KOOLIMAJADE VENTILATSIOONI REMONT
KLASSIRUUMIPÕHINE VÕI TÄISREMONT

Helena Kuivjõgi
Liginullenergiahoonete uurimisrühm
Tallinna Tehnikaülikool

04.11.22



Joonis 1. Lasteaed, kus talvel aknad avatud (ventilatsioonisüsteem ei tööta)



Joonis 2. Koolimaja koridoris õhutamiseks avatud aknad



Joonis 2. Lasteaias töötav ventilatsioon, kuid õhutamiseks on avatud aknad



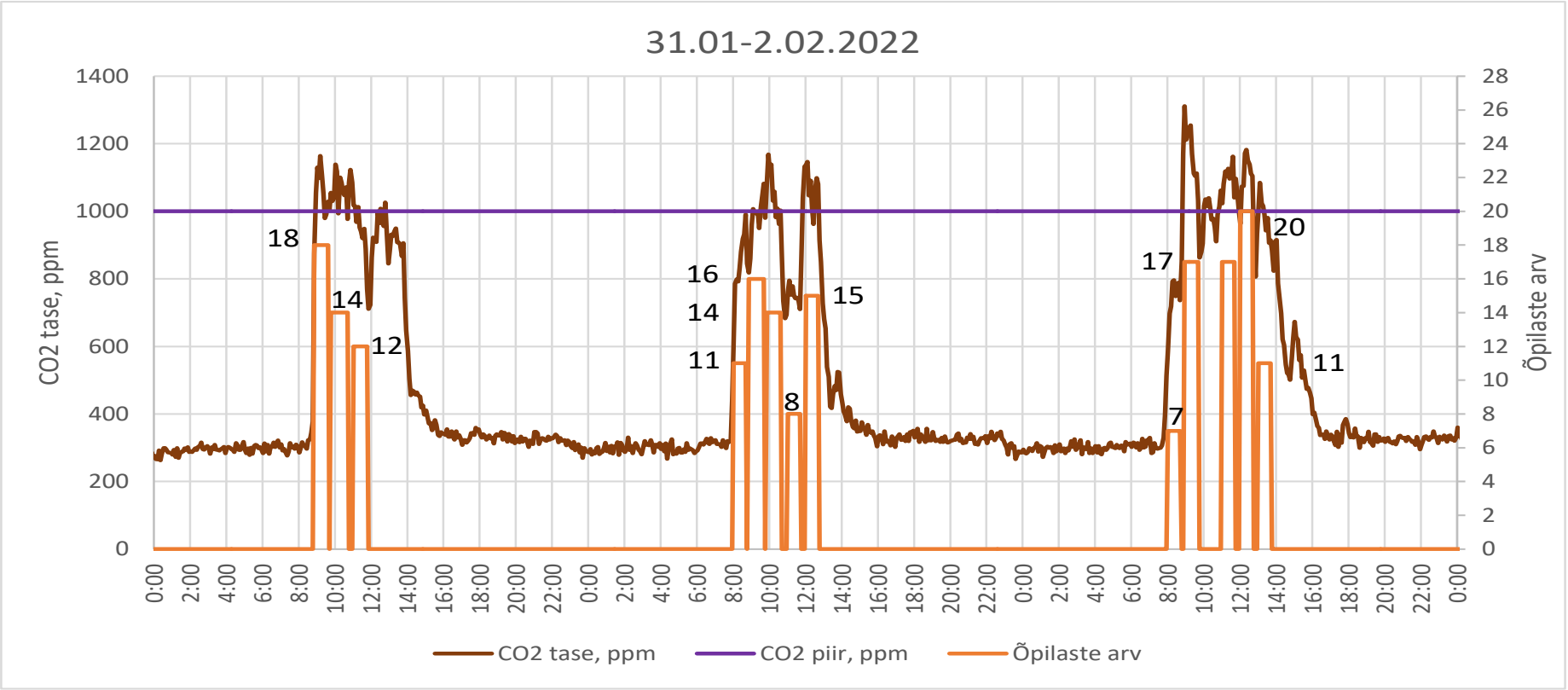
Joonis 4. Olemasolevate lõõridega ühendatud katuseventilaatoriga mehaaniline väljatõmbesüsteem (vasakul) ja juhtpult (paremal) lasteaias



Joonis 5. Suudmikkanaliga õhujaotajad (vasakul) ja seinarestiga õhujaotajad klassiruumis (paremal).



