

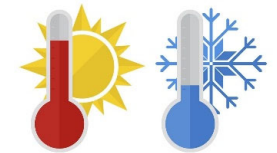


# **SUVISE ÜLEKUUMENEMISE JA JAHUTUSE TEMPERATUURISIMULATSIOON**

Raimo Simson  
Ehituse ja arhitektuuri instituut  
Tallinna Tehnikaülikool

21.03.2024

## NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE: MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?



### ■ Muutuvad kütmise ja jahutuse seadeväärtused energiaarvutustele:

- Väikeelamu, korterelamu, kasarmu, kontori- ja majutushoone, ärihoone, avaliku hoone, haridushoone, koolieelse lasteasutuse hoone ning ravihoone puhul arvestatakse **kütmise seadeväärtuseks** senise 21 °C asemel **21,5 °C**.
- Kui **elamus**, st väikeelamus (sh väikeelamus toatemperatuuriga pinnaga < 120 m<sup>2</sup>, väikeelamus toatemperatuuriga pinnaga ≥ 120 m<sup>2</sup> ja ridaelamus), püstitatavas korterelamus ning oluliselt rekonstrueeritavas korterelamus või kasarmus **nähakse ette jahutussüsteem**, kasutatakse **energiaarvutuses jahutussüsteemi juhtimiseks seadeväärtust 25°C**.
- Muudatusega eeldatakse, et jahutussüsteemi olemasolu korral valivad elanikud toatemperatuuriks 25°C. Pärast muudatust tuleb teha energiaarvutus temperatuuriga 25°C, mille puhul tekib jahutusenergia suurem kasutamine, võrreldes piirväärtusega 26°C.

## NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE: MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?



- **Muutuvad suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutuse piirtemperatuurid:**
  - Väikeelamu, kasarmu ja püstitatava korterelamu suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutuse piirtemperatuur muudetakse senise 27 °C pealt **26 °C**-ks.
    - Muudatus kajastab inimeste ootust heale sisekliimale, st energiaarvutus teostatakse nende temperatuuridega, millega tõenäoliselt hoonet kasutama hakatakse. Muudatuse eesmärk on viia energiaarvutuses kasutatav temperatuur paremasse vastavusse hoonete tegeliku toatemperatuuriga.
  - Olemasolevate kortermajade olulisel rekonstrueerimisel kasutatakse suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutuse piirtemperatuurina endiselt **27 °C**.
    - Vanemates korterelamutes on suvise ülekuumenemise oht väiksem, sest üldiselt on vanemates kortermajades väiksemad aknad. See tähendab, et ka päikesest eralduv vabasoojus on vanemates kortermajades pigem vähene, võrreldes uusehitistega, millel on suuremõõtmelised aknad.

# NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?

Ventilatsiooni välisõhu vooluhulgale ja energiaarvutuses kasutatavate ruumitemperatuuride seadeväärtustele kehtivad nõuded

| Hoone kasutusotstarve                            | Välisõhu vooluhulk,<br>l/(s·m²) | Kütmise<br>seadeväärtus, °C | Jahutuse<br>seadeväärtus, °C |
|--------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Väikeelamu köetava pinnaga < 120 m²              | 0,5                             | 21                          | 27                           |
| Väikeelamu köetava pinnaga ≥ 120 m² ja ridaelamu | 0,42                            | 21                          | 27                           |
| Korterelamu                                      | 0,5                             | 21                          | 27                           |
| Kasarmu                                          | 1,5                             | 21                          | 27                           |
| Kontorihoone                                     | 2                               | 21                          | 25                           |
| Majutushoone                                     | 1                               | 21                          | 25                           |
| Ärihoone                                         | 2                               | 21                          | 25                           |
| Avalik hoone <sup>1</sup>                        | 2                               | 21                          | 25                           |
| Spordihoone                                      | 2                               | 18                          | 25                           |
| Kaubandushoone ja terminal                       | 2                               | 18                          | 25                           |
| Haridushoone                                     | 3                               | 21                          | 25                           |
| Koolieelse lasteasutuse hoone                    | 2                               | 21                          | 25                           |
| Ravihoone                                        | 2                               | 21                          | 25                           |
| Tööstushoone                                     | 0,9                             | 20                          | 27                           |
| Laohoone                                         | 0,35                            | 15                          | 27                           |

<sup>1</sup> Spordihoonele on sätestatud ülejäänud avalikest hoonetest erinev kütmise seadeväärtus.

Ventilatsiooni välisõhu vooluhulgale ja energiaarvutuses kasutatava ruumitemperatuuri seadeväärtusele kehtivad nõuded

| Hoone kasutamise otstarve                                  | Välisõhu vooluhulk,<br>l/(s·m²) | Kütmise<br>seadeväärtus, °C | Jahutuse<br>seadeväärtus, °C |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga < 120 m²              | 0,5                             | 21,5                        | 26 <sup>2</sup>              |
| Väikeelamu toatemperatuuriga pinnaga ≥ 120 m² ja ridaelamu | 0,42                            | 21,5                        | 26 <sup>2</sup>              |
| Korterelamu - püstitamisel                                 | 0,5                             | 21,5                        | 26 <sup>2</sup>              |
| Korterelamu - olulisel rekonstrueerimisel                  | 0,5                             | 21,5                        | 27 <sup>2</sup>              |
| Kasarmu                                                    | 1,5                             | 21,5                        | 26 <sup>2</sup>              |
| Kontorihoone                                               | 2                               | 21,5                        | 25                           |
| Majutushoone                                               | 1                               | 21,5                        | 25                           |
| Ärihoone                                                   | 2                               | 21,5                        | 25                           |
| Avalik hoone <sup>1</sup>                                  | 2                               | 21,5                        | 25                           |
| Spordihoone                                                | 2                               | 18                          | 25                           |
| Kaubandushoone ja terminal                                 | 2                               | 18                          | 25                           |
| Haridushoone                                               | 3                               | 21,5                        | 25                           |
| Koolieelse lasteasutuse hoone                              | 2                               | 21,5                        | 25                           |
| Ravihoone                                                  | 2                               | 21,5                        | 25                           |
| Tööstushoone                                               | 0,9                             | 20                          | 27                           |
| Laohoone ja korterelamu soe parkimismaja                   | 0,35                            | 15                          | 27                           |

<sup>1</sup> Spordihoonele on sätestatud ülejäänud avalikest hoonetest erinev kütmise seadeväärtus.

<sup>2</sup> Juhul, kui hoones on jahutussüsteem, kasutatakse energiaarvutuses jahutussüsteemi juhtimiseks väärtust 25 °C.

## NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?

- Lisanduvad kasarmu suvise ruumitemperatuuri kontrolli kasutusprofiilid.
- Nõue kehtis ka varem, kuid energiaarvutuse tegija võis arvutuse tegemisel valida ise kasutusprofiili.



| Kellaaeg    | Kasutusprofiil |         |          |                         |          |                   |                   |                                     |
|-------------|----------------|---------|----------|-------------------------|----------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|
|             | Elamu          |         |          | Kasarmu                 |          | Kontori-<br>hoone | Haridus-<br>hoone | Koolieelse<br>lasteasutuse<br>hoone |
|             | valgustus      | seadmed | inimesed | valgustus ja<br>seadmed | inimesed |                   |                   |                                     |
| 00.00–01.00 | 0              | 0,5     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 01.00–02.00 | 0              | 0,5     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 02.00–03.00 | 0              | 0,5     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 03.00–04.00 | 0              | 0,5     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 04.00–05.00 | 0              | 0,5     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 05.00–06.00 | 0              | 0,5     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 06.00–07.00 | 0,15           | 0,5     | 0,5      | 0,8                     | 0,2      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 07.00–08.00 | 0,15           | 0,7     | 0,5      | 0,4                     | 0,2      | 0,2               | 0                 | 0,4                                 |
| 08.00–09.00 | 0,15           | 0,7     | 0,5      | 0,4                     | 0,1      | 0,6               | 0,6               | 0,8                                 |
| 09.00–10.00 | 0,15           | 0,5     | 0,1      | 0,7                     | 0,3      | 0,6               | 0,6               | 0,8                                 |
| 10.00–11.00 | 0,05           | 0,5     | 0,1      | 0,7                     | 0,3      | 0,7               | 0,6               | 0,3                                 |
| 11.00–12.00 | 0,05           | 0,6     | 0,1      | 0,7                     | 0,3      | 0,7               | 0,4               | 0,3                                 |
| 12.00–13.00 | 0,05           | 0,6     | 0,1      | 0,3                     | 0,1      | 0,4               | 0,3               | 0,8                                 |
| 13.00–14.00 | 0,05           | 0,6     | 0,2      | 0,3                     | 0,1      | 0,6               | 0,6               | 0,1                                 |
| 14.00–15.00 | 0,05           | 0,6     | 0,2      | 0,7                     | 0,3      | 0,7               | 0,6               | 0,1                                 |
| 15.00–16.00 | 0,05           | 0,5     | 0,2      | 0,7                     | 0,3      | 0,7               | 0,3               | 0,4                                 |
| 16.00–17.00 | 0,2            | 0,5     | 0,5      | 0,7                     | 0,4      | 0,6               | 0                 | 0,3                                 |
| 17.00–18.00 | 0,2            | 0,7     | 0,5      | 0,7                     | 0,4      | 0,25              | 0                 | 0,3                                 |
| 18.00–19.00 | 0,2            | 0,8     | 0,5      | 0,7                     | 0,1      | 0                 | 0                 | 0,2                                 |
| 19.00–20.00 | 0,2            | 0,8     | 0,8      | 0,7                     | 0,1      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 20.00–21.00 | 0,2            | 0,8     | 0,8      | 0,3                     | 0,1      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 21.00–22.00 | 0,2            | 0,8     | 0,8      | 0,8                     | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 22.00–23.00 | 0,15           | 0,6     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |
| 23.00–00.00 | 0,15           | 0,6     | 1        | 0                       | 0,7      | 0                 | 0                 | 0                                   |

## NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?

- Suvise ruumitemperatuuri simulatsioonarvutuses ei arvestata ruumis olevaid kardinaid, ruloosid ja muid võimalikke ruumis paiknevaid varjestusi.
- Selliste toodete andmed on tihti mõõdetud ühekordse aknaklaasiga, võib päikesekiirguse tagasipeegeldumine olla Eestis tavapäraselt kasutatavate kolmekordsete energiatõhusate klaaspakettide puhul oluliselt ülehinnatud.
- Energiatõhusate akende puhul kehtib reegel, et juba ruumi sisenenud päikesekiirgus ka ruumi jääb, mille tõttu ei vähenda seespoolsete aknakatete kasutamine ruumide ülekuumenemist. Seega, simulatsioonarvutused, kus seespoolsete aknakatetega ei arvestata, vastavad paremini tegelikkusele.



## NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?

- **Ruumi jahutamist akna kaudu** tuulutamise teel võetakse arvesse **vaid elamute** suvise ruumitemperatuuri arvutamisel.
- **Akna kaudu tuulutamist** ruumi jahutamiseks kasutatakse üksnes juhul, kui **ruumitemperatuur on 22 °C või kõrgem**.
- **Temperatuurisimulatsioonis ei tohi akent** tuulutamiseks avada juhul, kui temperatuur on **alla 22 °C**.
- Kui eluruumi aknaid **müra või välisõhu kvaliteedi** tõttu eelduslikult ei avata, tehakse suvise ruumitemperatuuri **simulatsioonarvutus suletud akendega**, käsitades **tervet korterit ühe tüüpruumina**, mis moodustub korteri avatud ustega ruumidest



## NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?

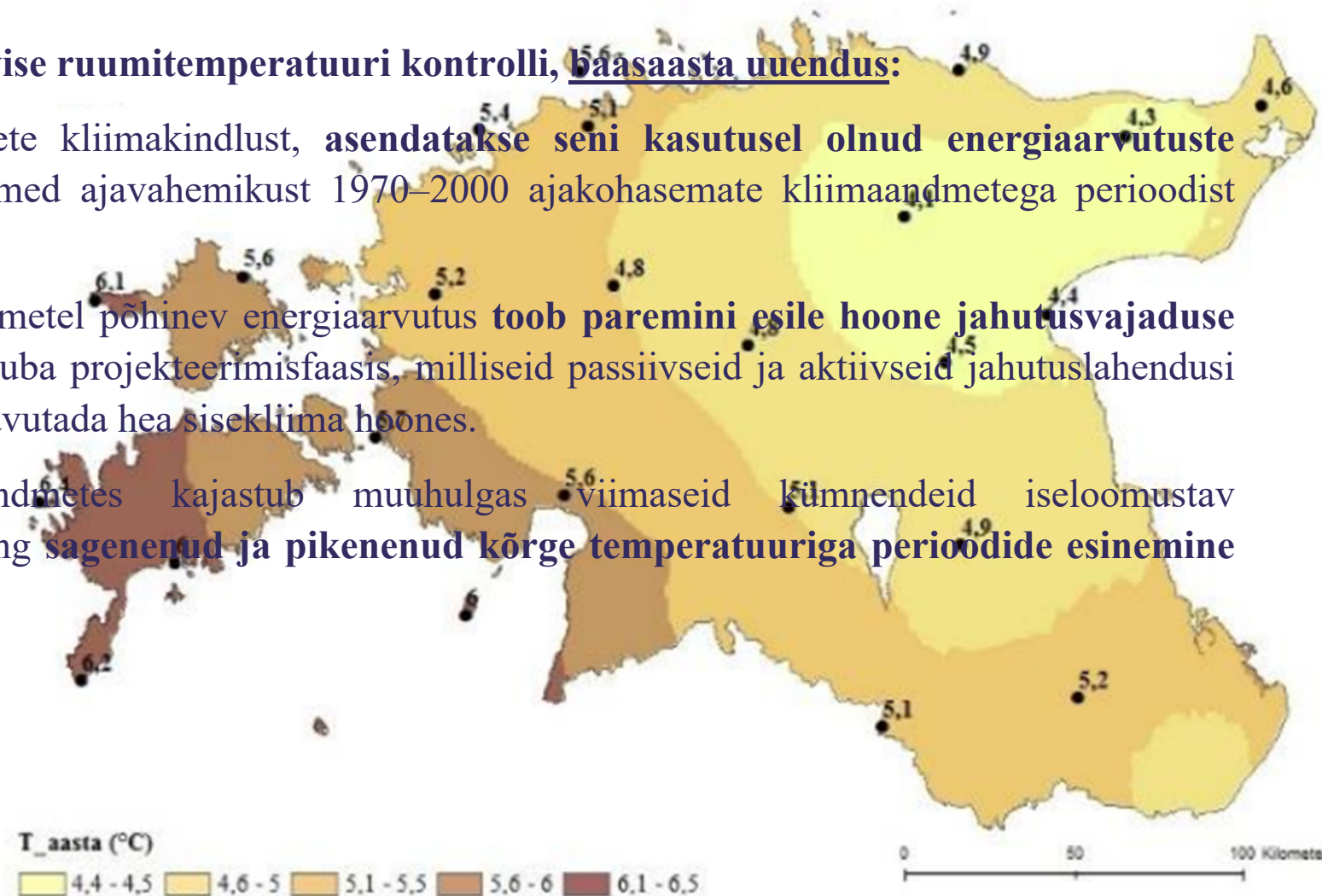
- Ajakohastatud on valgustuse väärtusi lähtudes **LED-valgustite** kasutamisest.
- Kuna LED-valgustite efektiivsus võib varieeruda suures vahemikus, on rõhutatud, et väärtused kehtivad madalama efektiivsusega LED-valgustite puhul.
- Metoodika jätab endiselt võimaluse teha **mitteelamutes** valgustuse arvutus, et oleks võimalik kasutada **tabeliväärtustest madalamaid väärtusi** juhul, kui säilitatakse sama valgustihedus ja selle kohta esitatakse tüüpruumi valgustiheduse eraldi arvutus energiaarvutuse lähteandmete osana.
- Elamu korral kasutatakse ainult tabuleeritud valgustuspaigaldise võimsust.



**Miks?** Elamutes ei ole ette teada, missuguse valgustihedusega valgusteid elanikud paigaldavad ja seega on projekteerimise etapis põhjendatud kasutada tabelis esitatud väärtust.

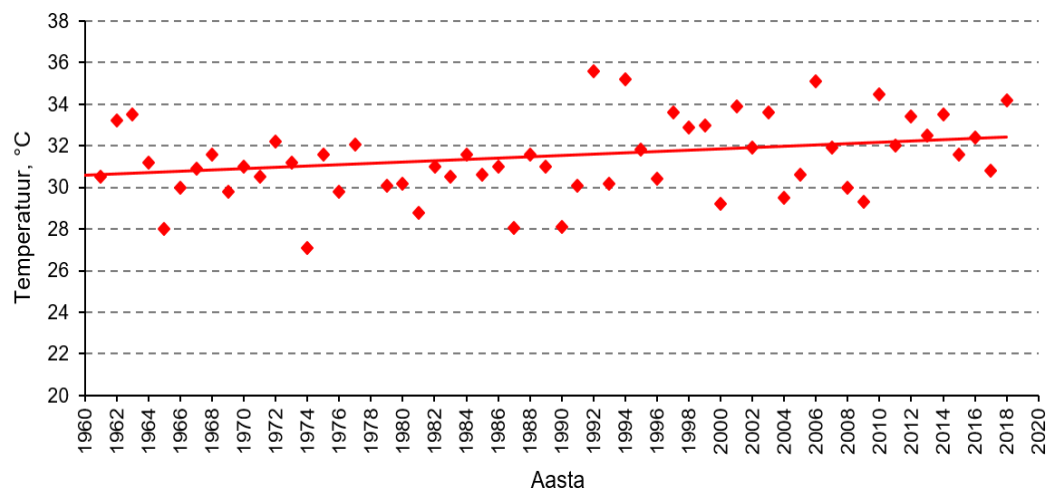
## NÕUDED SUVISELE RUUMITEMPERATUURILE MILLISED MUUDATUSED MÕJUTAVAD KONTROLLARVUTUSI?

- **Energiaarvutuse, sh suvise ruumitemperatuuri kontrolli, baasaasta uuendus:**
  - Et suurendada hoonete kliimakindlust, **asendatakse seni kasutusel olnud energiaarvutuste baasaasta** kliimaandmed ajavahemikust 1970–2000 ajakohasemate kliimaandmetega perioodist 1990–2020.
  - Uuendatud kliimaandmetel põhinev energiaarvutus **toob paremini esile hoone jahutusvajaduse** ning aitab arvestada juba projekteerimisfaasis, milliseid passiivseid ja aktiivseid jahutuslahendusi tuleks kasutada, et saavutada hea sisekliima hoones.
  - Uuendatud kliimaandmetes kajastub muuhulgas viimaseid kümnendeid iseloomustav **temperatuuritõus** ning **sagenenud ja pikenenud kõrge temperatuuriga perioodide esinemine suvisel ajal.**

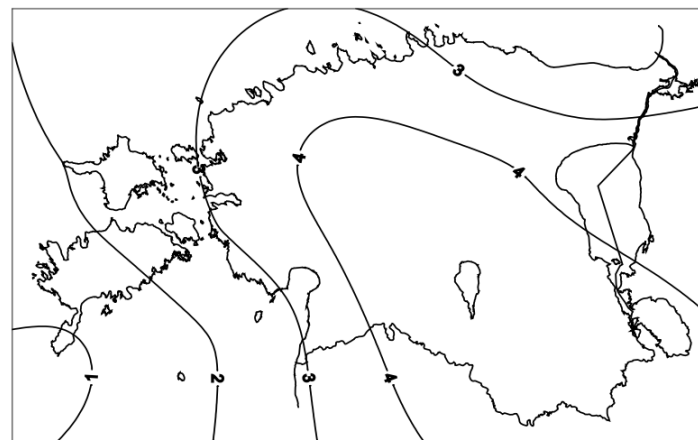


## MÕNED FAKTID

- Viimase 50 aastaga on Eesti suve keskmine temperatuur tõusnud ca **1.5K**
- Aasta maksimumtemperatuurid on tõusnud ca **2K**
- Kuumalained (+30C, >2päeva) on muutunud sagedasemaks ja tõsisemaks



Õhutemperatuuri absoluutne maksimum Eesti meteoroloogia-jaamade andmeil. Allikad:  
Tammemets (2018). Kõrge õhutemperatuur. EMHI 2019



Keskmine kuumalainete arv aastas perioodil 1951-2017.  
Allikas: T.-M. Õispuu (2018). Kuumalained Eestis aastatel 1951-2017.

**Tänapäevastes hoonetes ei ole ülekuumenemine probleemiks vaid soojade ilmade ja kuumalainete korral**

**Näide:**

**Välis temperatuur: +8°C**

**Sisetemperatuur: +28°C**

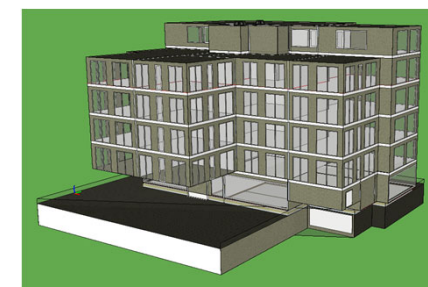
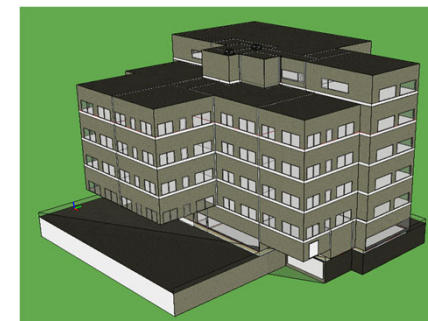
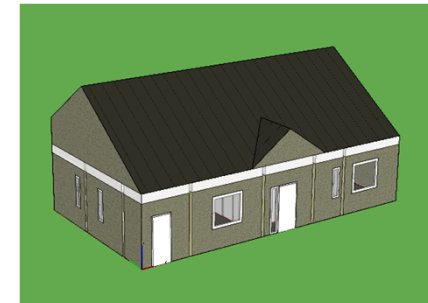
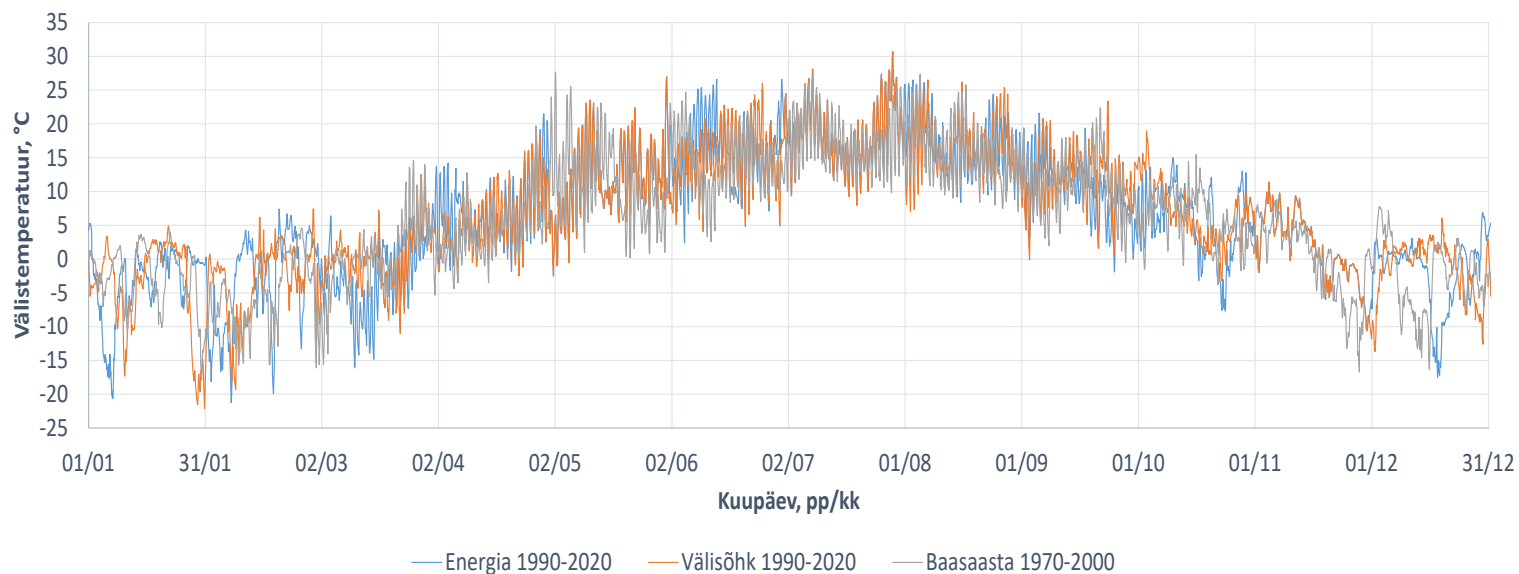


