

Ülekuumenemise vältimine liginullenergiahoonetes ja arvutusmetoodika uuendused

Teadmistepõhine ehitus 2017

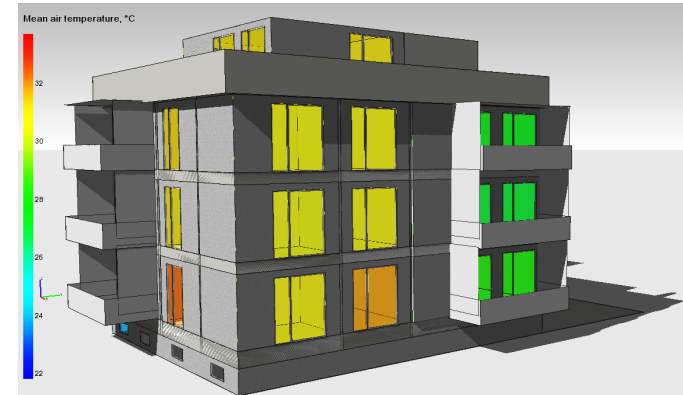
Raimo Simson
Tallinna Tehnikaülikool
27.04.2017



Töö eesmärk ja meetodid

Töö eesmärgid:

- Analüüsida liginullenergiahoone lahenduste mõju suvisele ruumitemperatuurile
- Selgitada välja toimivad lahendused ülekuumenemise vältimiseks liginullenergiahoonetes
- Tuletada metoodika olemasolevate hoonete ülekuumenemise hindamiseks ilma simulatsioonarvutusest
- Lihtsustada suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutust elamutele





Töö eesmärk ja meetodid

Analüüsitud hooned:

- 2 korterelamut
- 1 ridaelamu
- 3 ühepere elamut

Analüüsitud parameetrid:

- Piirete õhupidavus
- Piirdetarindite soojusläbivus
- Külmasillad
- Õhuvooluhulgad
- Akende avatavus, ava parameetrid
- Klaaspakettide parameetrid
- Orientatsioon
- Asukoht

Simulatsioonid IDA-ICE tarkvaraga

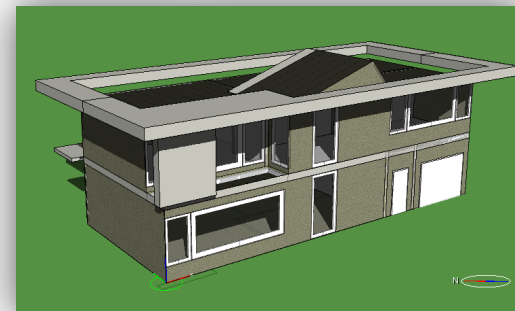
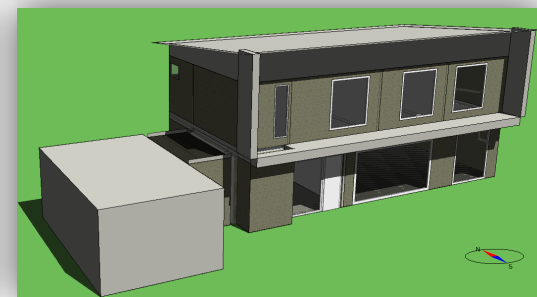
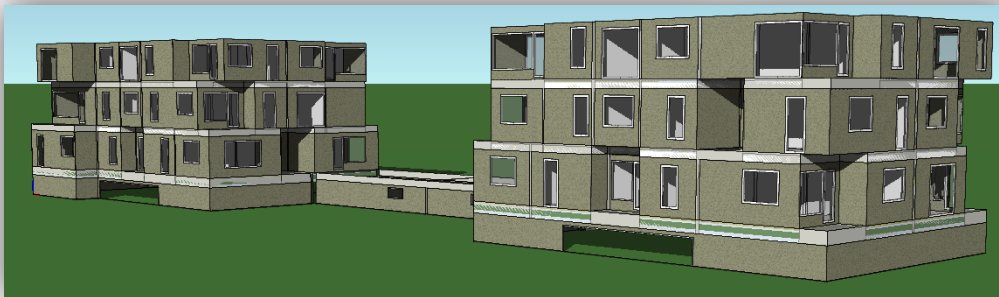
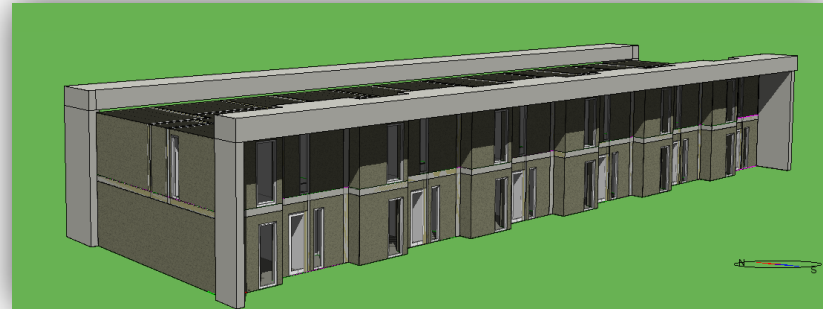
Hoonete vastavuse kontroll VV määrusega