Joonis 6. Klassiruumi väljatõmberest (vasakul) ja sissepuhkerest (paremal)

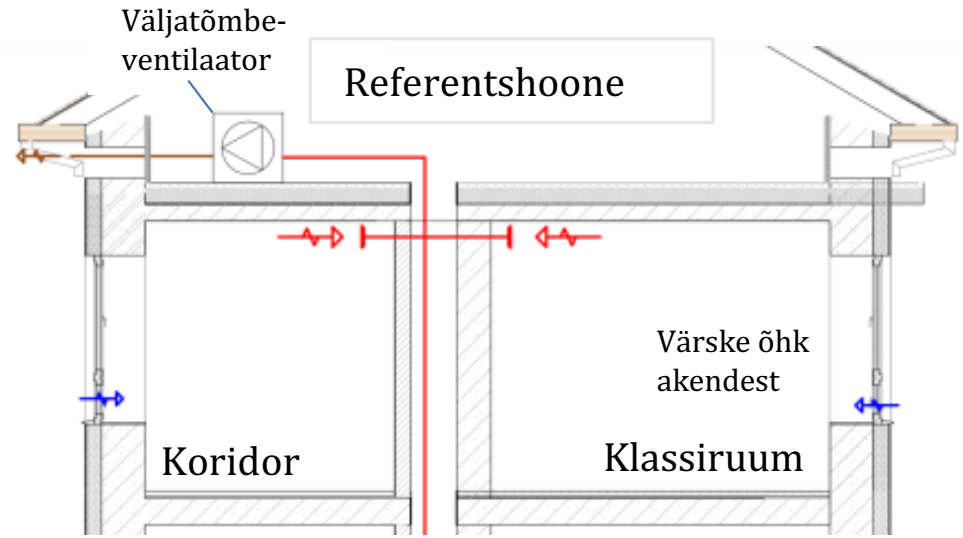


Joonis 7. Sama klassiruumi CO_2 tase tundide ajal (pindala 35 m^2 ning ruumis on kohti 25 õpilasele)

NÄIDE ÜHE KOOLIHOONE PÕHJAL

REFERENTSHOONE

- 5300 m^2 köetavat pinda
- Puudulik soojustus
- Mehaaniline väljatõmbeventilatsioon



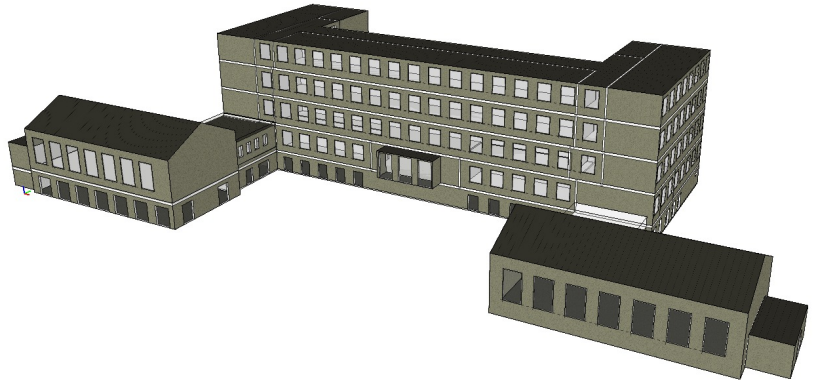
Joonis 8. Referentshoone ventilatsioonilahendus



Joonis 9. Referentshoone Saaremaa Hariduse kool

SIMULATIOONIMUDEL

- IDA-ICE tarkvaraga
- Kalibreeritud mudel
- Analüüsis keskendusime põhikorpusele