**TAL  
TECH**

**Oluline on probleemi ennetada ja vältida!**

## UUS ENERGIAARVUTUSTE BAASAASTA

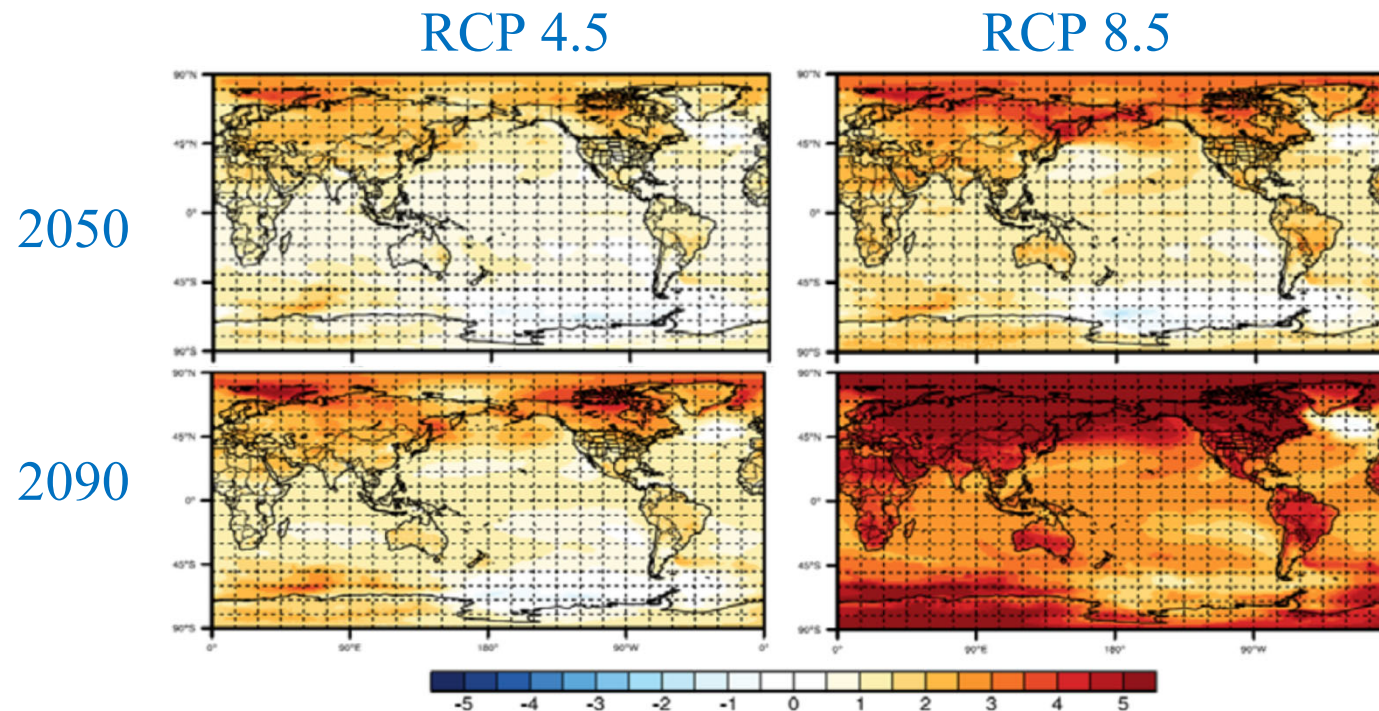
- Baseerub simulatsioonidel - büroo ja eramu
- Erinev soojuskadude ja päikesekiirguse suhe
  - Büroo – akende suurus erineb 2 korda
  - Eramu – madala ja kõrge soojusjuhtivusega piirded
- 1990-2020 perioodi simulatsioonid
- Jahutusvajadus suureneb natuke rohkem kui 1/3 võrra



**Ülekuumenemist tuleb vältida hoone projekteeritud eluea vältel –  
täna hoonet kavandades peab vaatama tulevikku**



## TEMPERATUURIMUUTUSTE PROJEKTSTIOONID TULEVIKKU (IPCC)



- Globaalne keskmine prognoositud temperatuuri tõus on **1.2 °C** RCP 4.5 stsenaariumi korral ja **1.7 °C** RCP 8.5 stsenaariumi korral 2050. aastateks.
- 2090ndateks ulatub temperatuuri tõus **1.6 °C**-ni RCP 4.5 stsenaariumi korral ja **4.2 °C**-ni RCP 8.5 stsenaariumi korral.

## KUUMALAINETE KESTUS JA SAGEDUS

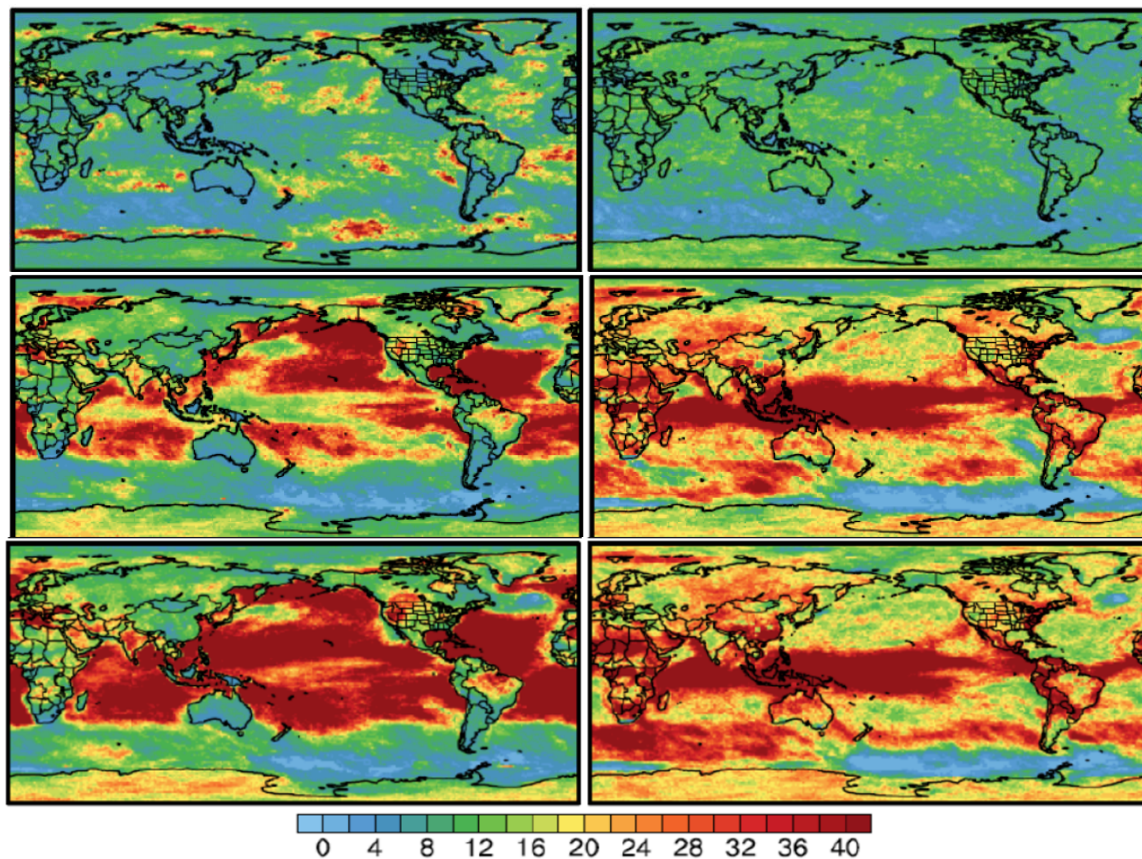
Kuumalainete  
kestus

Kuumalainete  
sagedus

Praegune kliima  
2001-2010

RCP 4.5  
2050-2059

RCP 8.5  
2050-2059



## NÕUDED

**Sisekliima ja energiatõhususe nõuetele vastavus on vaja tõendada** igas projekteerimise staadiumis:

- **Eelprojekt** (ehitusluba)
- **Põhiprojekt** (eelarve, ehitushange)
- **Tööprojekt** (ehitamise alus)
- **Lõplik arvutus** ehitatud lahenduste alusel enne hoone kasutusloa andmist (ehitusaegsed projektimuudatused)



## SUVISE RUUMITEMPERATUURI KONTROLLARVUTUS

### Simulatsiooniarvutusel baseeruva kontrolli vajaduse määramine

Väikeelamu  
Korterelamu rek.  
Mitteelamu

tingimused täidetud



jahutussüsteem



kogu hoones

Ei ole  
vaja

Väikeelamu  
Korterelamu rek.  
Mitteelamu

tingimused ei ole täidetud



jahutus puudub

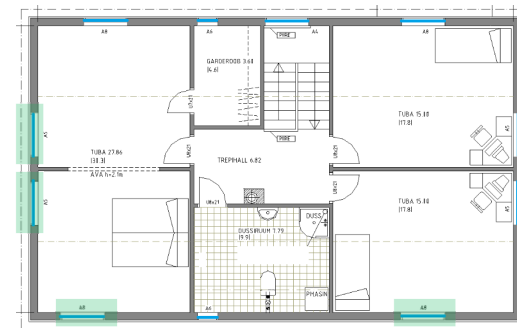
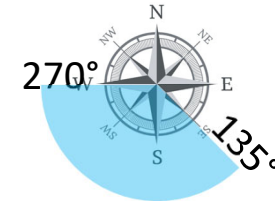


või ei hõlma kogu hoonet

On  
vaja

## MÄÄRUSE RUSIKAREEGLID – JÄÄVAD KEHTIMA

- Väikeelamu
- Korterelamu oluline rek.



