

Perioodiline küte – temperatuuri langetamine külmas kliimas

Teadmistepõhine ehitus 2018

Tuule-Mall Kull, **Raimo Simson**, Jarek Kurnitski
Tallinna Tehnikaülikool, nZEB uurimisrühm
26.04.2018



Ettekande ülevaade

- Perioodiline küte kui energiasäästumeede
- Väljakutsed kütte-kontrollerite programmeerimisel
- Eeldused hoonele ja tehnosüsteemidele
- Probleemid ja lahendused





Sissejuhatus

- Perioodiline küte – olulised nüansid, millega arvestada:
 - Kliimaatilised tingimused
 - Hoone kasutusotstarve (sh vabasoojused)
 - Hoone massiivsus
 - Kütteenergiatarve, soojuserikadu
 - Tehnosüsteemid, eelkõige küttesüsteem, sh soojusallikas
 - Tehnosüsteemide automaatika: termostaadid, kontrollid





Uurimistöö eesmärgid

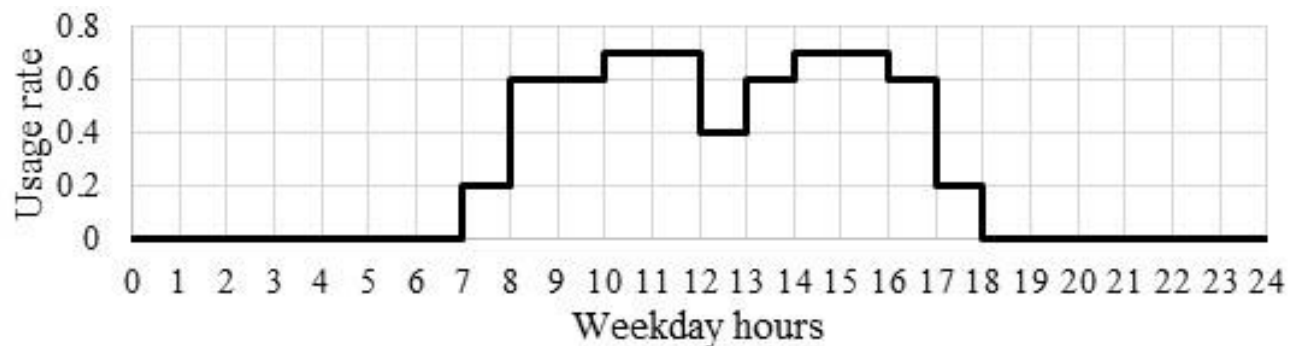
- Määrata perioodilise kütte säästupotentsiaal madala energiatarbega hoones
- Analüüsida hoone massiivsuse mõju temperatuuri langetamise efektiivsusele
- Analüüsida küttesüsteemi tüübi mõju temperatuuri langetamise efektiivsusele





Metoodika

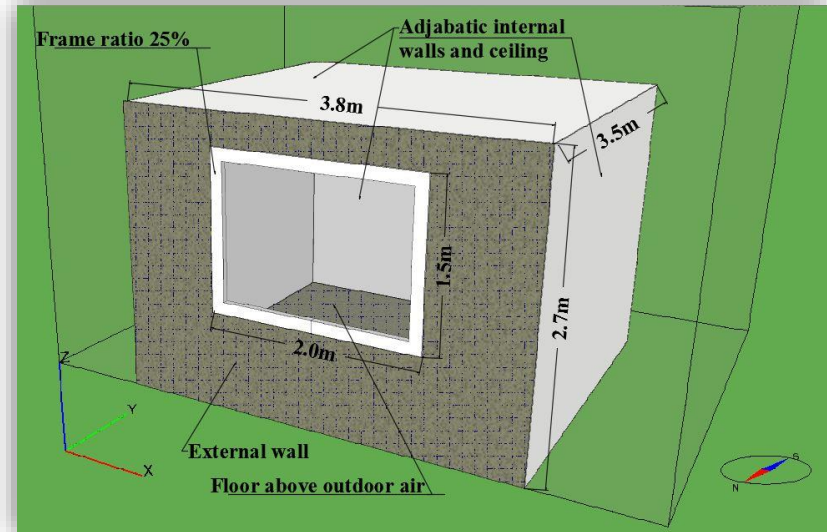
- Ruumimudeli simulatsioonid (IDA-ICE)
 - Referents: konstantne sisetemperatuur +21°C PI-kontrolleriga
 - Temperatuuri langetamine +18°C-ni, sh õigeaegne üleskütmine
- Temperatuuri langetamine öösiti ja nädalavahetustel
- Kliima: Eesti TRY
- Kütteperiood: oktoober - aprill
- Büroo kasutusprofiilid
- Vabasoojused:
 - Inimesed: 5.8 W/m²
 - valgustus +seadmed: 9.5 W/m²