Komponentide tundlikkuse analüüs



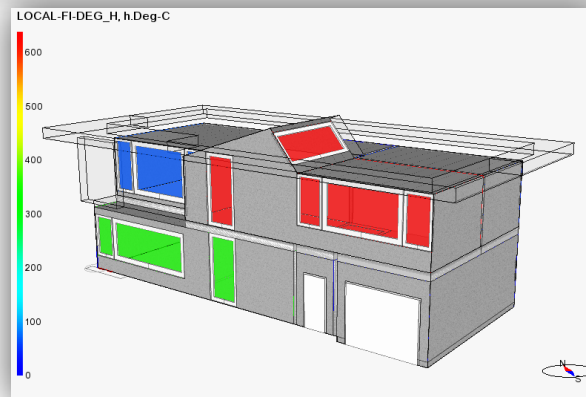
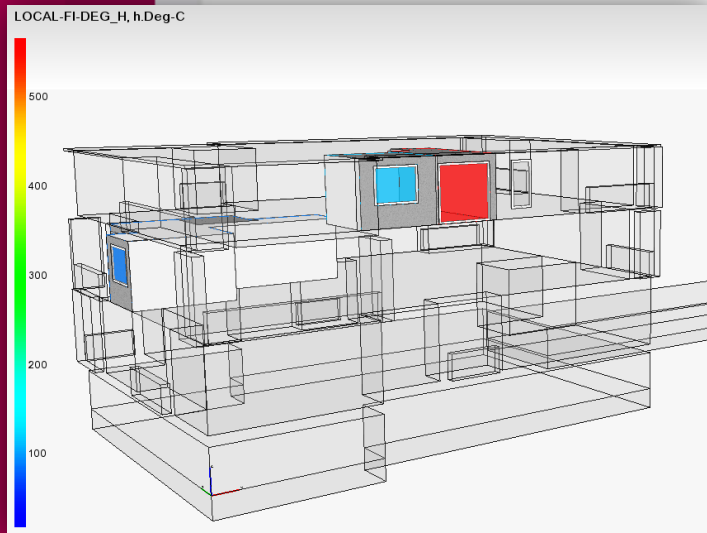
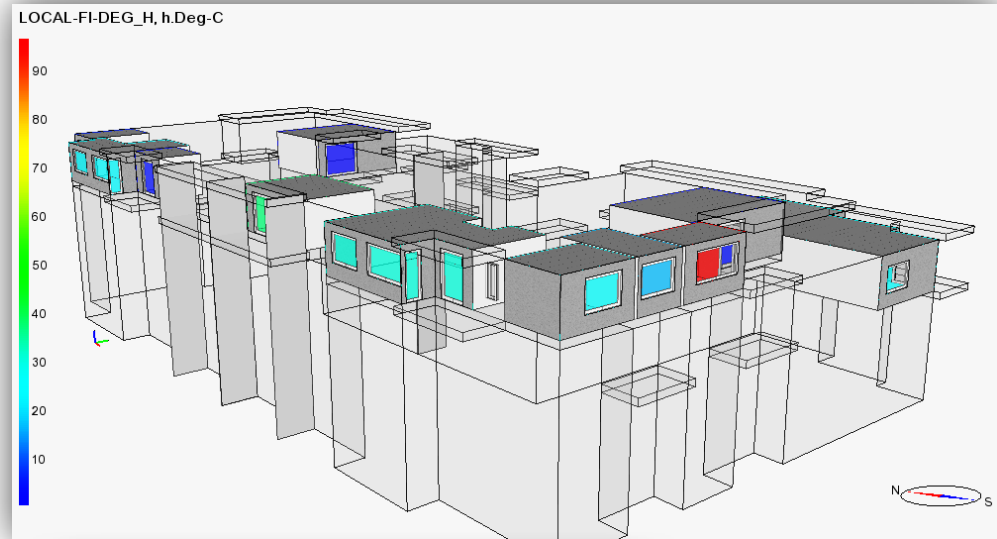
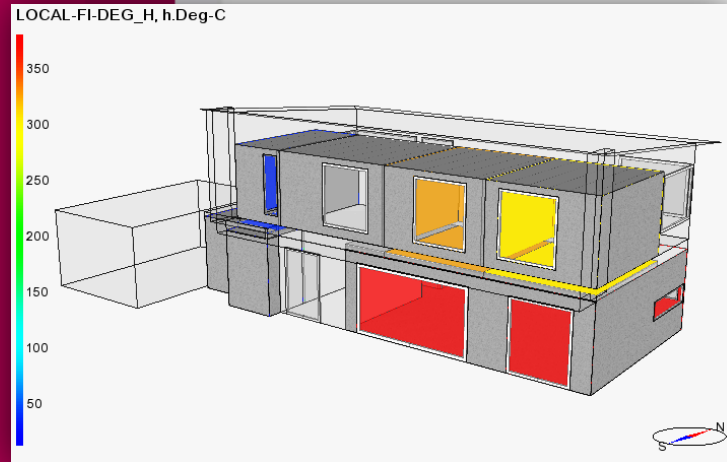
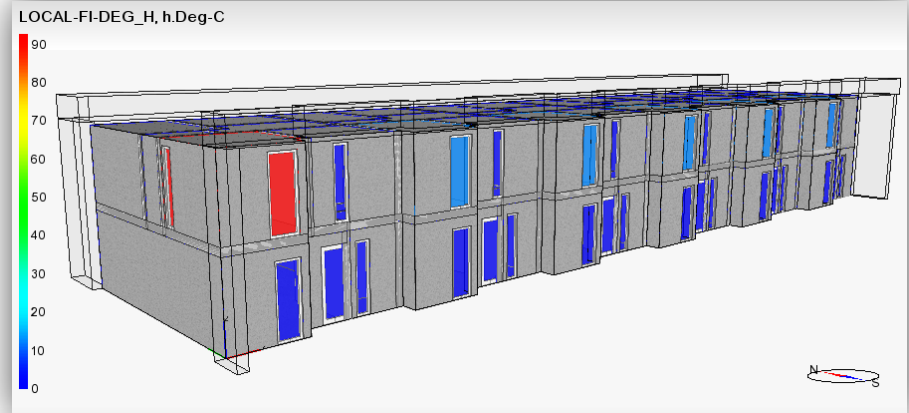
Meetodid

Analüüsitud hooned:





Tulemused





Järeldused

Hoonete piirdetarindite soojusläbivus, õhupidavus ja külmasillad ei mõjuta olulisel määral ruumiõhu temperatuuri väärtusi simulatsioonarvutustes EV määrusejärgsel arvutusel