✓ elu- ja magamistubade aknad on avatavad

✓ WWR < 40%

✓  $WWR \times g < 0.2$  ja

✓ WFR < 0.15

### Väikeelamu kalkulaator – saab täienduse

| Suvised ruumitemperatuuri nõude kontroll - sisesta vähemalt ühe magamistoa ja elutoa andmed kollastesse väljadesse |                |                           |                |                          |                                                                                   |                                                |       |                                              |                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Eluruum                                                                                                            | Ruumi pindala  | Ruumi välisseinte pindala | Akende pindala | Akende päikesefaktor (g) | Aknad pindalaga üle 1m <sup>2</sup> on avatavad tuulutusasendis (aktiivpind >10%) | Akende pindala osakaal fassaadi pindalas (WWR) | WWR g | Akende pindala suhe ruumi põranda pindalasse | Määruse nõuded täidetud - simulatsioonarvutus ei ole vajalik |
|                                                                                                                    | m <sup>2</sup> | m <sup>2</sup>            | m <sup>2</sup> | -                        | Jah/Ei                                                                            | -                                              | -     | -                                            | Jah/Ei                                                       |
| Magamistuba 106                                                                                                    | 16.0           | 8.5                       | 2.4            | 0.68                     | Jah                                                                               | 0.28                                           | 0.19  | 0.15                                         | Jah                                                          |
| Magamistuba 107                                                                                                    | 12.0           | 6.0                       | 2.2            | 0.68                     | Jah                                                                               | 0.37                                           | 0.25  | 0.18                                         | Ei                                                           |
| Elutuba 102                                                                                                        | 32.0           | 20.0                      | 4.7            | 0.55                     | Ei                                                                                | 0.24                                           | 0.13  | 0.15                                         | Ei                                                           |
| Köök-elutuba                                                                                                       | 25.0           | 15.0                      | 5.3            | 0.55                     | Jah                                                                               | 0.35                                           | 0.19  | 0.21                                         | Ei                                                           |
|                                                                                                                    |                |                           |                |                          | Jah                                                                               |                                                |       |                                              |                                                              |
|                                                                                                                    |                |                           |                |                          | Jah                                                                               |                                                |       |                                              |                                                              |
|                                                                                                                    |                |                           |                |                          | Jah                                                                               |                                                |       |                                              |                                                              |
|                                                                                                                    |                |                           |                |                          | Jah                                                                               |                                                |       |                                              |                                                              |
|                                                                                                                    |                |                           |                |                          | Jah                                                                               |                                                |       |                                              |                                                              |
|                                                                                                                    |                |                           |                |                          | Jah                                                                               |                                                |       |                                              |                                                              |

## MÄÄRUSE NÕUDED

**Kriteeriumid on täidetud**



**OK!**

**Kriteeriumid ei ole täidetud**



**vajalik suvise  
ruumitemperatuuri  
kontrollarvutus**

**(dünaamiline  
simulatsioon)**

# JUHEND



➤ Soovitused ja nõuded

➤ Vajalikud  
lähteandmed

➤ Metoodika valik

➤ Tulemuste esitamine

➤ Näited

## LIGINULLENERGIA ELUHOONED

SUVISE RUUMITEMPERATUURI  
KONTROLLARVUTUSE JUHEND

LIGINULLENERGIA ELUHOONED

SUUR KORTERELAMU

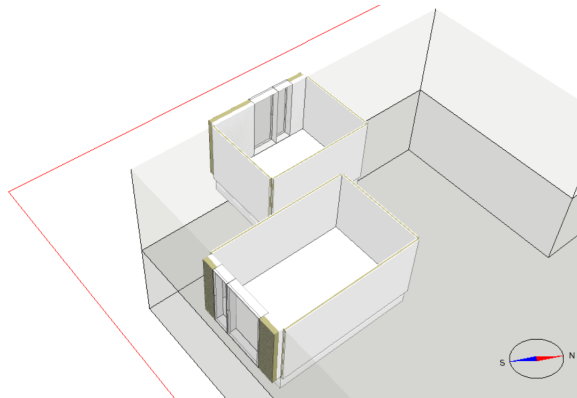
ENERGIATÕHUSUS

Koostas: TTÜ

### Arvutusmeetodid

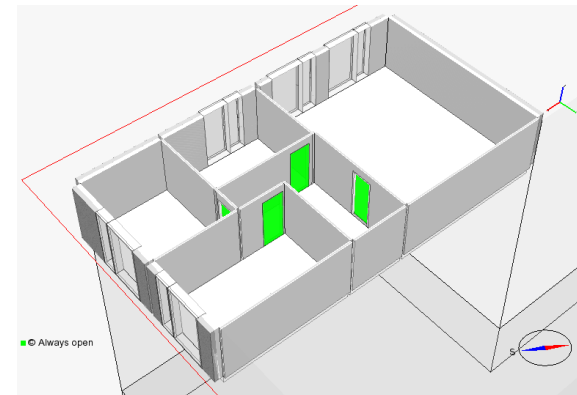
#### Ruumipõhine meetod

- arvestatakse akende kaudu tuulutamist
- vaadeldakse ruume eraldi
- ei arvesta õhu liikumist ruumide vahel



#### Korteripõhine meetod

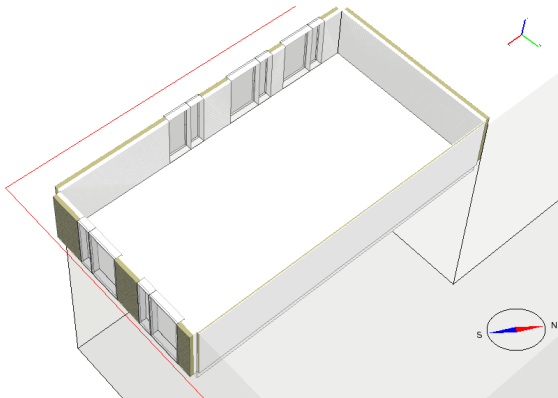
- ei arvestata akende kaudu tuulutamist
- vaadeldakse korterit tervikuna
- arvestab õhu liikumist ruumide vahel



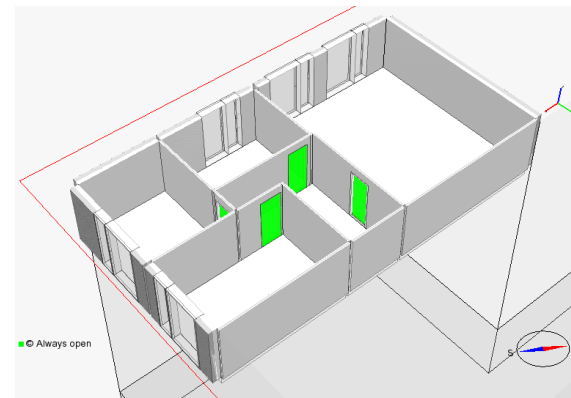
## JUHEND

### Korteripõhise meetodi variatsioonid

- ei arvestata akende kaudu tuulutamist
- vaadeldakse korterit ühe tsoonina
- Õhuvooluhulgad summeeritud

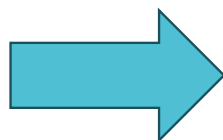
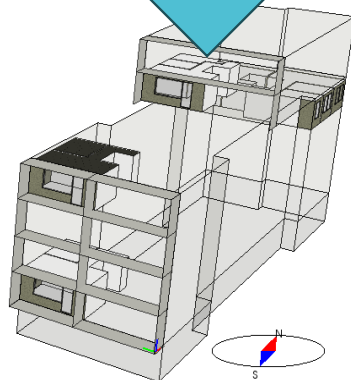


- ei arvestata akende kaudu tuulutamist
- vaadeldakse korterit tervikuna
- arvestab õhu liikumist ruumide vahel

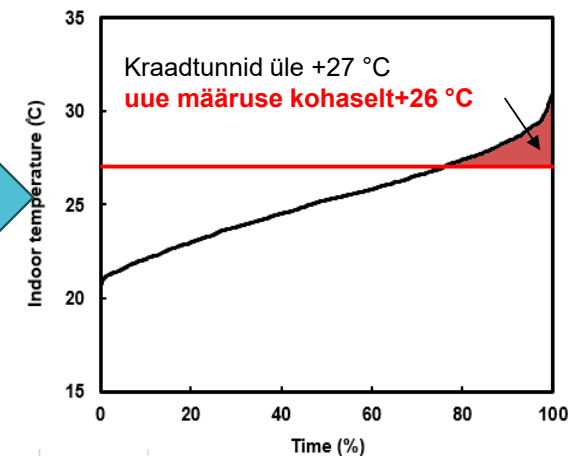
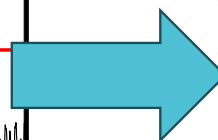
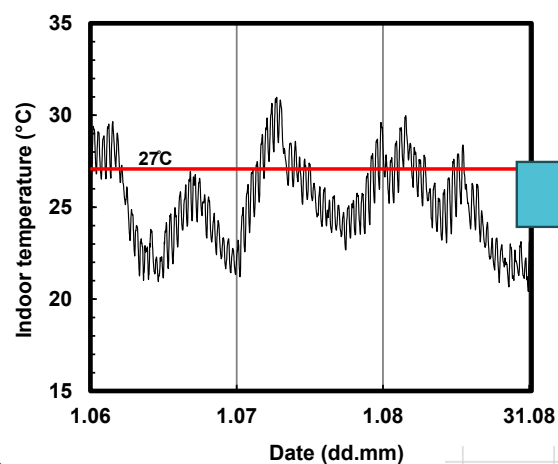


# KONTROLLARVUTUSE METOODIKA – JÄÄB KEHTIMA

## Kriitiliste ruumide valik ja simulatsioonid



## Kraadtundide arvutus (°Ch)



| Date    | Time  | Temp, °C | Excess, °Ch |                         |
|---------|-------|----------|-------------|-------------------------|
| ...     | ...   | ...      | ...         |                         |
| 5. July | 10:00 | 26.4     | 0.0         |                         |
| 5. July | 11:00 | 26.8     | 0.0         |                         |
| 5. July | 12:00 | 27.3     | 0.3         | } 4.2°Ch                |
| 5. July | 13:00 | 27.4     | 0.4         |                         |
| 5. July | 14:00 | 27.6     | 0.6         |                         |
| 5. July | 15:00 | 27.8     | 0.8         |                         |
| 5. July | 16:00 | 28.6     | 1.6         |                         |
| 5. July | 17:00 | 27.5     | 0.5         |                         |
| 5. July | 18:00 | 27.0     | 0.0         |                         |
| 5. July | 19:00 | 26.8     | 0.0         |                         |
| ...     | ...   | ...      | ...         |                         |
|         |       | Σ        | 685.0       | Requirement<br>≤ 150°Ch |

Nõue täidetud?

## KONTROLLARVUTUSE METOODIKA

Kui hoonesse on paigaldatud jahutus – ~~pole vaja ruumitemperatuuri kontrolli teostada.~~

Muudatus seab nõude tagada hoone kõigis ruumides ülekuumenemise vältimine.

St nt koolihoone arvutiklassi jahutussüsteemi ette nägemine ei välista kontrolli teostamist hoone teistele ruumidele.