Joonis 10. Referentshoone simulatsioonimudel tarkvaras IDA-ICE

Tabel 1. Simulatsioonimudeli tsoonid, pindalad ja osakaal

Tsoonid	Pindala, m²	Share
Põhikorpus	**4306**	**78%**
Klassiruumid	1789	33%
Kontorid	191	3.5%
Raamatukogu	86	1.6%
Koridorid	2240	41%
Muud korpused	**1198**	**22%**
Söökla	280	5.1%
Aula	368	6.7%
Võimla	315	5.7%
Keskkonnahariduskeskus	223	4.0%
Muu	12	0.2%
Kogu pindala	**5504**	100%

REFERENTSHOONE ÕHUVAHETUS

Tabel 2. Hinnatud ja osaliselt mõõdetud[1] õhuvooluhulgad eri tüüpi ruumides

	Referentshoone	**Referentshoone vajaliku õhuvooluhulgaga**
Klassiruumid	0.6	2.5-4
Kontorid	0.55	1.5
Raamatukogu	0.55	1.5
Koridorid	0.38	1
Söökla	1	1
Aula	1.5	1.5
Võimla	1.5	1.5
Keskkonnahariduskeskus	2.5	2.5
*Keskmine õhuvooluhulk, l/(s*m^2)*	0.72	1.89

TAL TECH

[1] G. Kuldsaar, “Efficiency analysis of Saaremaa co-educational building,” Tallinn University of Technology, 2018.

MIS ON LAHENDUS?

KLASSIRUUMI SEADE





Joonis 11. Klassiruumi seadmed klassiruumis/lasteaias torustikuga (üleval) ja seadmesisene õhuvahetus (paremal)
Foto: Teet Tark