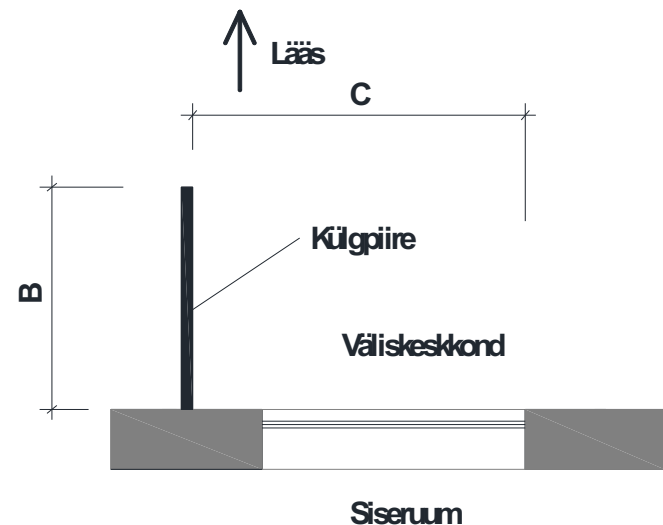
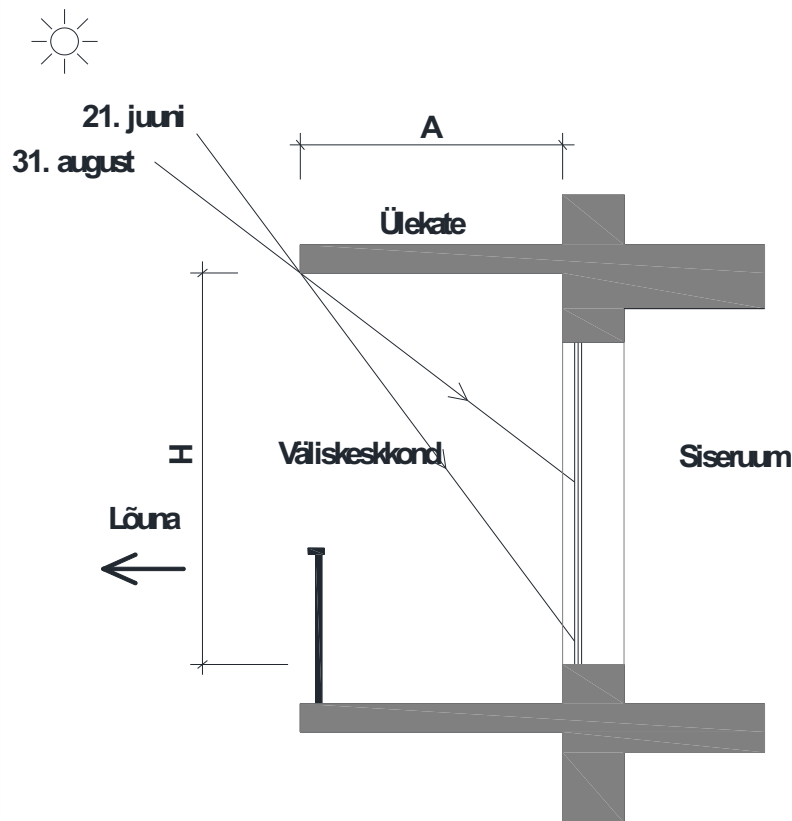
Määrava tähtsusega on **akende suurused, klaaspakettide parameetrid**, orientatsioon ja **varjestuselemendid**, sh ümberkaudne hoonestus/haljastus





Ülekuumenemise vältimine: Varjestavad elemendid

- Lõunasse orienteeritud ruumid:
Ülekatted, nt rõdud $A/H > 0.7$
- Läände orienteeritud ruumid:
Külgsiirded $B/C > 0.7$





Ülekuumenemise vältimine: Akende parameetrid

- Avatavate akende osakaal kogu akna pindalast: $OA > 10\%$

- Lõuna suunal:

- Ülekate $A/H=0.7$
 - teostatav nt rõdudega

- Olenemata orientatsioonist:

- Akende osakaal fassaadi pindalast x päikesefaktor: $WWR * g < 0.2$
- Akna pindala suhe põranda pindalasse: $WFR < 0.15$

Nt magamistuba $12m^2 \rightarrow$
aken pindalaga $1.8m^2$
- ka kirka klaasi korral.



Klaaspakettide päikesefaktorit (g) ei ole soovitatav valida alla 0.5

Ülekuumenemise hindamine temperatuurimõõtmistega



Olemasolevate hoonete korral on võimalik esialgne hinnang määrusejärgsele ülekuumenemisele anda lihtsalt teostatava temperatuurimõõtmisega nt elu- või magamisruumis:

$$t_{b,n,corr} = t_b + \frac{DH_{t_b,n}}{105}$$

- $t_{b,n,corr}$ - korrigeeritud baastemperatuur aastale n
- t_b - määrusejärgse arvutuse baastemperatuur
- $DH_{t_b,n}$ - mõõdetud aasta välisõhu temperatuuri kraadtundide arv üle baastemperatuuri t_b

Simson, R.; Kurnitski, J.; Kuusk, K. (2017). Experimental validation of simulation and measurement-based overheating assessment approaches for residential buildings. Architectural Science Review, 60 (3), 192–204, 10.1080/00038628.2017.1300130.