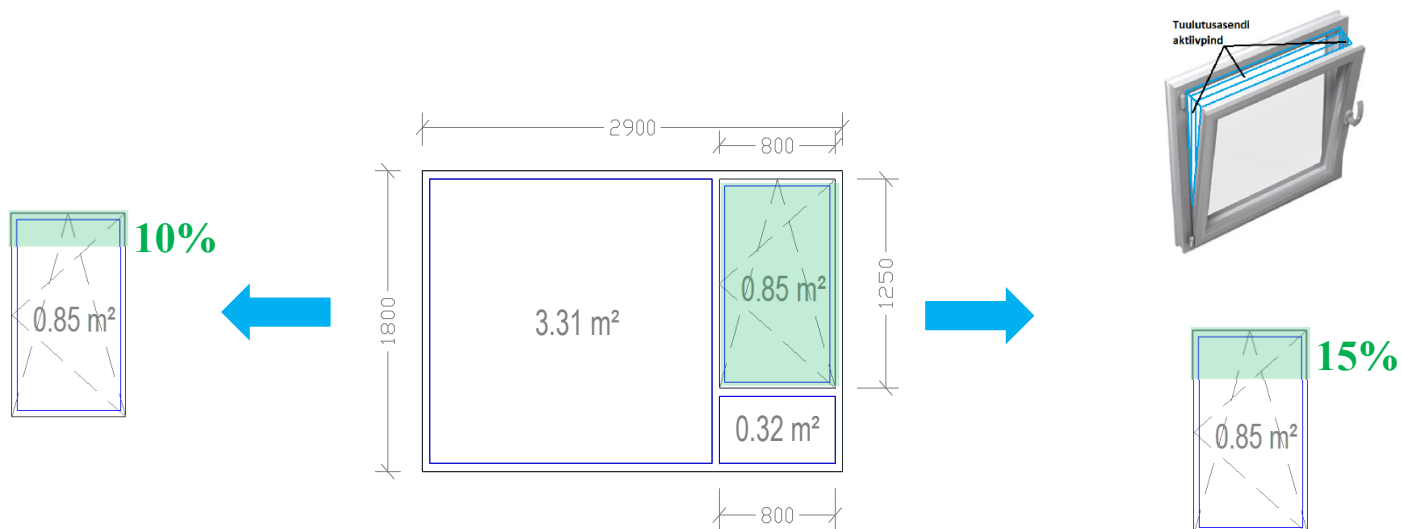


## JUHEND

### Akende kaudu tuulutus - aktiivpind

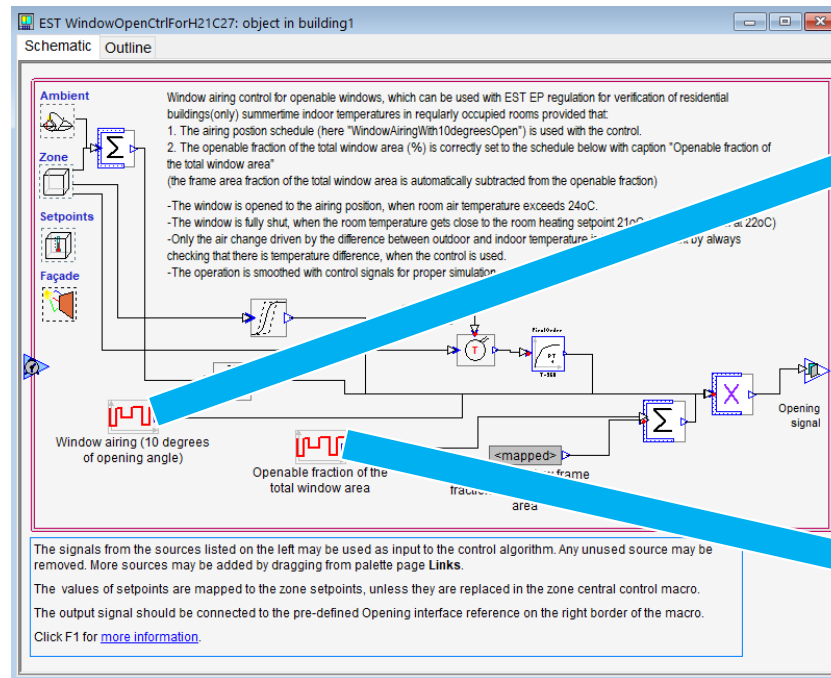
- 10% avatava akna pinnast  
kui puuduvad täpsemad andmed

- arvutus vastavalt projekti andmetele

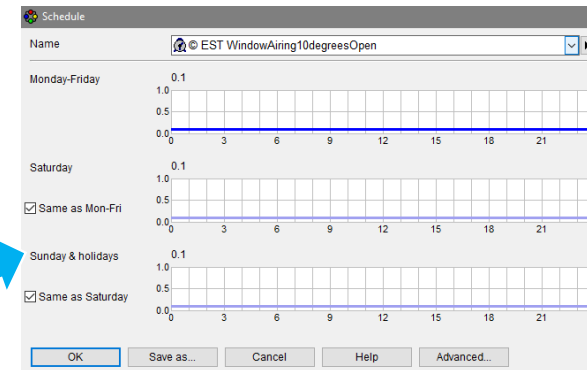


## NÄIDE

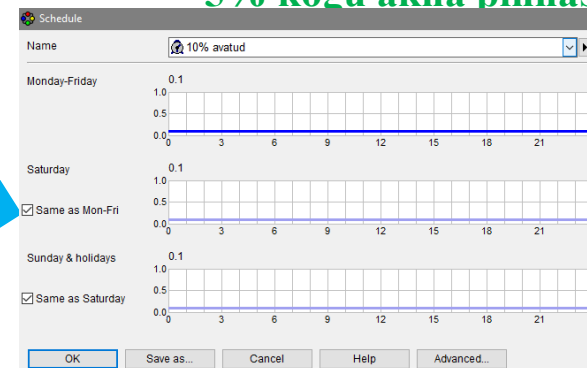
### Akende kaudu tuulutus IDA-ICE EST lokaliseering uuendatud ja saadaval v5.x-le



### 10° aken avatud

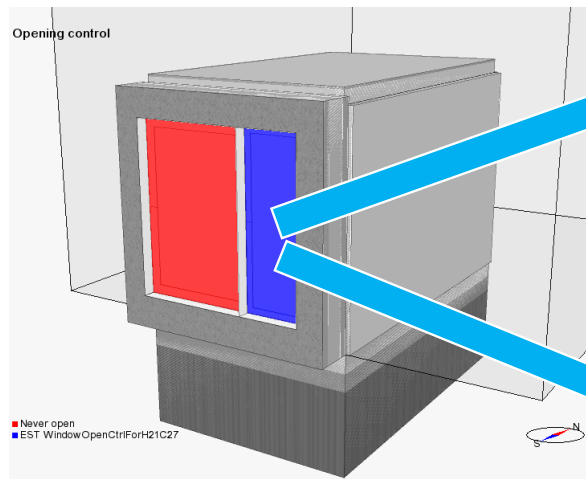


### 5% kogu akna pinnast

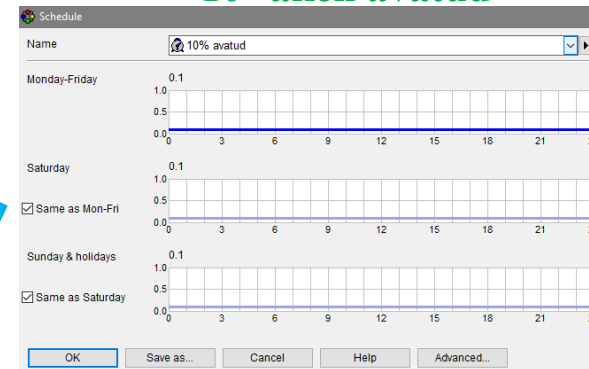


## NÄIDE

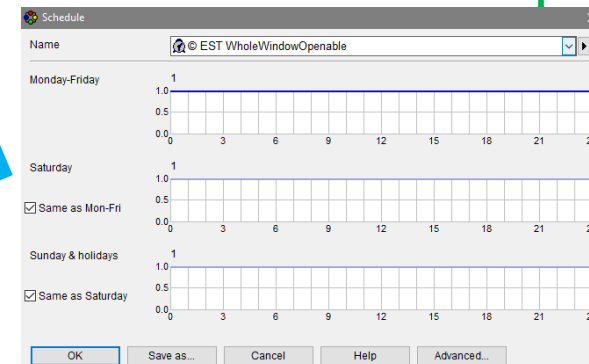
### Akende kaudu tuulutus IDA-ICE EST lokaliseering



#### 10° aken avatud

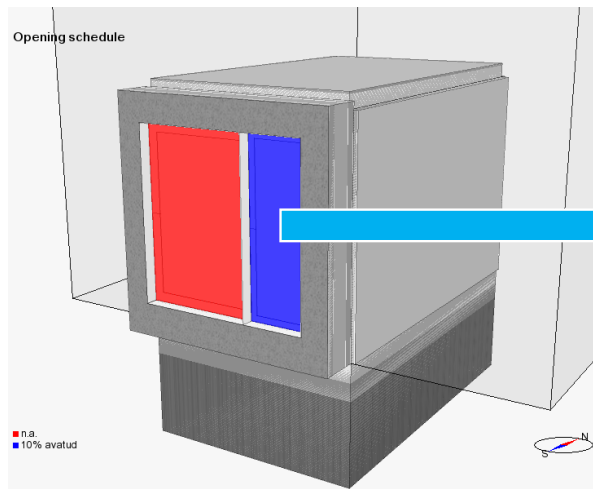


#### 100% avatava akna pinnast



## NÄIDE

### Akende kaudu tuulutus

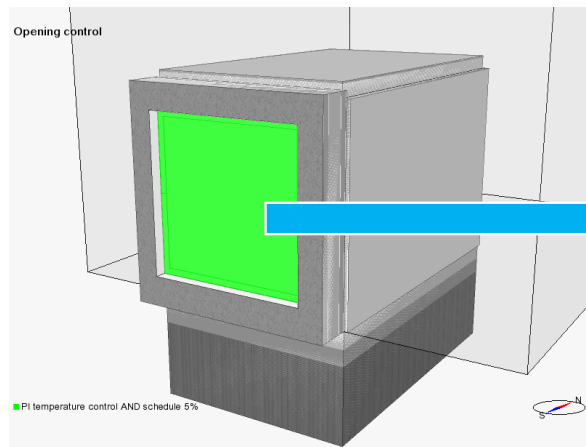


10% avatava akna pinnast  
PI kontrolleri

|          |                                     |
|----------|-------------------------------------|
| Opening  | More...                             |
| Control  | PI temperature control AND schedule |
| Schedule | 10%                                 |

NÄIDE

## Akende kaudu tuulutus



5% kogu akna pinnast

|                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Opening <a href="#">More...</a> |                                     |
| <a href="#">Control</a>         | PI temperature control AND schedule |
| <a href="#">Schedule</a>        | 5%                                  |

## MIDA SILMAS PIDADA JA MIDA NÕUDA ARVUTAJALT?

- **Korralik (energiatõhususe)projekt**, sh seletuskiri lähteandmete ja metoodikaga. Klaaspakettide nõuded! päikesekaitselahendused!
- Arvutuste **lähteandmed kooskõlastada** teiste projektiosadega!
- **Ruumitemperatuuri kontroll kõigis projekteerimisetappides**
- Kui üksikud ruumid on projekteeritud jahutusega, tuleb ülejäänud ruumides tagada **nõuete täitmine passiivsete meetmetega ja vajadusel tõendada!**
- **Arvutusmudelit ekspertiisiks?**