Analüüsitud mudel

- Piirete keskmine soojusläbivus
 - old $0.27 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - standard $0.14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
 - modern $0.11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$
- Konstruktsioonide tüüp
 - heavy (concrete)
 - light (wooden frame)
- Ruumi küttesüsteemi tüüp
 - radiator (50/40°C)
 - floor heating (35/28°C)
- Kütte-elementide üledimensioneerimine
 - standard (+15%)
 - dimensioned for setback (+80% light /260% heavy)

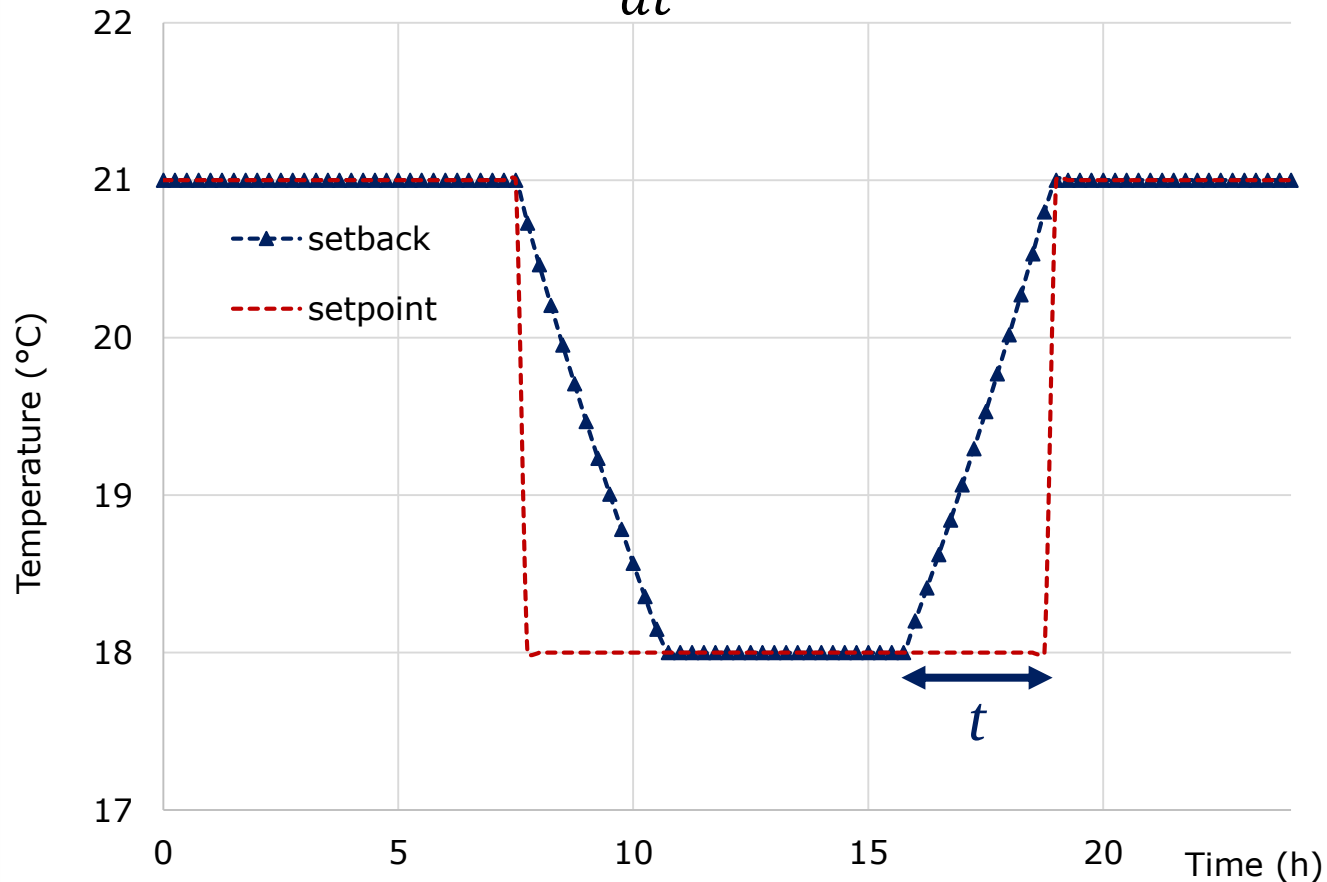




Üleskütmisaja määramine

- The heat-up time (t) derived from

$$C \frac{d\theta}{dt} = H \Delta\theta + \Phi$$





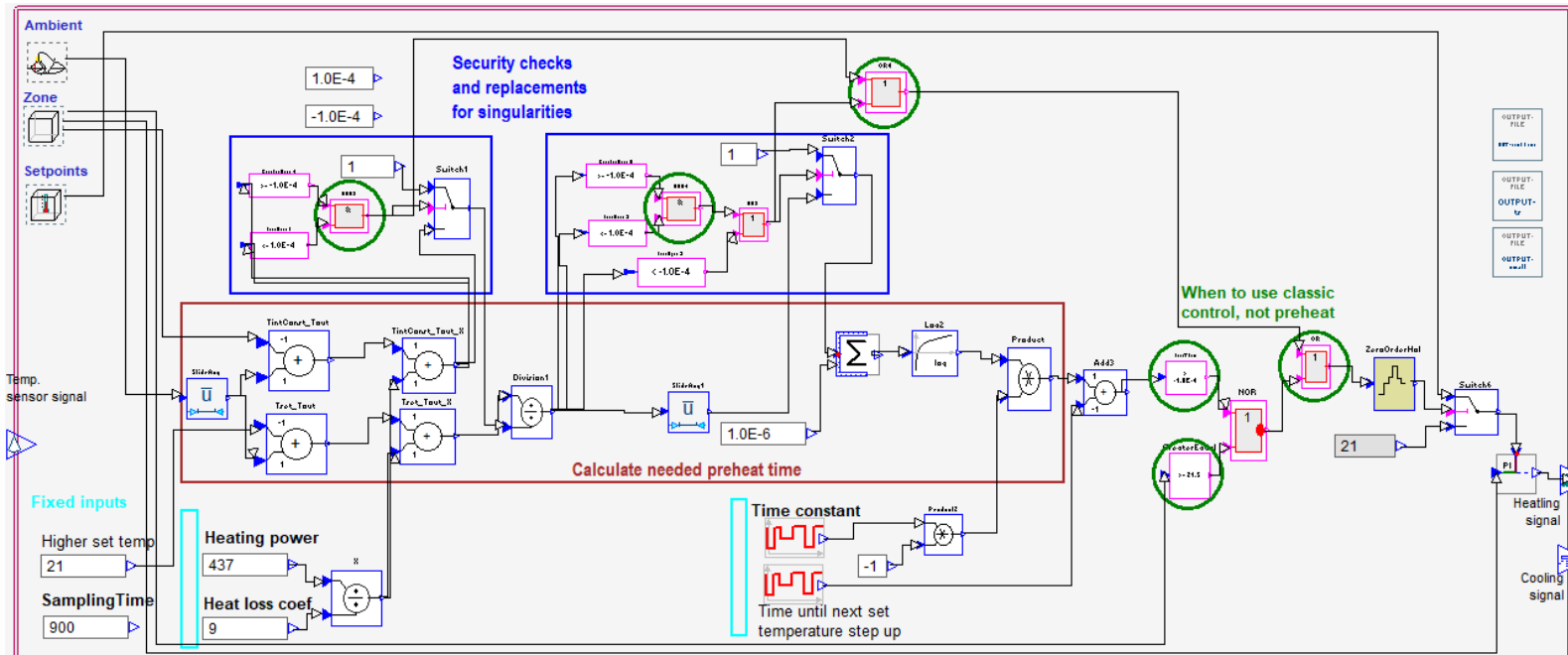
Implementeerimine

■ Väljakutsed:

- Välisõhu temperatuuri kõikumine
- Ligikaudsed H, C, τ väärtused

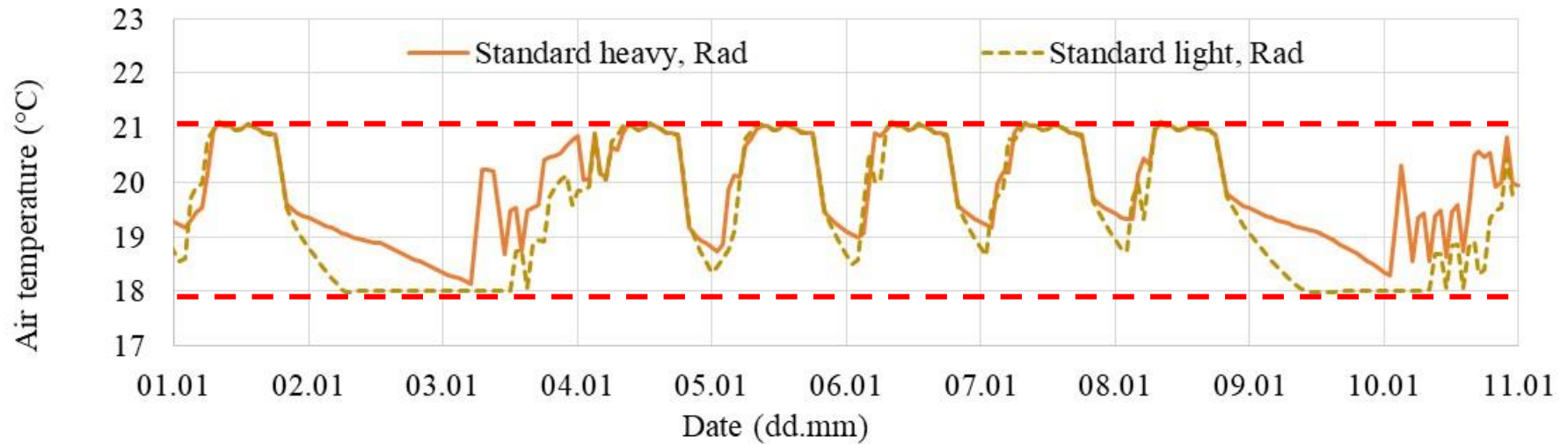
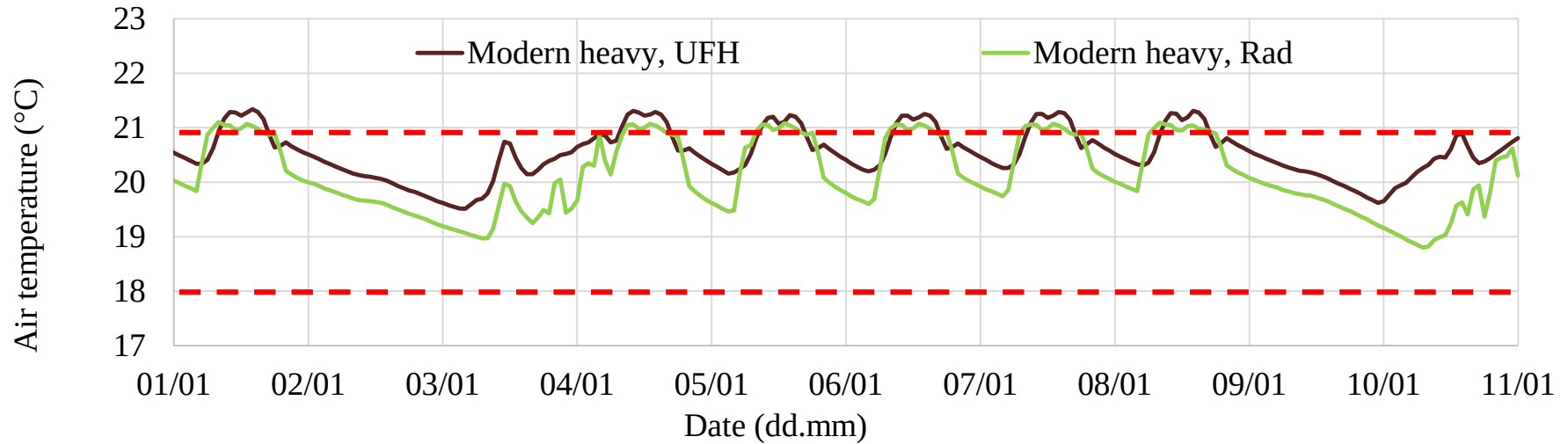
■ Juhtimisalgoritm:

- Üleskütmisaja t arvutamine iga 5 minuti järel
- Time left to workday start > calculated heat-up time → setpoint 21°C
- Time left to workday start < calculated heat-up time → setpoint 18°C



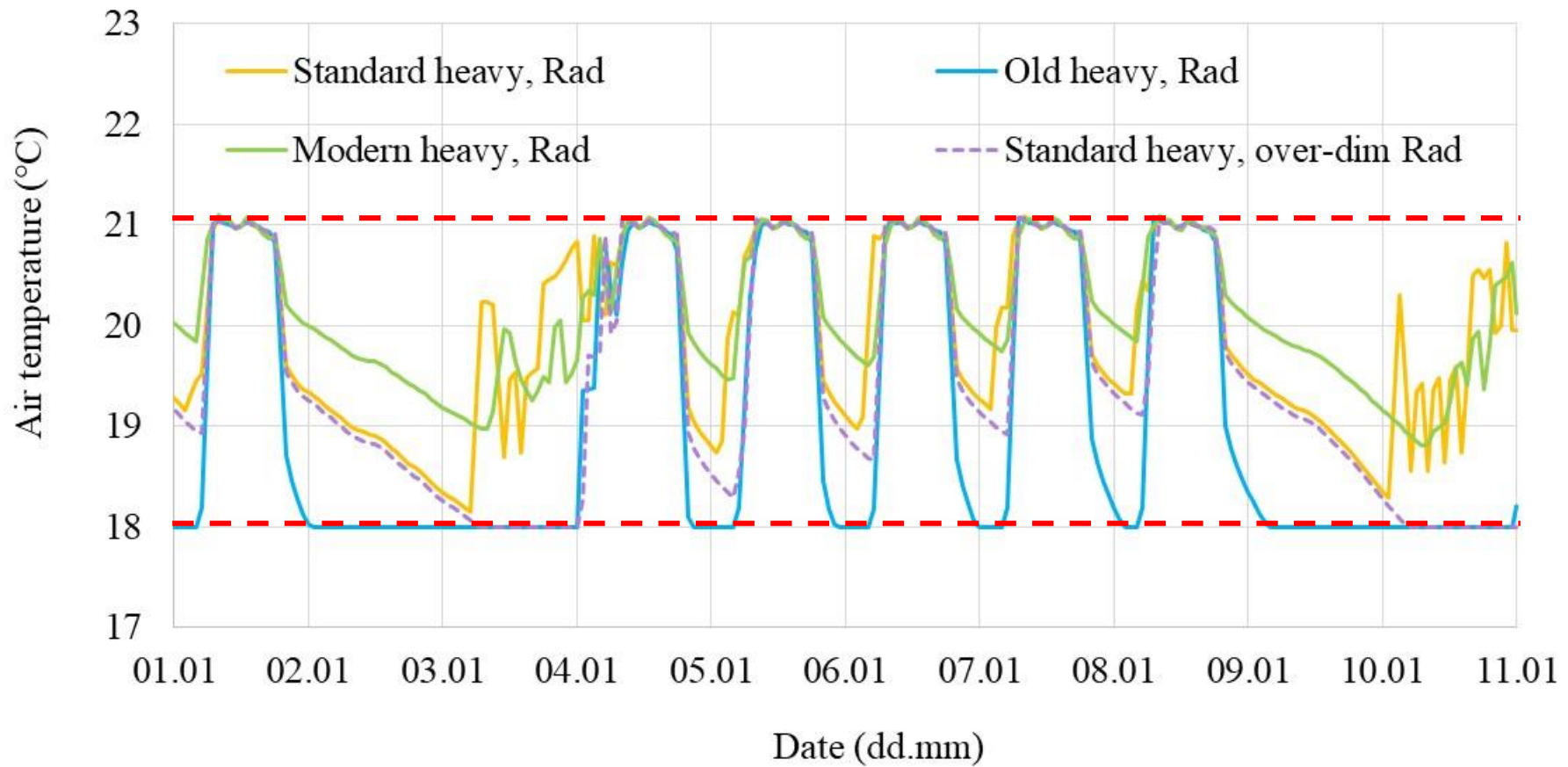


Tulemused: sisetemperatuur

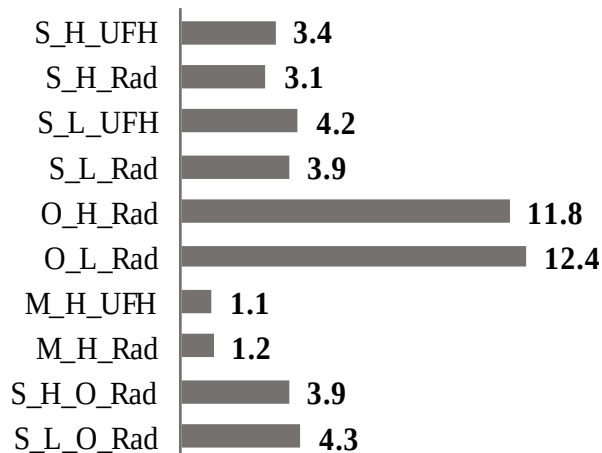
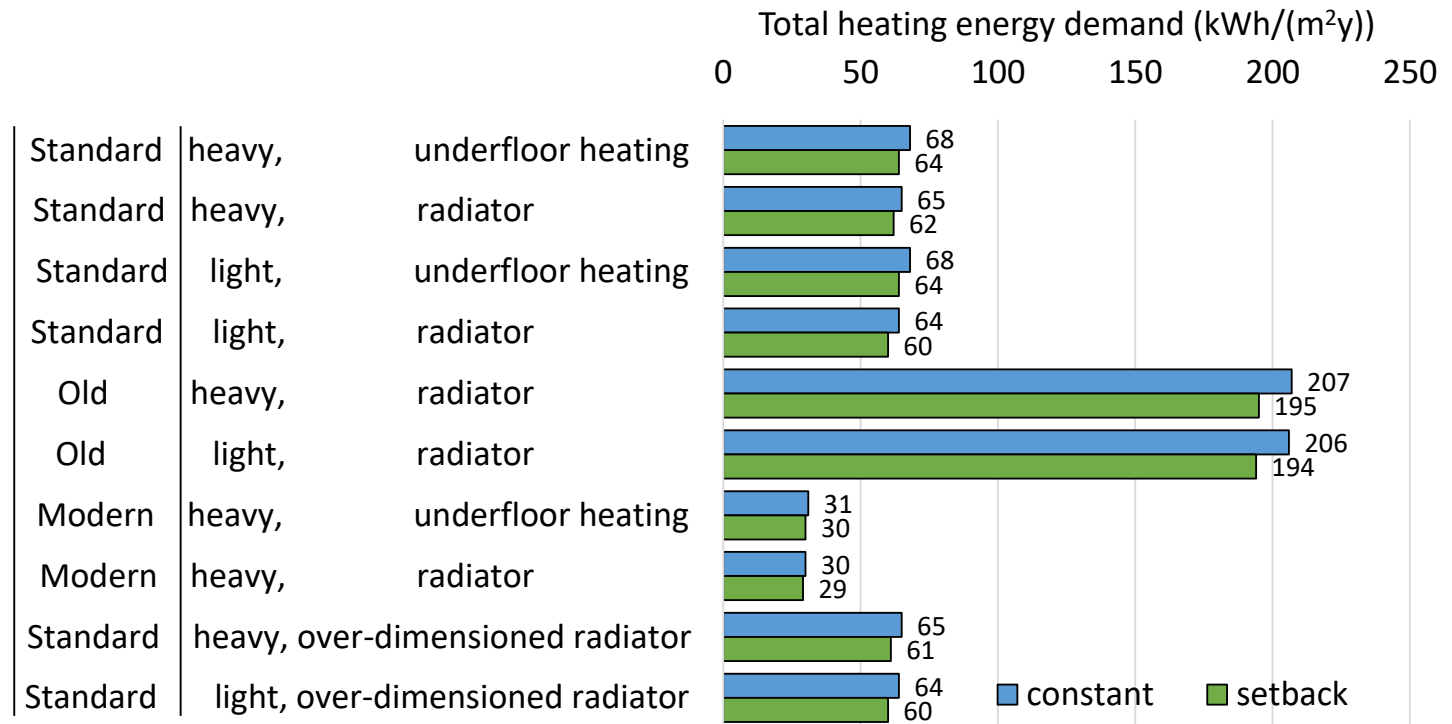