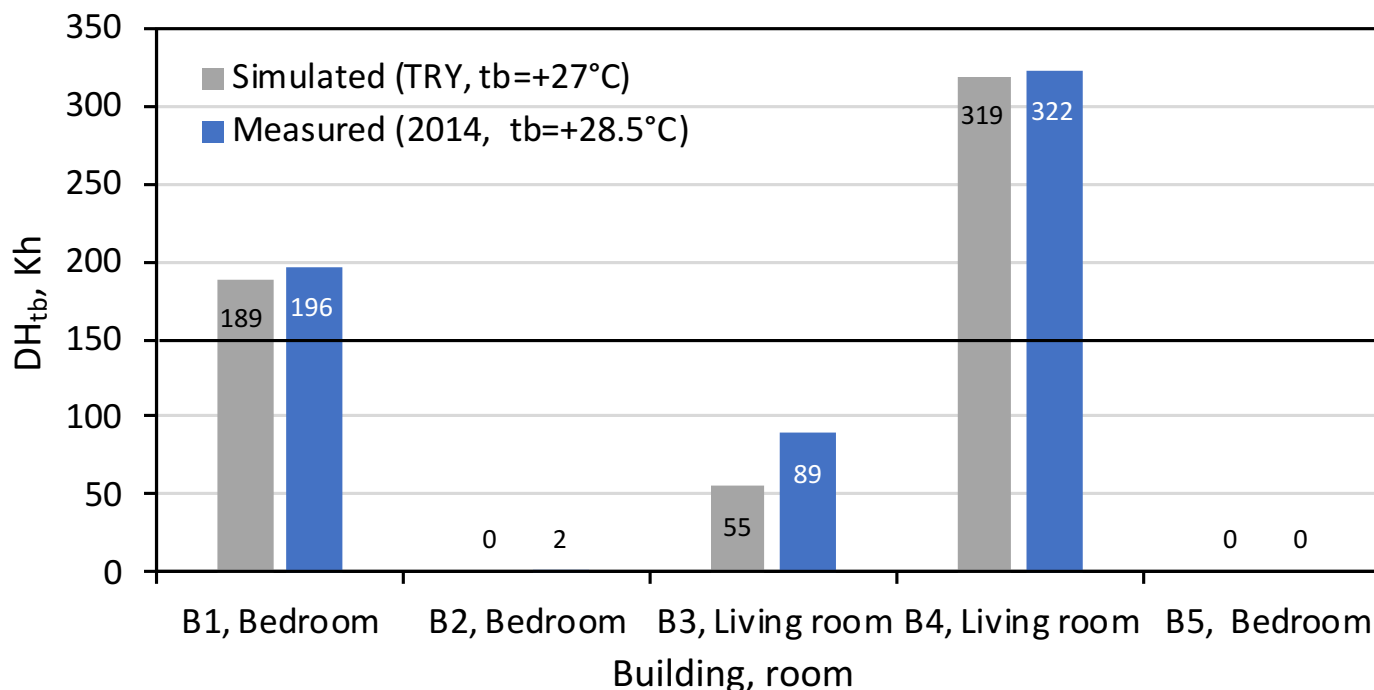
Ülekuumenemise hindamine temperatuurimõõtmisega

Näide:

mõõdetud ja simuleeritud ruumitemperatuuride põhjal arvutatud kraadtunnid üle baastemperatuuri: aasta 2014 välisõhu temperatuuriliig

$DH_{+27^{\circ}\text{C}, 2014} = 157\text{Kh}$ ja korrigeeritud baastemperatuur

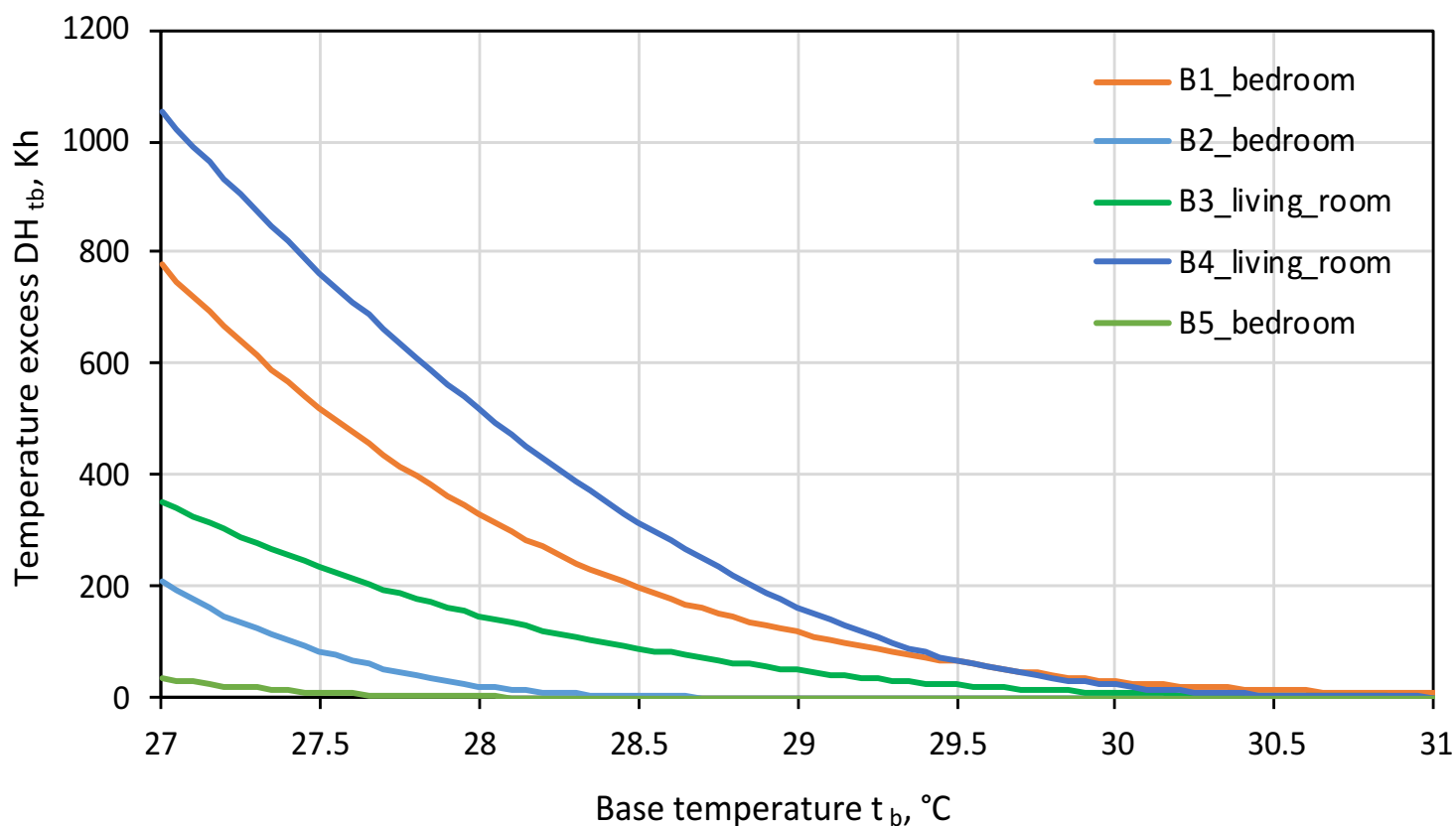
$t_{b, 2014, \text{corr}} = +28.5^{\circ}\text{C}$ ehk 1.5K kõrgem kui baasaasta korral.