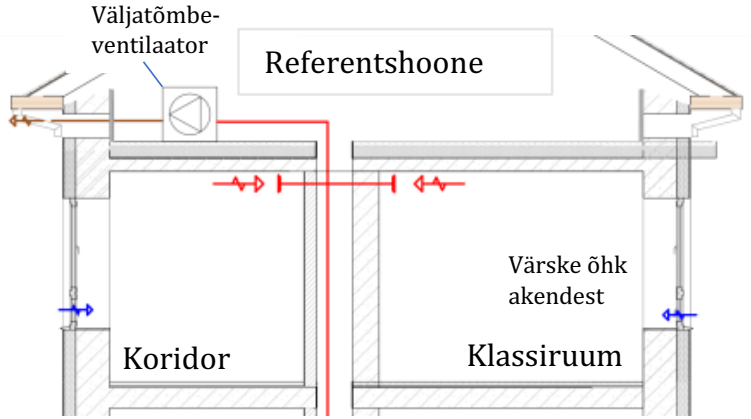
TSENTRAALNE VENTILATSIOON

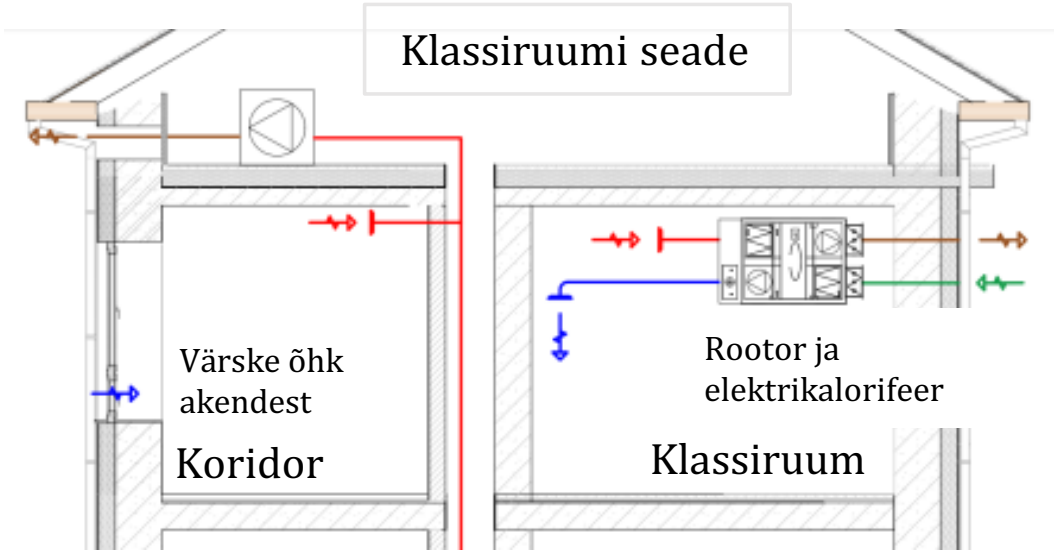


Joonis 12. Tsentraalse ventilatsiooni torustik ja õhujaotajad lasteaias

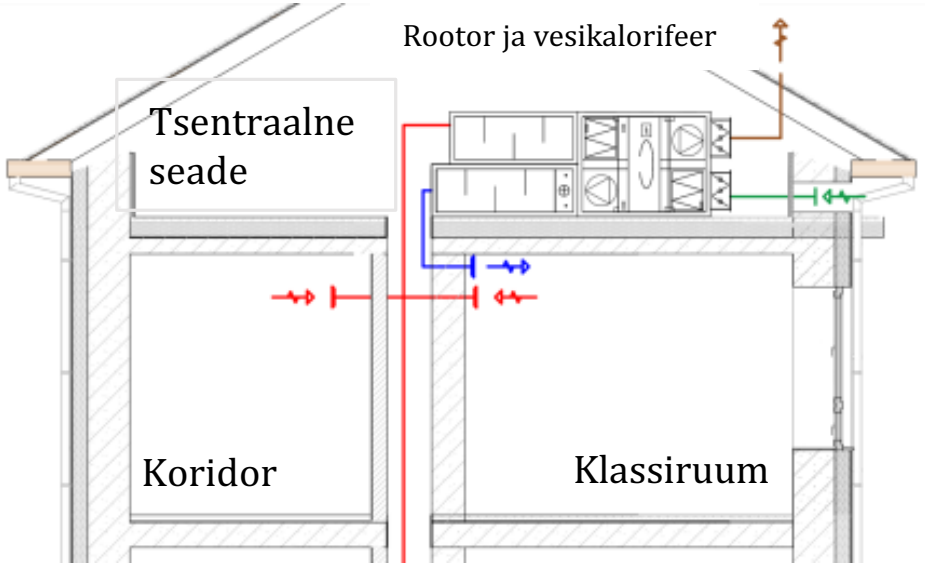
VENTILATSIOONILAHENDUSED PÕHIKORPUSES

1. **Referentshoone –** mehaaniline väljatõmme
2. **Klassiruumi seade ja mehaaniline väljatõmme koridorist**
3. **Tsentraalne seade**





Joonis 13. Klassiruumipõhine ventilatsioonilahendus ja koridorides on lahendatud väljatõmbeventilatsiooniga



Joonis 14. Tsentraalse ventilatsioonisüsteemiga lahendus

TAL TECH

VÕRDLUS ERI LAHENDUSTE ÕHUVOOLUHULKADE VAHEL

Tabel 3. Eri lahenduste õhuvooluhulkade võrdlus

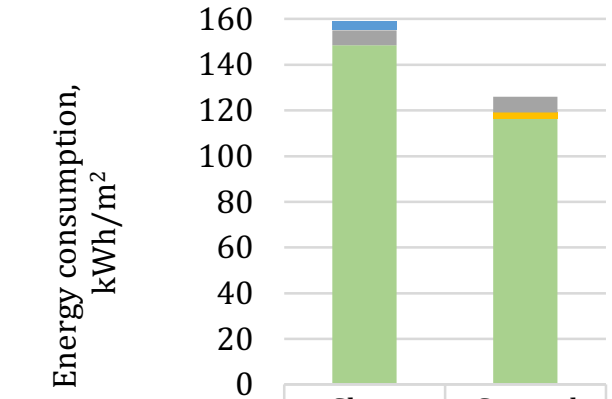
	Referents-hoone	**Referentshoone vajaliku õhuvooluhulgaga**	**Klassiruumi seade**	**Tsentraalne ventilatsioon**
Klassiruumid	0.6	2.5-4	2.5-4	2.5-4
Kontorid	0.55	1.5	1.5	1.5
Raamatukogu	0.55	1.5	1.5	1.5
Koridorid	0.38	1	1	1
Söökla	1	1	1	1
Aula	1.5	1.5	1.5	1.5
Võimla	1.5	1.5	1.5	1.5
Keskkonnahariduskeskus	2.5	2.5	2.5	2.5
Keskmine õhuvooluhulk, $l/(s*m^2)$	0.72	1.89	1.89	1.89