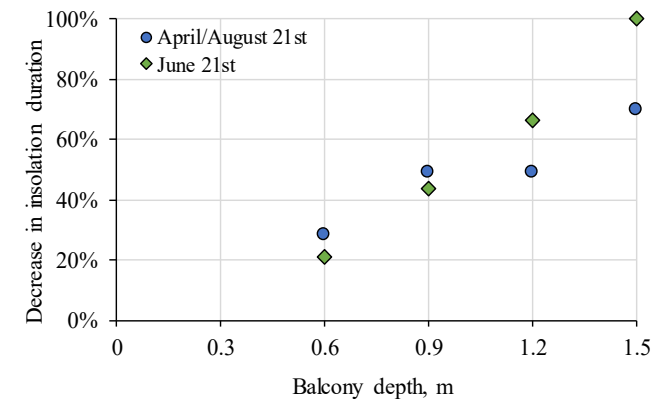
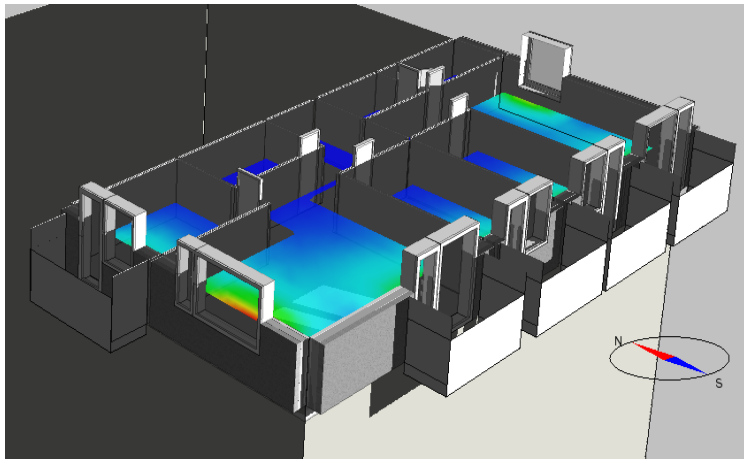
**Ekspluatatsioonis  
probleeme lahendama  
hakata ei ole odav!**



## MIDA SILMAS PIDADA?

**Erinevate parameetrite mõju temperatuurile** - konstruktsioonid, infiltratsioon, külgnevad ruumid, avad, avatäited, akna parameetrid, akende paikemine, klaaspaketi paiknemine akna avas, vaheseinte mõju, uste mõju, katuse mõju jne

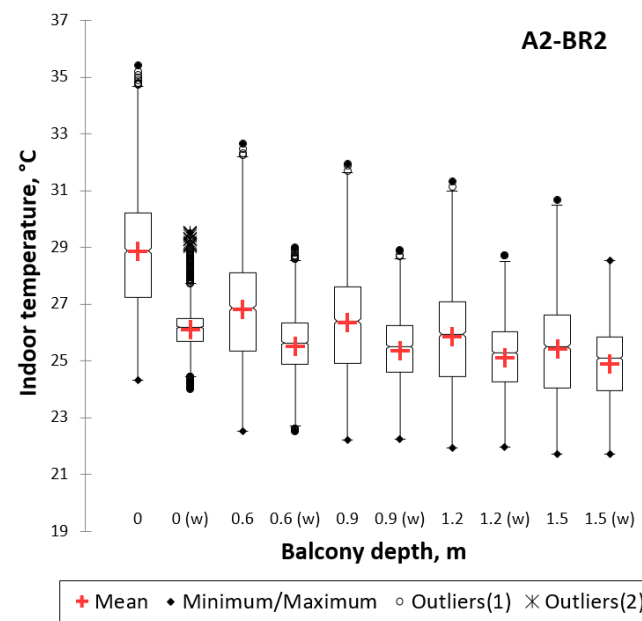
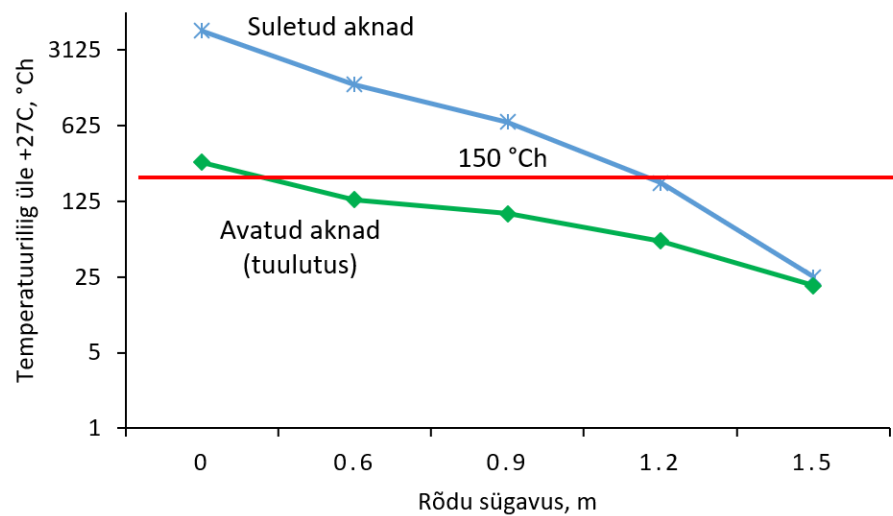
### Insolatsiooni nõue!



Average decrease of insolation duration for balcony depths up to 1.5m during April/August 21<sup>st</sup> and June 21<sup>st</sup> for southern facade.

## MIDA SILMAS PIDADA?

### Akende avamise ja varjestuse mõju ruumitemperatuurile



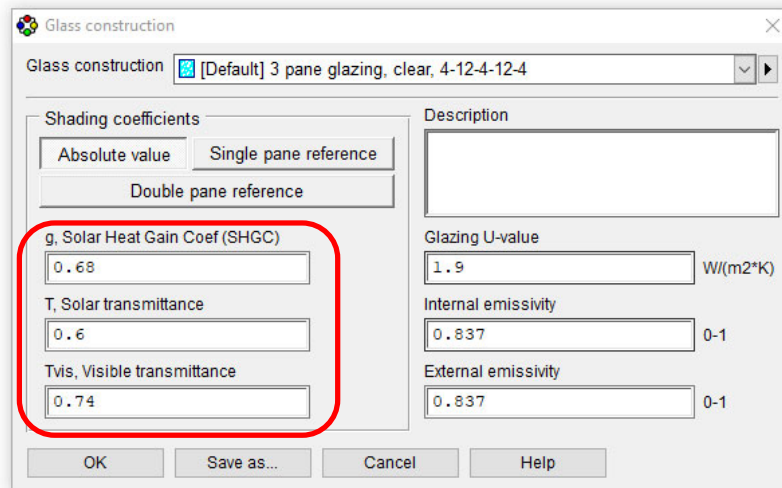
## MILLELE ARVUTUSTEL ERILIST TÄHELEPANU PÖÖRATA?

- **Aknad** – klaaspaketid: päikeseläbivustegur g, otsekiirguse läbivus ST
- **Varjestuselemendid** - nende andmed ja parameetrid
- **Simulatsioonimudeli ülesehitus** - tsoneerimine



## AKENDE OLULISED PARAMEETRID

- klaaspaketid: päikeseläbivustegur  $g$ , otsekiirguse läbivus  $ST$
- Oluline on ka nähtava valguse läbilaskvus!



Glass construction [Default] 3 pane glazing, clear, 4-12-4-12-4

Shading coefficients

Absolute value Single pane reference Double pane reference

g, Solar Heat Gain Coef (SHGC) 0.68

T, Solar transmittance 0.6

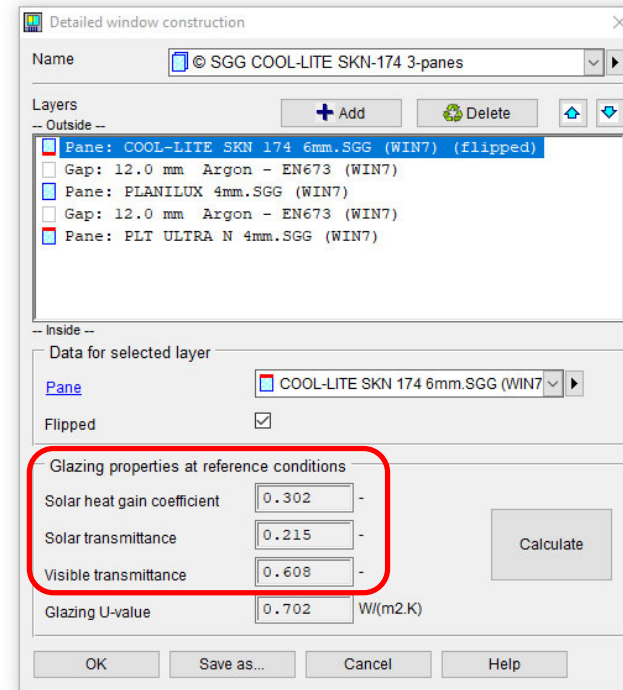
Tvis, Visible transmittance 0.74

Glazing U-value 1.9 W/(m<sup>2</sup>\*K)

Internal emissivity 0.837 0-1

External emissivity 0.837 0-1

OK Save as... Cancel Help



Detailed window construction

Name © SGG COOL-LITE SKN-174 3-panes

Layers

Outside

- Pane: COOL-LITE SKN 174 6mm.SGG (WIN7) (flipped)
- Gap: 12.0 mm Argon - EN673 (WIN7)
- Pane: PLANILUX 4mm.SGG (WIN7)
- Gap: 12.0 mm Argon - EN673 (WIN7)
- Pane: PLT ULTRA N 4mm.SGG (WIN7)

Inside

Data for selected layer

Pane COOL-LITE SKN 174 6mm.SGG (WIN7)

Flipped ☒

Glazing properties at reference conditions

Solar heat gain coefficient 0.302

Solar transmittance 0.215

Visible transmittance 0.608

Glazing U-value 0.702 W/(m<sup>2</sup> K)

Calculate

OK Save as... Cancel Help

## MILLISEID PASSIIVSEID LAHENDUSI KASUTADA?

Liigset päikesekiirgust on võimalik blokeerida nt erinevate varjestuslahendustega:

- välised ribakardinad
- välised markiisid
- topelfassaad



## MILLISEID PASSIIVSEID LAHENDUSI KASUTADA?

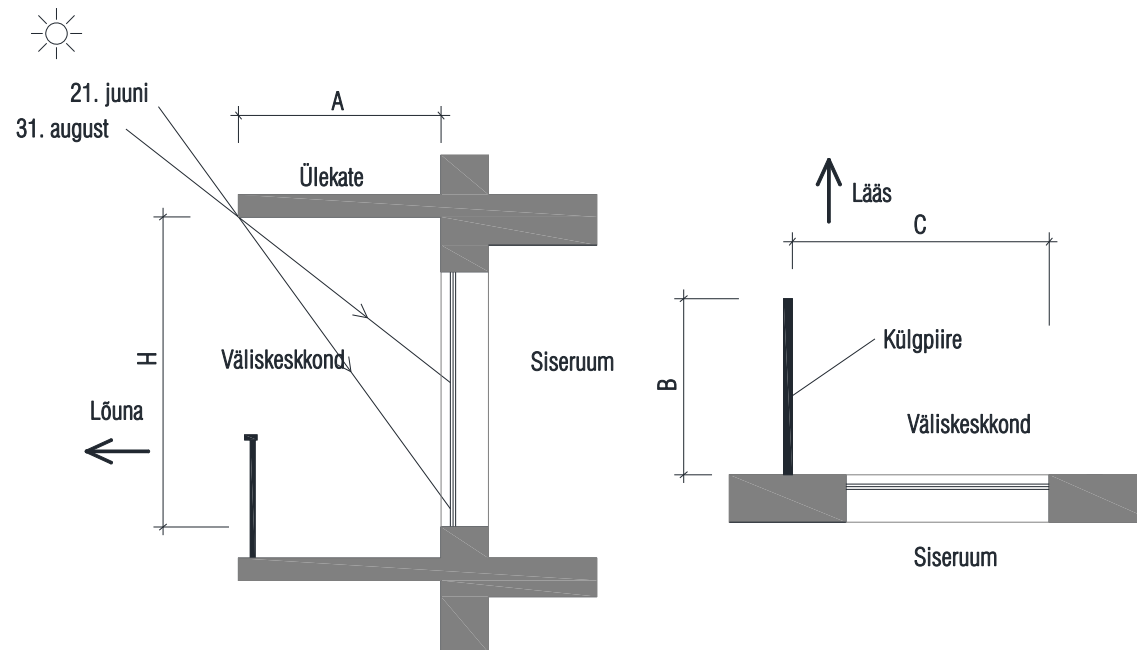
### Nt korterelamud, rõdude kasutamine

#### Lõuna suunal:

- **konstruktsiooniline ülekate / rõdu,  $A/H > 0.7$**

#### Lääne suunal:

- **konstruktsiooniline külgnev piire / rõdu  $B/C > 0.7$**



## KUI SUUR ON BAASAASTA+BAASTEMPERATUURI MÕJU? KAS PASSIIVSED LAHEDNUSED AITAVAD?

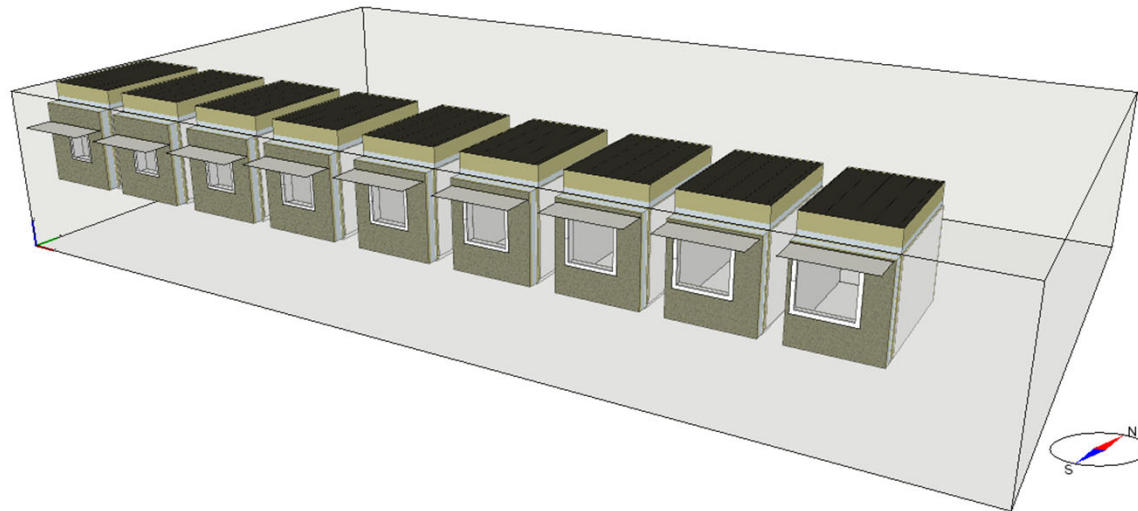
Baasaasta: TRY2000 vs TRY2020

Baastemperatuur: 27C vs 26C

Klaaspakett:  $g = 0.55$  ( $T_e = 0.47$ )

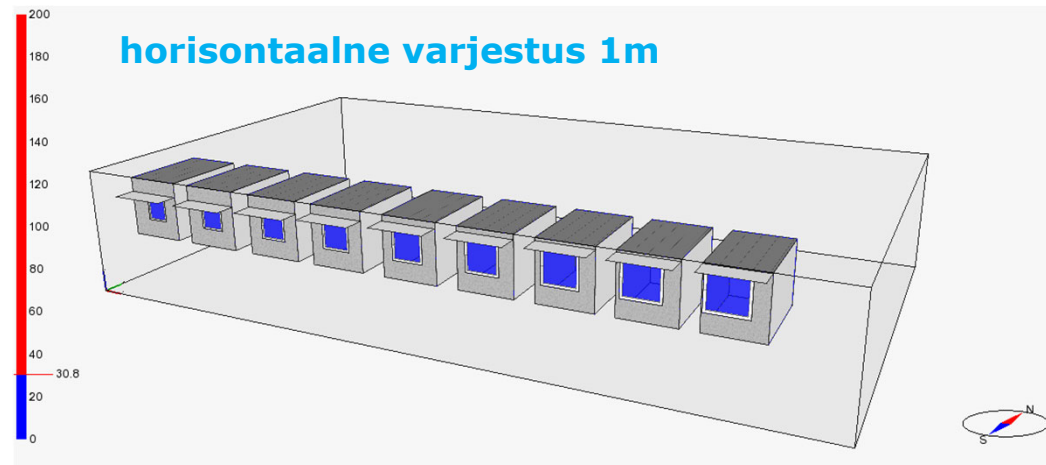
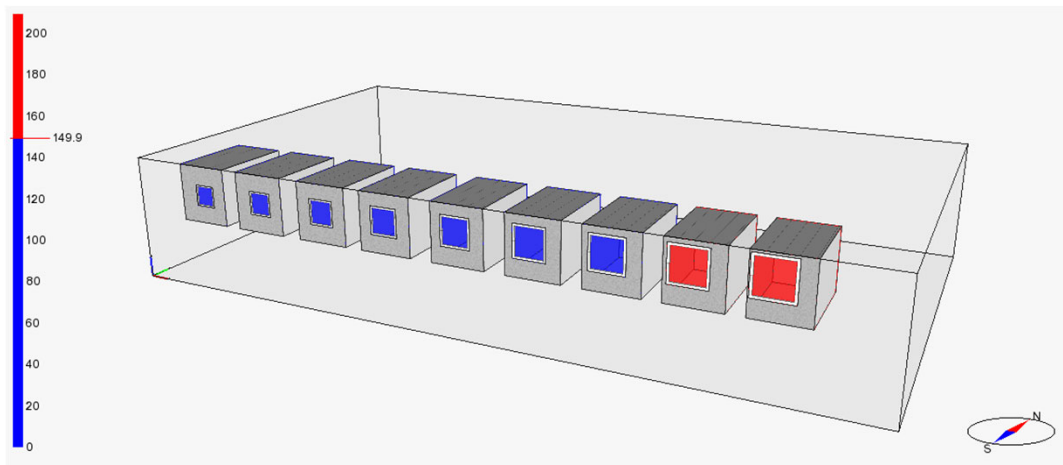
Ruumi pindala:  $10\text{m}^2$

Akende suurused:  $1.0 \dots 3.2\text{m}^2$  ( $WWR=0.17 \dots 0.55$ )

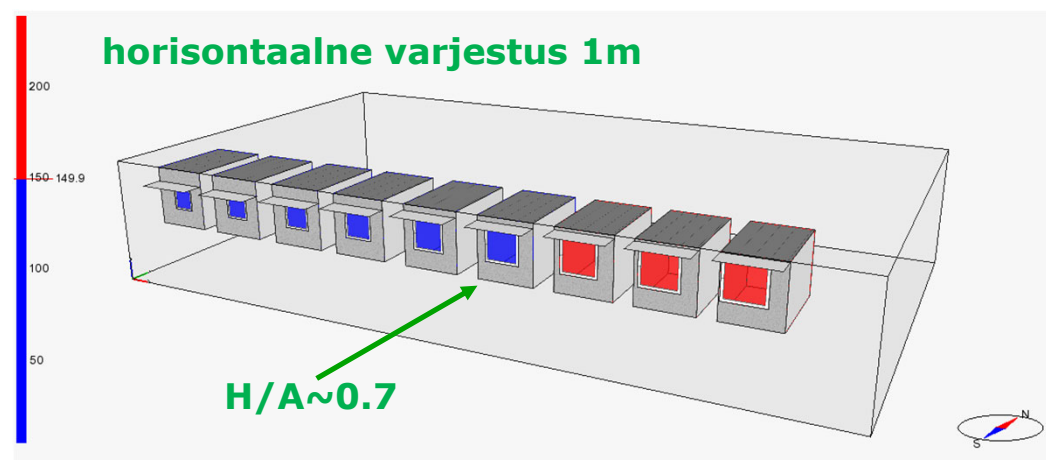
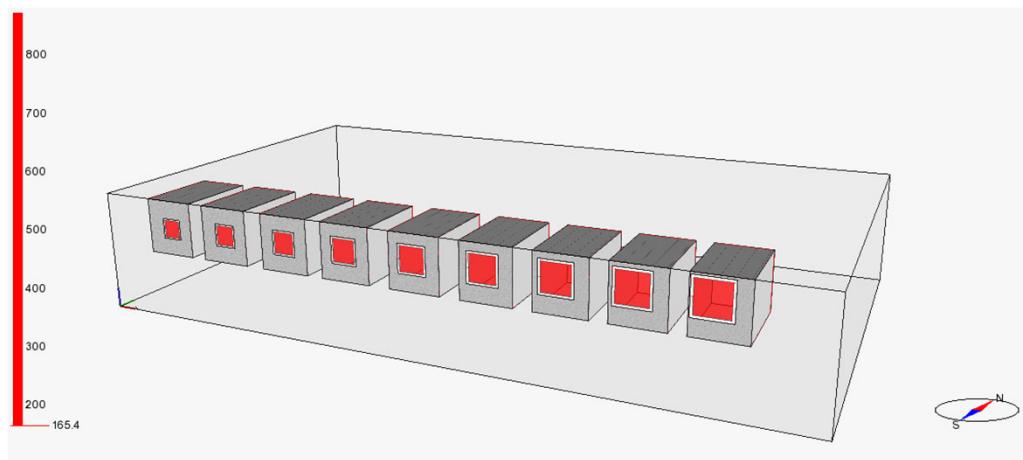


# KUI SUUR ON BAASAASTA+BAASTEMPERATUURI MÕJU? KAS PASSIIVSED LAHEDNUSED AITAVAD?

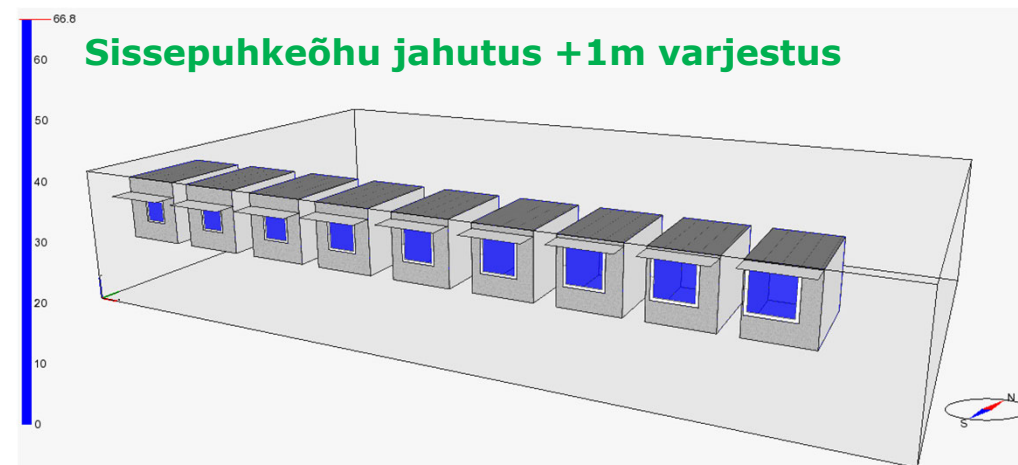
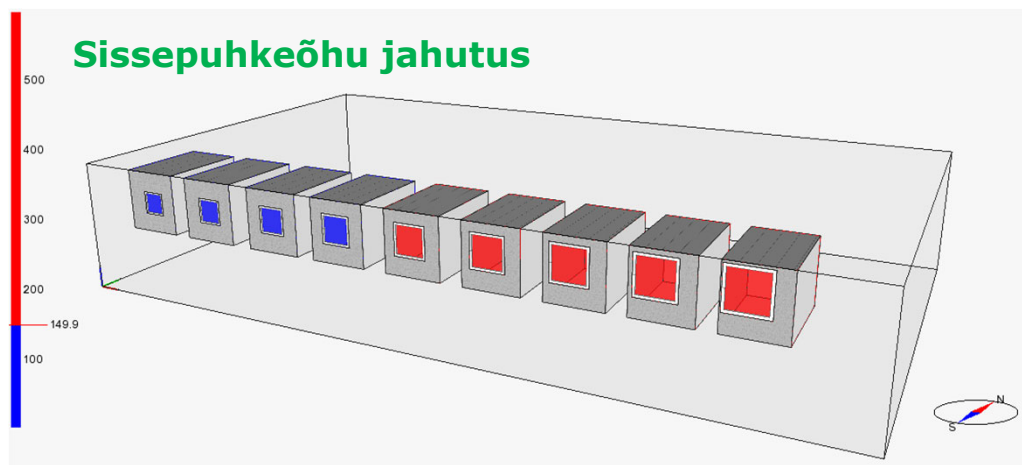
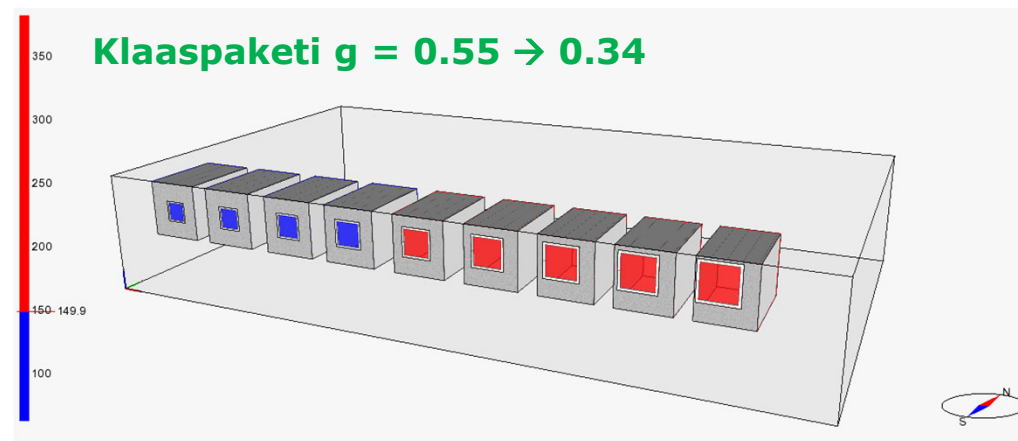
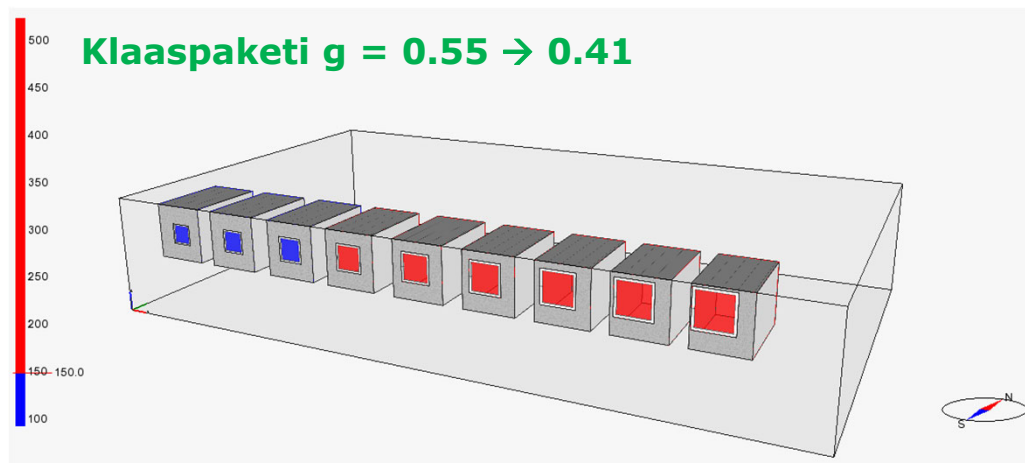
TRY2000, +27C



TRY2020, +26C



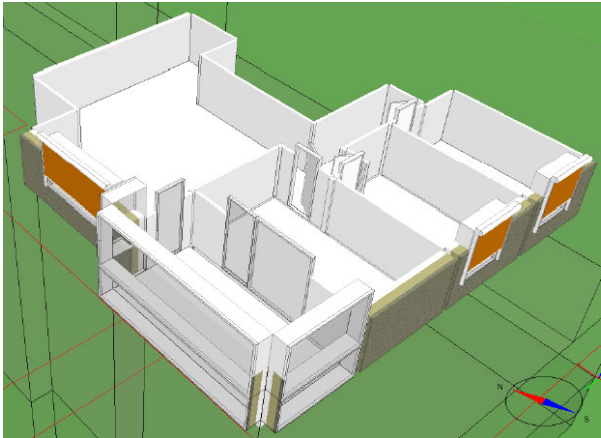
## KUI SUUR ON BAASAASTA+BAASTEMPERATUURI MÕJU? KAS PASSIIVSED LAHEDNUSED ANNAVAD EFFEKTI?



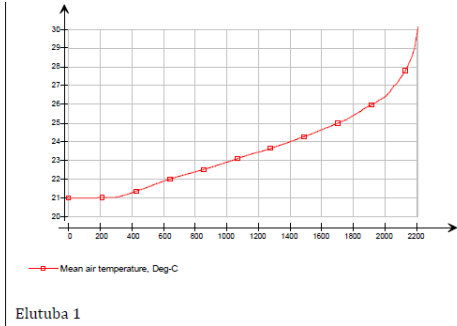
## Lähteandmete ja tulemuste esitamine

|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Akende tehnilised andmed | Kõik aknad:<br>klaaspaketi soojusläbivus $U=1.1\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ;<br>päikeseläbivustegur $g=0.51$ ;<br>otsese päikese kiirguse läbivustegur $ST=0.42$ ;<br>nähtava valguse läbivustegur $VT=0.72$<br>avatavate akende tuulutusasendi aktiivpind 10% avatava akna pinnast |
| Varjestuselemendid       | Elutuba 1: väline ruloo*; magamistuba 1: rõdu; tuba 1: väline ruloo*; tuba2: väline ruloo*<br>*väline tekstiilruloo $ST=0.35$ ; $VT=0.37$ ; automaatne juhtimine päikese kiirguse järgi                                                                                                |

# Lähteandmete ja tulemuste esitamine



Ruumitemperatuuri  
kestuskõverad



|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| Elutuba 1: 102 °Ch    | ≤150°Ch, nõue täidetud |
| Magamistuba 1: 97 °Ch | ≤150°Ch, nõue täidetud |
| Tuba 1: 110 °Ch       | ≤150°Ch, nõue täidetud |
| Tuba 2: 115 °Ch       | ≤150°Ch, nõue täidetud |

# Lähteandmete ja tulemuste esitamine

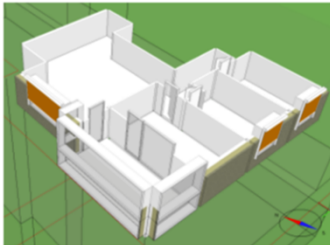
## MTM m58 Lisa 6 ja 6<sup>1</sup>

### Suvised ruumitemperatuuri kontrolli tulemuste esitamine

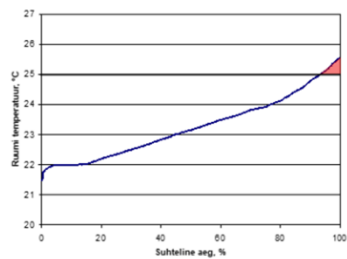
|                                                               |                                                              |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Simuleeritud ruum                                             | korterpõhine / ruumipõhine                                   |
| Simulatsiooni meetodika                                       | ei arvestata / arvestatud ..... % avatavate akende pindalast |
| Akende kaudu tuulutusega arvestamine                          | Paikeselabivustegur g, -                                     |
| Simulatsioonis defineeritud klaaspaketi või varjestuslahendus | Paikesekiirguse läbivustegur Tsol, -                         |
|                                                               | Otsese Nahtava valguse läbivustegur Tvis, -                  |

Kõik aknad, kolmekordne klaaspakett  
Valine rulo (automaatne juhtimine)

Simulatsioonimodeli pildid



### Ruumitemperatuuri kestuskõver



|           |  |                                            |  |
|-----------|--|--------------------------------------------|--|
| Kuupäev:  |  | Pädev isik:                                |  |
|           |  | Pädeva isiku kutsetunnistus koos tasemega: |  |
| Teostaja: |  | Pädeva isiku kutsetunnistuse nr:           |  |

### Suvised ruumitemperatuuri kontrolli üldandmed

|          |                          |                                                       |                          |                            |
|----------|--------------------------|-------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
|          |                          | Piirtemperatuur                                       |                          | °C                         |
|          |                          | Lubatud piirtemperatuuri ületavate kraadtundide arv < |                          | °Ch                        |
| Nr       | Simuleeritud ruum        | Piir-temperatuuri ületavad kraadtunnid, °Ch           |                          |                            |
| 1        | korter ..., elutuba      |                                                       |                          |                            |
| 2        | korter ..., magamistuba  |                                                       |                          |                            |
| 3        | korter ..., köök-elutuba |                                                       |                          |                            |
| ...      |                          |                                                       |                          |                            |
| Ruumi nr | Ajavahemik (kellaaeg)    | Inimesed W/m <sup>2</sup>                             | Seadmed W/m <sup>2</sup> | Valgustus W/m <sup>2</sup> |
| 1...3    | 00.00–00.00              | 0                                                     | 0                        | 0                          |
| ...      |                          |                                                       |                          |                            |

Simulatsioonimodelite pildid ja temperatuuri kestuskõverad esitatakse eraldi lehel. Kestuskõvera periood 01.06–31.08; haridushoones 01.05–15.06 ja 15.08–30.09.

|           |                                            |
|-----------|--------------------------------------------|
| Kuupäev:  | Pädev isik:                                |
| Teostaja: | Pädeva isiku kutsetunnistus koos tasemega: |
|           | Pädeva isiku kutsetunnistuse nr:           |

## KOKKUVÕTE

### Peamised muudatused määrustes:

- Suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutused teostatakse **uue energiaarvutuse baasaastaga** – Estonia TRY 1990-2020.
- Uutes eluhoonetes võetakse **suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutuse piirtemperatuuriks 26°C** endise 27°C asemel.
- Erandiks on **rekonstrueeritavad korterelamud**, mille korral suvise ülekuumenemise **kontrollarvutust teostada ei ole vaja**.
- Jahutussüsteemi kavandamisel teostatakse elamute ja kasarmu energiaarvutus **jahutuse seadeväärtusega 25°C**.
- Muutuvad arvutustes kasutatavad **valgustuse võimsused**. Elamutes võib kasutada vaid vastavaid tabeliväärtuseid.
- **Sisemiste kardinate ja ruloode** kasutamine simulatsioonis **ei ole lubatud**.
- Fikseeritud temperatuuri seadeväärtus akende kaudu tuulutamise arvestamisel **akende avamiseks: >22°C**. Simulatsioonis ei tohi akent tuulutamiseks avada juhul, kui temperatuur on alla 22 °C.
- **Kasarmule** eraldi kasutusprofiilid.