Ülekuumenemise hindamine temperatuurimõõtmistega

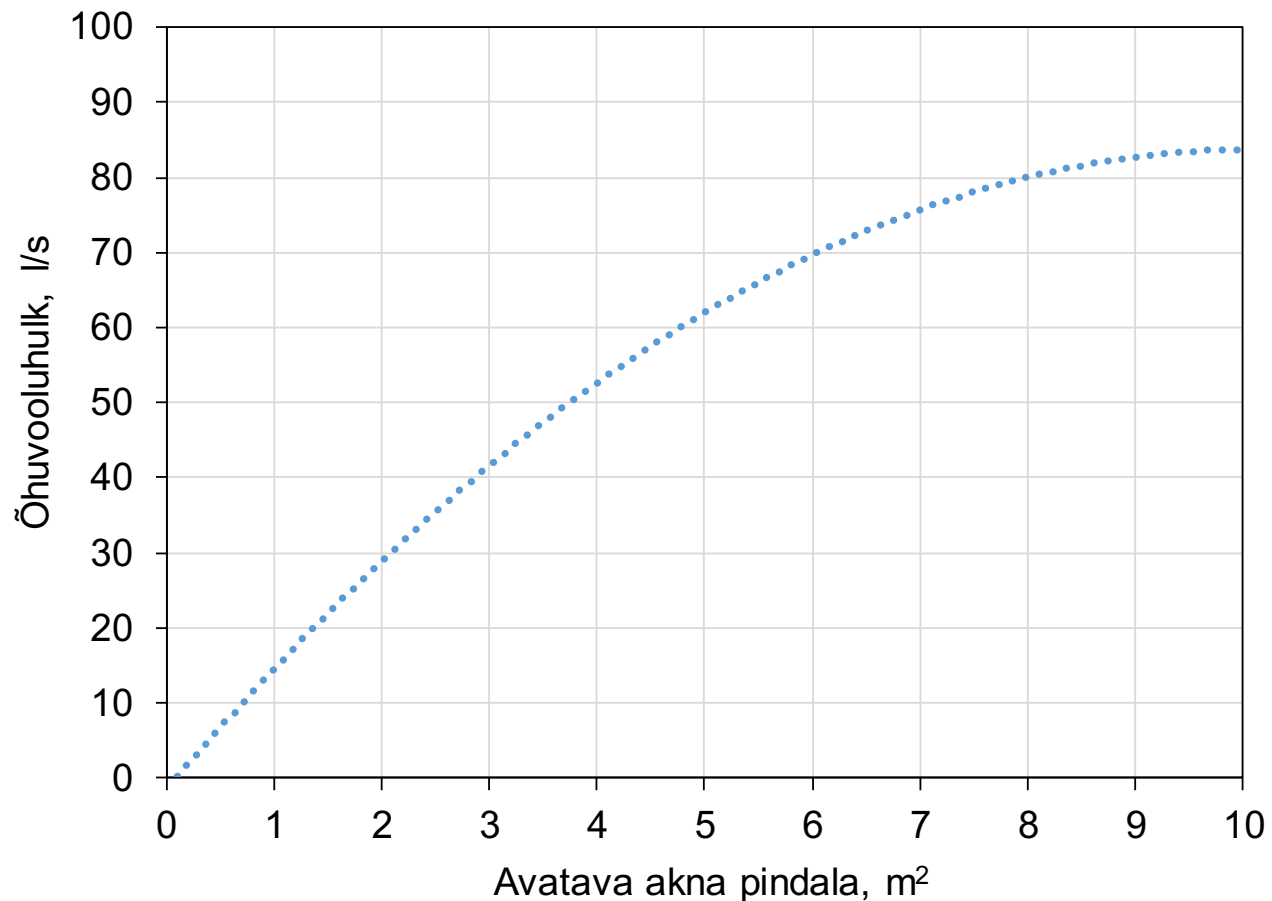
Kraadtundide sõltuvus baastemperatuurist:





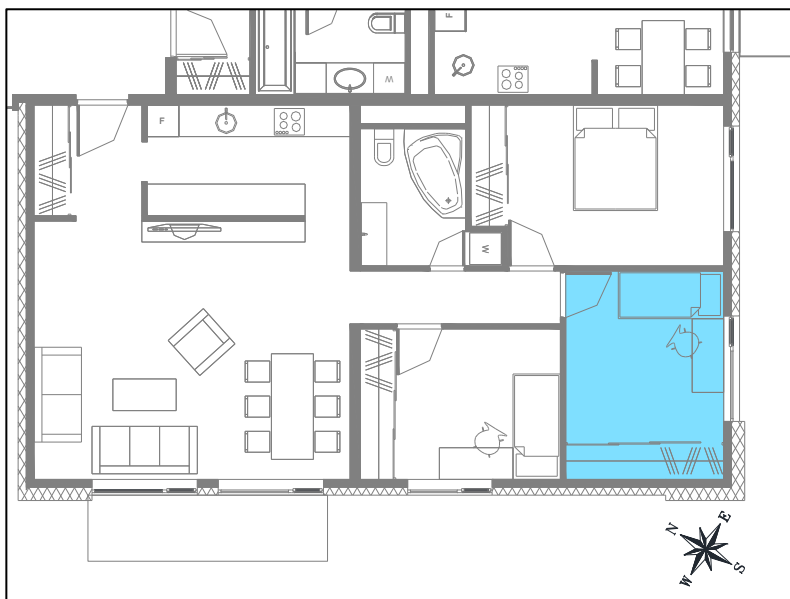
Metoodika uuendused – tuulutus akende kaudu

Valitakse vastavalt **akna avatava osa pindalale** (olenemata akna tüübist või avamisteljest) graafikult **vastav õhuvooluhulk**, mis liidetakse määrusejärgsele normvooluhulgale (nt korteripõhise vent. seadme korral $0.42 \text{ l}/(\text{sm}^2)$)





