

# **BV2**

Hoone soojusbilanss kestvuskõveral

Arvutiprogramm elamute energiavajaduse arvutamiseks ja  
energiatõhususe tõendamiseks

## **Kasutaja käsiraamat**

Käesolev arvutiprogramm põhineb BV2 Versioonile 2007



Toetab Euroopa Liit

Autoriõigus CIT Energy Management AB  
Göteborg 2009

# SISUKORD

<b>KASUTAMISTINGIMUSED</b>	<b>4</b>
<b>SISSEJUHATUS</b>	<b>5</b>
<b>1 VÄLISÕHUTEMPERATUURI KESTVUSKÕVERA KASUTAMINE HOONE ENERGIAVAJADUSE MÄÄRAMISEL</b>	<b>7</b>
1.1 Sissejuhatus	7
1.2 Kestvuskõvera põhimõte	8
1.3 Hoone energiabilanss kestvuskõveral	9
1.4 Kestvusdiagrammi rakendamine arvutusprogrammis BV2	10
1.5 Programmi struktuur	12
<b>2 BV2 KASUTAMINE</b>	<b>13</b>
2.1 Töö alustamine	13
2.2 BV2 lähteandmed – töö käik	13
<b>3 HOONE JA TEGEVUSE ANDMETE SISESTAMINE</b>	<b>16</b>
3.1 Hoone välispiirete andmete sisestamine	16
3.2 Kasutusaegade ja vabasoojuse andmete sisestamine	27
3.3 Elektri lisatarbijad	30
<b>4. HOONE KVJ-SÜSTEEMID</b>	<b>31</b>
4.1 Kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemid	31
4.2 CAV süsteem	33
4.3 VAV süsteem	39
4.4 Veekandjal jahutusega süsteem	42
4.5 Loomulik ventilatsioon	48
<b>5. SOE TARBEVESI</b>	<b>51</b>
5.1 Üldine sooja tarbevee võimsus- ja energiavajaduse hindamine programmiga BV2	51
5.2 Tegutsemise elamute energiatõhususe miinimumnõuete tõendamisel	53

<b>6.</b>	<b>HOONE SOOJUSVÕIMSUSVAJADUSE ANALÜÜSIMINE</b>	<b>55</b>
<b>7.</b>	<b>SOOJATOOTMINE</b>	<b>57</b>
<b>8.</b>	<b>MAJANDUSARVESTUSED</b>	<b>64</b>
<b>8.1</b>	<b>Majanduslik kalkulatsioon</b>	<b>64</b>
<b>8.2</b>	<b>Energiahinnad</b>	<b>69</b>
<b>9.</b>	<b>ARVUTUSTE ARUANDED JA VÄLJATRÜKK</b>	<b>71</b>
<b>9.1</b>	<b>Projekti-id</b>	<b>71</b>
<b>9.2</b>	<b>Arvutuste aruanded</b>	<b>72</b>
<b>9.3</b>	<b>Väljatrükid</b>	<b>78</b>
<b>9.4</b>	<b>Lisavõimalused</b>	<b>79</b>
<b>10.</b>	<b>VEEL HOONE SOOJUS- JA JAHUTUSVAJADUSE KOHTA</b>	<b>84</b>
<b>LISA:</b>	<b>BV2 KLIIMASÜSTEEMIDE ÜLESEHITUSSKEEM</b>	<b>86</b>

## Kasutamistingimused

---

Enne BV2 paigaldamist loe läbi allolevad litsentsitingimused. BV2 paigaldamisega kinnitad, et oled alltoodud kasutamistingimustega tutvunud ja nendega nõus.

- BV2 arvutiprogrammi õigused kuuluvad CIT Energy Management AB-le. BV2 õigused on kaitstud Autoriõiguse seadusega. CIT Energy Management jätab igal juhul endale omandiõiguse kaubamärgile ja programmile.
- Mingil juhul ei vastuta CIT Energy Management ega selle alltarnijad kahjude eest, nagu saamatajäänud tulu või sissetuleku, juhuslike kahjude või järelkahjude, informatsiooni kao või muude majandustegevuse häirete eest, samuti mitte mittemateriaalsete väärtuste, nagu imago või renomee, kaotuse eest, mis võib tekkida BV2 kasutamisel, isegi kui CIT Energy Managementi on informeeritud selliste kahjude tekkimise võimalikkusest, samuti mitte muude osapoolte võimalike nõuete eest.

## Sissejuhatus

Kasutaja käsiraamatu eesmärk on anda praktilisi juhiseid BV2 programmi käsitsemisel. Mudeli teoreetilist tausta ei ole antud käsiraamatus detailselt kirjeldatud. Üksikasjaliku kirjelduse teoreetilisest mudelist, millele BV2 põhineb, leiab raamatust:

Nilsson, P.E., *Heating and Cooling Requirements in Commercial Buildings. A Duration Curve Model including Building Dynamics.*

Document D27:1994, Dep of Building Services Engineering.

Chalmers University of Technology. Gothenburg 1994.

Nimetatud raamat, aastast 1994, käsitleb arvutusprogrammi teoreetilist alust. Programm BV2 on väljatöötatud pärast raamatu avaldamist ning seda on aastaid arendatud ja osade kaupa viimistletud. Muuseas on ööpäeva termilise dünaamika ja sisemise soojuse eraldumise mudeleid süvendatud võrreldes raamatuga.

BV2 programmis on sisekliima simuleerimise aluseks Eesti baasaasta. Võimalik on aga ka valida Tallinna, Narva, Tartu või Pärnu väliskliimaatilisi tingimusi. Valitud väliskliima tingimused lähtuvad Eesti baasaasta või valitud koha välistemperatuuri, päiksekiirguse jne tunnistest väärtustest. Energiatõhususe miinimumnõuete täitmise tõendamiseks tuleb kasutada Eesti baasaasta kliimaatilisi andmeid.

BV2 võimaldab igasuguse hoone energiatarbe ja sisetemperatuuri simuleerimist. Eesti määruste kohase energiatõhususe miinimumnõuete täitmise tõendamiseks on antud programm kehtiv vaid elamutele. Järgnevalt on ära märgitud peatükid, mis ei ole otseselt rakendatavad elamute simuleerimisel, kuid võivad olla tähtsad ühiskondlike hoonete simuleerimisel. Käsiraamatu abil saab käsitleda lisaks elamutele ka erinevaid ühiskondlike hoonete tüüpe.

Käesoleva käsiraamatu eesmärk on kaasa aidata BV2 kasutamisel. Seetõttu ei sisalda see täpsemaid kirjeldusi programmi toimimisest. Kuna aga programmi kasutamisel on vajalik teada temperatuuride ja võimsuste kestvuskõverate mõistet, on seda lühidalt kirjeldatud *Peatükis 1*.

*Peatükkides 2 kuni 9* on ära toodud otsesed juhised BV2 kasutamiseks.

*Peatükk 2* kirjeldab lühidalt töö alustamist programmiga BV2.

*Peatükis 3* selgitatakse, kuidas sisestada uuritava hoone lähteandmeid. Siin antakse juhised, kuidas sisestada andmeid maja kuju, piirdetarindite, sisekonstruktsioonide ja tegevuse kohta.

*Peatükis 4* selgitatakse, kuidas sisestada andmeid kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemide kohta.

*Peatükk 5* esitab juhendi sooja tarbevee süsteemide arvutamise kohta.

*Peatükk 6* selgitab kuidas uurida antud hoone soojusvõimsusvajadust programmiga BV2.

*Peatükk 7* toob ära juhised soojatootmissüsteemide andmete sisestamise kohta.

*Peatükis 8* on toodud selgitused majandusarvustuste tegemiseks programmiga BV2.

*Peatükis 9* käsitletakse arvutustulemuste analüüsimist ja väljatrükki.

*Peatükk 10* toob ära mõningased selgitavad lisamärkused, mis on vajalikud programmi kasutamiseks.

# 1 Välisõhutemperatuuri kestuskõvera kasutamine hoone energiavajaduse määramisel

## 1.1 Sissejuhatus

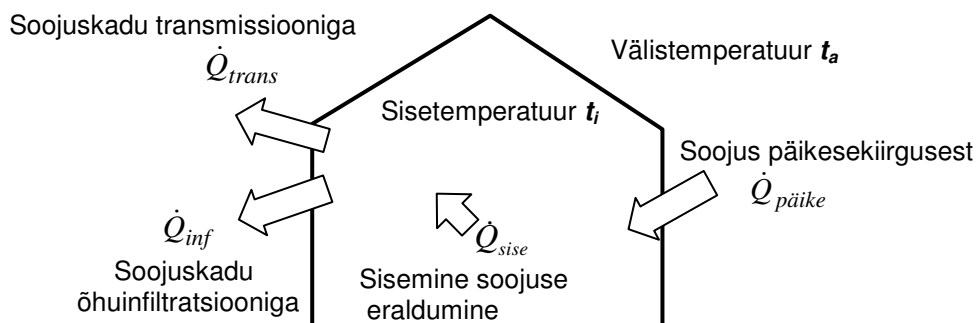
Hoone vajab energiat soovitud sisekliima hoidmiseks ning erinevate elektriseadmete kasutamiseks. Kui sisekliima hoidmiseks vajalik energia on rohkem või vähem seotud väliskliimaga, on muu energiavajadus suures plaanis väliskliimast sõltumatu. Ilmastikust sõltumatu energiavajadus võib siiski oluliselt ööpäeva jooksul muutuda.

Ülaltoodust lähtuvalt saab hoone energiabilanssi mõjutavad parameetrid jaotada laias laastus järgnevalt:

1. Parameetrid, mis mõjutavad energiabilanssi ja sõltuvad väliskliimast:
  - soojuskadu läbi hoone välispindade,
  - õhuinfiltratsioon,
  - päikesekiirgus läbi akende.
2. Parameetrid, mis mõjutavad energiabilanssi, aga üldiselt ei sõltu väliskliimast:
  - elekter valgustusele,
  - elekter hoones asuvatele seadmetele (arvutid, olmeelektronika jms.),
  - inimestelt eralduv soojus,
  - tarbevee soojendamine.

Kogu ruumis kasutatav elekter muundub lõpuks soojuseks ja mõjutab seega ruumi soojusbilanssi. Siiski, mõningate kodumasinate puhul ei eraldu kogu kasutatud elekter soojusena ruumi, nagu näiteks pesumasinas eemaldatakse suurem osa soojusest loputusveega.

Kirjeldatud viisi, kus hoonet ja selle energiavajadust vaadeldakse KVJ süsteemist eraldi, kasutab BV2. Hoone soojusbilanss, millest saadakse muu hulgas dimensioneeriv soojus- ja jahutusvajadus, määrab kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemi tehnilise lahenduse.



Joonis 1.1 Hoone hetkeline soojusbilanss

Oletame, et hoone sisetemperatuuri hoitakse konstantsena, sõltumata välistemperatuurist. Summeerides kokku kõik hoone sisetemperatuuri mõjutavad soojusvoolud, nagu näiteks soojusvoolud läbi hoone välispiirete ja soojuseraldused, on võimalik määrata, kui palju soojust tuleb ruumi juurde tuua või kui palju soojust tuleb ruumist eemaldada selleks, et tagada hoones vajalik siseõhu temperatuur (vt. joonis 1.1):

$$\dot{Q}_{päike} + \dot{Q}_{sise} - \dot{Q}_{trans} - \dot{Q}_{inf} = \dot{Q} \quad (1.1)$$

$$\dot{Q}_{päike} = \text{soojus päikesekiirgusest} \quad [\text{W}]$$

$$\dot{Q}_{sise} = \text{sisemine soojuse eraldumine} \quad [\text{W}]$$

$$\dot{Q} = \text{soojus, mida tuleb juurde tuua või eemaldada,} \\ \text{et hoida ruumis etteantud temperatuuri} \quad [\text{W}]$$

$$\dot{Q}_{trans} = \text{soojusülekanne läbi hoone välispiirete} \quad [\text{W}]$$

$$\dot{Q}_{inf} = \text{soojuskadu õhuinfiltratsiooniga} \quad [\text{W}]$$

Kui  $\dot{Q} = 0$ , on hoone ümbritseva keskkonnaga soojuslikus tasakaalus.

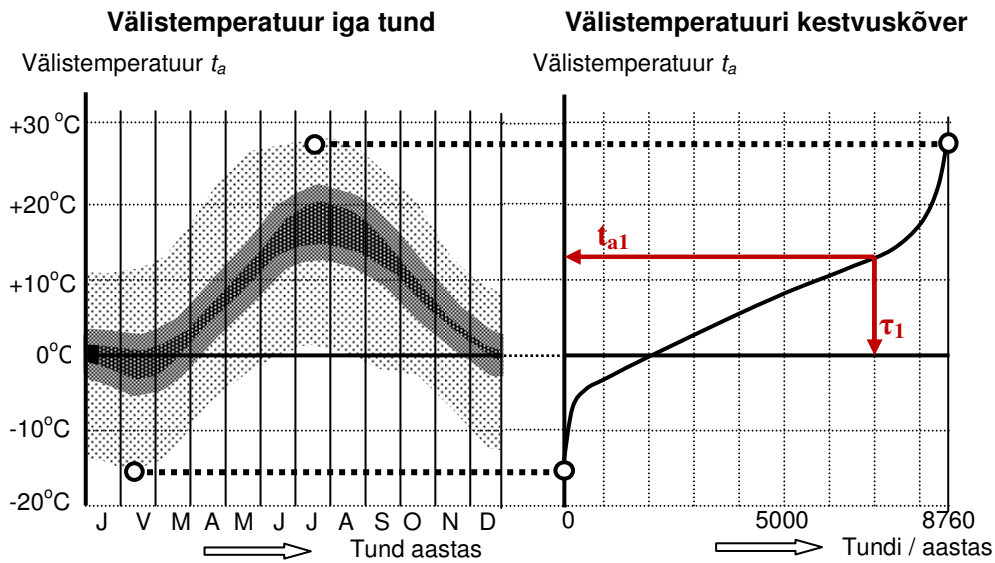
## 1.2 Kestvuskõvera põhimõte

Antud peatükk toob ära sissejuhatuse teemasse, kuidas soojuse ülejääki ja soojuse puudujääki välisõhu temperatuuri kestvuskõveral käsitleda. Selles punktis ei võeta arvesse hoone soojusmahtuvust, st. kõiki temperatuurirenguid käsitletakse statsionaarsetena (st. ajast sõltumatutena). BV2-ga arvutuste tegemisel võetakse hoone soojusmahtuvus loomulikult arvesse, aga kuna sissejuhatuses üritatakse eeskätt anda üldist kirjeldust mudeli toimimisest, vaadeldakse lihtsustuse huvides kõiki soojuslikke protsesse hoones statsionaarsetena.

Teoreetiliselt on võimalik graafiliselt esitatud temperatuurianalüüsi tulemustest kronoloogilises järjekorras (vt. joonis 1.2, vasak pool) määrata nii hetkvõimsused kui ka soojuskulu etteantud ajaperioodide jooksul, juhul kui on teada soojusvoolud, mis sisalduvad soojusbilansis (vt joonis 1.1). Praktiliselt on siiski sellist tüüpi temperatuurianalüüsi tulemustega väga keeruline töötada.

Märkides välistemperatuuri tunnised väärtused sorteerituna kestvusdiagrammile, saadakse tulemuseks (parempoolne) kõver, mis näitab kuiva välisõhu temperatuuri kestvust. Kestvuskõvera ajakoordinaat näitab, kui kaua on temperatuur olnud teatud välistemperatuuriga võrdne või sellest madalam. Näiteks on välisõhu temperatuur  $t_a$  seotud ajaperioodiga  $\tau_l$  selliselt, et välisõhu temperatuur on olnud võrdne või madalam kui  $t_{a1}$  ajaperioodi  $\tau_1$  vältel. Soojusenergia kulu ajaperioodi vältel on seega otseselt proportsionaalne pinnaga, mida saab märkida kestvuskõveral.

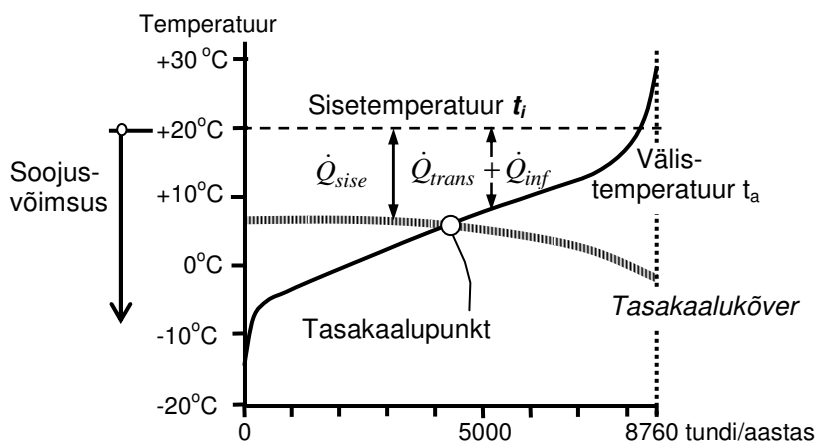




**Joonis 1.2** Välitemperatuuri kestuskõver, moodustatud ühe aasta välitemperatuuridest kronoloogilises järjekorras.

### 1.3 Hoone energiabilanss kestuskõveral

Nagu juba nimetatud, on võimalik temperatuuride vahet otse üle kanda soojuskoormusteks ja vastupidi. Joonisel 1.3 näidatakse, kuidas hoone ühe aasta soojusbilanssi saab kujutada kestuskõveral. Soojusvõimsuse “nulljoon” on lukustatud sisetemperatuurile.

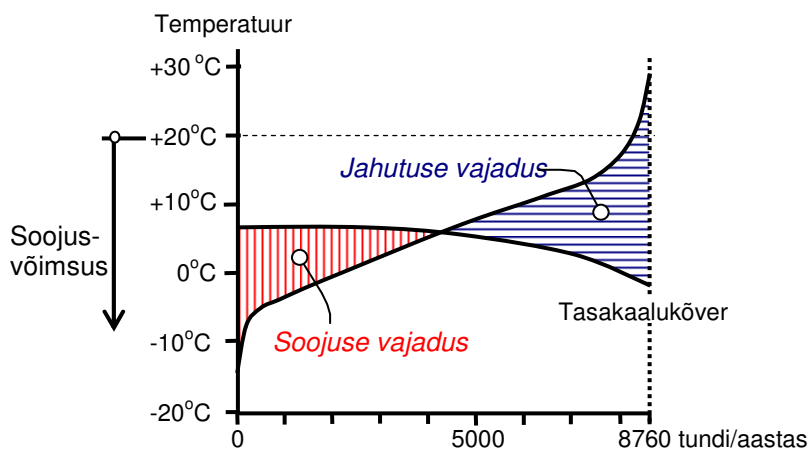


**Joonis 1.3** Hoone hetkeline soojusbilanss kestuskõveral, mis sisaldab nii temperatuuri- kui ka võimsusskaalat.

Teatud välitemperatuuri juures on soojusülekandest läbi välispiirete ja õhuinfiltratsioonist tingitud soojuskadu sama suur kui sisemine soojuse eraldumine, kaasa arvatud päikesekiirguse mõju. Seda välitemperatuuri nimetatakse hoone tasakaalupunktiks. Tasakaalupunkti juures ei ole vaja hoonesse soojust lisada ega seda sealt eemaldada, vaid hoone on soojuslikus tasakaalus ümbritseva keskkonnaga.

Hoonesisene soojuse eraldumine varieerub nii päevaajaga kui ka aastaajaga. Keskmiselt tõuseb sisemine soojuse eraldumine päiksekiirgusega. Samuti on välistemperatuur keskmiselt kõrgem kui päiksekiirgus on tugevam. See tähendab, et tasakaal langeb tõusva välistemperatuuriga. Sellega võib, nagu joonis 1.3 näitab, moodustada kõverjoone- tasakaalukõvera, mis näitab kuidas tasakaalutemperatuur muutub välistemperatuuriga.

Kestvuskõveraid saab kasutada illustreerimaks kütte- ja jahutusvajadust. Selleks on sobiv temperatuuri kestvusdiagramm ja sellele põhinev võimsusdiagramm. Joonis 1.4 illustreerib seda. Diagrammil on telgedel esitatud temperatuur ja tundi aastas ning vertikaalsed pikkused näitavad temperatuuri ja sellega ka soojusvõimsuse vajadust (kW) Pinnad aga näitavad energiat (kW · tundi/aastas = kWh/aastas).



**Joonis 1.4** Hoone soojuse ja jahutuse vajaduse graafiline esitus.

Kui välistemperatuur on madalam kui tasakaalukõver tuleb soojust juurde lisada, kui välistemperatuur on kõrgem kui tasakaalukõver tuleb soojust eemaldada. Viirutatud värvilised pinnad näitavad aastast soojuse ja jahutuse vajadust.

## 1.4 Kestvusdiagrammi rakendamine arvutusprogrammis BV2

Eelpool toodud võimsuse ja energia näitlikustamine kestvusdiagrammil on ainult põhimõtteline. See on siin esitatud kuna vastav mõttekäik, kuigi rohkem välja arendatud kujul, kehtib ka arvutusprogrammis BV2. Programmis esinevad kestvuskõverad ja tasakaalukõverad lähtuvad tunnistest andmetest ning sisaldavad päiksekiirguse ja muu soojuse dünaamilist akumulierumist maja tarindis ja sellega kaasnevaid mõjusid soojuse ja jahutuse vajadusele.

Joonised 1.3 ja 1.4 näitavad maja soojusbilanssi üheainsa kestvusdiagrammiga. Praktika aga näitab, et sageli esineb vajadus jagada ööpäev päevaajaks ja ööajaks. Sellisel juhul tuleb hoone energiabilanssi kirjeldada kahe kestvusdiagrammiga. Selline jaotus on tavaliselt vajalik ühiskondlike hoonete, nagu büroohooned, kaubamajad jne, korral. Selliste hoonete korral on loomulik jaotada energia- ja soojabilanss kahte ossa: töö ajal ja väljaspool töö aega. Elamute puhul ei ole selline jaotus nii tähtis, kuid ka siin võib eraldada öö tundi ülejäänud ajast.

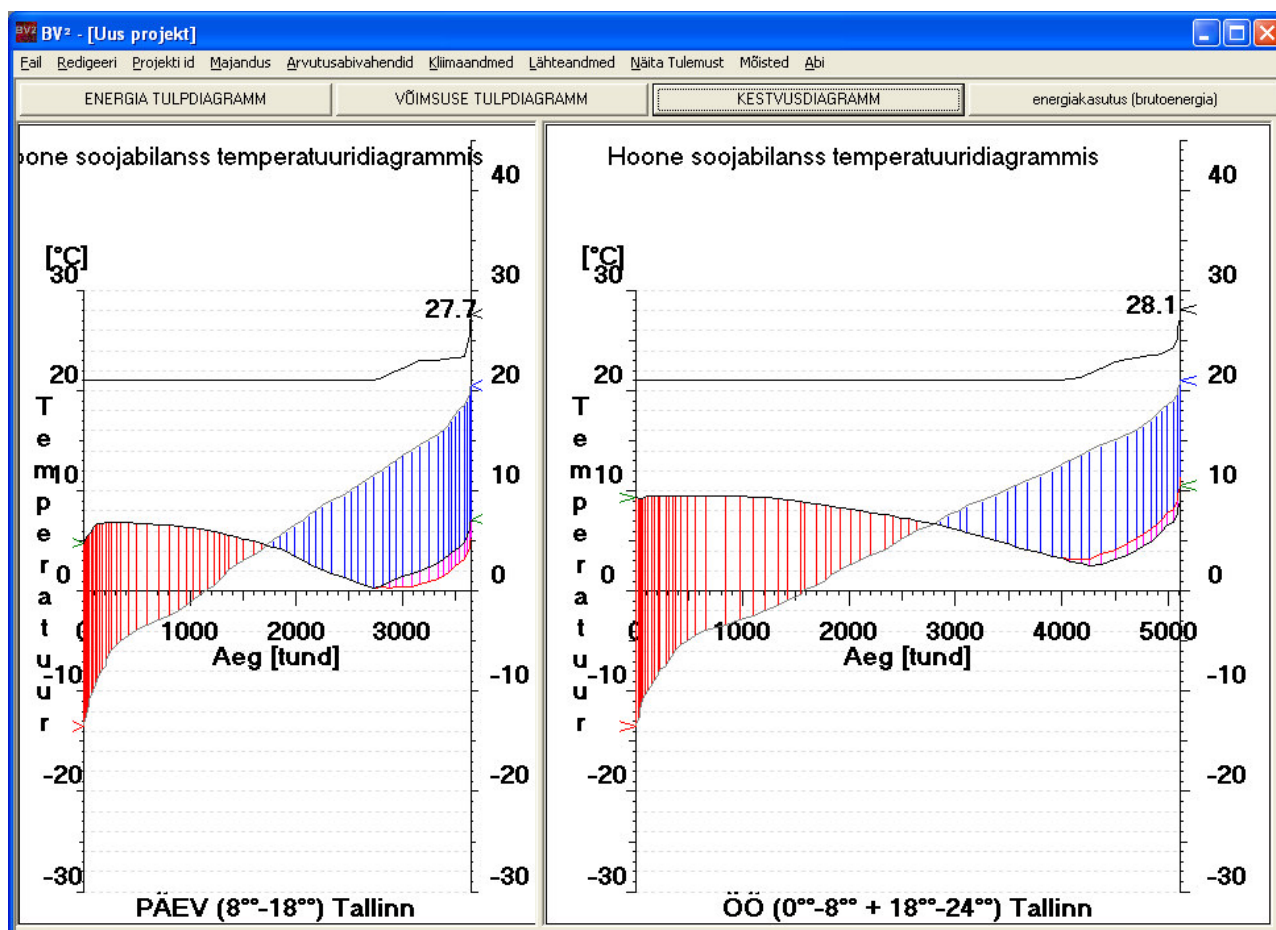
Järgnev joonis 1.5 näitab kuidas BV2 esitab arvutuste tulemusi kestvusdiagrammidel, nii nagu seda arvutiekraanil võib näha. Võimalik on valida ka teisi esitusvorme, nagu näiteks energia ja võimsuse tabelite kujul jne. Näiteks on valitud büroohoone, kuna see annab üldisema pildi. Kestvus on jagatud kahte ossa: tööaeg ja väljaspool töö aega.

Graagikul on näidatud:

- sisetemperatuuri kestvus
- tasakaalukõver
- välistemperatuur
- soojuse vajadus
- jahutuse vajadus

Diagramm näitab soojus- ja jahutusvajadus, mida ruumõhk vajab selleks, et saavutada näidatud sisetemperatuuri. Hoone kütte- ja elektrivajadus selle saavutamiseks oleneb sellest, milline kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteem (KVJ-süsteem) majas saab olema. Programmis on rohkesti alternatiive valimiseks.

Elamute korral, nagu eelnevalt mainitud, ei ole enamasti põhjust jaotada kestvusdiagrammi kaheks. Jahutuseks on siis tavaliselt ventilatsioon kombineerituna võimalusega aknaid avada, kui ruumis läheb liiga soojaks.



**Joonis 1.5** Näide, kuidas hoone soojusbilanssi esitatakse arvutiekraanil programmis BV2.

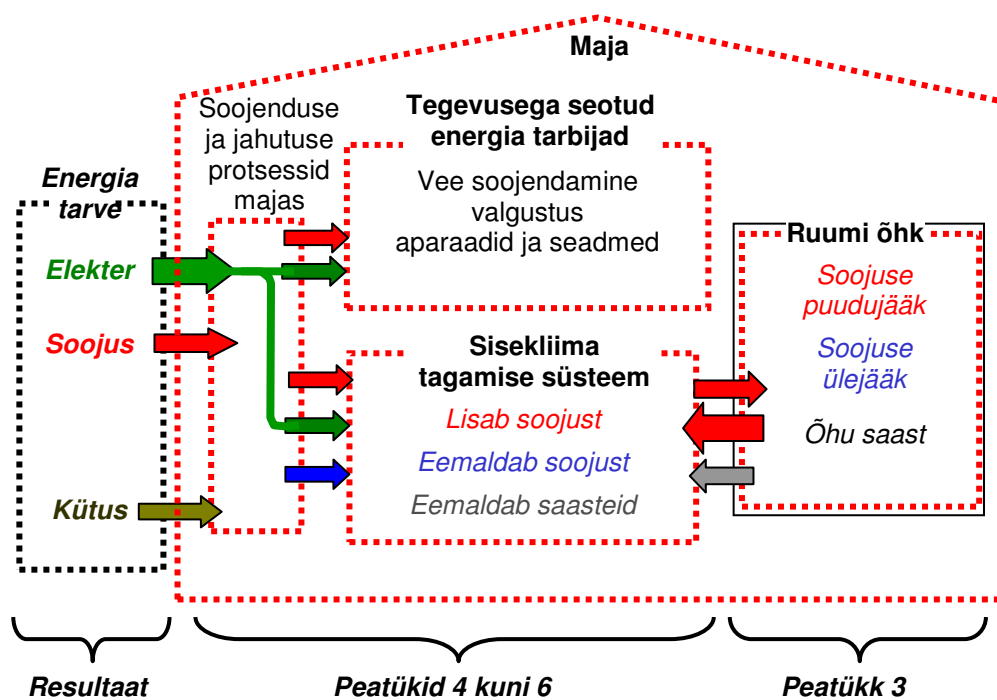
Ekraanil esitatud kestvusdiagrammil näitavad punased viirutatud alad soojusvajadust, sinised jahutusvajadust. Lilla värviga tähistatakse alad, mis vastavad öö ja päeva vahel hoonekonstruktsiooni salvestatavale soojusele. Suurim soojusvõimsusvajadus on külmimal talveööl, suurim jahutusvõimsusvajadus kuumimal suvepäeval.

Meeles tuleks pidada, et mõningaid hoone energiatarbijaid ei ole võimalik näidata programmi poolt esitatud kestvusdiagrammil (vt. joonis 1.5). Sellisteks on näiteks seadmed, mis ei soojenda hoonet (ventilaatorid, jahutusseade, pumbad) ning sooja tarbevee soojendamisele minevat energiat. Need energiatarbijad on esitatud tabelites.

## 1.5 Programmi struktuur

Hoone, tegevuse ja väliskliima koostoime tekitab vahel soojuse puudujääki ja vahel soojuse ülejääki. Väliskliima tingimused, etteantud temperatuuri ja õhu kvaliteedi nõuded, hoone kuju ja tegevus selles määravad, kas hoone erinevates osades on hetkeliselt soojuse puudujääk või soojuse ülejääk. Ruumi temperatuuri nõuete rahuldamiseks on vaja soojust ruumiõhku juurde lisada kui esineb soojuse puudujääk ja sealt eemaldada kui esineb soojuse ülejääk.

Programmi struktuur on illustreeritud joonisel 1.6.



