suitsugaaside kogus ning koostis, teoreetiline põlemistemperatuur ja soojuskadu Q_2
- Tahkekütuse mõõtmise ja omaduse
 - Halupuude mahu ja massi määramine kimbumeetodil. Niiskuse määramine elektrooniliselt ja ahjumeetodil
- Katla käivituskatse
 - Arvutatakse katla töötemperatuuri saavutamiseks vajalik kütusekogus ning püütakse see põletada parimal võimalikul moel
- Katla bilantsikatse
 - Katelseadet kasutatakse ühetaolisel režiimil püüdes saavutada õhu ja kütuse etteannet juhtides parimaid näitajaid



Vikerraadio saade

Nutikas. Kuidas
arendada ahjude ja
pliitide ehitamist?

17. november 2016
Mart Hovi ja Lauri Lõhmus

13 minutit



Viiteid

- [2014 Hea ahi soojeneb ühtlaselt](#)
- [2014 Ehitusfoorum: Ahjud kaminad, korstnad](#)
- [2015 PILUKOLDEGA PLIIDI SOOJUSTEHNILISED KATSETUSED ...](#) alates lk 12
- [2017 DECREASING POLLUTANTS EMISSION OF STOVES ...](#) alates lk 465

Täna kuulamast





Video on
kiirendatud