Metoodika uuendused – näide

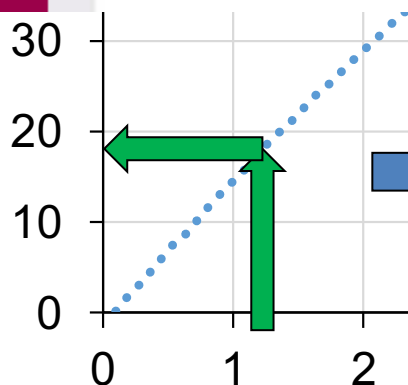
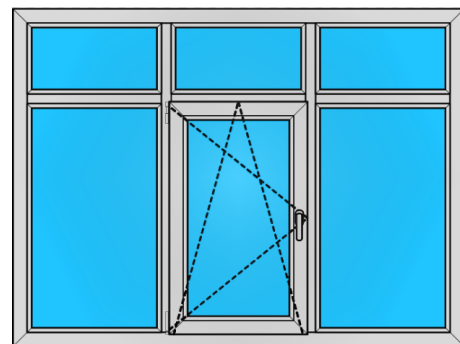


Korterelamu. Valime kriitilise ruumi – suured klaaspinnad, orientatsioon lõunasse, varjestamata.

Ruumi pindala: 11.0 m^2

Kogu akna pindala: 3.7 m^2

Avatava osa pindala: 1.2 m^2



$$L = 19 \text{ l/s}$$

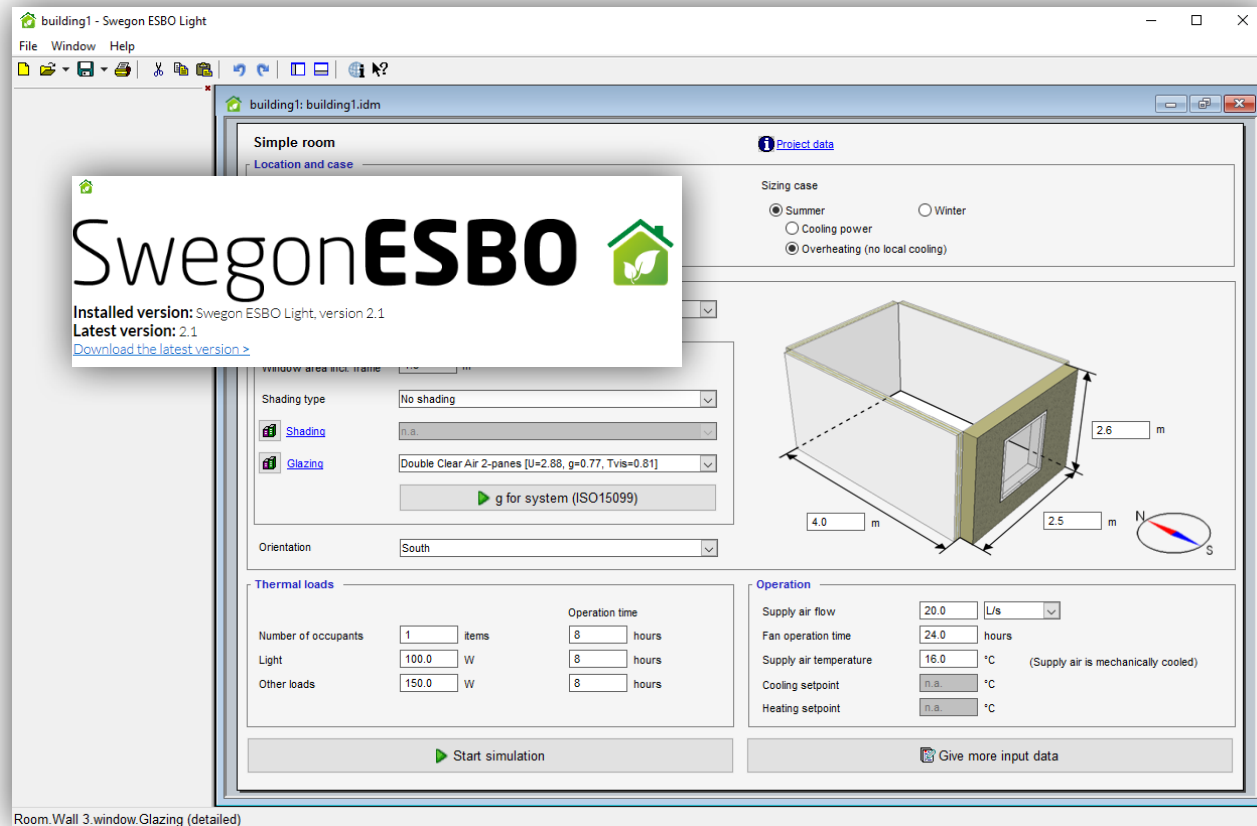
Ventilatsiooni õhuvooluhulk arvutusteks:

$$L = 19 + 11 \cdot 0.42 = 24 \text{ l/s}$$



Metoodika uuendused – näide

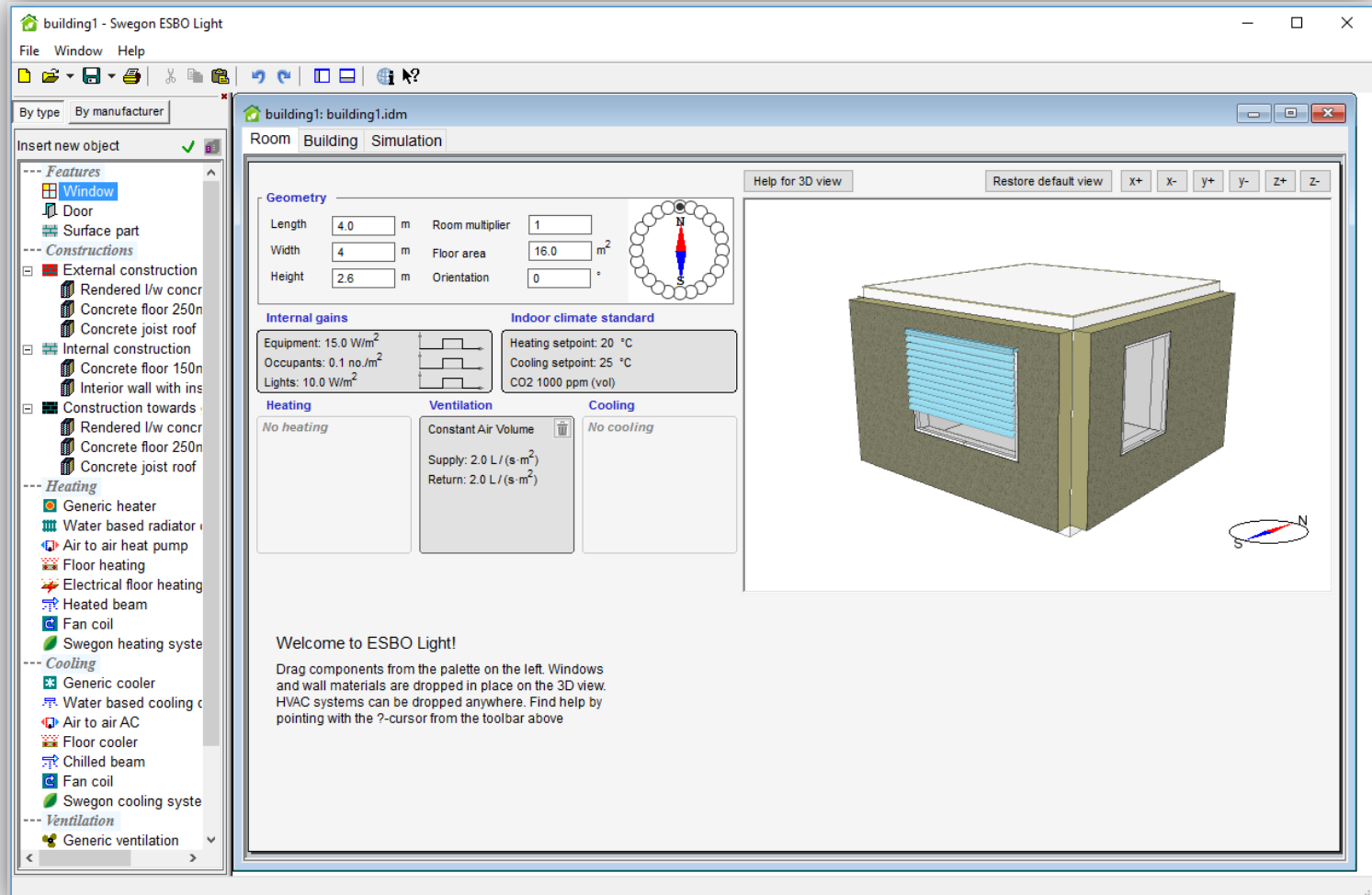
Võimalik kasutada nt vabavaralist simulatsiooniprogrammi (EQUA Simulations AB / Swegon):





Metoodika uuendused – näide

Võimalik sisestada lähteandmed vastavalt VV määruse 58 metoodikale





Metoodika uuendused – näide

Eesti energiaarvutuste baasaasta, vabasoojused, tehnosüsteemid...

The screenshot displays the 'building1 - Swegon ESBO Light' software interface. The left sidebar shows a tree view of system components under 'Insert new object', including categories like Ventilation, Topup heating, Base heating, Hot storage, Cold storage, Cooling, Ground heat exchange, Ambient heat exchange, and Domestic hot water. The main window is divided into several sections for configuration:

- Global data:** Project name 'building1', Location 'Estonia TRY', and Infiltration settings.
- Distribution systems:** Air (Constant supply air temperature: 16.0 °C), Heat (Room sup. T: 70.0 °C, AHU supply T: 60.0 °C), and Cold (Room sup. temp: 14.0 °C, AHU supply temp: 5.0 °C).
- Domestic hot water:** 0.0 L/per occupant and day.
- Energy:** Electricity rate (0.1 €/kWh), District heating rate (0.07 €/kWh), CO2 emission factors (No CO2 emission factors), Fuel rate (0.08 €/kWh), District cooling rate (0.07 €/kWh), and Primary energy factors (E: 2.0 F: 1.0, DH: 0.7 DC: 0.4, Prod: 2.0).
- Central systems:** A diagram showing the integration of various systems:
 - Ventilation:** Standard AHU.
 - Topup heating:** Generic District heat/cold heater (Efficiency (COP): 1, Capacity: Unlimited).
 - Base heating:** Generic combined heating and power base heater.
 - Hot storage:** No hot storage.
 - Cold storage:** No cold storage.
 - Cooling:** No cooling.
 - Ambient heat exchange:** No ambient heat exchange.
 - Ground heat exchange:** No ground heat exchange.



Metoodika uuendused – näide

Ventilatsioon, sh arvestatakse akende avamise mõju:

The screenshot displays the 'building1 - Swegon ESBO Light' software interface. The main window shows the 'building1: building1.idm' project. The 'Ventilation' tab is active, displaying a 'Standard air handling unit' diagram. The diagram illustrates the airflow and components of the ventilation system, including 'Air supply control', 'Heat exchanger operation', and 'Fan operation'. The system is configured with 'AirSupply' and 'AirExhaust' ports, a 'dPmax=500.0 Pa' fan, and a 'eta=0.6' heat exchanger. The 'Air distribution system' panel on the right shows the 'Supply air temperature setpoint' set to 'Constant' at '16.0 °C'. The 'More' section includes options for 'Night cooling', 'Night cycling for heating', and 'Heat exchanger cooling recovery'. The 'Ground heat exchange' panel at the bottom indicates 'No ground heat exchange'.