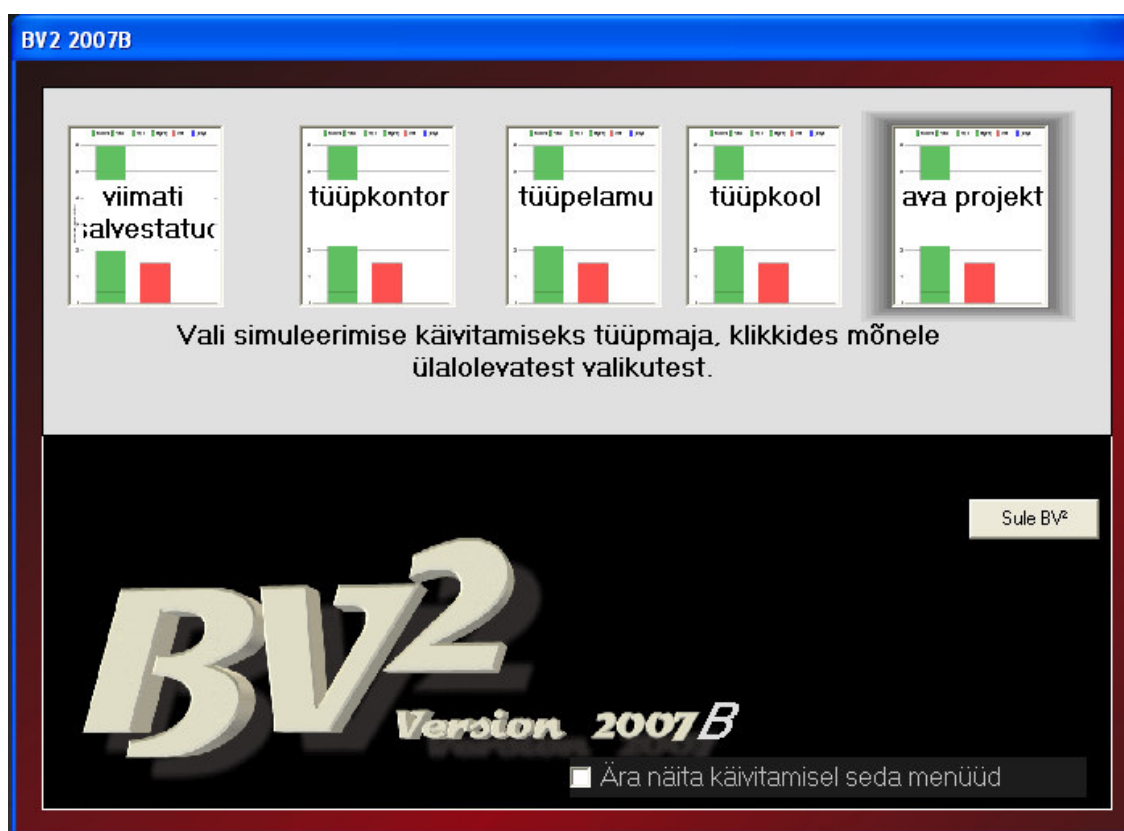
Joonis 1.6 Programmi struktuur ja käsiraamatu peatükkide peasuunad.

## 2 BV2 kasutamine

### 2.1 Töö alustamine

Käivita BV2 topeltklõpsuga BV2 ikoonil. Programmi avades ilmub ekraanile järgmine aken, kus tuleb valida simuleerimise käivitamiseks tüüpmaja, klikkides mõnele toodud valikutest. Valida tuleb aken „tüüpelamu“.

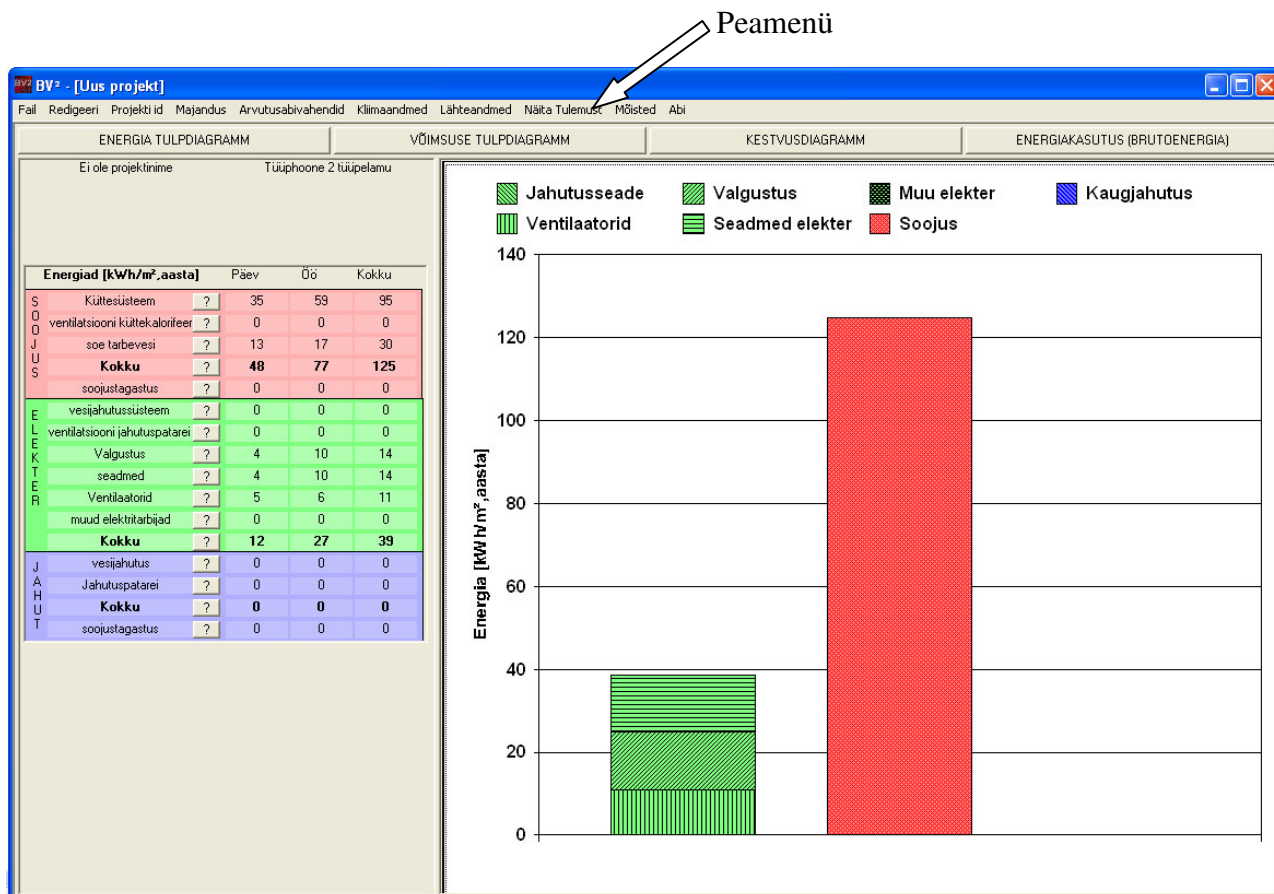
**MÄRKUS:** Programmi käivitamisel kuvatakse kolm hoonetüüpi. Energiatõhususe miinimumnõuete täitmise tõestamiseks kehtib antud programm vaid elamutele.



Programm BV2 on struktuuriliselt ülesehitatud selliselt, et enamik käsklusi on lihtsasti mõistetavad. Paljude käskluste vahetus läheduses on ka abiboks, mis juhendab võimalike ebaselguste puhul.

### 2.2 BV2 lähteandmed – töö käik

Peale hoone tüübi valiku tegemist avaneb aken, mis on umbes selline nagu all toodud pildil (kuvatav aken võib erineda sõltuvalt sellest, millised seadistused on valitud).



Vali peamenüüst *Fail*'i alt olemasolev projekt, millega soovid töötada.

Kui olemasolevaid projekte ei ole, võib valida *Uus Projekt*, millega avatakse etteantud andmetega lihtsustatud hoone (vaikesisendväärtustega hoone). Seda saab muuta planeeritud hooneks vaikesisendväärtuste (orientatsioon, põrandapind, korruste arv, seinte ja akende suurus ja omadused, jne.) asendamisega planeeritud hoone algväärtustega .

Hoone ja selle kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemi parameetritesisestamisel programmi on samuti heaks töömeetodiks lähtuda kas vaikesisendväärtustega hoonest või hoonest, mille oled varem loonud.

Esimese sammuna tuleb valida energiaarvutuste aluseks olevad väliskliima andmed. Väliskliima andmete sisestamiseks valida peamenüüst *Kliimaandmed* ja selle alt *Paikkonna valik*. Kuvatavast aknast saab *Paikkond* alt valida linna või paikkonna, kus arvutatav hoone asub.

**MÄRKUS: Energiatõhususe miinimumnõuete täitmise tõestamiseks peab valida Eesti baasaasta.**

Programmi dialoogiaknas *Paikkond* vastab Eesti baasaasta valikule *Estonia*.

Seejärel tuleb sisestada muud lähteandmed, kusjuures soovitatav töö käik on alljärgnev:

1. märgi hoone välispiirded (peatükk 3)
2. märgi vabasoojus (peatükk 3)
3. märgi KVJ süsteem (peatükk 4)
4. märgi elektri lisatarbijad (peatükk 5)
5. märgi soojavarustussüsteem (peatükk 6)

Järgnevates peatükkides vaadeldakse ülalnimetatud kolme sammu põhjalikumalt ja kirjeldatakse üksikasjalikult menüüsid, millega kasutaja kokku puutub.

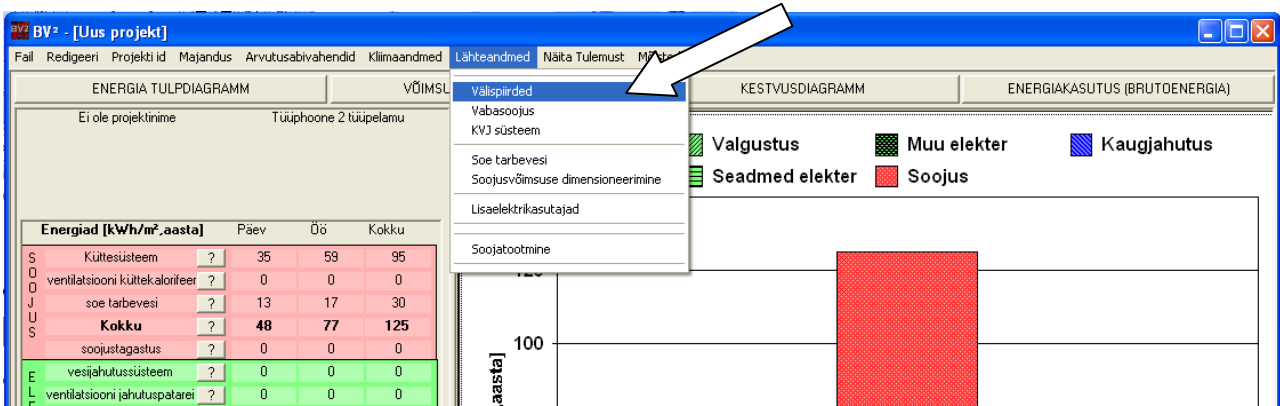
Kui ülalnimetatud sammud on tehtud, on rida võimalusi arvutuste tulemuste analüüsimiseks. Seda kirjeldatakse täpsemalt *Peatükis 8*.

Lisaks saab teostada rida majanduslikke arvutusi, mida käsitletakse lähemalt *Peatükis 8*.

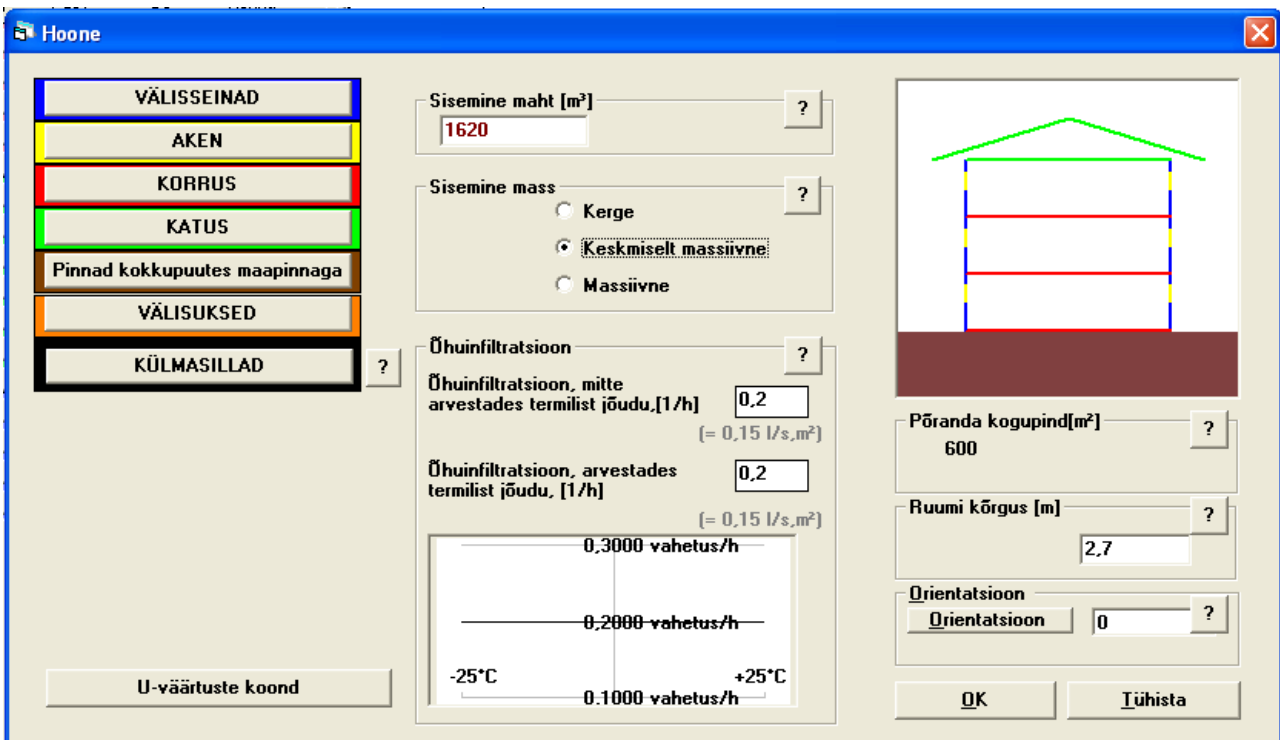
### 3 Hoone ja tegevuse andmete sisestamine

#### 3.1 Hoone välispiirete andmete sisestamine

Peamenüüs *Lähteandmed* alt valitakse *Välispiirded*.



Valiku *Välispiirded* all leiad järgmise menüü:



#### *Sisemine maht*

See näitab uuritavas hoones (või hooneosas) olevat õhu koguhulka. Kui ruumi kõrgus on ühesugune terves hoones, arvutab BV2 sisemahu, korrutades antud *Põranda kogupinna* etteantud *Ruumi kõrgusega*. Arvutatud väärtus kuvatakse automaatselt *Sisemine maht* aknas. Juhul kui hoones on mõned osad erineva ruumi kõrgusega tuleb sisemise mahu väärtust korrigeerida, sisestades uue arvu antud lahtrisse.



### **Orientatsioon**

Hoone dialoogiaknas on ka võimalik hoonet omal valikul pöörata, kui olulised hooneosad on määratletud. Selle valiku leiad nupu alt *Orientatsioon*. Sealt saab valida hoonele sobiliku nurga erinevate ilmakaarte suhtes.

### **Õhuinfiltratsioon**

Hoone *Õhuinfiltratsiooni* läbi hoone välispiirete saab määrata kas püsivana aastaringselt või sõltuvana ruumiõhu ja välisõhu temperatuuride vahest. Õhuinfiltratsiooni märgitakse õhuvahetuse kordarvuna (õhuvahetus tunnis) 1/h.

*Õhuinfiltratsioon* osas saab teha kaks valikut:

- *Õhuinfiltratsioon, mitte arvestades termilist jõudu*: näitab õhuinfiltratsiooni läbi välispiirete kui välistemperatuur ja ruumiõhutemperatuur on võrdsed.
- *Õhuinfiltratsioon, arvestades termilist jõudu*: näitab õhuinfiltratsiooni läbi välispiirete kui välistemperatuur on madalam ruumiõhutemperatuurist, umbes 0 °C juures. Tavaliselt on see väärtus suurem väärtusest ülemises lahtris (*õhuinfiltratsioon mitte arvestades termilist jõudu*).

Kui õhuinfiltratsioon on aastaringselt püsiv märgitakse mõlemas aknas sama väärtus. Lahtri all toodud sulgudes väärtus näitab sisestatud õhuvahetuse kordarvu teisendatuna l/(s·m<sup>2</sup>)-s antud põranda pinna kohta.

**MÄRKUS:** Programm BV2 kasutab infiltratsiooni arvutustes infiltratsiooni õhu vooluhulka õhuvahetuse kordarvuna 1/h. Energiatõhususe miinimumnõuded eeldavad, et lähtutakse välispiirete pindalast. Infiltratsiooni õhuvooluhulkade määramine vastavalt Energiatõhususe miinimumnõuetele on toodud §20 ja lisa-s nr 9. Selleks, et teisaldada l/s õhuvahetuse kordarvuks, tuleks kasutada järgmist valemit:

$$n = q_i \cdot 3,6 / V_{kubat} \quad (2.1)$$

Kus,  $q_i$  on infiltratsiooni õhuvooluhulk, l/s  
 $V_{kubat}$  on hoone kubatuur, m<sup>3</sup>

### **Sisemine mass**

*Sisemist massi* kasutatakse selleks, et välja arvutada, kui palju soojust hoones salvestatakse ja transporditakse öö ja päeva vahel. Valida saab *Kerge*, *Keskmiselt massiivse* või *Massiivse* hoone sisemise massi vahel.

- *Kerge*: hoone, mille siseseinad on termiliselt “kergest” materjalist, nagu näiteks kips, või kus siseseinu on vähe ning talad on puidust või “isoleeritud” betoonialad. “Isoleeritud” all mõeldakse isoleeriva põrandamaterjaliga kaetud talasid, näiteks vaipkatted ja ripplaed.
- *Keskmiselt massiivne*: hoone, mille sisepinnad jäävad *Kerge* ja *Massiivse* vahele.
- *Massiivne*: hoone, mille siseseinad on näiteks betoonist või tellisest. Talad on betoonist ja ei ole “isoleeritud” vaipkatte ega paksu parkett- ega puitpõrandaga ning puudub ripplagi.

Edasi saab teha valiku erinevate välispiirete vahel. Siin on olulisteks välispiireteks ja valikuteks soojuskadude arvutamiseks:

- o *Välisseinad*

- o Aknad
- o Korrused
- o Katus
- o Pinnad kokkupuutes maapinnaga
- o Välisüksed
- o Külmasillad

Järgnevalt kirjeldatakse lähemalt, kuidas määratleda hoone välispiirdeid.

### Välisseinad

Vajutades nupule *Välisseinad* avaneb järgmine menüü:

Siin märgitakse hoone välisseinte kõik pinnad, välisseinte massiivsus ning välisseinte soojusjuhtivus- *U*-väärtus. *Seinapind* märgitakse koos akendega  $m^2$ -s, ja saab valida kas see on:

- *Sama kõikides välisseintes*: vastab ruudukujulise läbilõikega hoonele.
- *Sama vastasasetsevates välisseintes*: vastab ristkülikukujulise läbilõikega hoonele.
- *Erinev kõikides välisseintes*: kõikide välisseinte pindu saab vabalt märkida.

*Hoone massiivsust* saab valida järgmiselt:

- *Kerge hoone*: vastab umbkaudselt puitfassaadi ja puitkarkassiga hoonele, kaetud saepuru- või kipsplaatidega seespool soojustust.
- *Keskmise massiivsusega hoone*: vastab hoonele, mille välisseinas on “raske” kiht, näiteks tellis väljaspool soojustust või betoon seespool soojustust.

- *Massiivne hoone*: vastab umbkaudselt telliskivifassaadiga hoone fassaadimassile, kus seespool soojustust on betoon.

*U-väärtused*:

Välisseina (välja arvatud aknad) soojusjuhtivus, mida võib märkida kui:

- o *Sama kõikides välisseintel*,
- o *Sama vastastikku asetsevatel välisseintel*,
- o *Erinev kõikidel välisseintel*.

Seina U-arvu märkides võib arvesse võtta ka võimalikke külmasildu või märkida need eraldi *Külmasillad* menüüs.

### **Aknad**

Kui välisseinad on määratletud võib järgmiseks teha valiku akende kohta. Vajutades *Aken* avaneb järgmine menüü:

Siin tuleb märkida *Aknapind*, *Päikesefaktor* ning *U-arvud*.

*Aknapind*:

Aknapinda saab märkida kas *Samad pinnad kõikidel välisseintel*, *Samad pinnad vastastikku asetsevatel välisseintel* või *Erinevad pinnad igal välisseinal*. Aknapinna märkimisel tuleb märkida ka see, kui suure osa aknapinnast moodustavad aknalengid ja -raamid. Tavaliselt on *Klaasi osakaal*

umbes 85-90%. Aknapinna all mõeldakse seega klaasiosa koos lengi ja raamiga, s.t. vastab “augule seinas”.

#### Päikesefaktor:

See parameeter näitab, kui palju päikesekiirgust tuleb ruumi konkreetse aknakonstruktsiooni kaudu võrreldes sellega, kui palju päikesekiirgust langeb akna välisküljele. Kui päikesefaktor on 1, tähendab see seda, et ruumi tuleb sama palju päikesekiirgust kui langeb akna välisküljele, s.t. aknas päikesekiirgus ei vähene. Ainuke võimalus, mil päikesefaktor saab olla 1, on seega avatud aken.

Päikesefaktori leiad akna- või klaasivalmistajate tootekataloogist. BV2-s leiad andmeid erinevate akende päikesefaktoritest peamenüüst *Arvutusabivahendid, Tabelid ja Akna väärtused* alt.

Kui kasutatakse välimist päikesekaitset, mis välistab otsese päikesekiirguse levimise ruumi, näiteks markiise, saab seda BV2-s arvesse võtta klõpsates aknale *Välimine päikesekaitse*. Kui valid *Välimine päikesekaitse*, langeb aknale vaid hajus päikesekiirgus. On võimalik veelgi täpsustada, kui võrd kasutatav *Välimine päikesekaitse* päikesekiirgust vähendab.

Kui on märgistatud *Välimise päikesekaitse* ruut, ilmub nähtavale nupp nimega *Päikesekaitse kasutamise detailsed parameetrid*. Kui kasutaja soovib, et *Välimisel päikesekaitsel* oleks muu funktsioon kui pidev otsese päikesekiirguse tõkestamine, tuleks see ära märkida dialoogiaknas, mis avaneb vajutades nupule *Päikesekaitse kasutamise detailsed parameetrid*. Seda tehes avaneb järgmine menüü.

**Päikesekaitse Parameetrid**

Summutamata sissekiirgamine

OTSENE KIIRGUS: 1

HAJUS KIIRGUS: 1

OTSENE KIIRGUS: 0

HAJUS KIIRGUS: 1

10 [°C] 15 [°C]

Välitemperatuuri piirid, mil muudetakse päikesekaitse kasutamist

Samad parameetrid kõikidele välisseintele

OK Tühista

Siin antakse võimalus seadistada vastavalt otsese või hajusa päikesekiirguse muutused välitemperatuuri funktsioonina. Diagrammil menüü keskel näidatakse, kuidas päikesekiirgus

muutub koos välistemperatuuriga, sõltuvalt sellest, millised seadistused tehakse. Valitavad parameetrid on ühest küljest otsene ja hajus päikesekiirgus, teisest küljest millise välistemperatuuri juures muutused toimuvad. Otsene ja hajus päikesekiirgus võib varieeruda 0 ja 1 vahel, kusjuures 0 tähendab, et päikesekiirgust ei ole (päikesekaitse ei lase midagi läbi) ja 1 tähendab, et kogu päikesekiirgus konkreetse temperatuuri juures langeb akna välisküljele. Kasutaja poolt märgitud temperatuuride vahel varieerub päikesekiirgus sirgjooneliselt.

*Näide:* Püsiv päikesekaitse akna välisküljel võib suvel eemaldada otsese päikesekiirguse täielikult, kuid talvel langeb aknale kogu päikesekiirgus. Selle menüü abil saab seda arvesse võtta, kui märkida välistemperatuuride piirid suveks ja talveks, näiteks soojem kui 10 °C vastab suvele ja külmem kui 0 °C vastab talvele. Talve jaoks antakse nii *Otsese kiirguse* kui *Hajusa kiirguse* väärtuseks 1. Suve jaoks märgitakse *Otsese kiirguse* väärtuseks 0, ja *Hajusa kiirguse* väärtuseks 1. BV2 tõlgendab neid seadistusi nii, et madalama kui 0 °C välistemperatuuri juures koosneb aknale langev päikesekiirgus nii otsesest kui hajusast päikesekiirgusest ning välistemperatuuri 0 °C kuni 10 °C juures väheneb otsene päikesekiirgus lineaarselt välistemperatuuriga. Alates välistemperatuurist 10 °C tõkestatakse otsene päikesekiirgus täielikult.

Tagasi minnes *Akende* menüüsse ja klõpsates *Ettetõmmatud sisemised kardinad* saab arvesse võtta seda, et päikesekiirguse soojuse liikumine ruumi toimub teistmoodi kui ilma kardinateta. Kui kardinad ei ole ette tõmmatud, salvestatakse ruumi tungiv päikesekiirgus ruumi erinevates pindades (seinad, põrand ja mööbel) ja see eraldub seejärel konvektiivselt ruumiõhku. Kui kardinad on ette tõmmatud, langeb päikesekiirgus nendele ja soojus eraldub konvektiivselt ruumi otse kardinatelt. Viimasel juhul satub soojus ruumiõhku kiiremini, kui ruumi sisepindadesse salvestamise kaudu.

#### *U-väärtus*

Määratav U-väärtus käib kogu aknakonstruktsiooni kohta, see tähendab koos lengide, raami ja külmasildadega.

U-väärtuse akendele võib märkida *Sama kõikidel välisseintele*, *Sama vastasasetsevatele välisseintele* ning *erinev kõikidele välisseintele*. Nagu *Päikesefaktori* puhul, võib ka erinevate aknakonstruktsioonide U- arvude väärtusi leida peamenüüst *Arvutusabivahendid – Tabelid-Aknaväärtused* alt.

#### *Peegeldus*

Programmis on võimalik ka ära märkida, missugused peegeldusomadused on antud aknaklaasidel. Valida saab *Peegeldust ei ole*, *Peegeldus nagu tavaklaasilt* või *Peegeldus nagu päikesekaitsekilega klaasilt*.

#### *Korrused*

Järgmine hooneosa, mida käsitletakse, on korrused. Vajutades *Korrus* avaneb järgmine menüü:

Siin tuleb märkida:

*Põrandapind korruse kohta*: siia sisestatakse köetav põrandapind korruse kohta.

*Korruste arv*: märkida korruste arv.

### **Katus**

Järgmiseks hooneosaks on *Katus*. Vajutades *Katus* avaneb järgmine menüü:

*Katuse* all märgitakse *Katusepind*, *Katusekonstruktsiooni massiivsus* ning katuse *U- väärtus*.

*Katusepind*:

Katusepinna all mõeldakse välisõhuga kokkupuutuva katuse sisepindala.

*Katusekonstruktsiooni massiivsus*:

- *Kerge katusekonstruktsiooni* all mõeldakse puidust prusse või ferme.

- *Massiivse katusekonstruktsiooni* all mõeldakse katust, mis suuremas osas koosneb betoonist.
- *Keskmiselt massiivne katusekonstruktsioon* on nende kahe äärmuse vahepealne.

#### *Katuse U- väärtus*

Siin peetakse silmas soojusjuhtivust katuse all oleva sooja ruumi ja välisõhu vahel.

#### *Katuseaknad:*

Siia sisestatakse katuseakende, kui neid on, sisendandmed. Nõutavad sisendandmed on täpselt samasugused nagu kirjeldatud menüüs *Aknad*.

#### *Pinnad kokkupuutes maapinnaga*

Järgmine hooneosa, mida käsitletakse, on *Pinnad kokkupuutes maapinnaga*. Vajutades *Pinnad kokkupuutes maapinnaga* avaneb järgmine menüü:

*Pinnad kokkupuutes maapinnaga* all märgitakse *Pindala*, *U-väärtus* ja *Temperatuur*.

#### *Pindala:*

Põranda pind ning maa-aluste välisseinte pinnad, kui neid on, kokku.

#### *U-väärtus:*

Soojusjuhtivus põranda ja maa-aluste välisseinte ning ümbritseva maapinna vahel. U-arv peab sisaldama põranda ja võimalike soojustatud keldriseinte kombineeritud soojusjuhtivust ja seda lisa, mis saadakse ümbritsevast pinnasest.

Kui *U-väärtus* on teadmata või ei ole kindel, saab arvutusabi nupuga *Arvuta U-väärtus* maapinnal oleva plaadi *U-väärtuse* kindlaks määrata. Selgitusi selle funktsiooni kohta on toodud järgmisel leheküljel.

### Temperatuur:

Soojusvool läbi maaga kokkupuutuva pinna arvutatakse lihtsustatult nagu  $U \cdot A \cdot \Delta t$ , kus  $\Delta t$  on temperatuuride vahe maapinnaga kokkupuutes oleva korruse sisetemperatuuri ja hoonet ümbritseva pinnase keskmise temperatuuri vahel. Selliseks keskmiseks temperatuuriks valitakse tavaliselt paikkonna aastane keskmine temperatuur.

**MÄRKUS:** Energiatõhususe miinimumnõuete määruse kohaselt tuleb arvutustes Eesti tarbeks kasutada pinnase temperatuuri  $+7^\circ\text{C}$ .

Aktiveerides abifunktsiooni *Arvuta U-väärtus* menüüs *Pinnad kokkupuutes maapinnaga*, avaneb järgmine menüü:

### Maapinnal oleva plaadi U-väärtuse arvutamine

Vähem keerukate konstruktsioonide puhul võib vundamendi U-väärtust arvutada vastavalt EL normi CEN 89 N455E seostele. Peavad siiski olema täidetud järgmised tingimused:

- vertikaalne soojustransport seinas vundamendiplaadi juures loetakse olevat null (või väga väike)
- vundamendiplaadi äärest väljuv soojus on kaduvväike. Eeldatakse, et äärepruss on isoleeritud.
- Ehitusmaterjali soojusjuhtivus on konstant.
- Põhjavee vool ei mõjuta soojakadu läbi vundamendiplaadi.
- soojusisolatsiooni paksus vundamendis on konstant.
- Sisemise põrandapinna ja välimise maapinna taseme kõrguste vahe on väiksem kui 0,6 m.

U-väärtuse arvutamist alustatakse iseloomuliku laiuse, B, arvutamisega, vastavalt

$$B = \text{põrandapind (m}^2\text{)} / (0,5 \cdot \text{põranda ümbermõõt (m)})$$

põrandapind  [m<sup>2</sup>]    põranda ümbermõõt  [m]    ( B= 4,68 )

Seejärel arvutatakse iseloomulik pikkus, d, vastavalt

$$d = \text{lamba} \cdot (\text{Ri} + \text{Rf} + \text{Ry}) \text{ (m)} \quad ( d= 2,60 )$$

Märgi arvutuse sisendandmetena soojustakistus

Rs = Sisemine soojustakistus  [m<sup>2</sup> K/W]

Rv = Välimine soojustakistus  [m<sup>2</sup> K/W]

Rp = Põhikonstruktsiooni soojustakistus v a maapinna soojustakistus [m<sup>2</sup> K/W]

- isoleerimata (0,2m betoon =0,12)
- isoleeritud (0,2 bet + 0,05 min.vill = 1,0)
- hästi isoleeritud (0,2 bet + 0,15 vahtplast = 3,9)
- 

Märgi arvutuse sisendandmetena U-väärtus

Välja arvutatud U-väärtus, v a maapinna soojustakistus, mis põhineb ülaltoodud r väärtusel

 [W/m<sup>2</sup> K]

lambda = alloleva maapinna soojaerijuhtivus

- Savi, dreneeritud liiv või kruus 1,4 W/m K
- Aleuriit, dreneerimata liiv ja kruus, moreen. 2,3 W/m K
- Lõhatud kivi 3,0 W/m K
- [W/m K]

Kogu alusplaadi ja maapinna U-väärtus on järgnev

 [W/m<sup>2</sup> K]

Maapinnaga kokkupuutes olevate pindade U-arvu arvutamise all märgitakse:

### Põrandapind

Põranda pind seespool välisseinu, s t see osa, mis moodustab põranda.

### Põranda ümbermõõt

Põranda ümbermõõt seespool välisseinu, s t selle osa ümbermõõt, mis moodustab põranda.



### *Soojustakistus*

Siin märgitakse  $R_s$  (sisemine soojustakistus),  $R_v$  (välimine soojustakistus),  $R_p$  (põranda enda soojustakistus).  $R_s$  ja  $R_v$  vaikeväärtustena valitud väärtusi tuleks kasutada kõikide tavaliste hoonete puhul.

$R_s$ ,  $R_v$  ja  $R_p$  märkimise asemel võib märkida otse terve põranda  $U$ -arvu, kui see on teada.

### *Alloleva maapinna soojaerijuhtivus:*

Siin märgitakse, millisel pinnasel hoone seisab või alloleva pinnase soojaerijuhtivuse väärtus.