TAL TECH

TULEMUSED

KAHE VENTILATSIOONILAHENDUSE ENERGIATARVE

- Mõlema lahendusega on klassiruumides 8 l/s inimesele tagatud
- Elektrienergia poolest suurt erinevust pole
  - Klassiruumi elektrikalorifeer 3.8 kWh/m²a
- Ruumide küte on suurim kulu
  - Klassiruumipõhine süsteem tarbib 32 kWh/m²a rohkem kütet, kui tsentraalne süsteem
  - Põhjus: 41% põhikorpusest koridoris, kus meh. väljatõmme



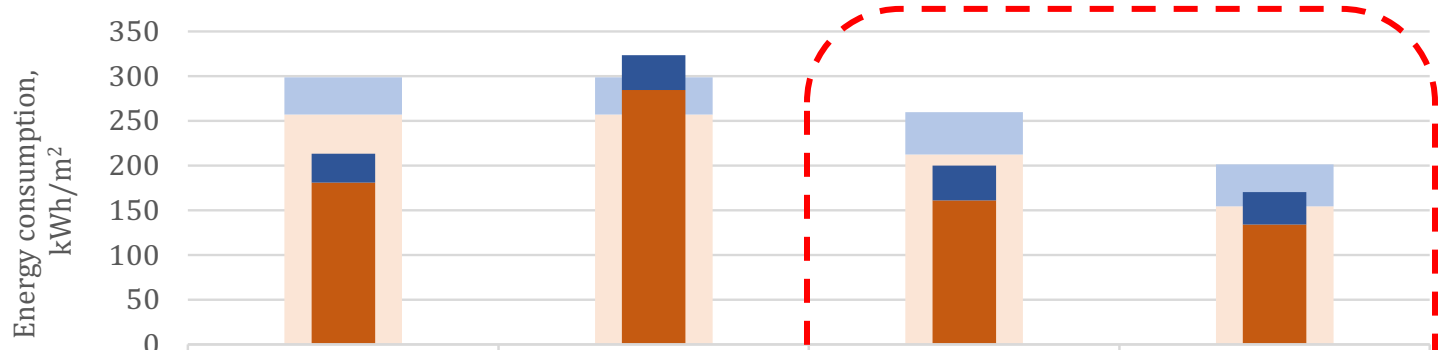
	Class	Central
Electric heating	3,8	0
Fans and pumps	6,6	7,0
AHU heating	0	2,64
Zone heating	148	116
Total heat	148	119

Joonis 15. Aastane energiatarve mõlema lahenduse puhul põhikorpuses

TAL TECH

KAHE VENTILATSIOONILAHENDUSE ENERGIATARVE
TEGELIKU JA MÄÄRUSEPÕHISE KASUTUSE JÄRGNE TARBIMISE ANALÜÜS

- Elektri tarbimine erineb:
  - 2.7 kWh/m^2 tegelikul kasutusel
  - 0.5 kWh/m^2 määrusepõhisel kasutusel
- Ruumide küttenergia erineb
  - 27 kWh/m^2 tegelikul kasutusel
  - 58 kWh/m^2 määrusepõhisel kasutusel