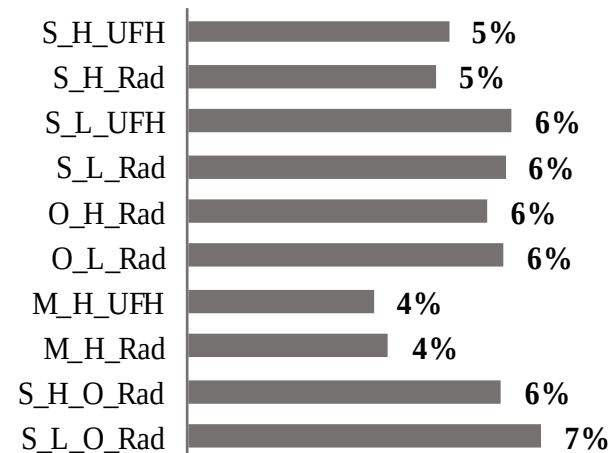
Tulemused: sisetemperatuur



Tulemused: energiatarve ja sääst



Setback efficiency (kWh/m²a)



Setback efficiency (%)

Kokkuvõte ja järeldused



Temperatuuri langetamine:

- On (pigem) sobilik perioodilise kasutusega hoonetes – bürood, teadusasutused, koolid, kirikud, kaubanduskeskused, valitsushooned jms.
- (Pigem) ei sobi lasteaedades, pideva kasutusega hoonetes, haiglates jm erikasutusega hooned (muuseumid, avalikud teenistushooned, vanadekodud, vanglad, terminalid jms)
- Iga hoone sobilikkus tuleks siiski analüüsida hoonepõhiselt eraldi!
- Eeldab asjatundlikku inseneri seadistamise ja monitooringu läbiviimisel - probleemide korral vastavalt reageerida ja vajadusel süsteemid ümber seadistada.
- On mõjutatud (ja mõjutab) teiste tehnosüsteemide tööst – üldjuhul ei saa vaadelda eraldi ainult küttesüsteemi (ventilatsioon, konditsioneerimissüsteemid jne).
- Temperatuuri langetamine alandab pindade ja konstruktsioonide temperatuuri – õhu temperatuur võib saavutada seadeväärtuse, kuid operatiivne temperatuur mitte – põhjustab ebamugavust ja kaebusi.



Kokkuvõte ja järeldused

- Küttesüsteem peab olema piisavalt üledimensioneeritud, et võimaldada optimaalse ajaga üleskütmist, sh nii ruumide kütteseadmed kui ka soojusallikas.
- Külmal perioodil, suure niiskuskooormusega ruumides võib esineda niiskuse kondenseerumist pindadele ja sellest põhjustatud probleeme – suure soojusläbivusega piirded, pigem vanades hoonetes.
- Energiasääst temperatuuri langetamisest on suurem vanemates hoonetes võrreldes uute, energiasäästlike hoonetega.
- Suurema termilise massiivsusega hoonetel ja suurema inertsiga küttesüsteemide korral on säästupotentsiaal madalam.
- Uued, aeglaselt reageerivate küttesüsteemidega hooned ei võida oluliselt temperatuuri alandamise meetmest.