All paremal asuvas aknas kuvatakse arvutuse tulemus: maapinnal oleva põranda  $U$ -arv (kaasa arvatud maapinna soojustakistus). See väärtus kopeeritakse või pannakse kirja, et seda märkida  $U$ -väärtusena aknas *Pinnad kokkupuutes maapinnaga*.

### *Välisused*

Järgmiseks tuleb hooneosadest määratleda *Välisused*. Klõpsates *Välisused* avaneb järgmine aken:

	Pind [m²]	keskmine U-väärtus [W/m²°C]
Välisuste pind lõunapoolsel välisseinal	0	1
Välisuste pind idapoolsel välisseinal	0	
Välisuste pind läänepoolsel välisseinal	0	
Välisuste pind põhjapoolsel välisseinal	0	

Sama kõikide välisseinte jaoks     Erinev erinevate välisseinte jaoks

ok    Tühista

*Välisuste* all märgitakse *Pind* ja *U*-väärtus.

### *Pind:*

*Pind* märgib välisuste pinda välisseinas vastavas ilmakaares. Pinda võib märkida kas *Sama kõikide välisseinte jaoks* või *Erinev erinevate välisseinte jaoks*.

### *U*-väärtus:

Välisuste soojusjuhtivus, mida saab märkida kui *Keskmine U*-arv või *Erinev erinevate välisseinte jaoks*. Välisuste  $U$ -arvu märkides tuleb arvestada ka võimalike külmasildadega.

### *Külmasillad*

Külmasillad läbi hoone välispiirete tuleb arvesse võtta kas  $U$ -väärtusega, valides selle mõnevõrra kõrgemaks erinevatele hooneosadele, või arvutades need eraldi *Külmasildade* dialoogiaknas.

Klõpsates *Külmasillad* avaneb järgmine aken:

**Külmasillad**

Külmasillad on sisse arvestatud teistes menüüdes olevatesse andmetesse Administrea

Punktkülmasillad		Joonkülmasillad		Külmasillad pinnaga			Kokkuvõte	
		Katus	Lõuna sein	Ida sein	Lääne sein	Põhja sein	Alusplaat	Summa
A	Osa, mis koosneb baaskonstruksioonist [m <sup>2</sup> ]	237	175	98	98	175	237	1020
B	U-väärtus	<b>0,1500</b>	<b>0,2000</b>	<b>0,2000</b>	<b>0,2000</b>	<b>0,2000</b>	5,000E-2	<b>0,1561</b>
C	Osa, mis koosneb akendest [m <sup>2</sup> ]		20	10	10	20		60
D	U-väärtus aknad [w/m <sup>2</sup> °C]		2	2	2	2		2
E	Osa, mis koosneb välisustest [m <sup>2</sup> ]							
F	U-väärtus välisused [w/m <sup>2</sup> °C]							
G	keskmine U-väärtus v a külmasillad [w/m <sup>2</sup> °C]	<b>0,1500</b>	<b>0,3846</b>	<b>0,3667</b>	<b>0,3667</b>	<b>0,3846</b>	5,000E-2	<b>0,2561</b>
H	UAväärtus (ilma külmasildadeta) [w/°C]	<b>35,55</b>	<b>75,00</b>	<b>39,60</b>	<b>39,60</b>	<b>75,00</b>	<b>11,85</b>	<b>276,6</b>
I	Punktkülmasildade UA [w/°C]	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
J	Joonkülmasildade UA [w/°C]	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
I	osa, mis koosneb külmasildadest pinnaga [m <sup>2</sup> ]	0	0	0	0	0	0	0
L	Külmasildade UA PINNAGA [w/°C]	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
M	Summa UA [w/°C]	<b>35,55</b>	<b>75,00</b>	<b>39,60</b>	<b>39,60</b>	<b>75,00</b>	<b>11,85</b>	<b>276,6</b>
N	Um [w/m <sup>2</sup> °C]	<b>0,1500</b>	<b>0,3846</b>	<b>0,3667</b>	<b>0,3667</b>	<b>0,3846</b>	5,000E-2	<b>0,2561</b>
O	Pindade summa [m <sup>2</sup> ]	237	195	108	108	195	237	1080

Prindi sisendandmed      Prindi kokkuvõte      OK      Iühista

Antud dialoogiakna erinevates menüüdes saab ära märkida *Punktkülmasillad*, *Joonkülmasillad* ja/või *Külmasillad pinnaga*.

Klikates akna *Külmasillad on sisse arvestatud teistes menüüdes olevatesse andmetesse* märgitakse, et külmasillad on võetud arvesse U-arvu määramisel erinevatele hooneosadele.

### 3.2 Kasutusaegade ja vabasoojuse andmete sisestamine

Kasutusaegade ja vabasoojuse andmete sisestamiseks tuleb avada peamenüüst *Lähteandmete* alt *Vabasoojus*. Selle valiku puhul avaneb alljärgnev aken.

Erinevad sisemised koormused hoone erinevates osades ?

VALGUSTUS ?

PÄEV	ÕÖ
1	2

[W/m<sup>2</sup>]

INIMESED ?

1	4
---	---

[W/m<sup>2</sup>]

SEADMED ?

1	2
---	---

[W/m<sup>2</sup>]

kasutusaste ?

muutub aasta vältel ?

muutub aasta vältel ?

muutub aasta vältel ?

Ok Tühista

*Vabasoojuse* all märgitakse

- *Valgustusest*
- *Inimestelt*
- *Seadmetest*

eeldatavalt tekkiv soojuseraldus.

**MÄRKUS:** Vabasoojuse eraldumise väärtused, kasutusastmed ja kasutusprofiilid võtta **Energiatõhususe miinimumnõuete määruse lisast nr 5**.

On võimalus määratleda ka soojuse eraldumine erinevat tüüpi ruumides, klõpsates nuppu *Erinevad sisemised koormused hoone erinevates osades*. Näiteks võib märkida valgustusest tingitud *vabasoojuse* eraldi eluruumi ja koridori kohta. Erinevat tüüpi ruumide omavahelise jaotuse võib esitada protsentuaalselt või absoluutarvudes (pinna suurus m<sup>2</sup>). Kui valitud ruumitüübi põrandapinda ei ole sisestatud, on *Valgustuse*, *Inimeste* ja *Seadmete* aknad tähistatud punasega.

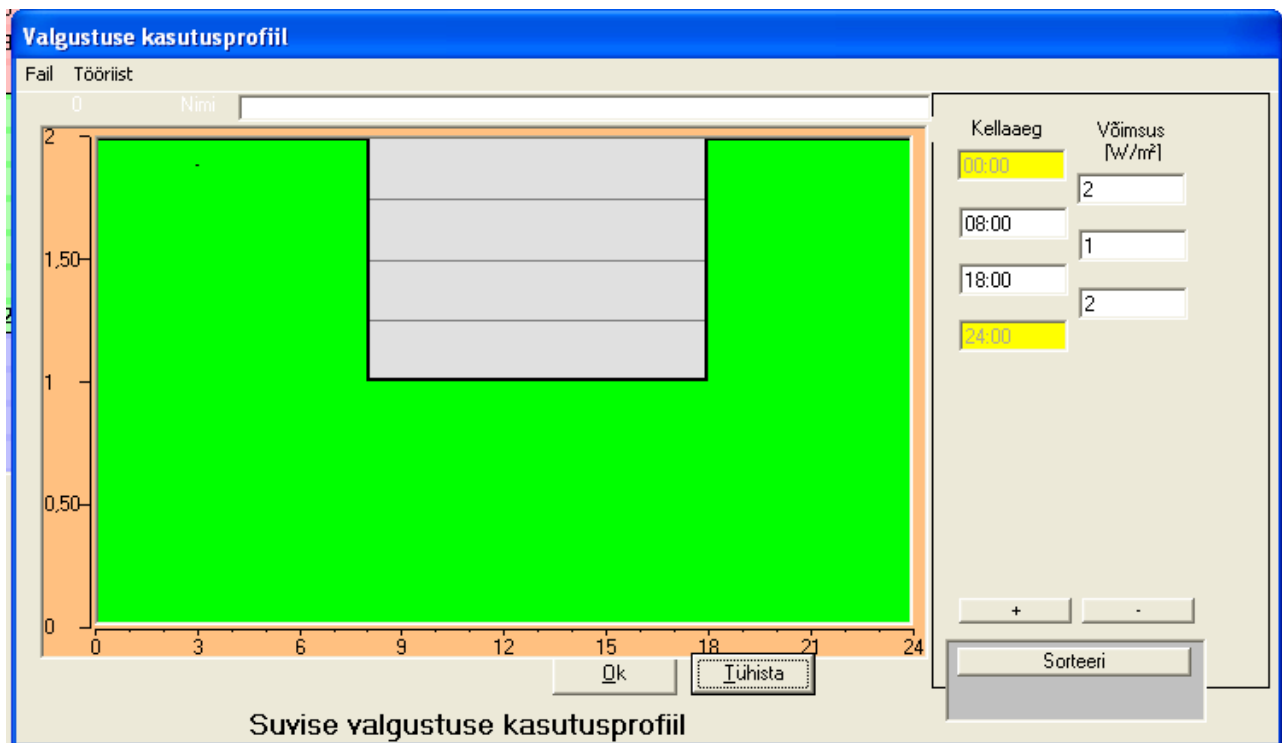
**MÄRKUS:** Pea meeles, et BV2 on ühe tsooni mudel. Mitme ruumitüübi märkimisel lähtub programm koormuse arvutamisel vastava ruumi põrandapinnast ning arvutab kaalutud keskmise koormuse tervele tsoonile.

Siin on ka võimalus märkida *Kasutusaste* uuritava *vabasoojuse* kohta. Määrates kasutusastme all *samaaegsusteguri* (0 ja 1 vahel) saab võtta arvesse, et mitte kõik ruumid ei ole üheaegselt inimeste poolt kasutuses ning valgustus ja seadmed samaaegselt töös.

### Valgustus:

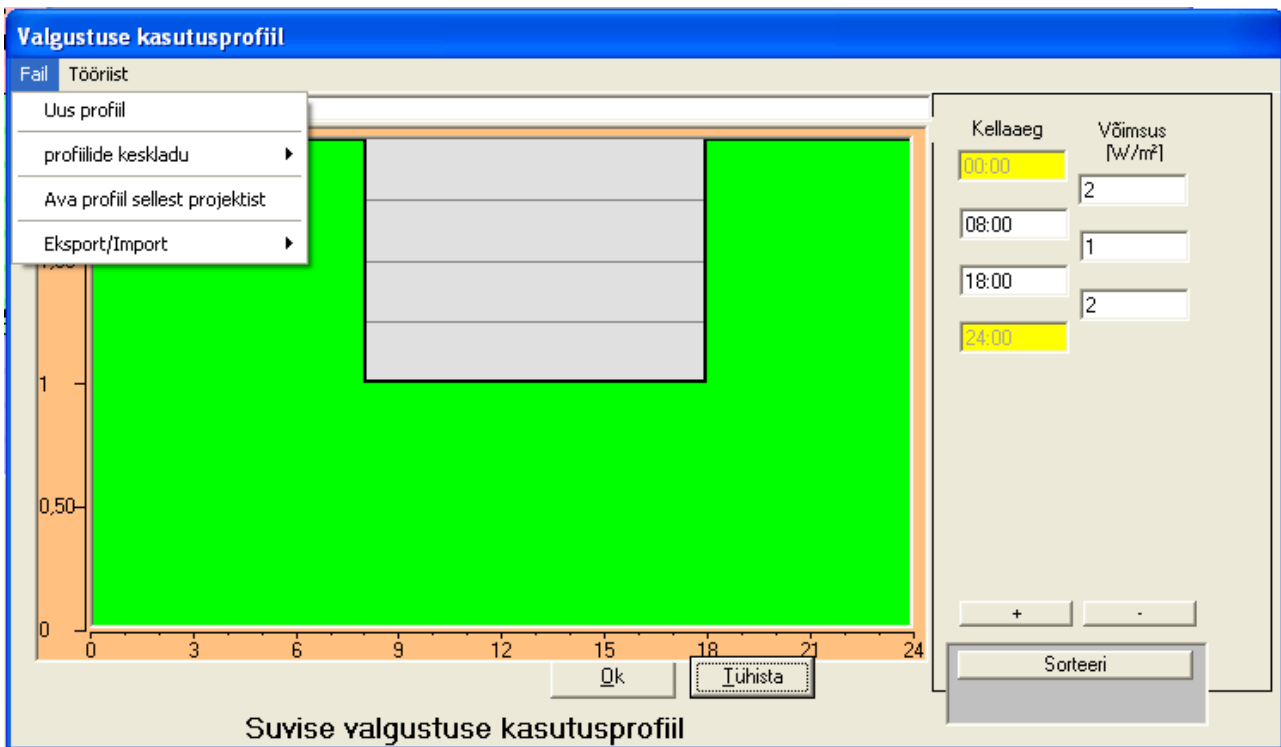
Valgustuse all tuleb ühikuga  $W/m^2$ -s märkida valgustusest tulenev vabasoojus. Võimalik on anda suve ja talve valgustuse kohta erinevad andmed. BV2 arvutab selle alusel automaatselt välja suve ja talve vahelise lineaarse jaotuse, lugedes suve kõige soojemaks 30%-ks (u 3,6 kuud) aastas, ja talve aasta külmemaks 20%-ks (u 2,4 kuud). Valgustus tuleb märkida ruumitüübi kohta keskmise valgustuskoormusena päeva või öö jooksul, mis erineb installeeritust, kui just valgustus ei ole kogu aeg sisse lülitatud. Kui valgustus ööpäeva kestel muutub, saab selle sisestada otse BV2 valgustuskeemi. Tähele tuleks panna, et päevane aeg on BV2-s defineeritud kellaaja järgi vahemikus 08:00-18:00.

Klõpsates valgustusvälja kõrval olevale kellale, kuvatakse järgmine aken.



Kahte paremasse tulpa sisestatakse konkreetsed valgustusvõimsused konkreetsetel kellaegadel. Kui klõpsata +märgiga nupule saab sisestada veel ajaperioode. Ajaperioode ei ole vaja sisestada kronoloogilises järjekorras. Seda saab teha hiljem, klõpsates nupule *Sorteeri*. Menüüakna keskel oleva joonise abil saab kontrollida, kuidas näeb välja sisestatud valgustus kasutusprofiil.

Valitud valgustusprofiili saab salvestada ka hiljem kasutamiseks. Valides ülemisest menüüst *Fail*, kuvatakse alltoodud menüü.



Kui valid *Uus profiil*, “nullitakse” vana ja saab koostada uue profiili.

Kui valid *Profiilide keskladu*, saab profiili salvestada mällu ja seda sealt võtta. Profiil paigutatakse automaatselt BV2-kausta (bv2.ini-failis). Siia võib salvestada suurema profiilide valiku kui üksikul arvutusel vaja on. Valides *Ava profiil sellest projektist*, tuuakse kõik konkreetses programmikäituses kasutatavad profiilid. Lõpuks saab profiili salvestada vabalt valitud kaustas *Eksport/Import* abil.

#### *Inimesed:*

Inimestest tingitud *vabasoojus* märgitakse  $W/m^2$ -s iga määratletud ruumitüüpi kohta. Peamenüü *Arvutusabivahendid - Tabelid* all olevad väärtused näitavad, kui palju soojust üks inimene eraldab erinevat tüüpi tegevuste juures. Toodud vabasoojuse väärtus on nn. ilmne soojus, mis otseselt mõjutab hoone soojusbilanssi. Eeldatakse, et varjatud soojus, mida inimesed eritavad veeauru kujul, ei mõjuta hoone soojusbilanssi. Vabasoojus märgitakse nii, et kõigepealt summeeritakse ruumis (või hoone kõikides sama tüüpi ruumides) viibivate inimeste soojuse eraldumised ja jagatakse seejärel nende ruumide põrandapinnaga. Inimestest tingitud soojuse eraldumise profiili saab koostada samamoodi nagu *Valgustuse* oma, klõpsates “kellale”. *Kasutusastet* kasutatakse samal viisil nagu *Valgustuse* puhul.

#### *Seadmed:*

Siin märgitakse, kui palju elektrit erinevat tüüpi seadmed tarbivad. Pane tähele, et enamik seadmetest tarbib normaalsel töötamisel vähem kui nimivõimsus. Kui seadmete koormuste andmed on kokku kogutud, jagatakse summa konkreetse põrandapinnaga. Seadmetest tingitud vabasoojuse eraldumise profiili saab koostada samamoodi nagu *Valgustuse* oma, klõpsates “kellale”. *Kasutusastet* kasutatakse samal viisil nagu *Valgustuse* puhul.

### 3.3 Elektri lisatarbijad

Valides programmi peamenüüst *Lähteandmed* ja *Elektri lisatarbijad* on võimalik lisada hoone lisaelektritarbijaid. Seda valikut tehes avaneb järgmine menüü:

Kirjeldus	Arv	Ekspluatatsiooniaeg [tundi/aasta]	Sisendandmete tüüp	Võimsus[kW]	6 tk	Võimsus[kW]	Energia [MWh]
0	1	8760	Võimsusväärtus	0		0	0
1	1	8760	Võimsusväärtus	0		0	0
2	1	8760	Võimsusväärtus	0		0	0
3	1	8760	Võimsusväärtus	0		0	0
4	1	8760	Võimsusväärtus	0		0	0

Elektritarbimine kokku 00 kWh

Eemalda OK Tuhista Väljaprint

Siin saab märkida hoones paiknevad elektrit tarvivad seadmed, mis mingil põhjusel ei sisaldu hoone kogusoojusbilansis (nt. tsirkulatsioonipumbad, mootorisoojendid, välisvalgustus, jne.). Siin märgitud väärtused summeeritakse punktis *Kogu elektritarbimine* tulemustabelis, nii võimsuse kui aastase energiatarbimise osas.

## 4. Hoone KVJ-süsteemid

### 4.1 Kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemid

Programm võimaldab kasutada viit erinevat ventilatsioonisüsteemi tüüpi. Valida saab VAV-süsteemi, CAV-süsteemi, veekandjal jahutusega süsteemi + CAV süsteemi, sundväljatõmbesüsteemi ja loomuliku ventilatsiooni vahel. Küttesüsteem on kõigi viie ventilatsioonisüsteemi valiku korral sama, milleks on veekandjal süsteem, näiteks radiaatorite või konvektoritega.

*VAV-süsteemina* arvestab programm õhkjahutussüsteemi, kus õhu vooluhulk varieerub konkreetse jahutusvajaduse funktsioonina. Lühend VAV tuleneb inglise keelsest nimetusest „Variable Air Volume”. Kui valitakse VAV- süsteem, saab kasutaja valida sissepuhkeõhu temperatuuri välistemperatuuri (linearse) funktsioonina.

**MÄRKUS: Elamute ja eramute puhul Eestis tavaliselt VAV-süsteemi õhkjahutuseks ei kasutata.**

*CAV-süsteem* on konstantse õhuvooluhulgaga süsteem. Lühend CAV tuleneb inglise keelsest nimetusest „Constant Air Volume”. Võimalik on ka kahe vooluhulgaga CAV süsteem, kus suuremat õhuvooluhulka rakendatakse päevasel ajal ning väiksemat õhuhulka öisel ajal. Ka siin saab sissepuhkeõhu temperatuuri varieerida välistemperatuuri funktsioonina.

*Veekandjal jahutusega süsteem +CAV* on süsteem, kus üleliigset soojust saab eemaldada peamiselt veekandjal põhineva jahutussüsteemiga. Ventilatsiooni (CAV-süsteemi) peaülesanne on sellisel juhul õhukvaliteedi tagamine. Võimalus on rakendada ka kombineeritud vesi-ja õhkjahutusega süsteemi, kuna CAV süsteemi sissepuhketemperatuuri saab vabalt valida.

**MÄRKUS: Elamute ja eramute puhul Eestis tavaliselt seda süsteemi ei kasutata.**

*Sundväljatõmbesüsteem*, on mehaaniline väljatõmbeõhu süsteem. Hoonesse tulev välisõhk on töötlemata ja välisõhu temperatuuriga.

*Loomulik ventilatsioon* on ventilatsioon, kus temperatuuride erinevus ruumiõhu ja välisõhu vahel ning tuulesurve mõjutavad, kui suur välisõhuvool hoonet ventileerib. Hoonesse sisenev välisõhk on töötlemata ja välisõhu temperatuuriga.

**Märkus: Energiatõhususe miinimumnõuete tõendamisel ei tohi kasutada loomulikku ventilatsiooni.**

Kui peamenüüs *Lähteandmete* alt valida *KVJ süsteem*, kuvatakse järgmine menüü.

**KVJ süsteem**

**Süsteemi tüüp**

CAV Süsteem ?  
 VAV Süsteem ?  
 Veekandjal jahutusega süsteem + CAV ?  
 sundväljatõmbesüsteem ?  
 Loomulik ventilatsioon ?

Muuda Parameetreid süsteemis

**Sisetemperatuurid**

Madalaim lubatud sisetemp  [°C] ?

Sisetemp jahutuse reguleerimiseks  [°C] ?

Nõuded kõrgeimale lubatud temperatuurile

Kõrgeim lubatud sisetemp  [°C] ?

OK Tühista

**Madalaim lubatud sisetemperatuur:**

Siin märgitakse siseõhutemperatuur, millest madalamale temperatuur ei tohi langeda.

**MÄRKUS:** Energiatõhususe tõendamisel lähtuda Energiatõhususe miinimumnõuete määruse lisast 2, mille järgi peab elamutes valima sisetemperatuuriks +21 °C.

**Sisetemperatuur jahutuse reguleerimiseks:**

Siin märgitakse soovitud temperatuuri väärtus, mille järgi reguleeritakse "jahutust" hoones, s t siseõhutemperatuur, mida süsteem peab hoidma seni, kuni selleks jätkub paigaldatud süsteemide jahutusvõimsust. Kui jahutusvõimsust soovitud väärtuse hoidmiseks ei jätku, suureneb sisetemperatuur järk-järgult *Kõrgeima lubatud sisetemperatuuri* poole (vaata allpool).

**Kõrgeim lubatud sisetemperatuur:**

*Kõrgeima lubatud sisetemperatuuri* lahtrisse märgitakse kõrgeim lubatud sisetemperatuur. See temperatuur on jahutusseadmete dimensioneerimise aluseks. Seda valikut saab teha ainult siis kui on märgitud „linnuke” lahtrisse *Nõuded kõrgeimale lubatud temperatuurile*.

Kasutajal on siiski võimalus käsitsi valida jahutusseadmed, mida dimensioneeritakse väiksemaks (näiteks valides konkreetse süsteemi tüübi all väiksema õhuvooluhulga, kui see mis on vajalik, et sissepuhkeõhule määratud madalaima temperatuuri juures mitte ületada *Kõrgeimat lubatud sisetemperatuuri*. Kõrgeimat lubatud temperatuuri ületatakse sellisel juhul teatud tundide arvu vältel aastas. Tundide arvu määrab see, kui suur aladimensioneerimine tehakse. BV2 kasutaja saab tulemuste graafikutelt kohe teada nende ületemperatuuride kestvuse. Ületemperatuure saab lähemalt uurida peamenüüs *Näita tulemust* ja *Sisetemperatuurid arvudes*.

**MÄRKUS:** Energiatõhususe tõendamisel lähtuda Energiatõhususe miinimumnõuete määruse lisast 2, mille järgi peab elamutes valima suviseks püürtemperatuuriks +27 °C



Hoone küttevajadust reguleeritakse alati *Madalaima lubatud sisetemperatuuri* järgi. Kütmine toimub siis kavandatud radiaatorisüsteemiga, mida kasutaja ise ei märgi. Jahutuse energiat reguleerib märgitud *Sisetemperatuur jahutuse reguleerimiseks*.

Kõrgeimat lubatud sisetemperatuuri saab märkida vaid siis, kui hoonet saab aktiivselt jahutada. Seda ei pea ilmingimata tegema jahutusseadmetega, vaid mõeldav on seda teha ka külma välisõhuga niipalju kui võimalik. Kui jahutus toimub vaid külma välisõhuga, on tagajärjeks, et sisetemperatuur võib jääda märgitud kõrgeima lubatud sisetemperatuuri tasemele. Seda arvutab BV2.

Kui hoonet aktiivselt ei jahutata (ei ole jahutusnõuet), see tähendab kui lahtrit *Nõuded kõrgeimale lubatud temperatuurile* ei märgistata, saab hiljem KJV-süsteemi valides valida vaid CAV süsteemi ilma jahutuseta või sundväljatõmbe süsteemi.

VAV süsteemis ja veekandjal jahutusega süsteemis on alati aktiivne jahutus.

## 4.2 CAV süsteem

Kui valitakse CAV süsteem, tuleb märgistada *CAV süsteem* erinevate süsteemi tüüpide valikust. Klõpsates nupule *Muuda Parameetreid süsteemis*, avaneb järgmine menüü:

**Kliimasüsteem tüüp CAV**

**CAV SÜSTEEM** BV2 arvutatud vajalik õhuvooluhulk 2,3 l/s m<sup>2</sup>

Max õhuvooluhulk  BV2 arvutab  l/s m<sup>2</sup> ?  Kahe kiirusega ventilaator ?

Õhuvooluhulk madalal kiirusel  l/s m<sup>2</sup> ?  Vaid min vooluhulk öösel ?

Vooluhulga muutuse murdepunkt  °C ?  Üine režiim ?

Jahustagastus ?

sissepuhkeõhu temperatuur ?  [°C] Kui välistemp on kõrgem kui  [°C] ?  Nõudluse järgi reguleeritav temperatuur ?

sissepuhkeõhu temp ?  [°C] Kui välistemperatuur on madalam kui  [°C] ?

Ventilaatori erivõimsus SFP  [kW/(m<sup>3</sup>/s)] ?

Soojustagasti temperatuuri suhtarv  Varieeruv  [%] ?

Jahutusseade ? Aasta keskmine jahutustegur  [-] ?

Kaugjahutus

Aktiivne ööjahutus ventilatsiooniga ?

Täiendatud sisendandmed kadude arvutamiseks

### **BV2 arvutab õhuvoolu:**

Kui märkida *BV2 arvutab*, kasutatakse teoreetilist õhuvooluhulka, mille BV2 arvutab lähtudes sissepuhkeõhu märgitud madalaimast temperatuurist ja hoone dimensioneerivast

jahutusvõimsusvajadusest. Võimalus on ka käsitsi valida suurim võimalik õhuvooluhulk, *Max õhuvooluhulk*, märkides selle *BV2 arvutab* paremal olevasse lahtrisse.

**MÄRKUS:** Elamute energiatõhususe tõendamisel lähtuda **Energiatõhususe miinimumnõuete määruse §10, lõige 4.**

Kui märgistada aken *Kahe kiirusega ventilaator*, kuvatakse kaks välja: *Õhuvooluhulk madalal kiirusel* ja *Vooluhulga muutuse murdepunkt*. Edasi saab valida *CAV süsteemi* menüüs, kas öisel ajal kasutatakse vaid madalat õhuvooluhulka. Selleks tuleb märgistada aken *Vaid min vooluhulk öösel*, mis ilmub peale *Kahe kiirusega ventilaatori* valiku tegemist. Kui märgitakse *Vaid min vooluhulk öösel*, kaob võimalus valida *Vooluhulga muutuse murdepunkti*.

**Õhuvooluhulk madalal kiirusel**

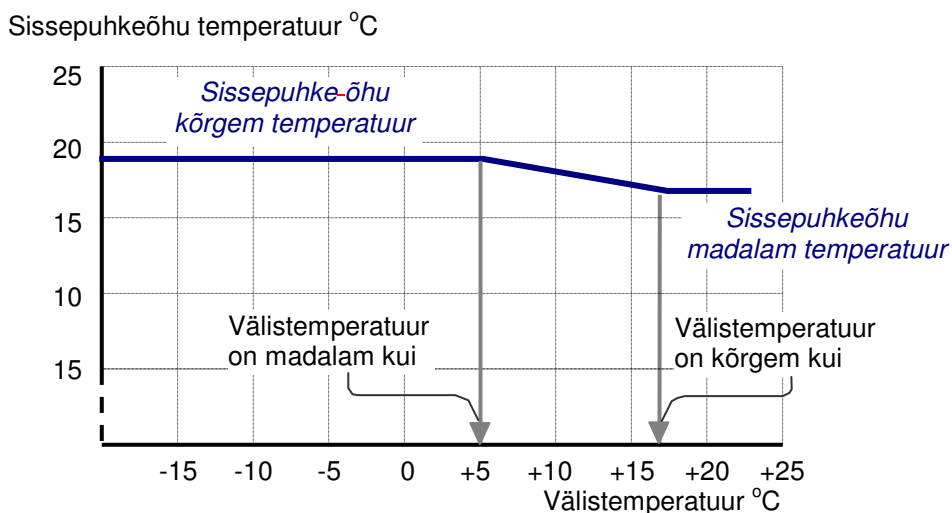
Kui CAV süsteemi saab kasutada kahe erineva vooluhulgaga, näiteks kahe kiiruselist ventilaatorit kasutades, tuleb siin märkida kahest vooluhulgast madalam vooluhulk. Õhu vooluhulka saab märkida %-des kogu õhuvooluhulgast või absoluutväärtusena.

**Vooluhulga muutuse murdepunkt**

Siin märgitakse, millal õhuvooluhulk läheb üle kõrgemalt madalamale või vastupidi. Murdepunkt märgitakse teatud välistemperatuuri juures.

**Sissepuhkeõhu temperatuur**

Sissepuhkeõhu temperatuuri saab märkida kahe astmelisena: kõrgem sissepuhketemperatuur, kui välistemperatuur on allpool teatud temperatuuri ja madalam sissepuhketemperatuur, kui välistemperatuur on üle teatud temperatuuri. Kui välistemperatuur jääb nende temperatuuride vahel, paneb BV2 sissepuhketemperatuuri lineaarsesse sõltuvusse välistemperatuurist. Selle toimimist illustreerib allpool toodud joonis.



**Joonis 3.1** Sissepuhkeõhu temperatuuri muutus sõltuvalt välistemperatuurist.

BV2-s saab kasutaja otse näha, kuidas sissepuhketemperatuurid on valitud välistemperatuuri funktsioonina, kui tõmmata menüüs kursoriga üle konkreetse temperatuurivälja. Nii tehes kuvatakse ekraanil ülaltooduga sarnanev joonis.

### Ventilaatori erivõimsus SFP, kW/(m<sup>3</sup>/s)

Ventilaatori erivõimsus näitab võimsust, mida ventilatsioonisüsteem vajab 1 m<sup>3</sup>/s õhu vooluhulga transportimiseks.

**MÄRKUS:** Kui hoones on mehaaniline sissepuhke ja väljatõmbe ventilatsioon peaks ventilatsioonisüsteemi SFP olema madalam kui 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s),  
Kui hoones on ainult sundväljatõmme, siis madalam kui 1 kW/(m<sup>3</sup>/s).

### Soojustagasti temperatuuri suhtarv

Siin märgitakse soojustagasti temperatuuri suhtarv kas *konstantsena* või *varieeruvana*.

Kui valik on *varieeruv*, tuleb ekraanile nupp *Juhtparameetrid* soojustagasti temperatuuri suhtarvu detailseks määramiseks.



Kui vajutada nupule *Juhtparameetrid* ilmub järgnev menüü:

Kui valid *kompenseeri jäätumise vältimiseks* võtab simuleerimine arvesse jääst eemaldamise vajadust kui välistemperatuur on madal. See sünnib järgneval viisil.

Jää võib tekkida soojustagasti väljatõmbe õhu poolel kui soojustagasti pinna temperatuur langeb alla 0°C. Oht, et see sünniks, on suurim kõrge temperatuuri suhtarvuga soojustagastajas. See võib juhtuda juhul, kui tagastajast väljuva väljatõmbe õhu temperatuuri ja välisõhu temperatuuri keskmine väärtus langeb alla 0°C. Välistemperatuuri, mille juures jäätumine toimub, võib tähistada  $t_{jää}$ . Jää sulatamise vajaduse tõttu langeb tagastatud soojus umbes 12% kui välistemperatuur on madalam kui  $t_{jää}$ . Järelikult, kui valida *kompenseeri jäätumise vältimiseks* vähendatakse tagastatud soojust 12%, kui välisõhu temperatuur on madalam kui  $t_{jää}$ .

Märkides ära *Madalaima lubatud heitõhu temperatuuri*, muudab programm madala välistemperatuuri korral temperatuuri suhtarve nii, et heitõhu temperatuur ei lange alla poole lubatud väärtust.

**MÄRKUS:** Valida madalaim heitõhu temperatuur vastavalt määruse §25 lõige 2.

### Jahutusseade

Sisendandmetes määratakse, kas sissepuhkeõhku jahutatakse jahutuspatareis enne ruumidesse jaotamist. Kui jahutuspatarei puudub ja *KVJ süsteemi* menüüs on valitud kõrgeim lubatud sisetemperatuur, hoiab BV2 sisetemperatuuri kõrgeimal lubatud tasemel seni, kuni see on võimalik.

**MÄRKUS: Üldjuhul elamutesse jahutussüsteemi ei paigaldata.**

Jahutuspatarei võib saada külmakandja kompressoriga töötavast jahutusseadmest või kaugjahutusest. Kui külma toodetakse jahutusseadmega tuleb ära märkida selle *Aasta keskmine jahutustegur*. Aasta keskmine jahutustegur on kasutatava jahutusseadme aasta keskmine jahutustegur, s.t. tarnitud jahutushulk (kWh/aasta) jagatuna selleks kulutatud tööga (kWh elektrit/aasta).

**MÄRKUS: Valida vastavalt Energiatõhususe miinimumnõuete määruse § 31.**

#### ***Kaugjahutus***

Kui märgitakse kaugjahutus tähendab see, et hoones jahutuse tootmiseks elektrit ei kulu (puudub kompressoriga töötav jahutusseade).

**MÄRKUS: Eestis kaugjahutust veel ei ole.**

#### ***Öine režiim***

Kui valitakse *öine režiim* tähendab see seda, et CAV süsteem töötab ka öösel. Alati on võimalik kontrollida, milliseid õhuvooluhulkasid BV2 arvutustes kasutab. Seda saab teha valides peamenüüs *Näita tulemust* alt *Diagrammitüüp – Kestvuskõverad- Temperatuur kliimasüsteem*. Kuvatud ülemisel diagrammil näidatakse, milline on õhuvool aasta jooksul, nii päeval kui öisel ajal.

**MÄRKUS: Elamutes ei ole see tavaliselt aktuaalne.**

#### ***Jahutustagastus***

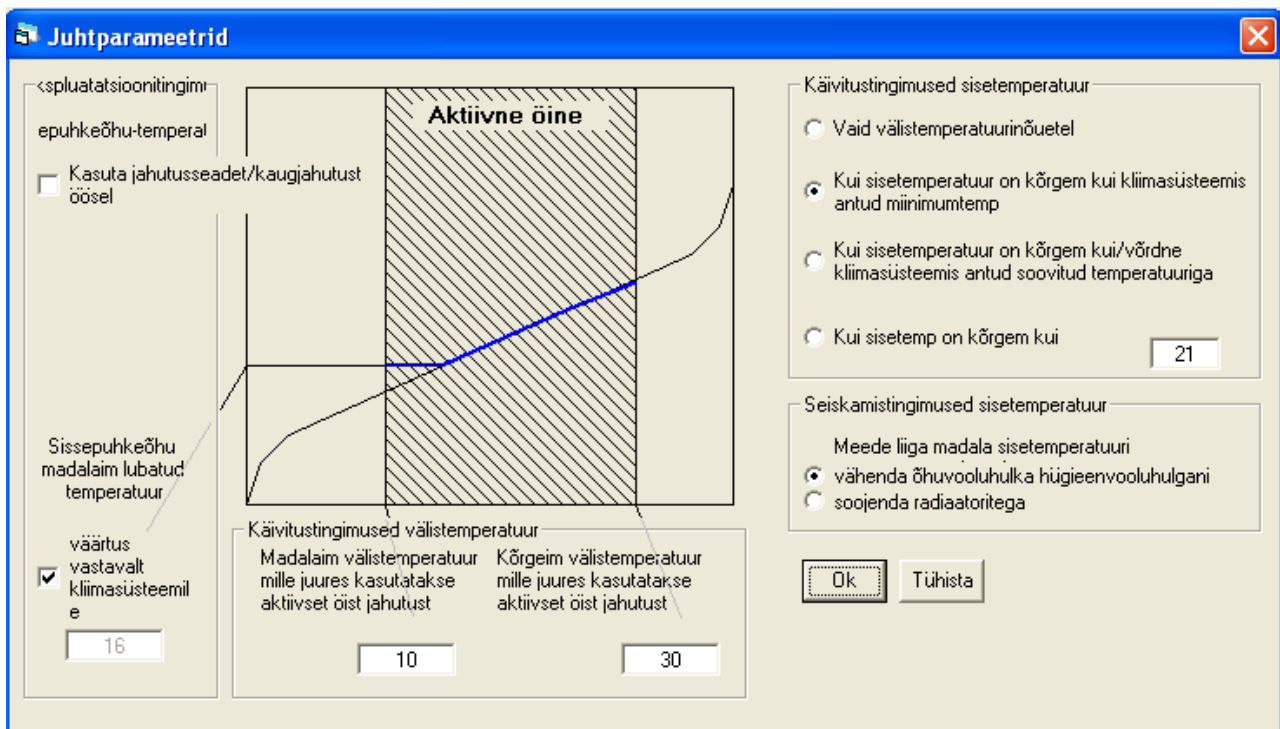
Jahutustagastuse all mõeldakse seda, et sissepuhke- ja väljatõmbeõhu vahelist soojustagastit kasutatakse ka jahutusvajaduse korral. Seda juhul, kui väljatõmbeõhu temperatuur on madalam välistemperatuurist. See tähendab, et sissepuhkeõhku saab jahutada enne selle jahutuspatareisse jõudmist ja seega vähendada jahutusseadme kasutamise vajadus.

**MÄRKUS: Elamutes ei ole see aktuaalne.**

#### ***Aktiivne ööjahutus ventilatsiooniga***

**MÄRKUS: Järgnev osa peatükist ei ole tavaliselt elamutes rakendatav.**

Kui valitakse *Aktiivne ööjahutus ventilatsiooniga* ning seejärel *Juhtparameetrid*, kuvatakse järgmine menüü:



Aktiivse öise jahutuse parameetrid jagatakse nelja peamisse ossa: *Ekspluatatsioonitingimused sissepuhketemperatuur*, *Käivitustingimused välistemperatuur*, *Käivitustingimused sisetemperatuur*, *Seiskamistingimused sisetemperatuur*. Aktiivset öist jahutust ventilatsiooniga käivitatakse, seisatakse ja reguleeritakse nende parameetrite järgi.

#### *Ekspluatatsioonitingimused sissepuhketemperatuur*

Siin valitakse, kas hoonet jahutatakse vaid välisõhuga või jahutusseadme/kaugjahutusega. BV2 eelvalik on *Aktiivse öise jahutuse* valimisel jahutus vaid välisõhuga. Kui soojust tahetakse eemaldada muul viisil, tuleb klõpsata alternatiivile *Kasuta jahutusseadet/kaugjahutust öösel*. Sõltumata sellest, millist tüüpi aktiivset öist jahutust kasutatakse, tuleb reguleerida sissepuhkeõhu temperatuuri. Seda tehakse parameetri *Sissepuhkeõhu madalaim lubatud temperatuur* all, kus kasutaja ise sisestab suvalise väärtuse või valib *väärtus vastavalt kliimasüsteemile*. Viimane valik tähendab, et etteantud KJV süsteemi sissepuhkeõhu temperatuuri väärtust päevasel ajal kasutatakse kui temperatuuri alumist piiri. Jahutusseadme/kaugjahutuse kasutamisel saab ära märkida ka sissepuhkeõhu kõrgeima lubatud temperatuuri, mille saab panna samuti vastavaks kliimasüsteemi päevase aja kõrgeima lubatud sissepuhke temperatuuriga.

#### *Käivitustingimused välistemperatuur*

Siin valitakse, millises välistemperatuurivahemikus tuleb aktiivset öist jahutust kasutada. Need piirid määratakse väärtuste sisestamisega vastavalt lahtritesse *Madalaim välistemperatuur, mille juures kasutatakse aktiivset öist jahutust* ja *Kõrgeim välistemperatuur, mille juures kasutatakse aktiivset jahutust*.

#### *Käivitustingimused sisetemperatuur*

Aktiivse öise jahutuse käivitustingimused on järgmised:

- *Vaid välistemperatuurinõuetel*
- *Kui sisetemperatuur on kõrgem kui kliimasüsteemis antud miinimumtemperatuur*
- *Kui sisetemperatuur on kõrgem kui kliimasüsteemis antud soovitud temperatuuriga*
- *Kui sisetemperatuur on kõrgem kui:* suvaliselt valitud väärtus.

### Seiskamistingimused sisetemperatuur

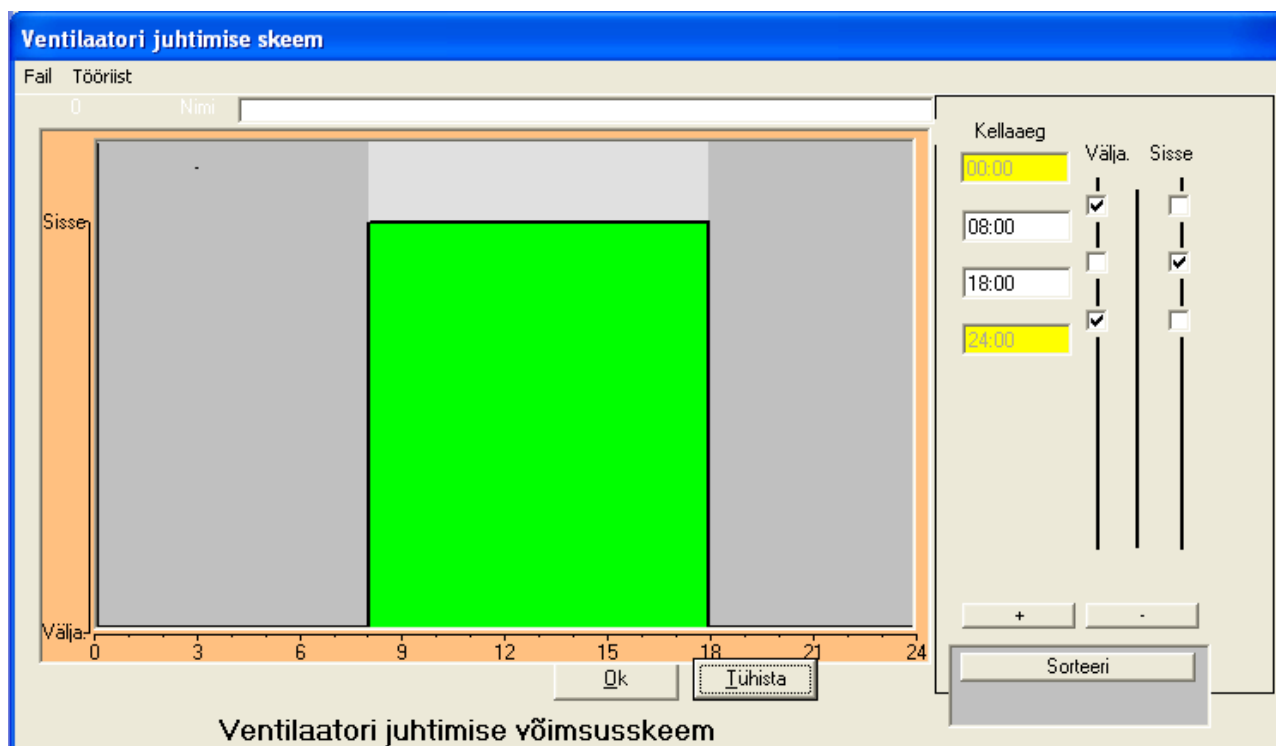
Seiskamistingimuste all mõeldakse seda, millist tüüpi abinõusid kasutusele võtta liiga madala sisetemperatuuri korral. Nendeks meetmeteks võivad olla:

- vähenda õhuvoolu miinimum õhuhulgani
- soojenda radiaatoritega

Kui on valitud aktiivne öine jahutus ventilatsiooniga, ei lõpetata seda enne, kui välistemperatuur ületab oma piirväärtuse, või siis, kui süsteem läheb üle päevasele töörežiimile.

### Ventilaatori juhtimise detailsed ajad

Reeglina kehtivad seadistused, mis valitud eelmääratletud ajaintervalli Päev (0800-1800) ja vastavalt Öö (1800-0800) kohta. Vajutades kellale avaneb järgmine menüü:

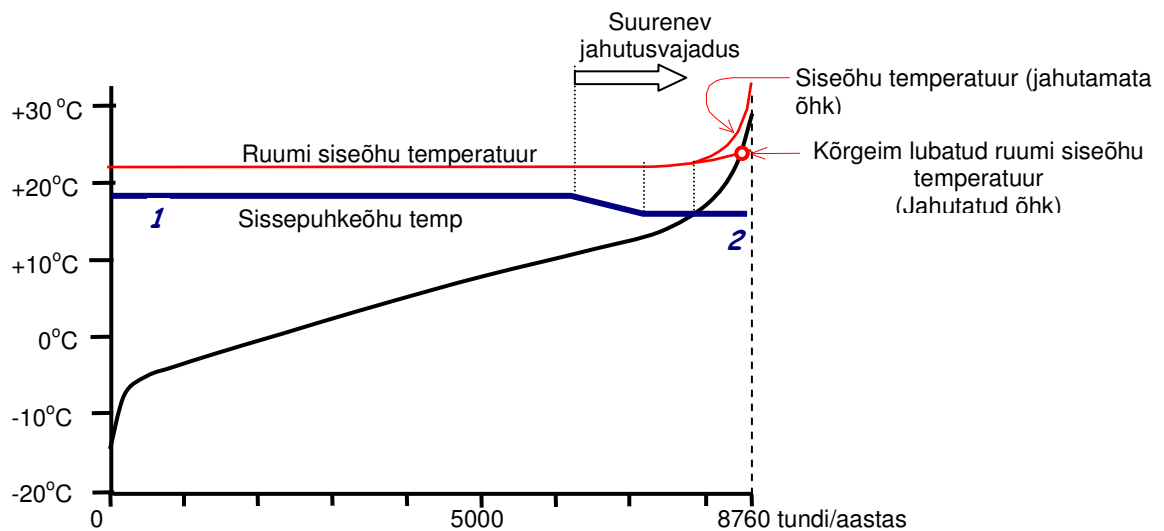


Kahes paremas tulbas valitakse konkreetsed õhuvooluhulgad konkreetsetel kellaaegadel. Klõpsates „+” märgiga nupule lisatakse veel ajaperioode. Ajaperioode ei ole vaja sisestada kronoloogilises järjekorras, seda saab teha hiljem, klõpsates nupule *Sorteri*. Menüüakna keskel oleva joonise abil saab kontrollida, kuidas näeb välja sisestatud skeem ventilaatorite juhtimiseks.

Valitud juhtimisprofiili saab salvestada hiljem kasutamiseks. Salvestamise ja juba salvestatud juhtimisskeemide avamise võimalused toimivad samamoodi nagu vabasoojuse skeemides (vaata üksikasjalikku infot selle kohta peatükist 3.2 *Valgustus*).

Kui kasutaja ei ole kindel, milliseid õhuvooluhulkasid BV2 arvutustes kasutab, saab seda kontrollida, vaadates peamenüüst *Näita tulemust-Diagrammitüüp-Kestvuskõverad – Temperatuur kliimasüsteem*. Kuvatud ülemisel diagrammil näidatakse, milline on õhuvool aasta jooksul, nii päeval kui öisel ajal.

CAV süsteemi juhtimist saab kokkuvõtlikult graafiliselt esitada kestvuskõveral, nagu on näidatud alltoodud joonisel 3.2:



**Joonis 3.2** Sissepuhke temperatuuri ja ruumis siseõhu temperatuuri muutus sõltuvalt välistemperatuurist.

Joonis näitab kuidas ruumi siseõhutemperatuur võib varieeruda püsiva jahutatud õhuvooluhulgaga.

Sissepuhkeõhu temperatuur püsib tasemel **1** nii kaua kuni sissepuhkeõhk suudab selle temperatuuriga üleliigset soojust eemaldada. Kui üleliigse soojuse eemaldamise vajadus tõuseb, langetakse sissepuhke temperatuur tasemele **2**, mis on lubatud madalaim sissepuhketemperatuur.. Langemine **1** → **2** muutub sujuvalt nii, et ruumi siseõhu temperatuur püsib umbes soovitud tasemel.

Kui sissepuhke õhku ei jahutata, siis tase **2** püsib nii kaua kuni välistemperatuur on madalam sellest tasemest. Välistemperatuuri tõustes üle taseme 2 tõuseb sissepuhke õhu temperatuur vastavalt välistemperatuurile. Ruumi siseõhu temperatuur tõuseb samaaegselt ja saab olema mõned kraadid kõrgemal kui välistemperatuur. Kui sissepuhkeõhku jahutatakse, püsib see tasemel **2**, kuid tõuseb pika peale jahutussüsteemi dimensioneeriva temperatuurini (kõrgeim lubatud ruumi siseõhu temperatuur).

### 4.3 VAV süsteem

**MÄRKUS:** Eramutes/elanutes üldjuhul seda ei kasutata

Kui valida VAV süsteem, märgistades *VAV süsteemi* valiku *KVJ-süsteemi* dialoogiaknas ja klõpsates seejärel nupule *Muuda parameetreid süsteemis*, avaneb järgmine menüü:

Kliimasüsteem tüüp VAV

BV2 arvatud vajalik õhuvooluhulk 2,84 l/s m<sup>2</sup>

## VAV SÜSTEEM

Max õhuvooluhulk  BV2 arvutab  l/s m<sup>2</sup> ?

Üine režiim ?

Hügieenventilatsioon päeval  l/s m<sup>2</sup> ?  Jahutustagastus ?

Hügieenventilatsioon öösel  l/s m<sup>2</sup> ?  Sagedusmuunduriga ventilaator ?

sissepuhkeõhu temperatuur ?  [°C] Kui välistemp on kõrgem kui  [°C] ?

sissepuhkeõhu temp ?  [°C] Kui välistemperatuur on madalam kui  [°C] ?

Ventilaatori erivõimsus SFP  [kW/(m<sup>3</sup>/s)] ?

Soojustagasti temperatuuri suhtarv  Varieeruv  [%] ?

Jahutusseade ? Aasta keskmine jahutustegur  [-] ?

Kaugjahutus

Täiendatud sisendandmed kadude arvutamiseks

### ***BV2 arvutab õhuvooluhulga***

Kui märkida, et BV2 peab arvutama õhu vooluhulga, kasutatakse teoreetilist õhuvooluhulka, mille BV2 arvutab lähtudes sissepuhkeõhu märgitud madalaimast temperatuurist ja hoone dimensioneerivast jahutusvõimsusevajadusest. Võimalus on ka käsitsi valida suurim võimalik õhuvooluhulk, *Max õhuvooluhulk*, märkides selle *BV2 arvutab* paremal olevasse lahtrisse.

**MÄRKUS: Soovitav on alati ise valida maksimaalne õhu vooluhulk.**

### ***Hügieenventilatsioon päeval***

Kui valitakse VAV süsteem reguleeritakse õhu vooluhulka minimaalse ja maksimaalse taseme vahel ruumi jahutusvajadusest lähtudes. Minimaalne õhu vooluhulk määratakse lähtudes ruumi õhukvaliteedi nõuetest (normatiivne õhuhulk). **Seda ventilatsioonisüsteemiga tagatavat väikseimat õhu vooluhulka nimetatakse siin hügieenventilatsiooniks.**

### ***Hügieenventilatsioon öösel***

Kui on märgitud öise hügieenventilatsiooni väärtus, arvestatakse antud vooluhulgaga ka juhul, kui *Öise töörežiimi* aken on märgistamata.

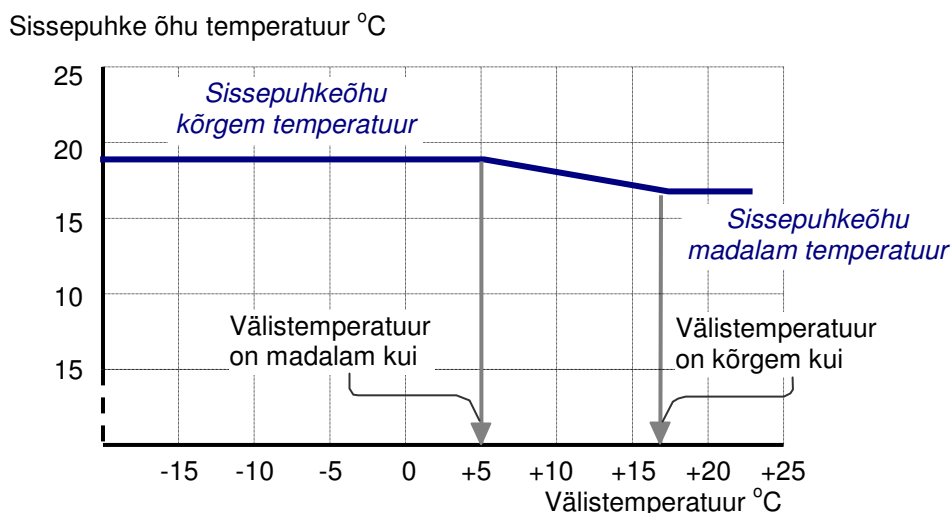
Millised vooluhulgad hoonesse tulevad, saab vaadata peamenüüst *Näita tulemust-Diagrammitüüp-Kestvuskõverad – Temperatuur kliimasüsteem*. Kuvatud ülemisel diagrammil näidatakse, milline on õhuvool aasta jooksul, nii päeval kui öisel ajal.



### Sisepuhkeõhu temperatuur

Sisepuhkeõhu temperatuuri võib märkida analoogselt CAV-süsteemile, mida on kirjeldatud eelmises peatükis.

Sisepuhkeõhu temperatuuri saab märkida kahe astmelisena: kõrgem sisepuhketemperatuur, kui välistemperatuur on allpool teatud temperatuuri ja madalam sisepuhketemperatuur, kui välistemperatuur on üle teatud temperatuuri. Kui välistemperatuur jääb nende temperatuuride vahel, paneb BV2 sisepuhketemperatuuri lineaarsesse sõltuvusse välistemperatuurist. Selle toimimist illustreerib alltoodud joonis.



**Joonis 3.3** Sisepuhkeõhu temperatuuri muutus sõltuvalt välistemperatuurist

### Ventilaatori erivõimsus SFP, kW/(m<sup>3</sup>/s)

Näitab, palju võimsust ventilatsioonisüsteem vajab 1 m<sup>3</sup>/s õhu vooluhulga transportimiseks.

**MÄRKUS:** Kui hoones on sundsisepuhke, -väljatõmbe ventilatsioon peaks ventilatsioonisüsteemi SFP olema madalam kui 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s),  
Kui hoones on ainult sundväljatõmme, siis madalam kui 1 kW/(m<sup>3</sup>/s).

### Soojustagasti temperatuuri suhtarv

Siin märgitakse soojustagasti temperatuuri suhtarv. Sarnaselt CAV süsteemile saab ka siin määrata soojustagasti temperatuuri suhtarv kas *konstantsena* või *varieeruvana*. *Varieeruva* soojustagasti temperatuuri suhtarvu valimisel tuleb ära märkida ka juhtparameetrid, mida selgitati lähemalt eelmises peatükis.

**MÄRKUS:** Valida vastavalt Energiatõhususe miinimumnõuete määruse §25, lõige 2.

### Jahutusseade

Sisendandmetes määratakse, kas jahutuspatarei saab külmakandja kompressoriga töötavast jahutusseadmest või kaugjahutusest. Kui külma toodetakse jahutusseadmega tuleb ära märkida selle *Aasta keskmine jahutustegur*. Aasta keskmine jahutustegur on kasutatava jahutusseadme aasta keskmine jahutustegur, s.t. tarnitud jahutushulk (kWh/aasta) jagatuna selleks kulutatud tööga (kWh elektrit/aasta).

**MÄRKUS:** Valida vastavalt Energiatõhususe miinimumnõuete määruse § 31.

### ***Kaugjahutus***

Kui märgitakse kaugjahutus tähendab see, et hoones jahutuse tootmiseks elektrit ei kulu (puudub kompressoriga töötav jahutusseade).

**MÄRKUS:** Eestis kaugjahutust veel ei ole.

### ***Öine režiim***

Kui valida öine režiim tähendab see seda, et VAV süsteem töötab ka öösiti ning seda juhitakse siis lähtuvalt hoone jahutusvajadusest. Öist õhuvooluhulka saab piirata, kui *Öist režiimi* mitte märgistada ja märkida ainult *Hügieenventilatsioon öösel* väärtus.

### ***Jahutustagastus***

Jahutustagastuse all mõeldakse seda, et sissepuhke- ja väljatõmbeõhu vahelist soojustagastit kasutatakse ka jahutusvajaduse korral. Seda juhul, kui väljatõmbeõhu temperatuur on madalam välistemperatuurist. See tähendab, et sissepuhkeõhku saab jahutada enne selle jahutuspatareisse jõudmist ja seega vähendada jahutusseadme kasutamise vajadus.

### ***Sagedusmuunduriga ventilaator***

Märgistades antud ruudu määratakse, et ventilaatori pöördeid juhitakse sagedusmuunduri abil. Muul juhul eeldatakse ventilaatori tiiviku reguleerimist (*inlet vanes control*).

## **4.4 Veekandjal jahutusega süsteem**

**MÄRKUS:** Eestis tavaliselt elamutes/eramutes ei kasutata.  
**Jahutusenergia arvutuse vajadus määratakse Energiatõhususe miinimumnõuete määruse §4 kohaselt.**

Kolmanda võimaliku süsteemivaliku nimetus on *Veekandjal jahutusega süsteem*. Seda süsteemi valides saab uurida süsteemi, kus on kombineeritud vesi- ja õhkjahutus või vaid veekandjal jahutusega süsteem. Peale kirjeldatud valiku tegemist *KVJ-süsteemi* dialoogiaknas ilmub ekraanile alljärgnev menüü:

**Veekandjal jahutusega süsteem**

Üine režiim

Hügieenventilatsioon päeval  l/s m<sup>2</sup>   Jahutustagastus

Hügieenventilatsioon öösel  l/s m<sup>2</sup>

sissepuhkeõhu temperatuur  [°C] Kui välistemp on kõrgem kui  [°C]

sissepuhkeõhu temp  [°C] Kui välistemperatuur on madalam kui  [°C]

Ventilaatori erivõimsus SFP  [kW/(m<sup>3</sup>/s)]

Soojustagasti temperatuuri suhtarv  Varieeruv  [%]

Jahutusseade  Aasta keskmine jahutustegur  [-]

Kaugjahutus

Vabajahutus

Täiendatud sisendandmed kadude arvutamiseks

Kui valitakse veekandjal jahutusega süsteem, on võimalik samamoodi, nagu VAV ja CAV süsteemis, juhtida sissepuhkeõhu temperatuuri ja kasutada soojustagastust.

### ***Hügieenventilatsioon päeval***

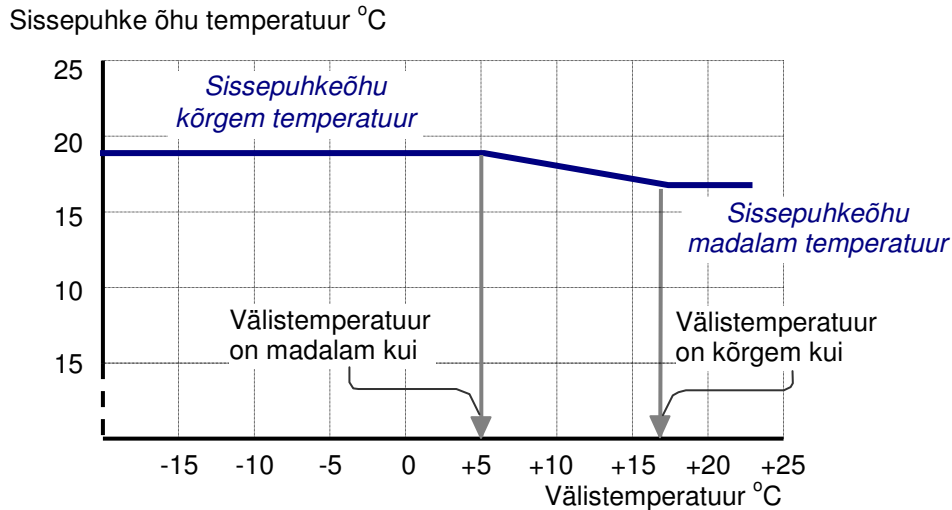
Siin märgitakse ära õhuvooluhulk, millega hoonet ventileeritakse päeval. Enamasti on selleks õhuhulgaks minimaalne õhuvooluhulk õhukvaliteedi tagamiseks (hügieenventilatsioon). Päevast konstantset õhuvooluhulka võib määrata ka jahutusvajadusest lähtudes, kui uuritakse kombineeritud vesi-ja õhkjahutussüsteemi. .

### ***Hügieenventilatsioon öösel***

Õhuvooluhulk, millega hoonet ventileeritakse öösel. Enamasti on selleks õhuhulgaks minimaalne õhuvooluhulk õhukvaliteedi tagamiseks (hügieenventilatsioon). Kui on märgitud öise hügieenventilatsiooni väärtus, arvestatakse antud vooluhulgaga ka juhul, kui *Öise töörežiimi* aken on märgistamata.

### ***Sissepuhkeõhu temperatuur***

Sissepuhkeõhu temperatuuri võib märkida samuti nagu on kirjeldatud peatükis, mis käsitleb CAV-süsteemi. *Sissepuhkeõhu temperatuuri* saab märkida kahe astmelisena: kõrgem sissepuhketemperatuur, kui välistemperatuur on allpool teatud temperatuuri ja madalam sissepuhketemperatuur, kui välistemperatuur on üle teatud temperatuuri. Kui välistemperatuur jääb nende temperatuuride vahel, paneb BV2 sissepuhketemperatuuri lineaarsesse sõltuvusse välistemperatuurist. Selle toimimist illustreerib alltoodud joonis.



**Joonis 3.4** Sissepuhketemperatuuri variatsioon sõltuvalt välitemperatuurist.

#### **Ventilaatori erivõimsus SFP, kW/(m<sup>3</sup>/s)**

Näitab, palju võimsust ventilatsioonisüsteem vajab 1 m<sup>3</sup>/s õhu vooluhulga transportimiseks.

**MÄRKUS:** Kui hoones on sundsissepuhke, -väljatõmbe ventilatsioon peaks ventilatsioonisüsteemi SFP olema madalam kui 2,5 kW/(m<sup>3</sup>/s),

#### **Soojustagasti temperatuuri suhtarv**

Siin märgitakse soojustagasti temperatuuri suhtarv. Soojustagasti temperatuuri suhtarvu saab märkida kas *konstantsena* või *varieeruvana*. *Varieeruva* soojustagasti temperatuuri suhtarvu valimisel tuleb ära märkida ka juhtparameetrid, mida selgitati lähemalt peatükis 3.2.

**MÄRKUS:** Valida vastavalt Energiatõhususe miinimumnõuete määruse §25, lõige 2.

#### **Jahutusseade**

Hoonesse toodava õhuvooluhulgaga on võimalik rahuldada osa hoone jahutusvajadusest, sõltuvalt sissepuhkeõhu temperatuurist. Ülejäänud jahutusvajaduse rahuldab veekandjal jahutusega süsteem. Jahutuspatari saab külmakandja kompressoriga töötavast jahutusseadmest või kaugjahutusest. Jahutusseadme suuruse valib BV2 nii, et oleks rahuldatud hoone jahutusvajadus, hoidmaks sisetemperatuuri ettenähtud piirides. Seadme suurus sõltub sellest, kuidas hoone jahutus jaguneb õhk- ja vesijahutuse vahel.

#### **Aasta keskmine jahutustegur**

Kui külma toodetakse jahutusseadmega tuleb ära märkida selle *Aasta keskmine jahutustegur*. Aasta keskmine jahutustegur on kasutatava jahutusseadme aasta keskmine jahutustegur, s.t. tarnitud jahutushulk (kWh/aasta) jagatuna selleks kulutatud tööga (kWh elektrit/aasta).

**MÄRKUS:** Valida vastavalt Energiatõhususe miinimumnõuete määruse § 31.

#### **Kaugjahutus**

Kui märgitakse kaugjahutus tähendab see, et hoones jahutuse tootmiseks elektrit ei kulu (puudub kompressoriga töötav jahutusseade).

**MÄRKUS:** Eestis kaugjahutust veel ei ole.

### ***Öine režiim***

Kui valida öine režiim tähendab see seda, et VAV süsteem töötab ka öösiti ning seda juhitakse siis lähtuvalt hoone jahutusvajadusest. Öist õhuvooluhulka saab piirata, kui *Öist režiimi* mitte märgistada ja märkida ainult *Hügieenventilatsioon öösel* väärtus.

### ***Jahutustagastus***

Jahutustagastuse all mõeldakse seda, et sissepuhke- ja väljatõmbeõhu vahelist soojustagastit kasutatakse ka jahutusvajaduse korral. Seda juhul, kui väljatõmbeõhu temperatuur on madalam välistemperatuurist. See tähendab, et sissepuhkeõhku saab jahutada enne selle jahutuspatareisse jõudmist ja seega vähendada jahutusseadme kasutamise vajadus.

### ***Vabajahutus***

*Veekandjal jahutusega süsteemis* on võimalik külmakandjat jahutada välisõhuga enne selle jahutusseadmesse jõudmist selleks, et vähendada kompressorjahutusvajadust. Kui valitakse *Vabajahutus*, tuleb märkida välistemperatuur milleni külmakandjat jahutatakse välisõhuga, kuna BV2 eeldab, et külmakandja jahutamine toimub kas jahutusseadmega või välisõhuga.

## **4.5 Sundväljatõmbesüsteem**

Neljandaks KVV süsteemiks, mida on võimalik valida, on sundväljatõmbesüsteem. Siin uuritakse mehaanilist väljatõmbesüsteemi, kus sissepuhkeõhk on töötlemata ja siseneb hoonesse läbi välispiiretes olevate avade.


Valides sundväljatõmbesüsteemi *KVV süsteemi* valikute dialoogiaknast, märgistades *Sundväljatõmbeõhusüsteem* ja klõpsates seejärel *Muuda parameetreid süsteemis*, kuvatakse järgmine menüü:

Väljatõmbesüsteem

## Sundväljatõmbesüsteem

Hügieenventilatsioon päeval  l/s m<sup>2</sup> ?

Hügieenventilatsioon öösel  l/s m<sup>2</sup> ?

Ruumi siseneva välisõhu temperatuur on 

Ventilaatori erivõimsus SFP  [kW/(m<sup>3</sup>/s)]

Väljatõmbeõhusüsteemi SFP-väärtus on sageli poole väiksem võrreldes sissepuhke- ja väljatõmbeõhusüsteemiga.

Täiendatud sisendandmed kadude arvutamiseks

OK Tühista

Aknaavamiste sisendandmed näitavad järgmist.  
Kui temperatuur on kõrgem kui 28°C siis õhutatakse 70% päevaajast ja 70% ööajast  
Kui temperatuur on madalam kui 23°C siis õhutatakse 0% päevaajast ja 0% ööajast

### *Hügieenventilatsioon päeval*

Õhuvooluhulk, millega hoonet ventileeritakse päeval. Sundväljatõmbesüsteemi korral on selleks õhuhulgaks minimaalne õhuvooluhulk õhukvaliteedi tagamiseks (hügieenventilatsioon).

### *Hügieenventilatsioon öösel*

Õhuvooluhulk, millega hoonet ventileeritakse öösel. Sundväljatõmbesüsteemi korral on selleks õhuhulgaks minimaalne õhuvooluhulk õhukvaliteedi tagamiseks (hügieenventilatsioon).

**MÄRKUS:** Elamute õhuvooluhulgad määratakse vastavalt Energiatõhususe miinimunõuete määruse §10 lõige 4 kohaselt..

### *Ventilaatori erivõimsus SFP, kW/(m<sup>3</sup>/s)*

Näitab, palju võimsust ventilatsioonisüsteem vajab 1 m<sup>3</sup>/s õhu vooluhulga transportimiseks.

**MÄRKUS:** Kui hoones on ainult sundväljatõmme, peaks SFP olema väiksem kui 1 kW/(m<sup>3</sup>/s).

Valides sundväljatõmbeõhusüsteemi, saab valida ka akende kaudu õhutamise. See valik tehakse KVJ süsteemi "peamenüüs" märgistades *Sundväljatõmbeõhusüsteem* ja valides seejärel *Aknaõhutus aktiivne*:

**KVJ süsteem**

**Süsteemi tüüp**

CAV Süsteem  
 VAV Süsteem  
 Veekandjal jahutusega süsteem + CAV  
 **sundväljatõmbesüsteem**  
 Loomulik ventilatsioon

**Sisetemperatuurid**

Madalaim lubatud sisetemp  [°C]

Nõuded kõrgeimale lubatud temperatuurile

Klõpsates *Aknaõhutus aktiivne* kuvatakse järgmine menüü:

**Avatusmäär erinevate välistemperatuuride juures**

Määra akende avatuse aste 0 kuni 1. 1 vastab sellisele olukorrale, kui sisetemperatuuriks saadakse välistemperatuur. 0,5 puhul saadakse selline temperatuur, mis on täpselt selle temperatuuri, mis oleks suletud akende korral, ja välistemperatuuri vahepeal. 0 vastab suletud akendele

Avatusmäär

[°C]  [°C]

Madal temperatuur

Päevane aeg

Öine aeg

Õhutamiseks ei tohi temperatuur langeda kliimasüsteemi jaoks määratud madalaimast temperatuurist allapoole.  
 nagu ülal, siiski mitte vähem kui 23°C

Akende kaudu õhutamiseks antakse võimalus alandada siseõhutemperatuuri. Selleks märgitakse arv akende kaudu õhutamise kohta, mida nimetatakse avatusmääraks. Pea meeles, et õhutamine ei mõjuta energia- ja võimsusarvutust! Avatusmäära võib seadistada nii päeva ja kui ka öö jaoks.

Avatusmäär 0 vastab suletud aknale ning avatusmäär 1 vastab olukorrale, kus aken on täielikult avatud ning ruumi temperatuur on sama mis välisõhutemperatuur. Kui avatusmäär on 0.5, saadakse sisetemperatuur, mis on täiesti avatud aknaga ja suletud aknaga saadava temperatuuri keskmine.

Akende avamist saab määratleda vastavalt siseõhutemperatuurile. Siseõhutemperatuuri vahemikku, mille ajal akende avatusmäär muutub, saab valida suvaliselt või määratledes ära vaid ülemise temperatuuri piiri. Kui siseõhutemperatuurivahemik valitakse suvaliselt, saab õhutamisega saavutatavat madalaimat sisetemperatuuri seadistada ükskõik millisele temperatuurile. Tingimuseks on, et see ei tohi olla madalam kui ülejäänud süsteemis kehtiv madalaim lubatud sisetemperatuur. Teisel juhul saab kasutaja valida vaid ülemise siseõhutemperatuuripiiri. Alumiseks temperatuuripiiriks on sellisel juhul ülejäänud süsteemi alumine temperatuuripiir. Kui tingimused on sellised, et välistemperatuur suudab alandada siseõhutemperatuuri madalamale kui valitud madalaim siseõhutemperatuur, "sulgeb" BV2 aknad automaatselt (avamisastmeks seadistatakse arvutustes 0).

## 4.5 Loomulik ventilatsioon

**MÄRKUS: Energiatõhususe miinimumnõuete tõendamisel ei tohi loomulikku ventilatsiooni kasutada.**

Viiendaks kliimasüsteemiks, mida on võimalik valida, on *Loomulik ventilatsioon*. Siin uuritakse ventilatsiooni, kus õhuvooluhulka juhib vaid temperatuuride erinevus hoones sees ja väljas ning see varieerub aasta jooksul. Sisepuhkeõhk on töötlemata ja siseneb hoonesse läbi välispiiretes olevate avade.

Märgistades KJV süsteemi valiku "peamenüüst" *Loomulik ventilatsioon* ja klõpsates seejärel *Muuda parameetreid süsteemis*, kuvatakse järgmine menüü:



Loomulik ventilatsioon

## LOOMULIKU VENTILATSIOON

Õhuvahetus hoones

Õhuvahetus hoones, mitte arvestades termilist jõudu. [vahetus/tund]  ?  
 (= 0,15 l/s.m<sup>2</sup>)

Õhuvahetus hoones, arvestades termilist jõudu. [vahetus/tund]   
 (= 0,15 l/s.m<sup>2</sup>)

Tugiventilatsioon (kohtventilatsioon nt WC-st, vannitoast, köögist)

See valik tähendab, et hoones tugiventilatsiooni ei ole.

Aknaavamiste sisendandmed näitavad järgmist.  
 Kui temperatuur on kõrgem kui 22°C siis õhutatakse 70% päevaajast ja 70% ööajast  
 Kui temperatuur on madalam kui 0°C siis õhutatakse 0% päevaajast ja 0% ööajast

Õhuvahetus hoones on määratud peamiselt õhuinfiltratsiooniga. Õhuinfiltratsiooni kirjeldati lähemalt peatükis 3.1.

### ***Tugiventilatsioon***

Loomuliku ventilatsiooni korral võib esineda ka *tugiventilatsioon*, näiteks kohtventilatsioon WC-st ja vannitoast ning pliidi kohalt köögis. Neid süsteeme käivitatakse enamasti käsitsi, vastavalt vajadusele. Kuna nende süsteemide ajalised tööd on raske määratleda, märgitakse need programmis kogu väljatõmbe õhuvooluhulgaga päevasel ja öisel ajal. Õhuvooluhulkasid saab määratleda märgistades akna *Tugiventilatsioon*, kust avaneb järgmine aken:

**Loomulik ventilatsioon**

## LOOMULIKU VENTILATSIOON

**Õhuvahetus hoones**

Õhuvahetus hoones, mitte arvestades termilist jõudu. [vahetus/tund]  ?  
 (= 0,15 l/s.m<sup>2</sup>)

Õhuvahetus hoones, arvestades termilist jõudu. [vahetus/tund]   
 (= 0,15 l/s.m<sup>2</sup>)

Tugiventilatsioon (kohtventilatsioon nt WC-st, vannitoast, köögist)

**Tugiventilatsioon**

Hügieenventilatsioon päeval  l/s m<sup>2</sup> ?

Hügieenventilatsioon öösel  l/s m<sup>2</sup> ?

Ventilaatori erivõimsus SFP  [kW/(m<sup>2</sup>/s)] ?

Aknaavamiste sisendandmed näitavad järgmist.  
 Kui temperatuur on kõrgem kui 22°C siis õhutatakse 70% päevaajast ja 70% ööajast  
 Kui temperatuur on madalam kui 0°C siis õhutatakse 0% päevaajast ja 0% ööajast

Siia märgitakse summaarsed väljatõmbeõhu vooluhulgad vastavalt päeval ja öisel ajal. Märkida tuleb ka ventilaatorite keskmine erivõimsus, SFP.

Loomuliku tõmbe süsteemi valides saab valida ka akende kaudu õhutamise. See valik tehakse KVJ süsteemi "peamenüüs", klikades *Aknaõhutus aktiivne*. Akna kaudu õhutamise seadistusi selgitati lähemalt eelmises peatükis.

## 5. Soe tarbevesi

BV2 võimaldab arvutada sooja tarbevee vajadusi erinevate meetoditega. Järgnevalt on kirjeldatud üldiselt sooja tarbevee võimsus- ja energiavajaduse hindamist programmiga BV2. Seejärel kirjeldatakse lähemalt energiatõhususe miinimumnõuete tõendamiseks vajalikku arvutust.

### 5.1 Üldine sooja tarbevee võimsus- ja energiavajaduse hindamine programmiga BV2

Programmi peamenüüst *Lähteandmed* alt valides *Soe tarbevesi* avaneb alljärgnev dialoogiaken:

**Teenindus ja kodutarbija soe vesi**

**Hoone tüüp**

Elamu  
 Kontor  
 Muud

Programmi poolt loodavad andmed põhinevad olemasolevate hoonete mõõtmiste kohandamisel. Enamus neist on elamud, seepärast võib kontorite ja teiste hoonete dimensioneerimise tulemus olla mitte päris usaldatav.

Detailsed sisendandmed

**Võimsusvajadus**

Hoonepind	600	m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Auto
Kortrite arv	8	tk	<input checked="" type="checkbox"/> Auto
Normvool/korter	0,200	l/s	<input checked="" type="checkbox"/> Auto
Normvool	1,6	l/s	<input checked="" type="checkbox"/> Auto
Tõenäoline vooluhulk	0,349	l/s	<input checked="" type="checkbox"/> Auto
Dimensioneeriv võimsus	109,41	W/m <sup>2</sup>	<input checked="" type="checkbox"/> Auto ?

**Energia**

Aastane kasutamine 30,00 kWh/m<sup>2</sup>,aast  Auto

Arvuta

Arvutatud/hinnatud väärtus	Normaalne intervall
Mitme korteriga maja 30,00W/m <sup>2</sup>	20 -40

? ?

Ühtlaselt jaotatud ööpäeva peale (Päev=10 tundi Õö=14 tundi)

Tulemus pinna kohta  
 Tulemus kogu hoone kohta

Sooja kraanivee jaotus [%] Päev 41,67 Õö 58,33 ?

Energiakasutus 20,84 29,17 kWh/m<sup>2</sup>,aasta

öö | päev | öö

Elumaja valitud

OK Iühista

### Hoone tüüp

Siin kuvatakse hoone tüüp, millele arvutust teostatakse. Programmi arvutustes kasutatavad vaikeväärtused põhinevad mõõtmistulemustel olemasolevates hoonetes. Enamus mõõdetud hoonetest on elamud, mistõttu kontorihoonete ja teiste hoonete sooja tarbevee süsteemi dimensioneerimine võib olla ebatäpne.

### Detailsed sisendandmed

Klõpsates *Detailsed sisendandmed* ilmub alljärgnev menüü:

Vali parameetritevalik vastavalt  
Kaugkütteühistu

Temperatuur külma vesi 10 °C  
Temperatuur soe tarbevesi 55 °C  
Pind korteri kohta 80 m²/korter  
qm (samaajastatud vooluhulk korteri kohta) 0.15 l/s  
Qm (summeeritud maxvool korteri kohta) 0.2 l/s  
faktor (Qm\*n ületamise tõenäosus) 0.015  
faktor (qm ületamise tõenäosus) 0.1  
vee tihedus ja erisoojus 4.18 kJ/m³°C

$$\dot{V} = qm + \Theta \cdot (Qm \cdot n - qm) + A \cdot \sqrt{\Theta \cdot qm} \cdot \sqrt{Qm \cdot n - qm}$$

Ok

Antud dialoogiaknas tuleb sisendandmetena ära märkida külma- ja soojavee temperatuurid, s.t. millise temperatuurini on vaja vett soendada. Lisaks tuleb märkida vee tihedus ja erisoojuse korrutis ning pind ruutmeetrites korteri/kraani koha kohta. Pane tähele, et tiheduse ja erisoojuse korrutis märkida ühikuga kJ/(liiter·°C). Programm arvutab sisendandmetest ja suunisväärtustest (kollasega tähistatud väljad) lähtudes *Tõenäolise vooluhulga* sooja tarbevee süsteemile, vastavalt dialoogiaknas esitatud valemile. Suunisväärtused põhinevad erinevates eeskirjades ja kirjanduses toodud väärtustele, mida saab valida *Vali parameetritevalik vastavalt* alt. Kuna erinevates eeskirjades ja kirjanduses toodud andmed on enamasti elamutele, ei saa antud valikut teha teistele hoone tüüpidele. Kasutajal, kel on suur kogemus sooja tarbevee soojendamiseks kuluva kütte küsimustes, on võimalik korrigeerida sisalduvaid parameetreid võimsusvajaduse arvutamiseks kasutatavas põhivõrrandis, valides *Vali parameetritevalik vastavalt* alt *Enda väärtused*.

Arvutatud *Tõenäoline vooluhulk* kuvatakse sooja tarbevee peadialoogiaknas *Võimsusvajaduse* all.

### Võimsusvajadus

Sooja tarbevee peadialoogiaknas *Võimsusvajaduse* all esitatud andmetega arvutatakse välja sooja tarbevee süsteemi dimensioneeriv võimsus. *Dimensioneeriv võimsus* arvutatakse täiesti sõltumatult *aastasest energiatarbimisest*. Arvutuse lähteandmed (hoone pind, korterite arv, nominaal vooluhulk

korteri kohta) kuvatakse automaatselt lähtudes *Detailsetes sisendandmetes* ja *Välispiiretes* sisestatud andmetest. Arvutuste lähteandmeid saab ka ise vabalt valida, lülitades välja *Auto* andmete valiku.

### **Energia**

*Aastane energiatarbimine* arvutatakse automaatselt BV2 poolt, aktiveerides lahtri *Auto*, või märgitakse ise väärtus, mis põhineb kogemustele või juhenduses toodud intervallidest. Valides BV2 arvutuse, tuleb klikata nupule *Arvuta*, misjärel ilmub alljärgnev menüü:

Kortrite arv	<input type="text" value="8"/>	m²/kort
m²/aasta arv ja korter	<input type="text" value="100"/>	m²/aasta, korter
Veetarbimine	<input type="text" value="800,0"/>	m³/aast
Sooja vee tarbimine veetarbimisest protsentides	<input type="text" value="45,0"/>	%
Sooja vee tarbimine aastas	<input type="text" value="360,0"/>	m³/aast
Energiatarbimine soojale veele	<input type="text" value="18,8"/>	MWh/aasta
Energiatarbimine soojale veele m² kohta	<input type="text" value="31,3"/>	kWh/m², aasta

Arvutuse sisendandmeteks on aastane veetarbimine m<sup>3</sup>-tes korteri kohta ning sooja vee tarbimise osakaal veetarbimisest protsentides. Sellest lähtudes arvutatakse välja *Sooja vee tarbimine aastas* ning *Energia tarbimine soojale veele*. Aastase sooja vee tarbimise võib märkida ka otse antud lahtrisse.

Sõltumata sellest, kas programm BV2 dimensioneerib soojavee võimsusvajaduse ja aastase energiatarbimise või kasutatakse enda väärtusi, saab neid väärtusi rakendada vastavalt kogu hoone või pinna kohta. Selleks tuleb soojavee peadialoogiaknas teha valik, klikates vastavalt *Tulemus pinna kohta* või *Tulemus kogu hoone kohta*.

*Sooja tarbevee jaotuse [%]* saab valida kas suvalise protsentuaalse jaotusena ööpäeva peale või *Ühtlaselt jaotatud ööpäeva peale*. Viimasel juhul loetakse päevaks 41,67 % ööpäevast, kuna päevaks loetakse 10 tundi (08.00-18.00) ööpäeva 24 tunnist. Tarbimist jagatakse päevaseks ja öiseks tarbimiseks majandusliku kalkulatsiooni jaoks, juhul kui kasutatakse kahte erinevat elektritariifi.

## **5.2 Tegutsemine elamute energiatarbimise miinimumnõuete tõendamisel**

Lähtudes Energiatarbimise miinimumnõuetele tuleks sooja tarbevee energia tarbimine välja arvutada järgmisi astmeid järgides (vajalikud väljad on joonistel tähistatud punase alljoonega):

1) Avada dialoogiaken *Detailed sisendandmed* ja määrata külma- ja soojavee temperatuurid. Märkida tuleb külm vesi 5 °C ja soe tarbevesi 55 °C. Ülejäänud andmed jätta muutmata ja vajutada *OK*.

Teenindus ja kodutarbija soe vesi

Vali parameetriveralik vastavalt

Kaugkütteühistu

Temperatuur külm vesi 5 °C

Temperatuur soe tarbevesi 55 °C

Pind korteri kohta 80 m²/korter

qm (samaajastatud vooluhulk korteri kohta) 0.15 l/s

Qm (summeeritud maxvool korteri kohta) 0.2 l/s

faktor (Qm\*n ületamise tõenäosus) 0.015

faktor (qm ületamise tõenäosus) 0.1

vee tihedus ja erisoojus 4.18 kJ/m³°C

$$\dot{V} = qm + \Theta \cdot (Qm \cdot n - qm) + A \cdot \sqrt{\Theta \cdot qm} \cdot \sqrt{Qm \cdot n - qm}$$

Ok

Seejärel klikkida sooja tarbevee peamenüüs *Energia* kastikeses asuva nupu *Arvuta* peale. Täida lahter *Sooja vee tarbimine aastas* vastavalt konkreetse hoone aastase sooja tarbevee kuluga m<sup>3</sup>-tes. Sooja tarbevee aastase kulu m<sup>3</sup>-tes saab arvutada vastavalt nõuetele ja andmetele, mis on toodud *Energiatõhususe miinimumnõuete määruse §12, § 17 lõige 5 ja lisa 8 kohaselt*. Seejärel klikkida *OK*.

Teenindus ja kodutarbija soe vesi

Korteri arv 8 m²/korte

m²/aasta arv ja korter 100 m²/aasta, korter

Veetarbimine 800,0 m³/aast.

Sooja vee tarbimine veetarbimisest protsentides 45,0 %

Sooja vee tarbimine aastas 120 m³/aast.

Energiatarbimine soojale veele 7,0 MWh/aasta

Energiatarbimine soojale veele m² kohta 11,6 kWh/m², aasta

OK Iühista

## 6. Hoone soojusvõimsusvajaduse analüüsimine

**MÄRKUS:** Mitte kasutada seoses energiatõhususe miinimumnõuete tõendamisel elamutele/eramutele.

Valides programmi peamenüüs *Lähteandmed* ja *Soojusvõimsuse dimensioneerimine* on antud valikuga võimalik uurida antud hoone soojusvõimsusvajaduse dimensioneerimist. Valikut tehes avaneb alljärgnev menüü:

Soojusvõimsuse dimensioneerimine
✕

**Sisetemperatuur**

 vastavalt BV<sup>2</sup>  [°C]

**UA väärtus**

 vastavalt BV<sup>2</sup>  [kW/°C]

Hoone kütmine	Päev	Õö	
<input type="radio"/> Enda valitud dimensioneeriv välistemperatuur			?
<input type="radio"/> Märgi hoone madalaim 1 tunni temperatuur			?
<input checked="" type="radio"/> vastavalt BV <sup>2</sup> Temp UA-arvutuse jaoks on	-13,5	-13,5	[°C] ?
<b>Välistemperatuurist sõltuv võimsus (ülekanne + leke)</b>	<b>21,53</b>	<b>21,53</b>	[W/m <sup>2</sup> ]
<b>Soojendamise välistemperatuurist sõltuv võimsus (ülekanne)</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Juurdeantav soojusvõimsus alusplaadilt	-0,26	-0,26	[W/m <sup>2</sup> ] ?
<b>Ventilatsioonisüsteemi teostusest sõltuv soojendusvõimsus</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Ventilatsiooni poolt juurdeantav soojusvõimsus	-24,92	-25,22	[W/m <sup>2</sup> ]
<b>Hoone soojenemine sisemiste tegevuste ja akendest tuleva päikese tõttu.</b>			
<input checked="" type="checkbox"/> Juurdeantav soojusvõimsus päikeselt	5,29	1,19	[W/m <sup>2</sup> ]
<input checked="" type="checkbox"/> Juurdeantav soojusvõimsus sisesoojeritusest	4,92	6,26	[W/m <sup>2</sup> ]
Juurdeantav soojusvõimsus, mis tuleb arvutustesse lisada	<b>-14,96</b>	<b>-18,03</b>	[W/m <sup>2</sup> ] ?
<input type="checkbox"/> Enda valitud juurdeantav soojusvõimsus, mis tuleb arvutustesse lisada			
<b>Summa - soojendamise dimensioneeriv võimsus (ülekanne + leke)</b>	<b>36,49</b>	<b>39,56</b>	[W/m <sup>2</sup> ] ?

Ventilatsiooniõhu soojendamine küttekalorifeeriga	Päev	Õö	
<input checked="" type="radio"/> Dimensioneeriv välistemperatuur vastavalt BV <sup>2</sup> (Summutamata)	-20	-20,5	[°C] ?
<input type="radio"/> Enda valitud dimensioneeriv välistemperatuur			?
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatuuritõus soojustagastusest	0,00	0,00	[°C]
<input checked="" type="checkbox"/> Temperatuuritõus hõõrdesoojuse tõttu	0,00	0,00	[°C]
Temperatuur enne küttekalorifeeri	-20,00	-20,50	[°C]
Õhuvooluhulk	0,50	0,50	[l/s.m <sup>2</sup> ]
Dimensioneeritud võimsus ventilatsiooniõhu soojendamiseks (taaskasutatud võimsus sulgudes)	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	[W/m <sup>2</sup> ] ?

Soojendamine kokku	Päev	Õö	
Dimensioneeritud võimsus (Hoone + Ventilatsioon)	<b>36,49</b>	<b>39,56</b>	[W/m <sup>2</sup> ] ?

Märgi erinevad väärtused päeva ja õö jaoks

Ok (lukusta väärtused)

?

Lase BV<sup>2</sup>-l määrata võimsused

?

Iühista

Terve hoone kohta esitatud andmed

See võimalus on antud seepärast, et kasutaja saaks kiiresti ja hõlpsalt uurida, kuidas mõjutab tähtsate parameetrite muutmine võimsusvajadust (siin on näiteks võimalus muuta dimensioneerivaid välistemperatuure, kui on programmi poolt ette antud) . Lisaks saab kasutaja soojusvõimsuse dimensioneerimisel lisada või ära võtta parameetreid, mis võivad aastase energiaarvestuse juures olla teistsugused.



## 7. Soojatootmine

*Soojatootmine* on programmi peamenüüs *Lähteandmed* all viimane valik. Siin saab ära märkida soojavarustussüsteemi tüübi(d) ja selle eeldused. BV2 esialgsete vaikeväärtustega hoones on piiramatu soojusvõimsusega kaugküte. Saab märkida ka piiratud soojusvõimsuse olemasolu, misjärel võib vaja minna prioriteetide määramist. Vali, millises eelistusjärjekorras on soe tarbevesi, ventilatsioon ja radiaatorid juhul, kui soojusvõimsus on piiratud. Saab valida ka mitut tüüpi soojatootmist, näiteks maasoojuspump ja elektriboiler. Ära tuleb märkida nende eelistusjärjekord.

Vastavate soojavarustussüsteemi tüüpide kohta saab teha järgmisi seadistusi:

### ***Kütus***

Siin märgitakse ära valitud soojavarustussüsteemile vajaliku kütuse kütteväärtus.

**MÄRKUS:** Kütteväärtused võtta Energiatõhususe miinimumnõuete määruse lisast nr 1.

## Energiahind

Siin märgitakse ära valitud soojavarustussüsteemile vajaliku kütuseenergiahind.

## Soojuspumpade süsteemitemperatuurid

Kui soojusallikaks on valitud soojuspump, tuleb *Süsteemitemperatuuride* all ära märkida sooja- ja külmakandja temperatuurid ning sooja tarbevee, radiaatorite ja ventilatsiooni soojakandja pealevoolutemperatuurid. Seda on näidatud alljärgneval menüüpildil.

Seadmete arv: 1  
max 25 seadet  
Lisa

Vaid üks süsteem soojavarustuseks

Soojaseadme tüüp: **Õhksoojuspump**  
Komponentide standardväärtuse saamiseks vajuta sobivat tüüpi kütteseadmele

Seadme nimi: **Õhksoojuspump**

Võimsus: Kütus  
Kasutegur: Energiyahind  
Prioriteet: **Süsteemitemperatuurid**

Menü: **Välistemperatuurist sõltuv välisõhsoojuspumba jaoks**

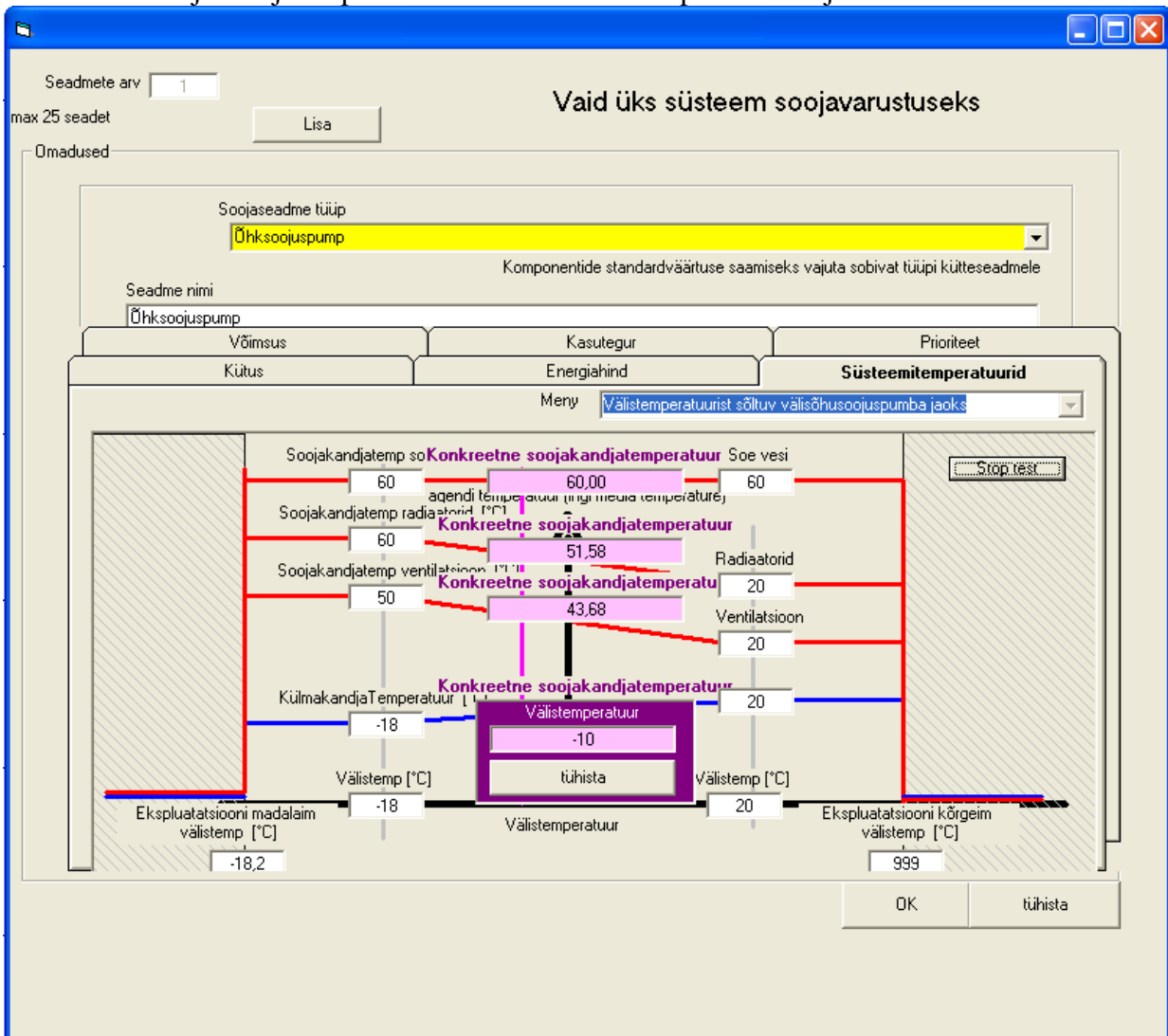
Diagramm:

- Soojakandjatemp soe vesi [°C]: 60
- Soe vesi: 60
- Soojakandjatemp radiaatorid [°C]: 60
- Soojakandjatemp ventilatsioon [°C]: 50
- Radiaatorid: 20
- Ventilatsioon: 20
- KülmakandjaTemperatuur [°C]: -18
- Vältistem [°C]: 20
- Vältistem [°C]: -18
- Eksploatsiooni madalaim vältistem [°C]: -18,2
- Eksploatsiooni kõrgeim vältistem [°C]: 999

Test

OK tühista

Valides *Süsteemitemperatuuride* dialoogiaknas *Test*, kuvatakse järgmine menüü, kus näidatakse konkreetset soojakandjatemperatuuri erinevate välistemperatuuride juures.

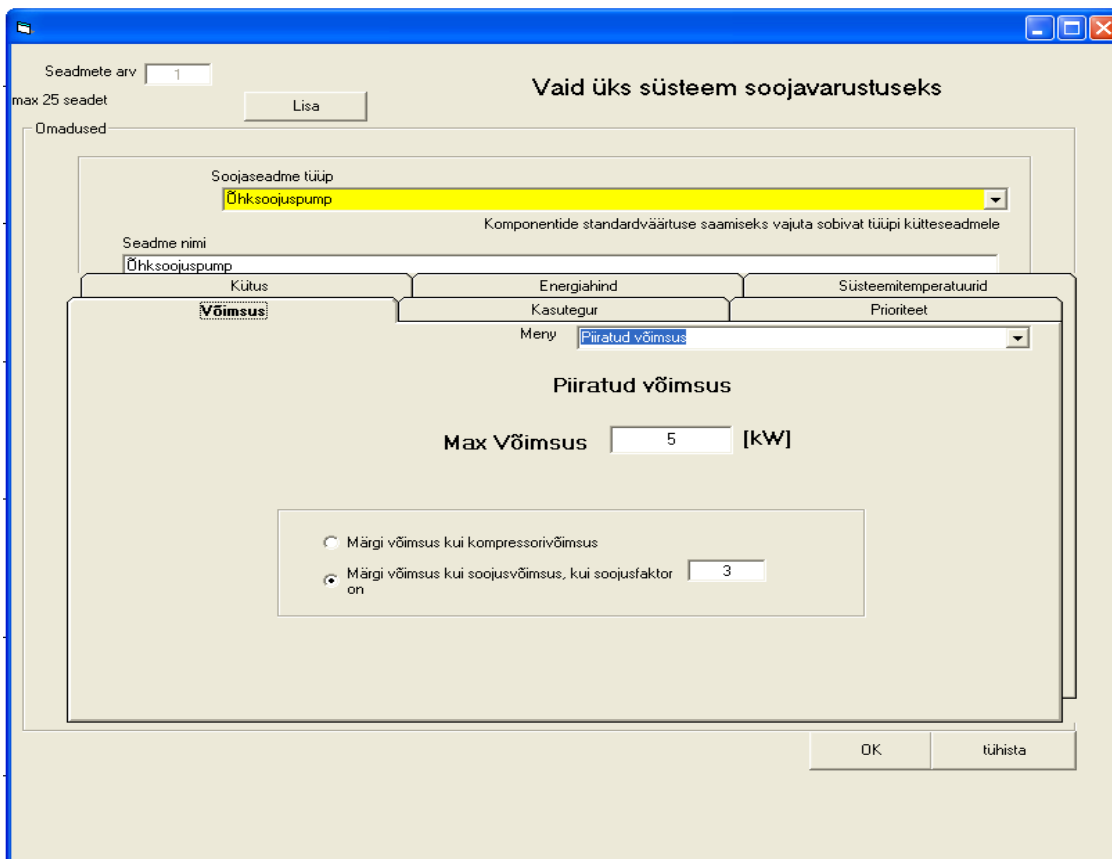


### **Võimsus**

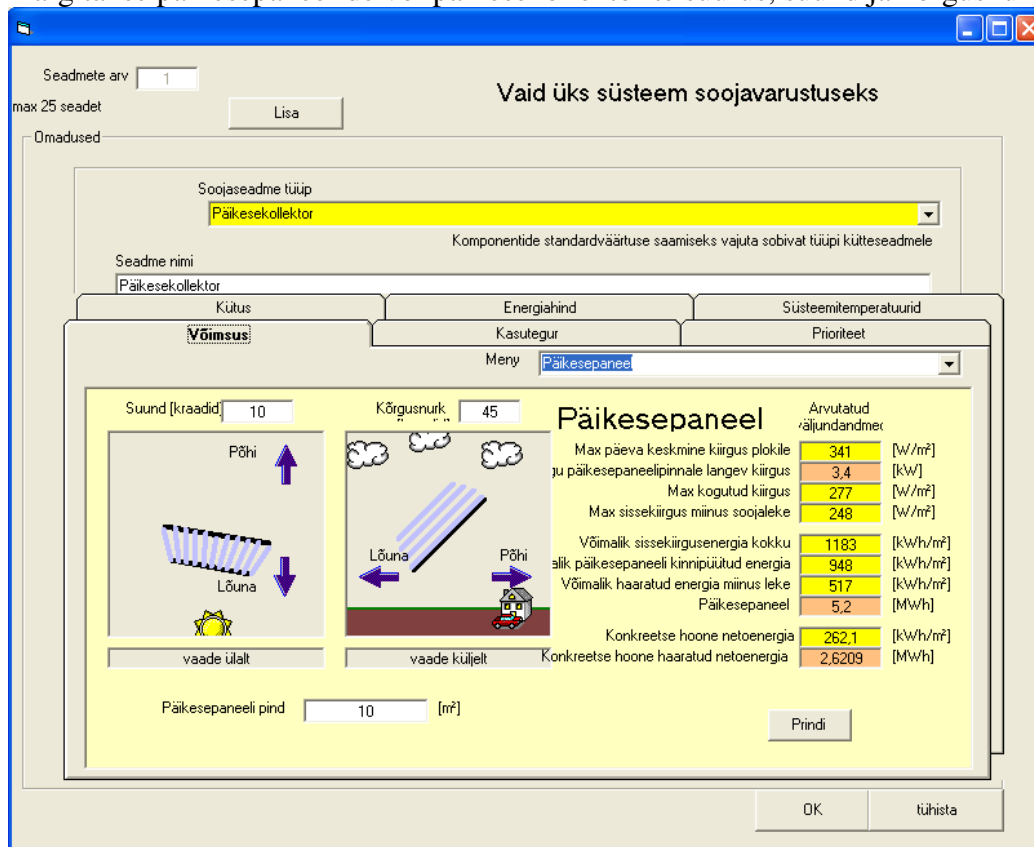
Siin märgitakse antud soojusallika maksimaalne võimsus.

**MÄRKUS:** Programmi mitte kasutada võimsuse dimensioneerimiseks.

Menüüd on erinevad, sõltuvalt sellest, millist tüüpi soojavarustuse seade on valitud. Soojuspumpade puhul võib maksimumvõimsuse märkida kompressorivõimsusena või soojusvõimsusena lähtudes soojustegurist.



Kui valitakse päikesekollektor või päikesepaneelidel töötav elektriboiler, kuvatakse menüü, kus märgitakse päikesepaneelide või päikesekollektorite suurus, suund ja kõrgusnurk.



### **Kasutegur**

Siin märgitakse soojusallika kasutegur. Igat tüüpi soojatootmise puhul, v. a. soojuspumbad, märgitakse kasutegur vahemikus 0-1.

**MÄRKUS:** Erinevate soojusallikate kasutegurid võtta Energiatõhususe miinimumnõuete määruse lisast nr 11

Soojuspumpade jaoks kuvatakse järgmine menüü:

The screenshot shows a software window titled "Vaid üks süsteem soojavarustuseks". At the top left, there is a field "Seadmete arv" with the value "1" and a "Lisa" button. Below it, "max 25 seadet" is displayed. The main configuration area includes a dropdown menu for "Soojaseadme tüüp" set to "Kaljupinnase soojuspump". Below this is a text field for "Seadme nimi" containing "Kaljupinnase soojuspump". A "Kasutegur" (Efficiency) section is highlighted, with a dropdown menu set to "kaljupinnasSoojuspump 1". To the right of this menu is a "Prioriteet" dropdown. A diagram shows "Soojakandja Temperatuur [°C]" (Heating medium temperature) and "Külmakandja Temperatuur [°C]" (Cooling medium temperature) with various control points and values. A "Test" button is visible. At the bottom right, there are "OK" and "tühista" buttons.

Siin märgitakse soojuskandja ja külmakandja temperatuurid ning soojustegurid erinevates olukordades.

**MÄRKUS:** Soojustegurid valida vastavalt Energiatõhususe miinimumnõuete määruuses esitatud lisa nr 13 järgi.

Kui vajutada *Kasuteguri* dialoogiaknas nuppu *Hoone test*, kuvatakse järgmine menüü.

Seadmete arv  max 25 seadet

### Vaid üks süsteem soojavarustuseks

Omadused

Soojaseadme tüüp  
 Komponentide standardväärtuse saamiseks vajuta sobivat tüüpi kütteseadmele

Seadme nimi

Soojuspump annab maksimaalse võimsuse .. tootmiseks	Soe vesi	Radiaatorisoojus	vajadus halli tekstina Ventilatsiooni soojendamise		
Välis-temp -20 °C juures	3,3 2,1	3,8 19,2	3,3 0,0	[kW]	
Välis-temp -10 °C juures	4,1 2,1	4,5 15,3	3,7 0,0	[kW]	
Välis-temp 0 °C juures	5,3 2,1	5,6 11,1	4,1 0,0	[kW]	
Välis-temp 10 °C juures	6,7 2,1	6,9 6,8	4,6 0,0	[kW]	
Välis-temp 20 °C juures	8,3 2,1	8,3 2,2	5,0 0,0	[kW]	
	Soojus hoonesse	Soe vesi	Radiaatorisoojus	Ventilatsiooni soojendamine	Summa
Hoone vajadus	18,0	56,9	0,0	74,9	[MWh]
Soojuspump toodab vaid sooja vett	18,0				[MWh]
Soojuspump kütab vaid radiaatoreid		23,9			[MWh]
Soojuspumpade soojustootmine ainult ventilatsiooniõhu			0,0	-	[MWh]
Soojuspumba tootmine vastavalt sisestatud prioriteedile	11,3	19,1	0,0	<b>74,9</b>	[MWh]
Kasuta elektrit	5,2	7,3	0,0	<b>12,5</b>	[MWh]
Keskmine soojategur	3,46	3,27	0,00	6,0	

Menüüs näidatakse soojuspumba poolt väljastatud soojusvõimsust soojale tarbeveele, radiaatoritele ja ventilatsioonile. Soojusvõimsused esitatakse vastavalt eelistustele, mis on antud erinevatele soojatarbijatele menüüs *Prioriteet*. Tabelis on näha ka soojale tarbeveele, hoone küttesüsteemile ja ventilatsioonile antud soojus- ja elektrienergia.

### **Prioriteet**

Menüüs *Prioriteet* valitakse eelistused hoone erinevatele soojatarbijatele juhtudel, kui on määratud, et soojusallikas on piiratud võimsusega (vt. osa *Võimsus*). Valides esimese prioriteedi all nii radiaatorid ja ventilatsioon kui ka soe tarbevesi tähendab see seda et kõik soojatarbijad on eelistuse poolest võrdsed. Valides ainult ühe neist esimese prioriteedina tähendab see seda, et piiratud võimsuse korral läheb väljastatud soojusvõimsus esmalt esimese prioriteedina valitud soojatarbijale ning seejärel teistele soojatarbijatele soojusvõimsuse piiratud ulatuses.

Seadmete arv  max 25 seadet

## Vaid üks süsteem soojavarustuseks

Omadused

Soojaseadme tüüp  
 Komponentide standardväärtuse saamiseks vajuta sobivat tüüpi kütteseadmele

Seadme nimi

Kütus	Energiahind	Süsteemitemperatuurid
Võimsus	Kasutegur	<b>Prioriteet</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Radiaatorite ja ventilatsiooni ööpäevane akumulatsioon		<input checked="" type="checkbox"/> Sooja vee ööpäevane akumulatsioon
Toovis: <input type="radio"/> Seade on välja lülitatud <input type="radio"/> Seade soojendab iga tüüpi eraldi <input checked="" type="radio"/> Seade soojendab radiaatorit ja ventilatsiooni üheaegselt <input type="radio"/> Seade soojendab kõiki seadmeid üheaegselt		
Soojendus, 1. prioriteet: <input checked="" type="checkbox"/> Radiaatorid ja ventilatsioon <input checked="" type="checkbox"/> <b>Soe tarbevesi</b>		

## 8. Majandusarvestused

**MÄRKUS:** Majandusarvestused pole otseselt vajalikud energiatõhususe miinimumnõuete tõendamisel.

### 8.1 Majanduslik kalkulatsioon

BV2 programmiga saab arvutada hoone eksploatatsioonikuludid kui ka uurida ühe või mitme energiatõhusust tõstva meetme majanduslikku tasuvust. Lisaks saab majandusarvutuste all teha nüüdisväärtusanalüüsi ja tasuvusaja analüüsi. Valides programmi peamenüü alt *Majandus* ning *Majanduslik kalkulatsioon* kuvatakse alljärgnev menüü:

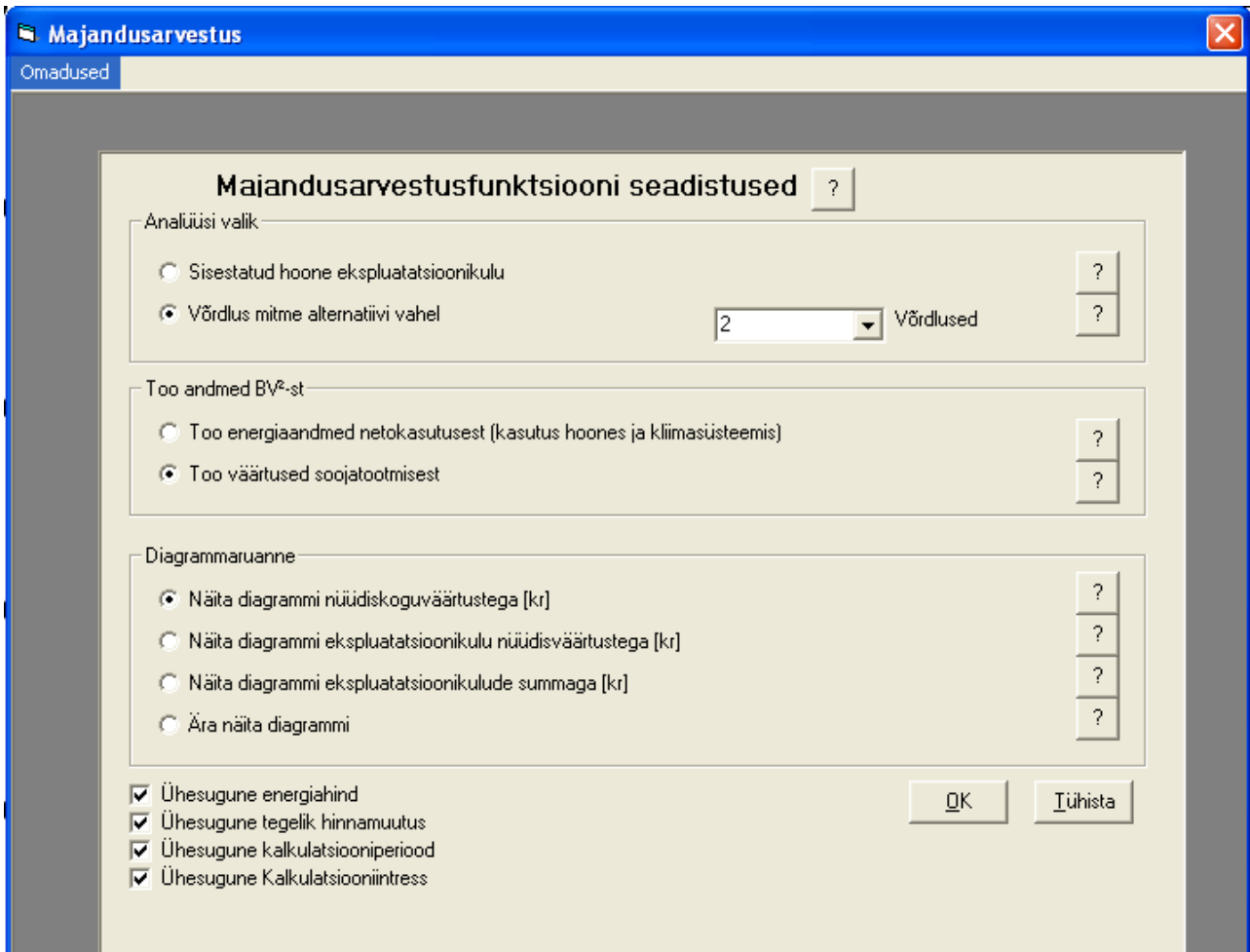
The screenshot shows the 'Majandusarvestus' application window. It features a menu bar (Fail, Omadused), a toolbar with 'Märgi andmed' and a help icon, and a table for data entry. The table has columns for 'Kirjeldus', 'Märgi andmed', and 'Märgi andmed'. The data is organized into sections: Soojus, Elekter, Jahutus, and Muu hooldus. Each section includes fields for 'Energiahind', 'Tegelik muutus', and 'Kulu'. Summary rows show 'Eksploatatsioonikulu kokku' (1000,00 kr/aasta) and 'Nüüdisväärtus eksploatatsioonikulu' (4329,00 kr). A comparison table at the bottom shows 'A (Võrdlushoone)' and 'B' with a difference 'B - A'. A bar chart on the right compares 'Eksploatatsioonikulud' (red bars) and 'Investeering' (yellow bars) for two 'Kirjeldus' entries. The y-axis ranges from 0 to 4500. The 'Eksploatatsioonikulud' bars are significantly higher than the 'Investeering' bars.

Kirjeldus	Märgi andmed	Märgi andmed	Ühik
<b>Soojus</b>	1	1	<b>MWh</b>
Energiahind	1		kr/kWh
Tegelik muutus	0		%
Kulu	1000	1000	kr/aasta
<b>Elekter</b>	0	0	<b>MWh</b>
Energiahind	1		kr/kWh
Tegelik muutus	0		%
Kulu	0	0	kr/aasta
<b>Jahutus</b>	0	0	<b>MWh</b>
Energiahind	1		kr/kWh
Tegelik muutus	0		%
Kulu	0	0	kr/aasta
Tegelik muutus	0		%
<b>Muu hooldus</b>	0	0	<b>kr/aasta</b>
Eksploatatsioonikulu kokku	1000,00	1000,00	kr/aasta
Kalkulatsiooniintress	5		%
Kalkulatsiooniperiood	5		Aasta
Nüüdisväärtus eksploatatsioonikulu	4329,00	4329,00	kr
Investeering	1	1	
Nüüdisväärtus kokku	4330,00	4330,00	kr
<b>A (Võrdlushoone)</b>		<b>B</b>	
<b>Võrdlushoone</b>		<b>B - A</b>	
Erinevus ...s			
Eksploatatsioonikulu		0,00	kr/år
Nüüdisväärtus eksploatatsioonikulu		0,00	kr
Investeering		0,00	kr
Nüüdisväärtus kokku		0,00	kr
Tasuvusaeg (PayOff)		0,0	aasta



Selles menüüs on hulgaliselt võimalusi, ja seepärast on õigete tulemuste saamiseks vaja kasutada teatud meetodikat.

Selleks, et arvutuste lähtekohad oleksid õiged, vali alustuseks dialoogiakna peamenüü alt *Omadused*, mille järel kuvatakse alljärgnev menüü:



### ***Analüüsi valik***

*Analüüsi valiku* all saab teha järgmisi valikuid:

#### *Sisestatud hoone eksploatatsioonikulud:*

Kui uuritakse vaid üht hoonet või üht alternatiivi, tuleb valida see.

#### *Võrdlus mitme alternatiivi vahel:*

Kui uuritakse mitut hoonet või mitut meedet ühes hoones, valitakse see võimalus. *Võrdluste arvu* all määratakse mitut alternatiivi analüüsitakse. Valida saab kaks kuni viis erinevat alternatiivset võrdlust.

#### ***Too andmed BV<sup>2</sup>-st***

Märgistades ühe kahest võimalusest, määratakse ära milliseid BV<sup>2</sup>-s esitatud energiaandmeid arvutustes kasutada.

#### *Too energiaandmed netokasutusest (kasutus hoones ja kliimasüsteemis):*

Selle valikuga võetakse aluseks andmed, mis esitatakse tulemustena diagrammis ja/või tabelis *Energia tulpdiagramm* BV2 esilehel. Seda energiat nimetatakse sageli netoenergiaks ning selle moodustab energia, mida kasutatakse hoone sisekliima tagamiseks, hoone eksploatatsiooniks ja tarbijate poolt.

*Too väärtused soojatootmisest:*

Selle valikuga tuuakse andmed *Soojatootmise* osast, mis BV2 esilehel märgitud kui *Energiakasutus (brutoenergia)*. Antud alternatiivi valimisel, tuleb kõigepealt märkida sisendandmed menüüvalikus *Lähteandmed* ja *Soojatootmine* all, BV2 peamenüüs. Majandusarvestuse arvutustesse tuuakse andmed soojatootmise (brutoenergia) kohta, mis märgitakse kui ostetud energia.

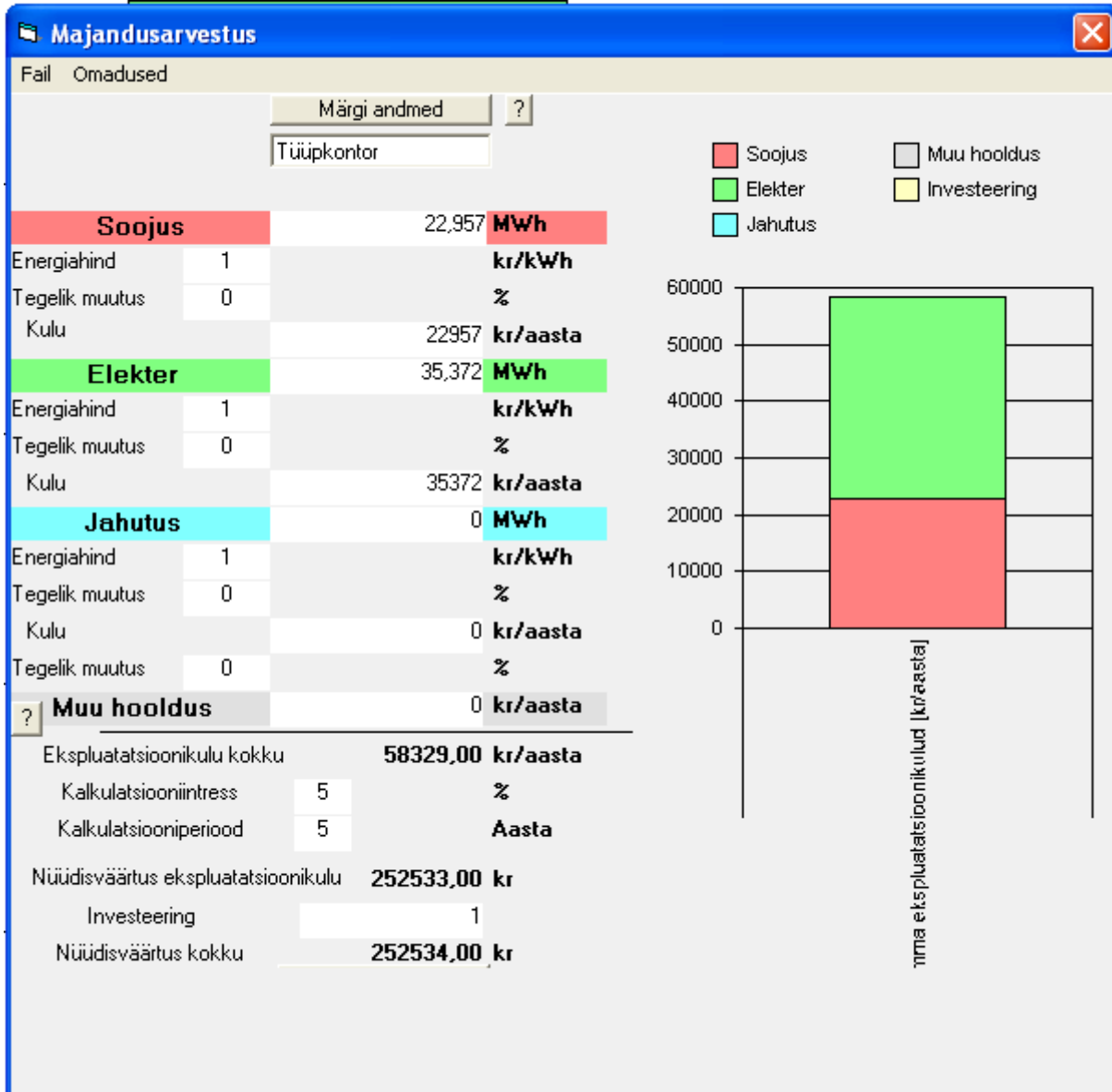
### ***Diagrammaruanne***

Selle all on võimalus valida majandusarvestuse tulemuste aruande esitamist diagrammi kujul või mitte. Kui valitakse diagramm, võivad tulpades esineda mõned järgmistest väärtustest: hetkeväärtused kokku, vaid eksploatatsioonikulude nüüdisväärtus või aastased eksploatatsioonikulud kokku.

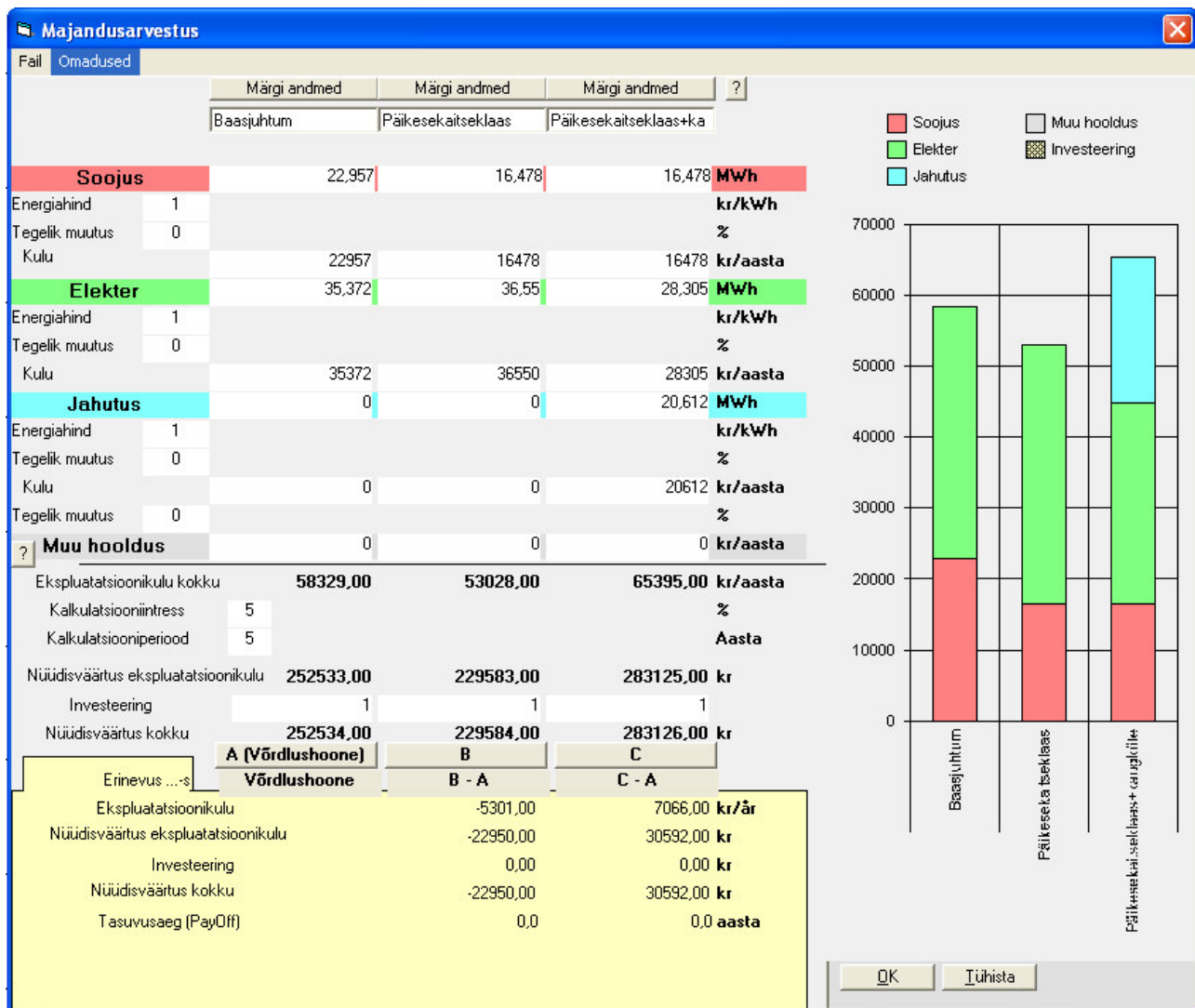
Kuvatud dialoogiakna all on neli ruutu, millede märgistamisel valitakse kas järgnevate parameetrite erinevad alternatiivid on võrdsete või erinevate väärtustega: *energiahind*, *tegelik energiahinnatõus* (ka hoolduskulude kasv), *arvutusperiood* ja *arvutatud intress*.

Kui kõik tingimused on *Omaduste* all märgitud ja ka konkreetse hoone sisendandmed sisestatud, vajutatakse energiaandmete toomiseks nupule *Märgi andmed*. Siis tuuakse andmed kütte-, elektri- ja jahutusenergia kohta (juhul kui kasutatakse kaugjahutust). Nupu *Märgi andmed* all saab anda antud hoonele kirjelduse. Sama kirjelduse leiab ka tulba allt diagrammil.

Näide ühe sisestatud hoone ekspluatatsioonikuludest:



## Võrdlus mitme alternatiivi vahel



Töö käik mitme alternatiivi võrdluse puhul on järgmine:

- Kõigepealt määratletakse ja sisestatakse võrdlushoone (siin nimetatud "baasjuhtum") sisendandmed.
- Seejärel tuuakse võrdlushoone energiaandmed, vajutades nupule *Märgi andmed* esimesel tulbal (nimetatud "baasjuhtum")
- Seejärel viiakse sisse muudatused, mis vastavad esimesele alternatiivile (antud juhtumil päikesekaitseklaasiga akende paigaldamine).
- Energiaandmed, mis on tingitud päikesekaitseklaasiga akende ( $U < 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ), kasutamisest, tuuakse nüüd *Märgi andmed* nupuga teise tulba kohal vastavasse tulpa.
- Seejärel sisestatakse muudatused, mis vastavad teisele alternatiivile (antud juhul päikesekaitseklaasiga aknad + kaugjahutus).

- Energiaandmed, mis tingitud päikesekaitse klaasiga akende ( $U < 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ) ning kaugjahutuse kasutamisest tuuakse nüüd *Märgi andmed* nupuga kolmanda tulba kohal vastavasse tulpa.

Mitme alternatiivi võrdlemisel võib alternatiivide kirjeldused märkida tekstiruutudesse nupu *Märgi andmed* all vastavas tulbas.

Seejärel sisestatakse erinevate energialiikide hinnad. Siin valitavad energiahinnad puudutavad vaid majandusarvutuste menüüd. Informatsiooni energiahindade programmikeskse muutmise kohta leiad allpoolt. Kui on oodata energiahindade tõusu või langust, märgitakse uus eeldatav väärtus lahtrisse *Tegelik muutus*, ühe või mitme erineva energialiigi juurde. *Tegelik muutus* mõjutab vaid nüüdisväärtuskulude arvutamist.

Iga-aastased hoolduskulud märgib kasutaja ise *Muu hoolduse* all. Samamoodi nagu energiahindade kohta saab ka hoolduskulude kohta ära tuua tegeliku iga-aastase muutuse. See tuleb märkida *Muu hoolduse* ülal olevasse lahtrisse.

Kõikide iga-aastaste energiakulude summa pluss iga-aastased hoolduskulud annab *Ekspluatatsioonikulud kokku*.

Kui soovitakse arvutada analüüsitava hoone nüüdisväärtuskulu, tuleb ära märkida *kalkulatsioonintressi* ja *kalkulatsiooniperioodi* väärtused. Majandusarvestusfunktsioon näitab ühest küljest ekspluatatsioonikulude nüüdisväärtust, teisest küljest kogukulude nüüdisväärtust.

Kollasel väljal tehakse lõpuks võrdlus erinevate valitud alternatiivide vahel. Näidatakse järgmiste väärtuste erinevusi: *Ekspluatatsioonikulu*, *Nüüdisväärtus ekspluatatsioonikulu*, *Investeering*, *Nüüdisväärtus kokku*. Näidatakse ka *Tasuvusaega* (Pay-off), juhul kui võrreldes baasjuhtumiga on erinevate alternatiivide korral tegemist säästuga. Tasuvusaja arvutamisel jagatakse investeerimiskulu säästuga.

## **8.2 Energiahinnad**

Eelpool näidati, kuidas valida erinevate energialiikide energiahindu selleks, et võrrelda erinevaid majanduskalkulatsioone. Programmis on võimalus ka keskselt ära määrata energiahinnad. Valides programmi peamenüüst *Majandus* ja *Hinnad* avaneb järgmine menüü:

**Hinnad**

Energialiik	Energiahinnad		Võimsusvajaduse hind	
	Kasutuskulu		Installeerimiskulu	
Soojus	1	kr/kWh	1	kr/kW
Elekter	1	kr/kWh	1	kr/kW
Kaugjahutus	1	kr/kWh	1	kr/kW
Valuuta	kr		kr	

Kasuta samu väärtusi programmi kõikides menüüdes (energiahinda saab ainult siin muuta)

Ok Cancel

Need hindade määramised mõjutavad energiatarbimise ja võimsuse dimensioneerimise tulemusaruannet. Kui tehakse rist kastikesse *Kasuta samu väärtusi programmi kõikides menüüdes*, kasutatakse antud dialoogiaknas määratud hindu ka majandusarvutustes. Peale antud valiku tegemist ei ole võimalik enam energiahinda majandusarvutustes muuta.

## 9. Arvutuste aruanded ja väljatrükk

### 9.1 Projekti-id

Kui hoone sisemised soojuseraldused on määratletud ning erinevad süsteemid valitud, saab lähemalt vaadata, milliseid alternatiive pakub BV2 tulemuste uurimiseks. Enne seda tuleks aga programmi peamenüüs *Projekti-id* all anda konkreetsele projektile identiteet. Valides *Projekti id*, kuvatakse järgmine menüü.

The screenshot shows a dialog box titled "Projekti id". It contains three identical sections for entering project information. Each section has four text input fields with the following labels: "Projektifail", "Simuleerimise ID", "Litsentsi omanik", and "Litsents kehtib kuni". At the bottom left, there is a checkbox labeled "Muutmisel". At the bottom right, there are two buttons: "OK" and "Iühista".

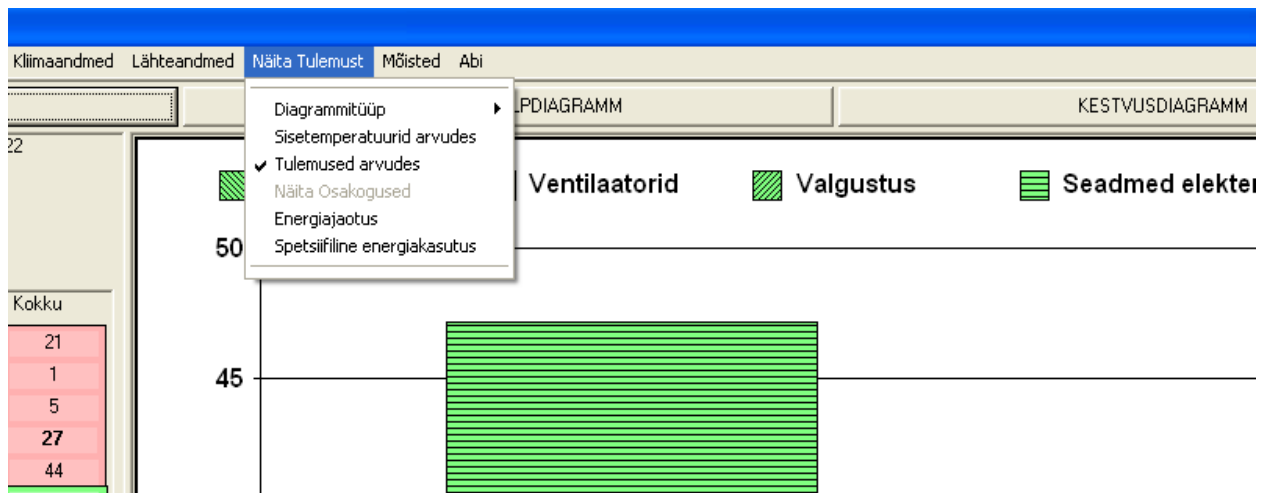
Projekti-id all antav info saab olema iga programmist tehtava väljaprindi pealdises. Väljaprindide näiteid vaata ka peatükis 8.3. Pealdist saab muuta, kui teha ristike *Muutmisel* juurde.

Peamenüüst *Projekti id* alt võib valida ka *Kasutaja*. Siin esitatakse info viimase simulatsiooni, litsentsinumbri ja muu kohta.

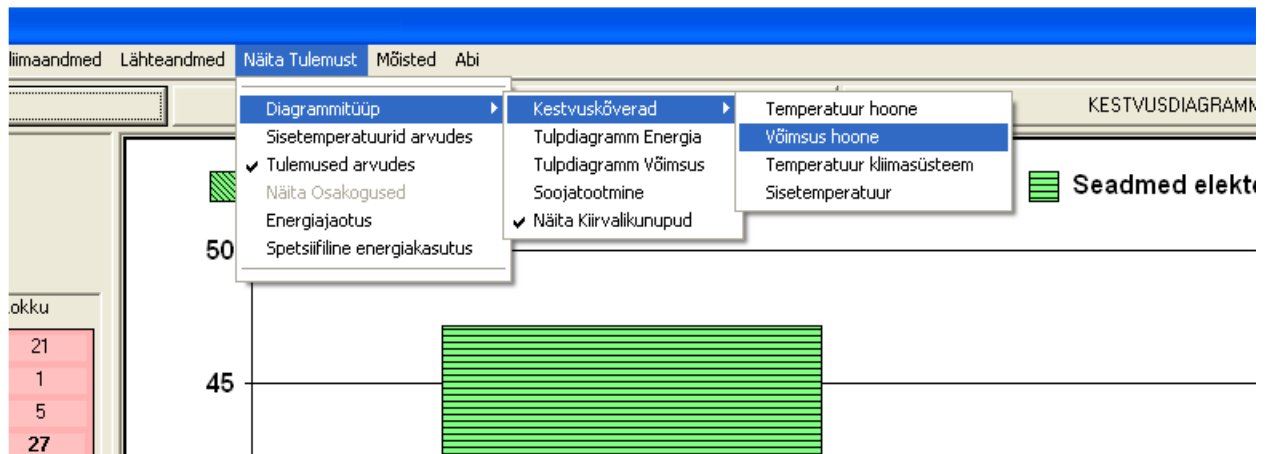
## 9.2 Arvutuste aruanded

Kui kogu info hoone, vabasoojuse ja muu kohta on sisestatud, saab analüüsida lähemalt simulatsiooni tulemusi.

Kõik tulemused, mida saab ekraanil uurida, leiad peamenüüs *Näita Tulemust* alt. Siin saab valida *Diagrammitüüp*, *Sisetemperatuurid arvudes* ja *Tulemused arvudes*, *Energiajaotus* ja *Spetsiifiline energiakasutus*.



*Diagrammitüübi* all saab valida *Kestvuskõverad*, *Tulpdiagramm energia*, *Tulpdiagramm võimsus*, *Soojatootmine* ja *Näita kiirvalikunupud*.



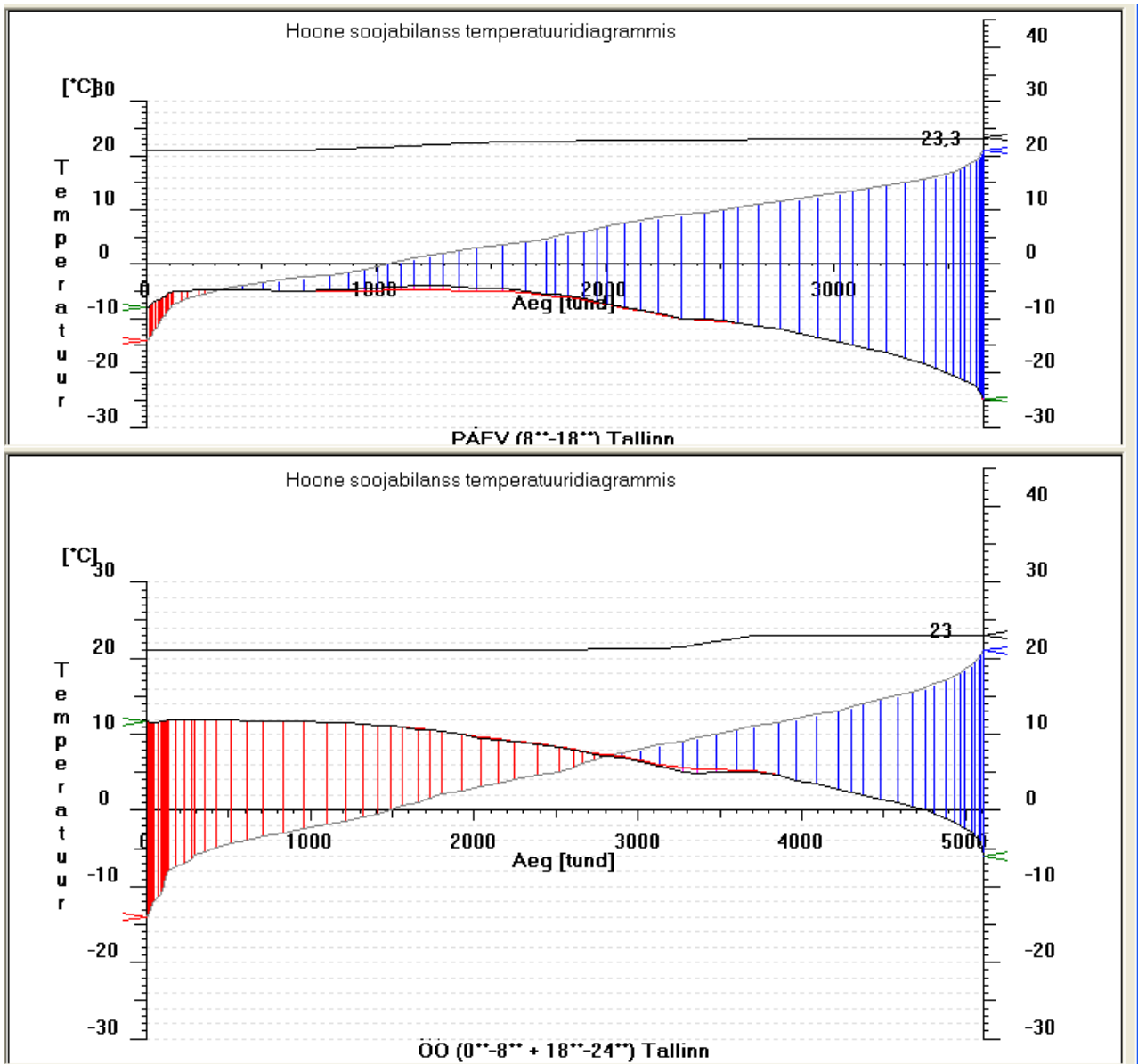
### *Kestvuskõverad*

**MÄRKUS: BV2 arvutuslikke võimsusi mitte kasutada kütte ja jahutuse dimensioneerimiseks.**

*Temperatuur hoone* näitab hoone soojabilansi välistemperatuuri kestvuse aastadiagrammis (mis on automaatselt korrigeeritud arvestades hoone välist termilist inertsust). Sinised väljad näitavad proportsionaalselt jahutusvajadust, punased välja proportsionaalselt hoone küttevajadust. Võimsusvajadus iga välistemperatuuri juures on otseselt proportsionaalne sinise, või vastavalt punase tulba kõrgusega selle temperatuuri juures. Dimensioneeriv jahutusvajadus on näidatud



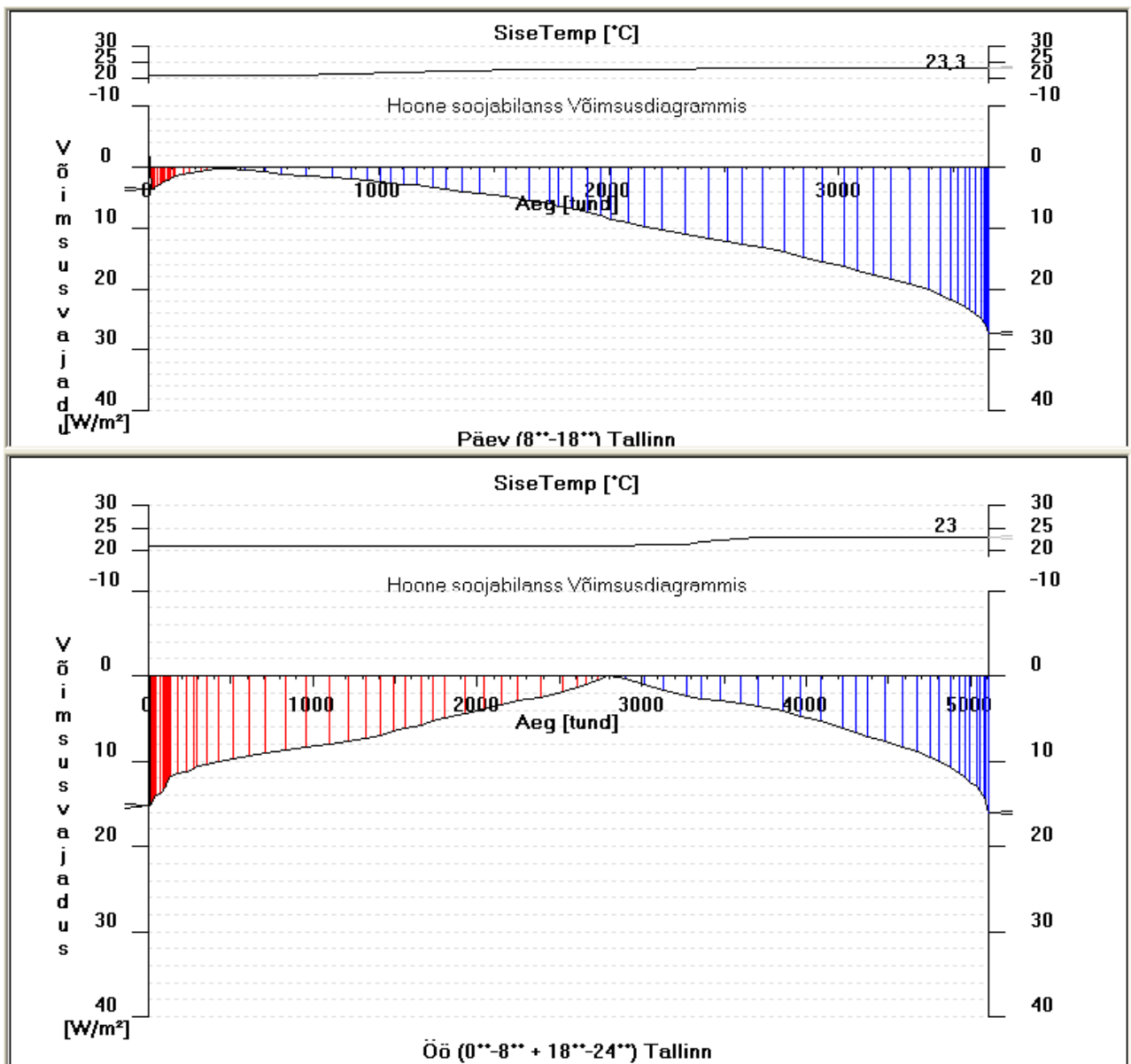
programmis ülalpool toodud päevadiagrammil (kõige soojem päev) paremal ääres, dimensioneeriv soojusvajadus on näidatud öödiagrammil (kõige külmem öö) vasakul ääres. Kestvusdiagrammi ülesehitust ja tõlgendamist kirjeldati lähemalt peatükis 1. Diagrammil võib näha ka seda, kuidas sisetemperatuur aasta jooksul muutub.



### Võimsus hoone

Antud valik näitab peamiselt sama, mis *Temperatuur hoone*. Erinevus on selles, et kui *Temperatuur hoone* näitab hoone aastast energiabilanssi temperatuuride kestvuskõveral, siis *Võimsus hoone* näitab hoone aastast energiabilanssi võimsuste kõveral. Diagrammis näeb ka seda, kuidas sisetemperatuur aasta jooksul muutub.

Võimsusdiagrammi skaalat saab korrigeerida, avades peamenüüs *Fail* alt *Seadistused* ning aktiveerides seadistuste all valiku *käsitsi valitud skaala* ja seejärel sisestades lahtrisse soovitava väärtuse.



Nii *Temperatuur hoone* kui *Võimsus hoone* puhul saab tulemusi esitada samaaegselt nii tabeli kujul kui kestvusdiagrammil. Seda tingimusel, et peamenüüs *Näita tulemust* valiku all on aktiveeritud *Tulemused arvudes* (vt joonised peatüki alguses). Kui see valik on tehtud, on lihtne vahetada energia või võimsuse esitust, vajutades vaid *Energia* või *Võimsus*.

### **Temperatuur kliimasüsteem**

See näitab temperatuuritasemeid peale erinevaid komponente õhutöötlusseadmes. Valides *Näita Osakogused* peamenüüs *Näita tulemust* alt (valitav peale seda, kui ekraanil on avatud dialoogiaken *Temperatuur kliimasüsteem*), saab kindlaks teha erinevaid energiakoguseid, mida tarbivad/vahetavad ventilatsiooniagregaadi erinevad komponendid.

Pane tähele, et pinnad diagrammil ei ole otseselt proportsionaalsed energiahulkadega, kui õhuvoolumuutus süsteemis aasta jooksul muutub. Leheküljel *Temperatuur kliimasüsteem* olevatel diagrammidel kõige ülal on joonis, kuidas õhuvool seoses maksimaalsega varieerub aasta jooksul. See võib huvi pakkuda eriti VAV süsteemi valikul.

### Sisetemperatuurid

See näitab, kuidas siseõhu temperatuurid aasta jooksul muutuvad. Siin on võimalus uurida kõige madalamaid, keskmisi ja kõige kõrgemaid temperatuure päeval ja öisel ajal. Saab uurida ka tunniseid temperatuure, mis on sorteeritud väärtuse suurusjärjekorras.

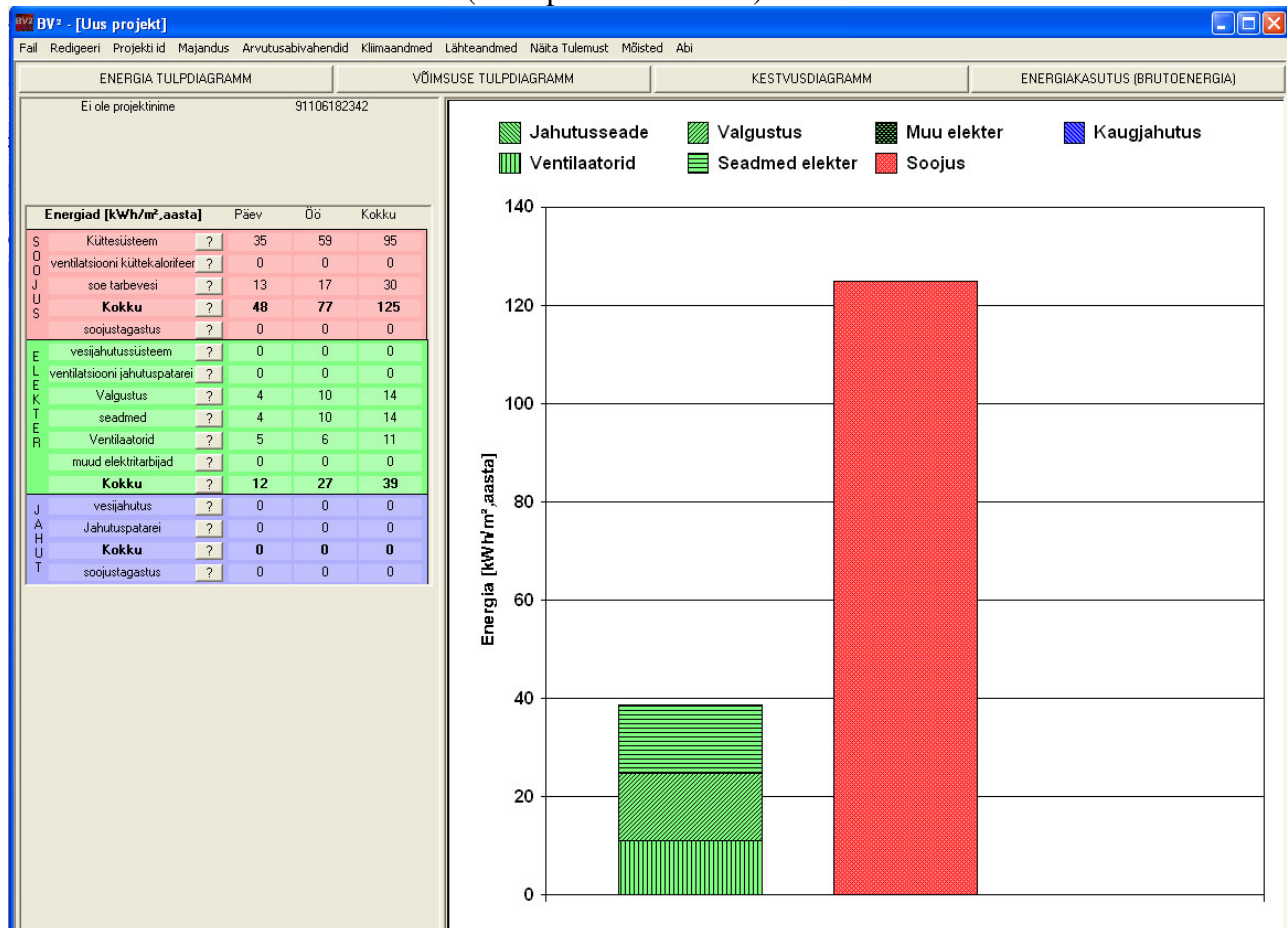
Kui temperatuur päeval on kõrgem kui öösel, salvestatakse soojus hoonekonstruktsioonides päeval ajal, mis eraldub sealt öisel ajal.

Siseõhu temperatuur tõuseb päeva jooksul eksponentsiaalselt ning langeb samamoodi öisel ajal. Diagrammis saab uurida kõiki neid temperatuure kas koos või eraldi. Programmi peamenüüs *Fail* ja *Seadistused – Sisetemp diagramm* alt saab valida, millist või milliseid sisetemperatuure uurida.

### Tulpdiaagramm Energia

Siin näidatakse hoone kogu energiatarbimist tulpdiaagrammil, mis on jaotatud: jahutusseade, ventilaatorid, valgustus, seadmed elekter, muu elekter, soojus ja kaugjahutus.

Tulemusi saab samaaegselt esitada tabeli kujul. Seda tingimusel, et peamenüüst *Näita tulemust* alt on aktiveeritud *Tulemused arvudes* (vt eelpool toodu infot).



Kui teha parempoolne hiireklõps tulpdiaagrammil, kuvatakse menüü *Ekraani omadused*. Siin saab muu hulgas valida energialiike, mida esitatakse tulpdiaagrammil ja tabelis.

**Ekraani omadused**

Energia liik: kWh/m².aasta

Võimsuse liik: W/m²

Numbrid

- Ei ole kümnendikke
- Fikseeritud kümnendike arv: 1
- Fikseeritud numbrite arv: 1

Tulpade nr: 1

Pane viimane simuleerimine automaatselt tulpa nr: 1

Vali tulp, kuhu paigutada simuleerimisandmed (Muuda tulpa nimi sobivaks): Senaste simulering

Näita elektrijaotust

Elekter, Soojus, Jahutus samas tulpa

Must/valge

Kaugjahutust näidatakse diagrammis

Tulpdiagrammi omadused

	max	min	Skaala jaotus	Skaala alajaotus	Auto	Telje ühik
Energia tulp	40	0	8	1	<input checked="" type="checkbox"/>	kWh/m².aasta
Võimsus tulp	6	0	6	1	<input checked="" type="checkbox"/>	W/m²

Näita kulusid diagrammis

- Näita energiakulud
- Näita install. kulud

? Ok Tühista

Selles menüüs saab ka valida energia ja investeerimiskulud esitamise energia või võimsuse asemel. Pane siiski tähele, et investeerimiskulusid saab näidata vaid siis, kui on valitud *Võimsus tulpdiagramm*. Samamoodi saab näidata energiakulusid vaid siis, kui on valitud *Energia tulpdiagramm*.

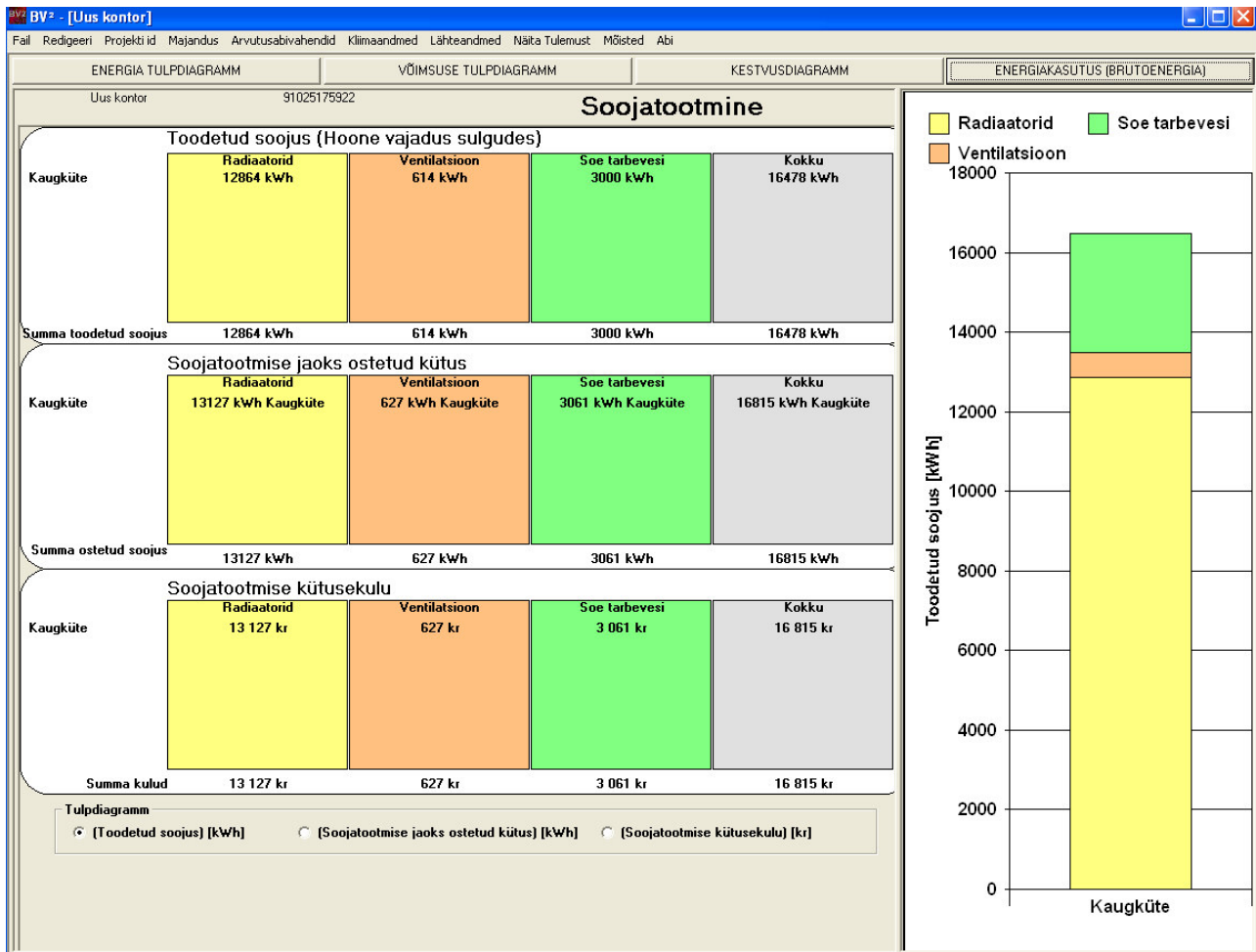
### ***Tulpdiagramm võimsus***

Siin näidatakse hoone kogu võimsusvajadust, mis on jaotatud: jahutusseade, ventilaatorid, seadmed elekter, muu elekter, valgustus, soojus ja kaugjahutus. Ka siin saab parempoolse hiireklõpsuga tulpdiagrammil valida võimsusliike, mida tulpdiagrammil ja tabelis näidatakse.

### ***Soojatootmine***

Siin näidatakse toodetud ja ostetud energia ja kulud.

Allpool olev joonis illustreerib olukorda, kui soojatootjaks on kaugküte. Kui mõnda muud energialiiki ei valita, on programm eelseadistatud kaugküttele. Siiski, programmi peamenüüs *Lähteandmed* ja seejärel *Soojatootmine* alt saab valida üheteistkümne erinevat tüüpi soojatootmise vahel.



*Sisetemperatuurid arvudes* alt leiad järgmise menüü:

### Sisetemperatuur arvudes

	Päev	Õö
Max temp	23,5	23
Min temp	21	21

Tundide arv, mil temp on üle taseme

	Päev	Õö
40 kraadi °C	0	0
35 kraadi °C	0	0
30 kraadi °C	0	0
25 kraadi °C	0	0
20 kraadi °C	3650	5110

Välistemperatuur  
 Välistemperatuur (Summutatud)  
 Sisetemperatuur

**Tühista**

See menüü pakub huvi eriti siis, kui KVJ süsteem ei suuda hoida *Kõrgeimat lubatud sisetemperatuuri* ruumis antud tasemel, mis on märgitud *KVJ süsteemi* all (näiteks kui on valitud väiksem maksimaalne õhuvooluhulk kui see, mis BV2 arvutuste järgi oleks hädavajalik ruumiõhu temperatuuri hoidmiseks).

Siin saab üksikasjalikumalt uurida, kui mitu tundi on sisetemperatuur ületanud valitud temperatuuri taseme. Siin märgitava sisetemperatuuri puhul on arvesse võetud, et temperatuur päeval ja öösel muutub, kui soojus salvestatakse hoonekonstruktsioonides (vt. ka ülal *Sisetemperatuurid* all). See temperatuur võib mõningatel juhtudel erineda keskmisest temperatuurist, mida esitatakse ekraanil oleval kestvuskõveral.

### 9.3 Väljatrükid

Teostatud arvutuste dokumenteerimine toimub huvipakkuvate tulemuste väljaprintimisega paberile. Koos tulemustega saab välja printida ka vabalt valitud hulga sisendandmeid, et kasutaja hiljem suudaks väljaprintitud materjali seostada konkreetse hoonega.

Programmi peamenüüs *Fail* alt avatakse menüü *Prindi*:

**Prindi (kuhu) HP LaserJet 4100 Series PS**

**Kestvuskõverad**

	Hoone vajadus	Hoones sees	Kliima
	Võimsusvajadus	Temperatuur	Küte ventilatsioon ja õhkjah.
PäevaDiagr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ÕöDiagr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Päeva ja Öö Diagr.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Tulpdiagramm**

Energia  Võimsusvajadus

**TABELID**

Konstruktsioon  Soojatootmine tulemus

külmasilid  Auto  Soojatootmine sisendandmed

Sisemine soojuskoormus  Energiajaotus

KVJ süsteem  Koond U-väärtused

kõrgetasemeline KVJ süsteem

Elektri lisatarbijad  Auto

Tulemus Energia sort Võimsus sort

Tulemus kWh/m<sup>2</sup>,aasta W/m<sup>2</sup>

Tulemus Wh/m<sup>2</sup>,aasta W/m<sup>2</sup>

Tulemus Wh/m<sup>2</sup>,aasta W/m<sup>2</sup>

Skeem  Auto

Soojuse dimensioneerimine  Auto

Graafilised sisendandmed  Auto

Standardväljaprint

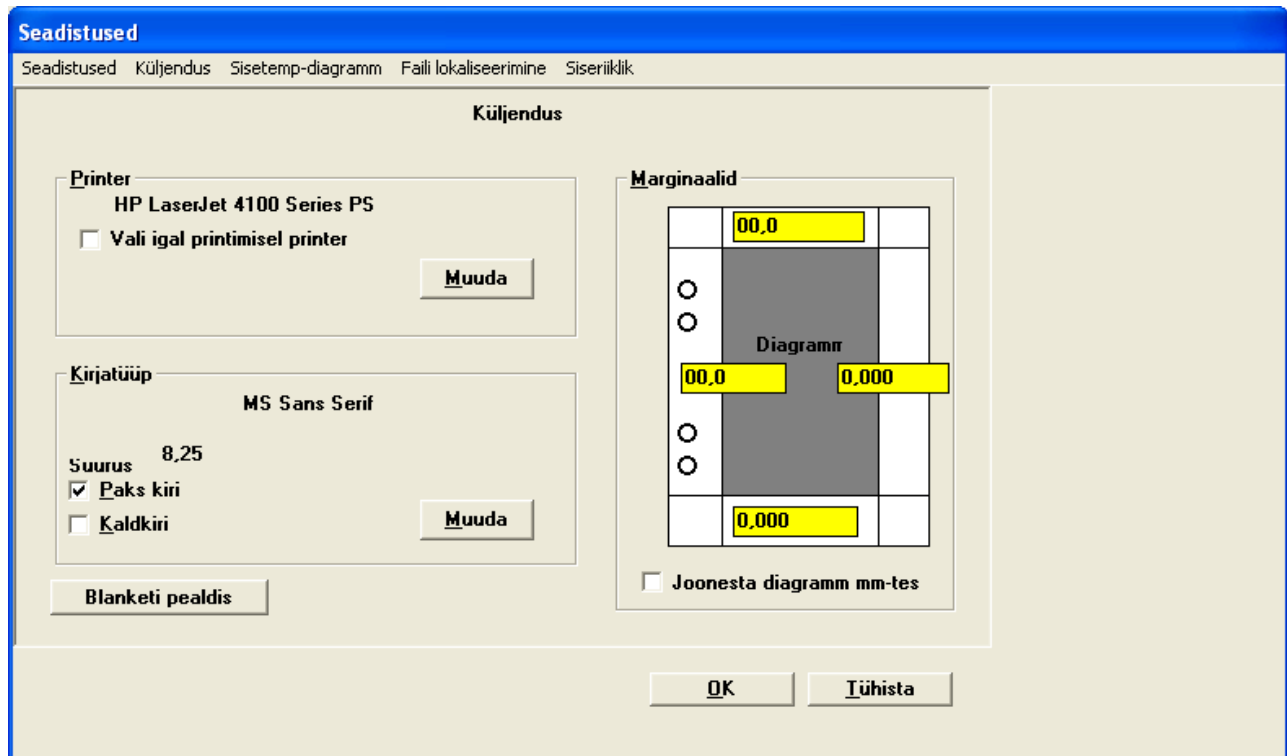
Tee see standardväljaprintimiseks

Leheküljed printimiseks 0

mm-skaala diagrammis Ekraanil printimine OK Tühista

Printida saab vabal valikul sisendandmeid ja tulemusi nii kestmiskõvera kui ka tabeli kujul. Graafilisi tulemusi võib esitada millimeeterskaalas, et neid oleks edaspidi võimalik edasi töödelda. Tulemusi võib printida vabal valikul kas väärtustena ühe m<sup>2</sup> pörandapinna kohta või absoluutväärtustena kogu hoone kohta (või hoone uuritava osa kohta).

Väljaprindi kujundust ja printerit saab valida käsitsi, avades peamenüüs *Fail* alt menüü *Seadistused* ja valides sealt *Küljendus*.



Siin saab valida kirjatüübi ja lehekülje veerised diagrammi printimisel.

Tulemuste väljaprindid võimaldavad kiiresti saada ülevaadet dimensioneerivatest parameetritest ja aastasest energiavajadusest. Lehe ülaservas on projektiinfo, mis võimaldab simulatsiooni tulemusi lihtsalt käsitleda. Selles informatsioonis leiad muu hulgas ka tähistuse *Simulatsiooni ID*. Selles koodis tähistavad viis esimest numbrit litsentsinumbrit, seejärel sisendandmete viimase muutmise kuupäeva ja kellaega.

## 9.4 Lisavõimalused

### *U*-väärtuse arvutus

Programmi peamenüüs *Arvutusabivahendid* ja *U-arvu arvutus* saab kasutaja abi suvalistest kihtidest koosneva sein- ja katusekonstruktsioonide soojusjuhtivuse (*U*-väärtuse) arvutamiseks. Teegis on osade ehitusmaterjalide kohta toodud soojustehnilised andmed. Kui valida *U-arvu arvutus*, kuvatakse järgmine menüü:

**Arvuta U-väärtus**

Väljas

R<sub>se</sub> (Välmine üleminekutakistus) 0,04

Kirjeldus      \_Paksus

--	--

R<sub>si</sub> (Sisemine üleminekutakistus) 0,13

Hoones sees

Materjal  
Alumiinium

Lambda [W/m, °C] 0,0      Summa Uväärtus [W/m², °C] 5,88

Paksus [mm] 0,0

Fikseeri paksus

Muuda U-väärtus hoones

Katus  
 Lõunapoolne välissein  
 Idavälissein  
 Läänevälissein  
 Põhjapoolne välissein  
 Alusplaat

Välisseina või katuse U-arvu arvutamisel valitakse kihid, millest konstruktsioon koosneb. Materjalid järjestatakse üksteise järel, aktiveerides rea *Kirjelduse* all olevas aknas ning valides seejärel materjali, mis antud reale lisada. Ülemine valitud kiht piirneb välisõhuga ja viimasena valitud kiht siseõhuga. Kihi valimisel tuleb märkida ka selle paksus. Soojustakistuse summa seina sise- ja välisküljel ( $R_{si} + R_{se}$ ) on vaikumisi 0.17-ks ( $m^2 \text{ } ^\circ C/W$ ). Kasutajal on võimalik soovi korral neid arve muuta.

**MÄRKUS: BV2 ei arvuta mittehomoogeense piirdekonstruktsiooni U-arvusid.**

Kui U-arv on arvutatud, saab soovi korral lasta programmil sisestada see õigesse kohta sisendandmetesse, märkides *Muuda U-väärtus hoones* all, millise piirde kohta konkreetne U-arv käib see käib. Soovi korral saab kasutaja ise lisada materjale või materjalide kombinatsioone (ka terveid seinakonstruktsioone) BV2-ga kaasas olevasse materjalide nimestikku. Selleks tuleb valida *Redigeeri materjalinimestik* ja järgida kuvatavaid juhiseid.

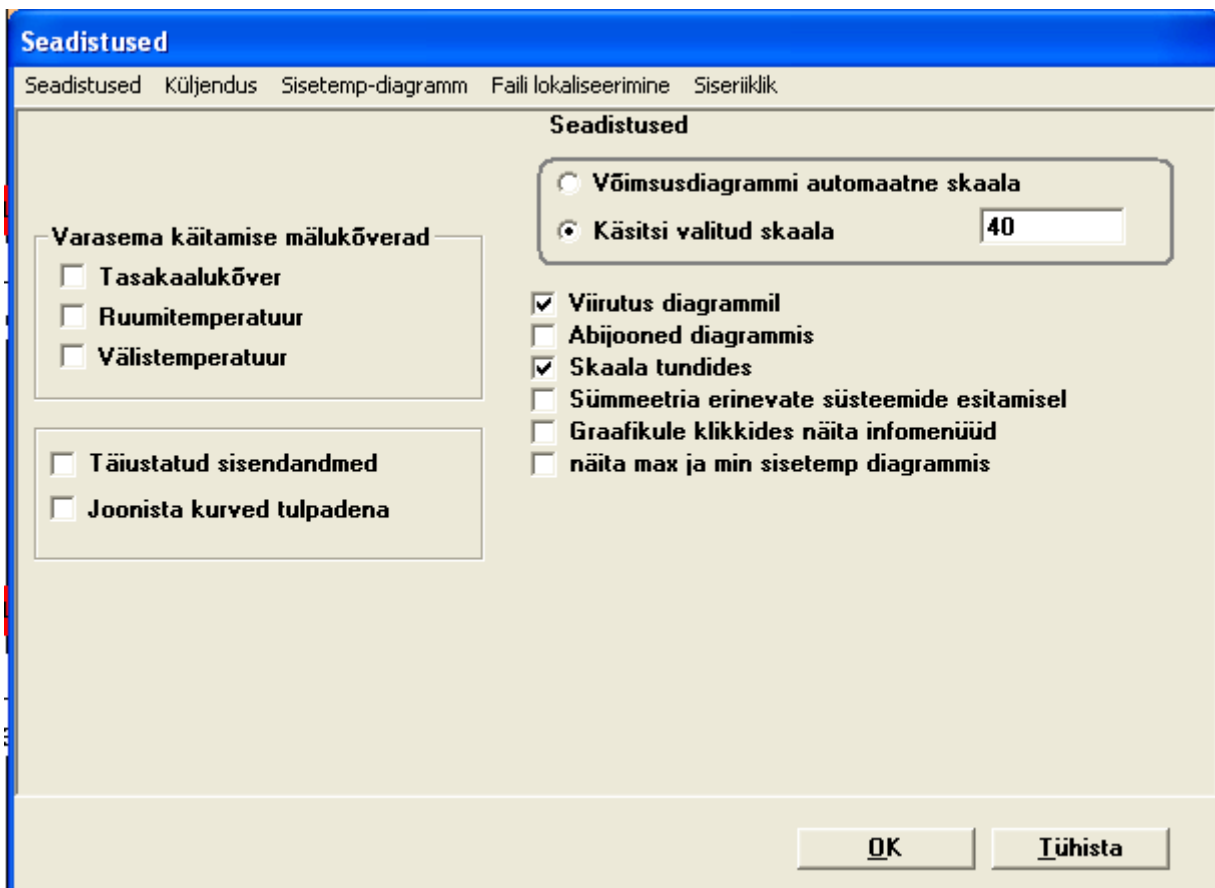
### Seadistused

Programmi peamenüüs *Fail* ja *Seadistused* all on veel terve rida võimalusi lisaks neile, mida kirjeldati punktis 9.3 Väljatrükid.

Siin saab valida tasakaalutemperatuuri, sisetemperatuuri ja välistemperatuuri *mälukõveraid*. *Mälukõverad* toimivad järgnevalt: kui ekraanil uuritakse temperatuurikestvuste abil hoone soojabilanssi ning kui on valitud üks või mitu mälukõverat, siis kuvatakse need õrna joonega hetkelise kõvera taga. Nii on hästi näha alternatiivsete lahenduste tagajärjed.

Kui valitakse *Abijooned diagrammis*, näidatakse hoone soojabilansi võimsusdiagrammil, kuidas valgustus, inimesed, seadmed ja päikesekiirgus mõjutavad hoone soojabilanssi. See võib olla oluline, kui kasutaja tahab teada, millised parameetrid enim mõjutavad näiteks hoone jahutusvajadust.





Kui valitakse *Viirutus diagrammil*, joonistab programm kütte, jahutuse ja elektri värvid ekraanil olevasse diagrammi. Kui *Viirutus diagrammil* valik tühistatakse, kaovad diagrammilt värvid.

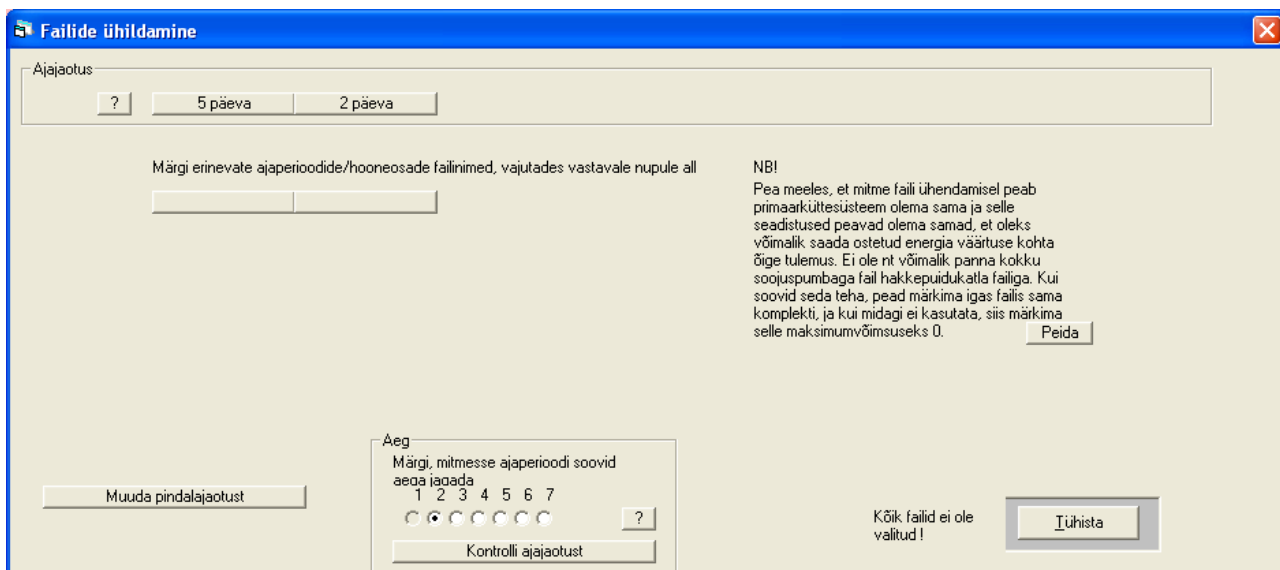
Veel üheks valikuvõimaluseks on *Skaala tundides*. Selle valimisega muutub diagrammi x-teljel olev protsentuaalne skaala tunniskaalaks.

Valik *Sümmeetria erinevate süsteemide esitamisel* on abiks siis, kui tahetakse tulemusfaile kopeerida näiteks Excel-i ja seal teha otseseid võrdlusi. Kui seda valikut ei märgistata, “komprimeerib” BV2 faile teise programmi viimisel niipalju kui võimalik, mistõttu muutub kiirete võrdluste tegemine keerulisemaks, näiteks võrreldes kahte süsteemitüüpi.

Lõpuks antakse ka võimalus ise valida teeki, kuhu paigutatakse erinevat tüüpi failid.

### ***Failide ühildamine***

Kahte faili on võimalik ühildada, mis võib olla vajalik siis, kui sisemised soojuskoormused erinevad päevade ja ka hoone tsoonide vahel (nt. kui hoone esimesel korrusel asub kauplus ning teistel korrustel kontorid või korterid). Selle võimaluse kasutamiseks tuleb teha igale tingimusele vastav fail (nt. erinevad päevad ning erinevad hooneosad). Kui peamenüüs *Fail* alt valida *Failide ühildamine*, kuvatakse järgmine menüü:



Siin märgitakse, milliseid faile samaaegselt käivitatakse ning millisele ajaperioodile iga fail vastab. Kui me *Aeg* all valime näiteks, et nädal tuleb jagada kaheks ajavööndiks, võivad nendeks olla töö- ja puhkepäevad. *Pindala* all saame ka valida, kui mitmeks osaks tahame pinna jagada, see tähendab kui mitu erineva kasutusega tsooni hoones on. Failid tuuakse vabalt valitud teegist klikates nuppe *Märgi erinevate ajaperioodide/hooneosade failinimed, vajutades vastavale nupule all*. Erinevad tulbad vastavad erinevatele ajaperioodidele ning erinevad read vastavad erinevatele hoone tsoonidele. Failide omavaheline pinnajaotus tuleb ära märkida kas pinnana või protsentides.

Peale failide ühildamist saab tulemusi uurida vaid arvude kujul.

### ***Projekti käivitamine standardhoonega***

Saab ka ise sisestada erinevaid standardhooneid, nagu nt: 1960-ndate lasteaed, traditsiooniline nõukogude aegne paneelmaja või kaasaegsed klaasitud kontorihooned jne. Selleks sisestatakse valitud hoonetüübile soojustuse, sisemise vabasoojuse, massiivsuse (termilise massi) tüüpilised väärtused. Need andmed salvestatakse ja neid saab hiljem kasutada uue projekti alusena. Pikkuse, laiuse ja kõrguse saab märkida hiljem.

Projekti käivitamiseks tuleb *Faili* all valida *Käivita tüüpmaajaga*. Selleks, et salvestada sisestatud andmed tüüphoone alla, tuleb aktiveerida lahter *Muutmisel*, misjärel ilmub dialoogiaknasse nupp *Salvesta viimane simuleerimine kui standardhoone*. Klikates nupule salvestatakse simuleerimise andmed ja tulemused tüüphoone alla. Vastavatesse lahtritesse dialoogiaknas saab lisada tüüphoonele nime ning kirjelduse sisendandmetest.

Menüüd on kujutatud all joonisel.

**Käivita projekt standardhoonega**

Hoone tüüp

- bostäder
- elamud
- Uus hoonetüüp

Uus    Vaheta nime    Eemalda

Konstruktiooni tüüp

- Puk hoone 60 aastast

Uus    Vaheta nime    Eemalda

Salvesta viimane simuleerimine kui standardhoone  
Kasuta seda käivitusväärtusena järgmine kord seda menüüd avades

Lisa järgmised andmed simuleerimise jaoks

Pikkus [m]      Laius [m]      Kõrgus [korrused]

40                  20                  3

Paikkonna valik

- Tallinn
- Tartu
- Narva
- Estonia
- Pärnu
- bergen

... kirjeldus Puk hoone 60 aastast

Puk hoone 60 aastast

U-väärtus seintes = 0.2 W/m<sup>2</sup> °C  
 Massiivsus välisseinas = Keskmiselt massiivne  
 Sisemine massiivsus = Keskmiselt massiivne  
 Aknapind = 10 % seinapinnast  
 Keskmised sisemised koormused  
 Valgustus Päev = 1.0 W/m<sup>2</sup> Öö = 2.0 W/m<sup>2</sup>  
 Inimesed Päev = 1.0 W/m<sup>2</sup> Öö = 4.0 W/m<sup>2</sup>  
 Seadmed Päev = 1.0 W/m<sup>2</sup> Öö = 2.0 W/m<sup>2</sup>

Lisa automaatselt kirjeldusele    Salvesta kirjeldus

Muutmisel    Ok    Tühista

## 10. Veel hoone soojus- ja jahutusvajaduse kohta

Süsteemilahenduste ja nende teostuse ning dimensioneerimise osas on, nagu juba mainitud, elamute ja teiste hoonete vahel fundamentaalne erinevus. Ühiskondlikes hoonetes on tihti soojuse ülejääk, mistõttu tuleb paigaldada jahutusseadmed. Elamutes aga saab võimaliku soojuse ülejäägi tavaliselt kompenseerida akende avamisega. Seepärast on ühiskondlikesse hoonetesse paigaldatavate KVVJ-süsteemide keerulisus ja kulu tunduvalt suurem kui elamutesse paigaldatavate oma.

Hoone loovutab soojust välispiirete ning õhuinfiltratsiooni kaudu. Soojuskaod on proportsionaalsed temperatuurierinevusega hoones sees ja väljas. Välistemperatuuri langedes suurenevad soojuskaod.

Lihtsustatult võib öelda, et teatud välistemperatuuri juures tasakaalustatakse soojuskaod sisemise vabasoojusega (soojuse eraldumisega). Seda välistemperatuuri nimetatakse hoone tasakaalutemperatuuriks. Ühiskondlikes hoonetes on tasakaalutemperatuur öösel ja päeval erinev, kuna sisemine vabasoojus on öösel palju väiksem (inimesed lähevad koju, valgustus kustutatakse, puudub päikese soojuskiirus, jne.). Kui välistemperatuur on tasakaalutemperatuurist madalam, tuleb hoonet kütta just selleks, et ruumitemperatuur ei langeks. Kui välistemperatuur on kõrgem tasakaalutemperatuurist, tuleb soojust eemaldada (jahutada).

Ühiskondlikes hoonetes on küttevajadus üldiselt puhkepäevadel, öösel ja kõige külmematel päevadel aastas. Ei ole erand, et näiteks uute kontorihoonete tasakaalutemperatuur võib päeval olla kuni  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , või veel madalam. Suurt soojuse ülejääki seletab see, et uued hooned on hästi soojapidavad ning hoones on palju vabasoojust.

Hoonete kõrge soojapidavus on alguse saanud elamuehitussektorist, kus see on põhjendatud, kuna elamud vajavad enamasti vaid soojuse juurdetoomist. Ühiskondlikes hoonete puhul on efektiivne soojustus kaasa toonud selle, et hoone soojakaod ümbritsevasse keskkonda on vähenenud ning jahutusvajadus suurenenud.

Kaasaegsetes kontorites on seadmete hulk väga suur. Sekretäri kirjutusmasina asemel näeme nüüd igal töötajal arvuteid. Ka koopiamašinate, fakside jm kasutamine on suurenenud. Tulemusena suureneb sisemine vabasoojus. Kontoriseadmeid tootvad ettevõtted tegelevad tänasel päeval uuringute ja arendustööga, eesmärgiga välja töötada vähem soojust eraldavaid seadmeid.

Tuleb meeles pidada, et näiteks vähem energiat tarbivad kontoriseadmed säästavad energiat otseselt, võttes vähem elektrit, aga need seadmed säästavad energiat ka kaudselt, kui väheneb sisemine vabasoojus ja väheneb eemaldamist vajava soojuse hulk, see tähendab väheneb jahutusvajadus.

Sisemise vabasoojuse vähenemine ja samaaegsed nõuded suuremale isolatsioonile nendes hoonetüüpides ilma, et arvestatakse hoone ja selles toimivate tegevuste omavahelist seost, ei too seega kaasa soojuse ülejääkide netovähendamist. Seepärast peab tulevikus soojustamisel kindlasti eristama elamuid ja ühiskondlikke hooneid.

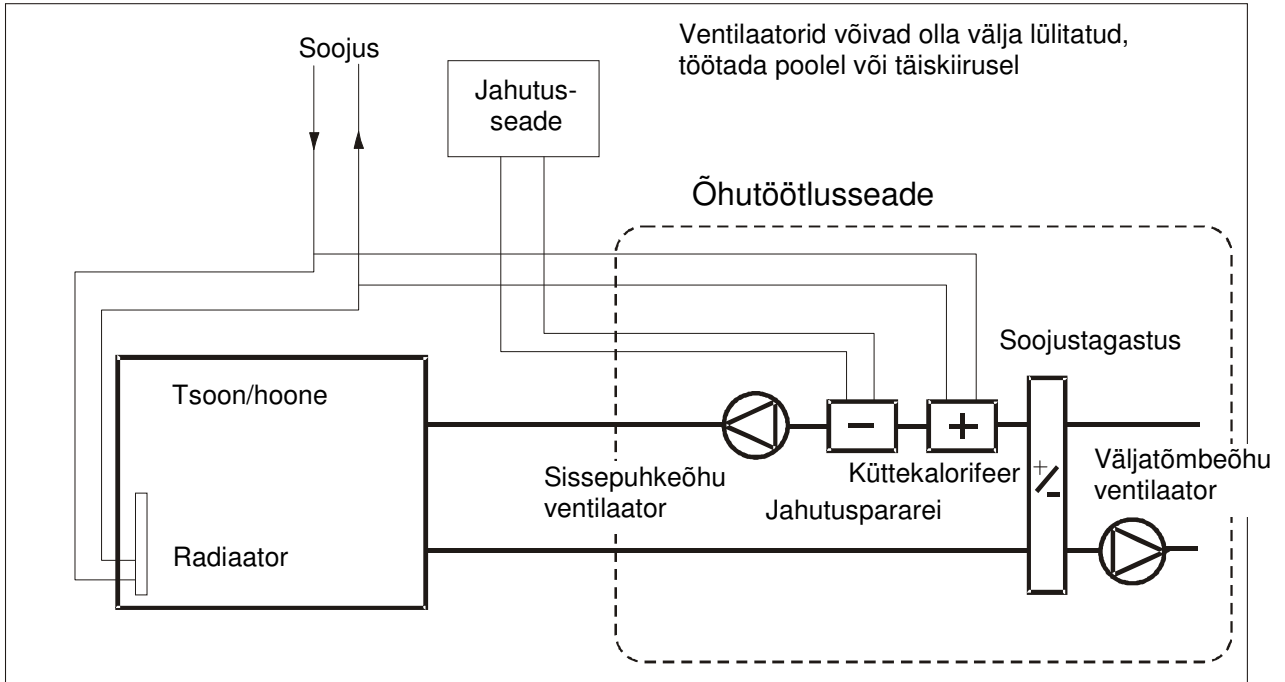
Hetkeline soojuse ülejääk või puudujääk hoones või ruumis on hoone, väliskliima ja hoones toimivate tegevuste keerulise dünaamilise koosmõju tulemus, kus ka hoone soojussalvestusvõimel on oluline tähtsus. Hoone KVVJ-süsteem on seega vaid osa süsteemide kompleksist, mis mõjutab ja lõpuks määrab hoone siseõhutemperatuuri.

Hoone siseõhutemperatuur on alati hoone, selles toimuvate tegevuste, väliskliima ja kliimasüsteemide koosmõju tulemus. Selleks, et saavutada hoone ja selle kliimasüsteemide optimaalset teostust, lähtudes nii funktsiooni kui ka majanduslikust seisukohast, tuleb optimeerida hoonet ja selle KVVJ-süsteemi koos. Optimeerimise juures tuleb arvestada seda, kuidas hoonet kasutatakse, millise tegevusega seal hakatakse tegelema ning arvesse tuleb võtta kõikvõimalikke olukordi. See tähendab praktiliselt, et optimeerimise aluseks peab olema terve aasta jooksul toimuv.

## Lisa: BV2 kliimasüsteemide ülesehitusskeem

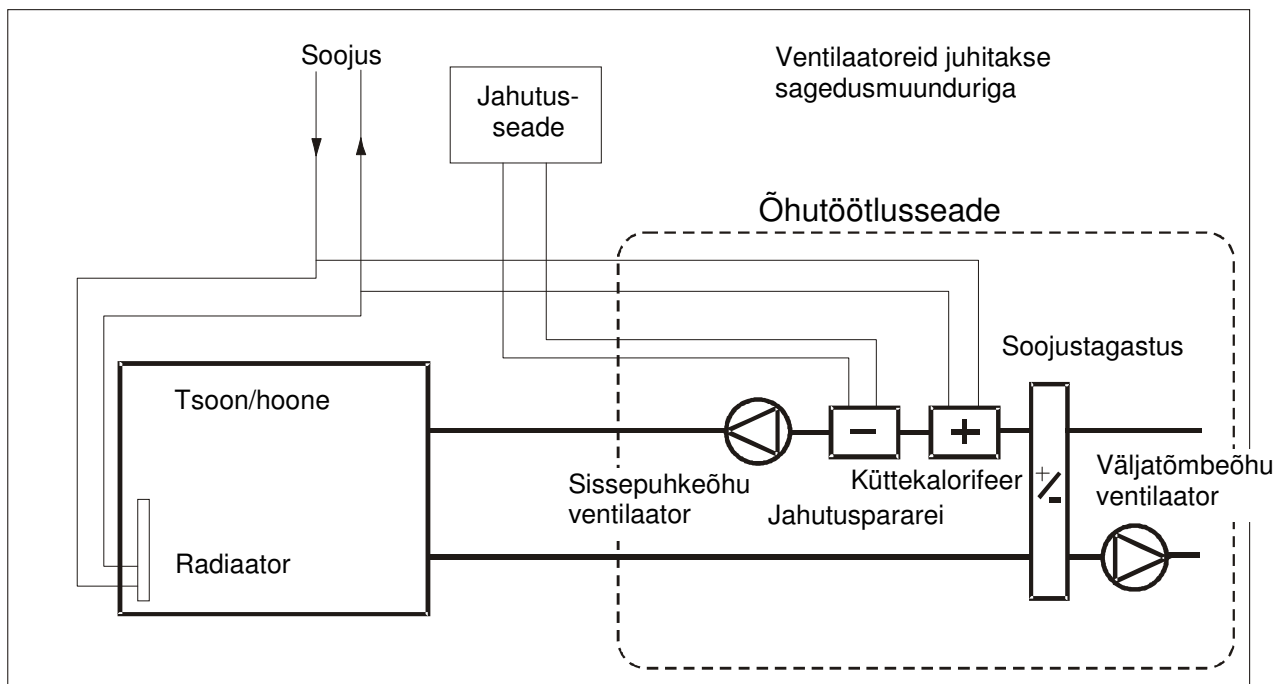
### CAV süsteem

Pane tähele, et allpool olev skeem sisaldab kõiki võimalikke ühendusi ja komponente. Kasutajal on loomulikult võimalik kokku panna lihtsustatud süsteeme.



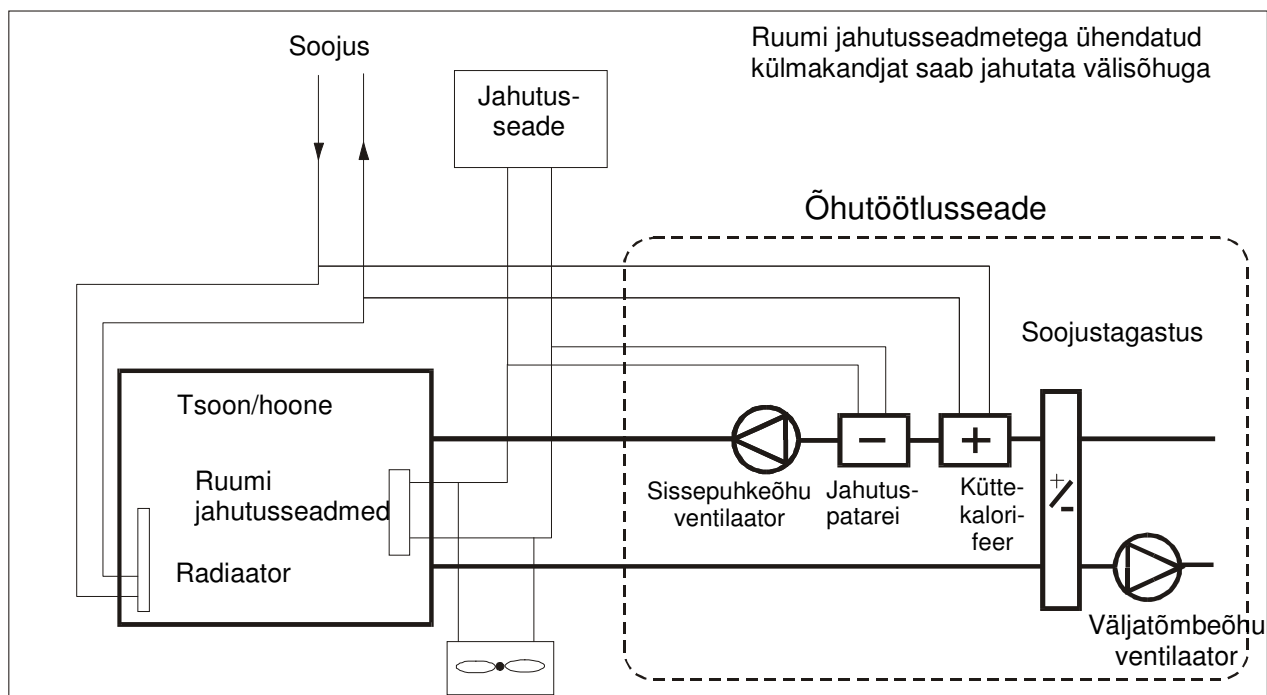
### VAV süsteem

Pane tähele, et allpool olev skeem sisaldab kõiki võimalikke ühendusi ja komponente. Kasutajal on loomulikult võimalik kokku panna lihtsustatud süsteeme



## Veekandjal jahutusega süsteem

Pane tähele, et allpool olev skeem sisaldab kõiki võimalikke ühendusi ja komponente.  
Kasutajal on loomulikult võimalik kokku panna lihtsustatud süsteeme



## Sundväljatõmbeõhusüsteem