building1 - Swegon ESBO Light

File Window Help

By type By manufacturer

Insert new object

- Ventilation
 - Standard AHU
 - Return air only AHU
 - AHU with electrical heating
 - Return air CO2 control
 - Exhaust air with liquid heating
- Topup heating
 - Generic topup heater
- Base heating
 - Ambient air to water heat pump
 - Brine to water heat pump
 - Generic combined heating
- Hot storage
 - Generic hot water tank
- Cold storage
 - Generic cold water tank
- Cooling
 - Generic chiller
 - Brine to water chiller
- Ground heat exchange
 - Heat exchange with givens
- Ambient heat exchange
 - Dry or wet air to brine heat pump
- Domestic hot water
 - Generic domestic hot water tank
- Energy
 - Generic electricity rate
 - Generic fuel rate
 - Generic district heating rate
 - Generic district cooling rate
 - Generic CO2 emission factor
 - Generic primary energy factor

building1: building1.idm

Central systems.Ventilation.cc: object in building1

Cooling coil

Main parameters

Ventilation

Standard air handling unit

Air supply control

Heat exchanger operation

Fan operation

AirSupply

AirExhaust

dPmax=500.0 Pa

eta=0.6

etaAir=1.0

dPmax=500.0 Pa

eta=0.6

OK Cancel Help

Air

Air distribution system

Supply air temperature setpoint

Constant 16.0 °C

Supply air function of ambient

Tsup °C

Tamb °C

Constant return air setpoint

Setpoint for return air n.a. °C

Max. supply air temperature n.a. °C

Min. supply air temperature n.a. °C

More

Night cooling

Night cycling for heating

Heat exchanger cooling recovery

OK Cancel Help

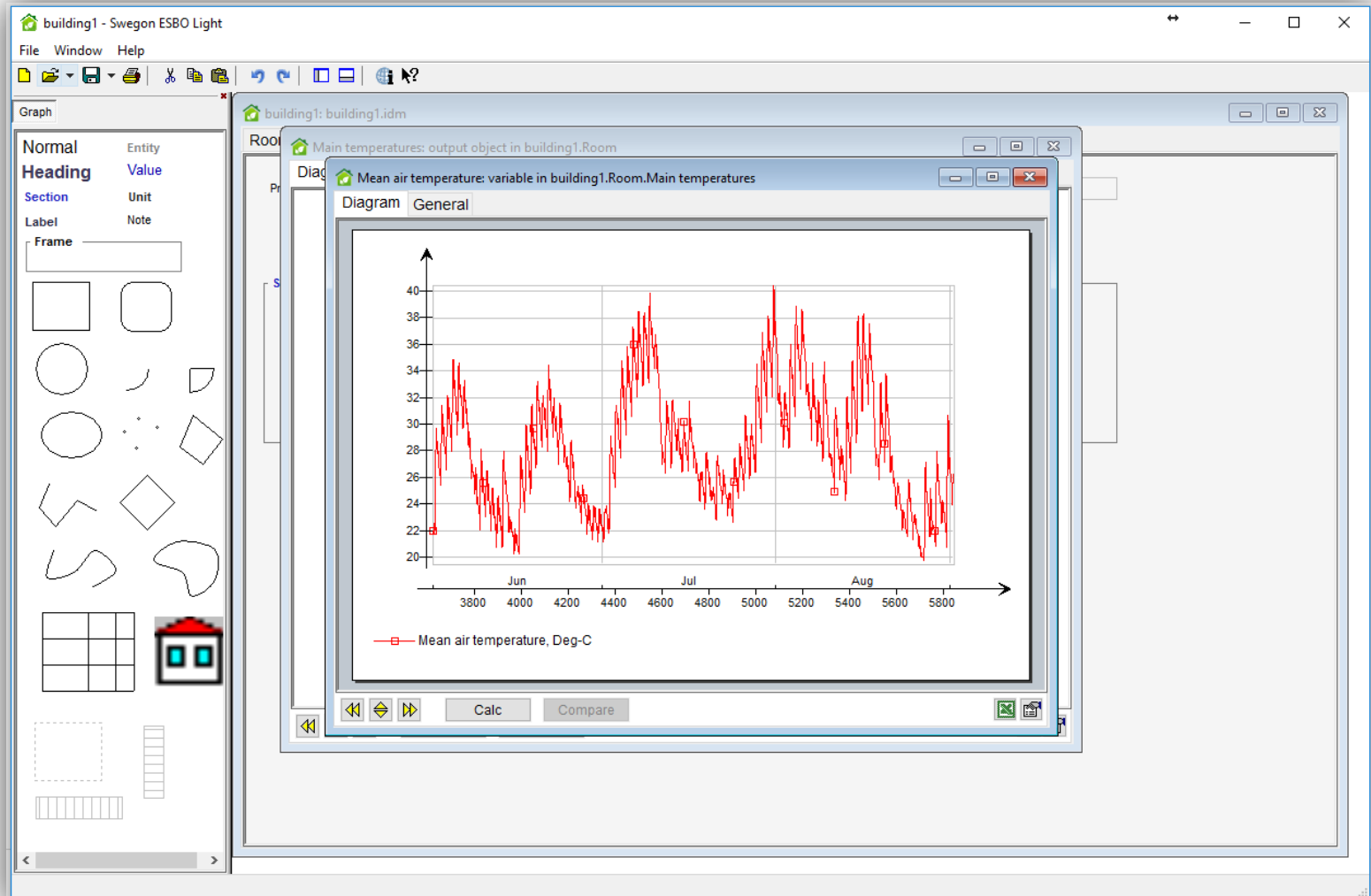
Ground heat exchange

No ground heat exchange



Metoodika uuendused – näide

Tulemused: ruumitemperatuur





Kokkuvõte ja järeldused

- Ruumitemperatuuri mõõtmiste põhjal on võimalik kaudselt hinnata simulatsioonarvutuse vajalikkust
- Hoonete piirdetarindite soojusläbivus, õhupidavus ja külmasillad ei mõjuta olulisel määral ruumiõhu temperatuuri väärtusi simulatsioonarvutustes EV määrusejärgsel arvutusel
- **Määrava tähtsusega on akende suurused, klaaspakettide parameetrid**, orientatsioon ja varjestuselemendid, sh ümberkaudne hoonestus/haljastus
- **Lõunasse** orienteeritud ruumidele **varjestus, nt ülekate $A/H > 0.7$**
- **Läände** orienteeritud ruumidele **varjestus, nt külgpääre $B/C > 0.7$**
- **Olenemata orientatsioonist $WWR \cdot g < 0.2$ või $WFR < 0.15$**
- Metoodika muudatusega on võimalik suvise ruumitemperatuuri kontrollarvutust teostada tasuta tarkvaraga: avatava akna pindala suhestatakse ventilatsiooni õhuvooluhulga suurenemisega