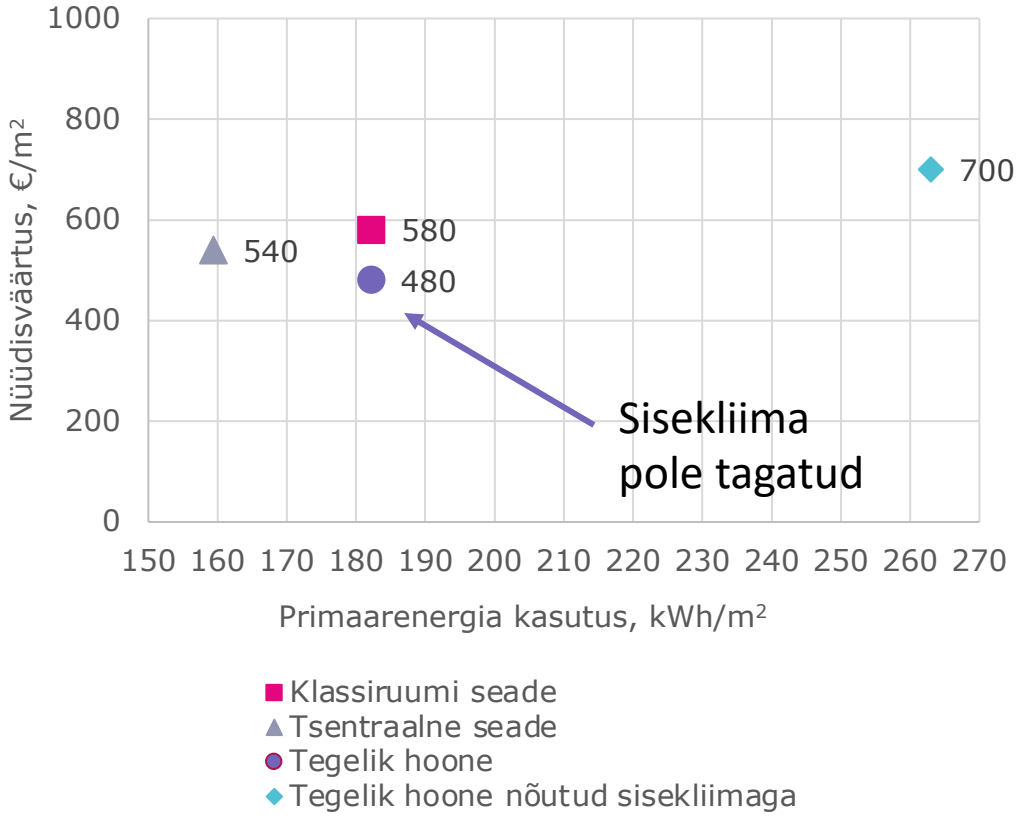
	RB_actual	RB_req_air	Class	Central
Electricity_STD	41.5	41.5	47.4	46.9
Heating_STD	257	257	213	155
Electricity	32.2	39.1	38.7	36.0
Heating	181.3	284.5	161.2	134.4

Joonis 16. Kogu hoone energiatarve tegelikul ja määrusepõhisel kasutusel, kWh/m^2

KAHE LAHENDUSE KULUTÕHUSUSE ARVUTUSED

Tabel 4. Kahe lahenduse renoveerimise maksumused (sisaldab KM)

	Klassiruumi põhine lahendus	Tsentraalne ventilatsioon
Ventilatsioonisüsteemi materjalid ja ehitus, €	386,000	405,000
Lisanduv ehitustöö, €	60,000	135,000
Elektritööd, €	51,000	54,000
Projekteerimine ja projektijuhtimine, €	18,000	32,000
Kate, %	20%	20%
Kogu maksumust, €	618,624	750,800
Kogu maksumust, €/m² renoveeritud pinna peale	140	170
Kogu maksumust, €/m² kogu köetava pinna peale	112	136



Joonis 17. Lahenduste nüüdisväärtus 20 a perioodil , €/m² ning primaarenergia tarbimine aastas erinevate lahenduste puhul

KOKKUVÕTE

- Klassiruumipõhise seadmega lahendus säästis primaarenergiat
  - 0 kWh/m^2 võrreldes tegeliku hoone lahendusega
  - 80 kWh/m^2 võrreldes nõutud vooluhulkadega hoone lahendusega
- Tsentraalse ventilatsiooniga lahendus säästis primaarenergiat
  - 23 kWh/m^2 võrreldes tegeliku hoone lahendusega
  - 103 kWh/m^2 võrreldes nõutud vooluhulkadega hoone lahendusega
- Mis variandid on?
  - Jätta renoveerimata ja mitte tagada sisekliima?
  - tagada sisekliima ning valida pikemast perspektiivis säästvam lahendus, ehk **tsentraalne**
  - tagada vaid klassiruumides sisekliima ning valida kiirem lahendus ehk **klassiruumipõhine**

TAL TECH

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Ehitajate tee 5, 19086 Tallinn,

Tel 620 2002 (E-R 8.30–17.00)

taltech.ee

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL