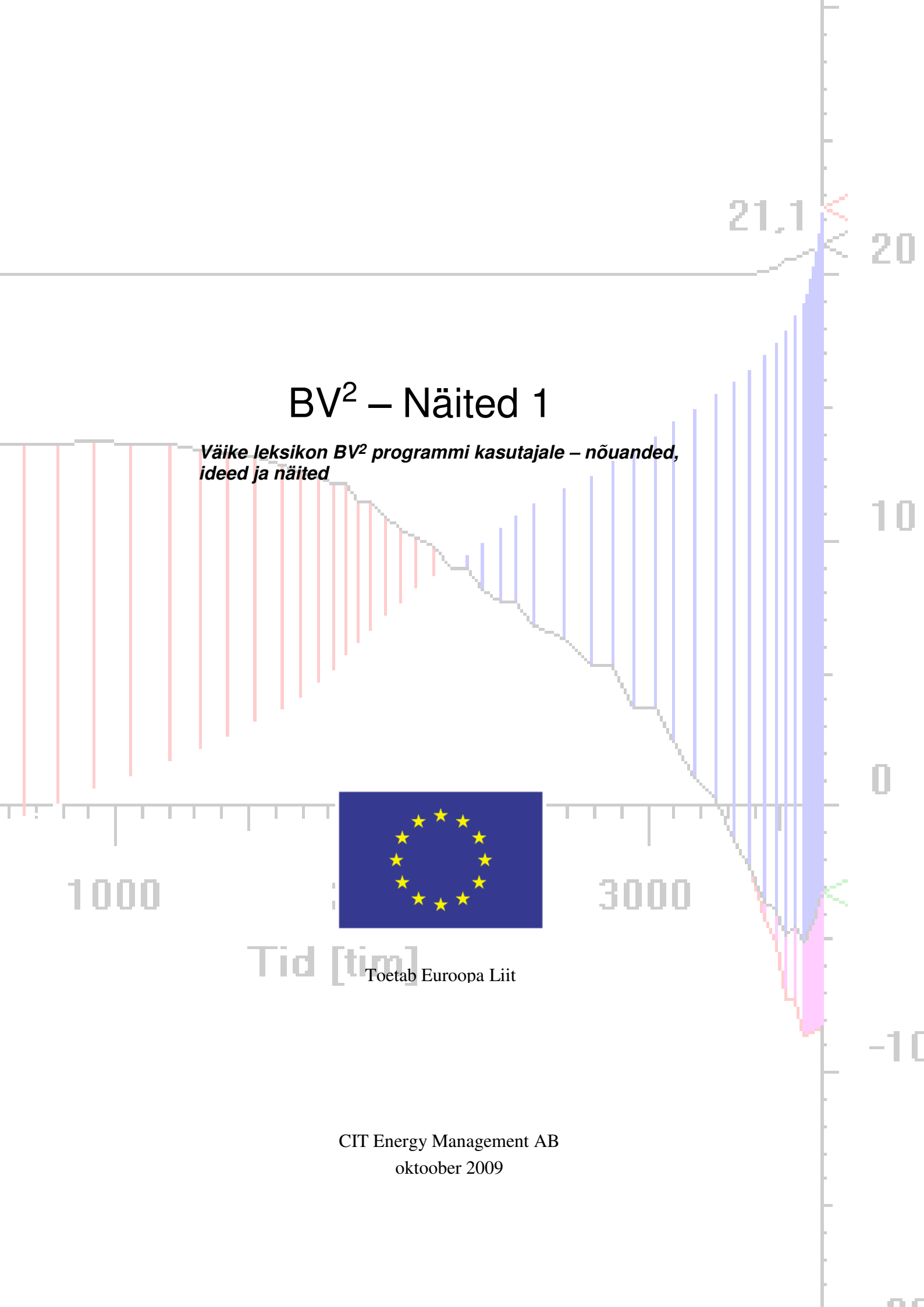


BV² – Näited 1

Väike leksikon BV² programmi kasutajale – nõuanded, ideed ja näited



SISUKORD

1. NÄIDE 1: Laesoojustuse paksus	2
2. NÄIDE 2: Päikesekaitse	5
3. NÄIDE 3: CAV-süsteem	8
4. NÄIDE 4: Sisetemperatuur suvel	10
5. NÄIDE 5: Valgustusvõimsus	12
Lisa 1: Tüüphoonete koond	15
Lisa 2: Maapinnal oleva plaadi U-väärtuse arvutamine	16

1 NÄIDE 1: Laesoojustuse paksus

Selles näites uuritakse laesoojustuse paksuse mõju energiatarbimisse. Uuritakse kahte alternatiivi: kui laesoojustus tehakse 200 mm või 400 mm mineraalvillaga.

Hoone tüüp

Laesoojustuse paksuse küsimus puudutab enamjaolt elamuid (eramuid või kortermaju). Enamikes avalikes hoonetes (nt kontorid ja kauplused) on sisemine soojustootmine suhteliselt suur, mistõttu vajadus juurdetoodava soojuse järele on soojussüsteemis väike. Sellisel juhul annab ka soojustusele paksuse lisamine vähe säästu.

Soojussäästu suurus sõltub ka maja kujust, s t kui suure osa väliskeskkonnaga kokku puutuvast välispinnast moodustab katus.

Arvutuskäik

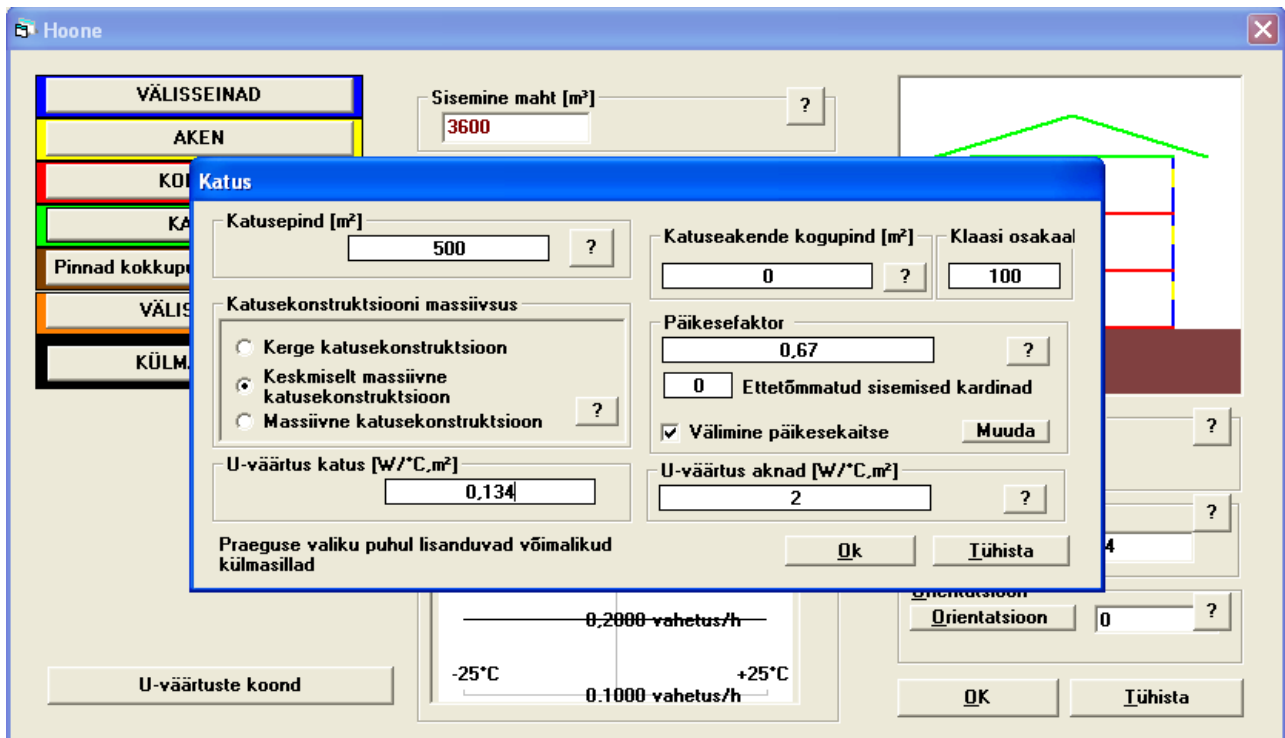
Näites on aluseks võetud *Lisas 1* kirjeldatud elamu. Kõigepealt tuleb arvutada kahe alternatiivi U-väärtus. Seda tehakse menüüs *Arvutusabivahendid/ U-väärtuse arvutamine*, mis on abivahendiks hooneosa U-väärtuse väljaarvutamisel.

Kirjeldus	_Paksus
Mineraalvill (Plaadid, matid)	400
Kergbetoon (element)	150

Joonis 1.1 Dialoogiaken hooneosa U-väärtuse arvutamiseks.

Lihtsuse huvides eeldame, et laekonstruktsioon koosneb vaid 150 mm kergbetoonist ja 200 mm või 400 mm soojustusest mineraalvattplaatidega (eeldame, et ilmastiku eest kaitsev katusekonstruktsioon soojustusele kaasa ei aita). Lae 200 mm soojustuse juures on U-väärtus 0,242 W/m² °C ja 400 mm juures on U-väärtus 0,134 W/m² °C.

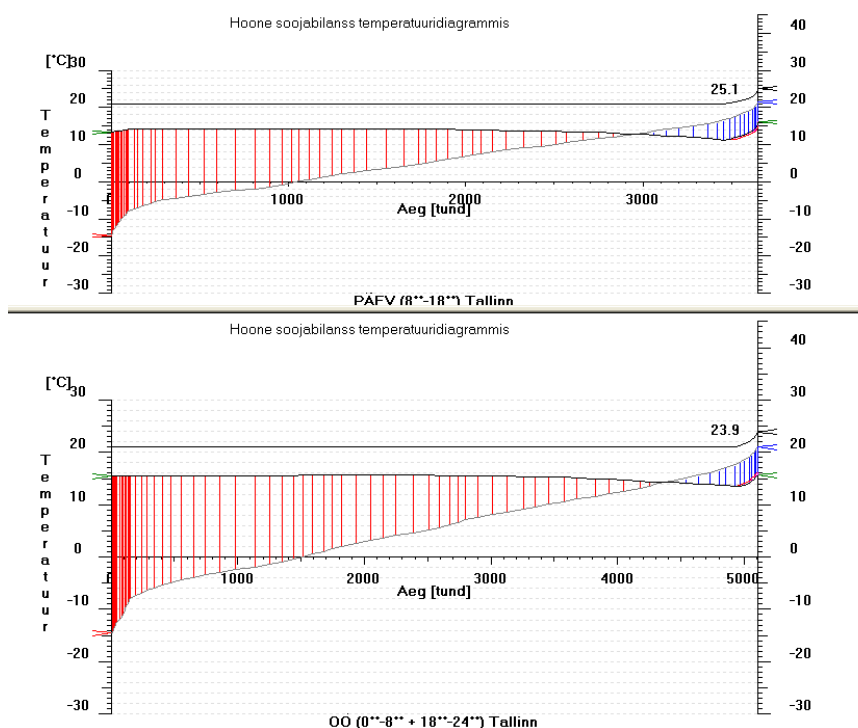
Need kaks väärtust sisestatakse nüüd menüüsse *Sisendandmed/Konstruktsioon/Katus*. Kõigepealt on soovitatav teha arvutus kehvema U-väärtusega ja printida seejärel välja tulemus. Sama korrata seejärel parema U-väärtusega.



Joonis 1.2 Katuse sisendandmete dialoogiaken

Tulemus

Kui soojustuspaksus on 400 mm 200 mm asemel, väheneb soojusenergiatarbimine selles näites 137 MWh/m² -lt aastas 133 MWh/m² -le aastas (vt. tabel 1.1). Seega on vähenemine ligi 3%. Soojustarbimine väheneb muidugi rohkem, kui katusepind moodustaks välispinnast suurema osa kui antud näites. Joonisel 1.3 näeme 400 mm laesoojustusega elamu kestvusdiagrammi.



Joonis 1.3 Tulemus kestvusdiagrammi kujul.

Tabel 1.1 Kahe katusesoojustuse alternatiivi kogu soojus- ja elektrienergiatarbimise koondtabel.

Meede	Soojusenergia (MWh/m² aastas)	Elektrienergia (MWh/m² aastas)
Soojustus 200 mm	137	35
Soojustus 400 mm	133	35

2 NÄIDE 2: Päikesekaitse

Selles punktis käsitletakse hoone akende päikese eest kaitsmiseks kasutatavaid vahendeid. Tegemist on nii välimise kui sisemise päikesekaitsega.

Hoone tüüp

Päikesekaitse mõjutab oluliselt dimensioneerivat jahutus- ja soojusvõimsust ning jahutus- ja soojusenergiavajadust enamikes akendega hoonetes.

Arvutuskäik

Selles näites kasutatakse kontorihoonet, mille andmed on toodu *Lisas 1*. Esialgses hoones on kolmekordsed läbipaistva klaasiga aknad, U-väärtusega $2,0 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$. Muudatused viiakse läbi eraldi.

- Esimene muudatus - kõik aknad varustatakse sisekardinatega.
- Teine muudatus – kõik aknad varustatakse välimise päikesekaitsega. Antud juhul valitakse välimised ribikardinad, mille päikesefaktor on 0,15. Näites eeldatakse, et neid kasutatakse rohkem sooja ilmaga, ja seda vähem, mida külmemaks läheb.

Esimesel juhul tehakse muudatus dialoogiaknas *Lähteandmed/Välispiirded/Aken*, vt joonis 2.1. *Päikesefaktor* all märgistatakse aken 'Ettetõmmatud sisemised kardinad' väärtusega 1.

Aknapind (koos lengiga)	Akende kogupind [m ²]	Klaasi osakaal [%]
Lõunavälis: 300	Lõunavälis: 300	80
Idavälisseir: 80	Idavälisseir: 80	80
Läänevälis: 80	Läänevälis: 80	80
Põhjavälis: 300	Põhjavälis: 300	80

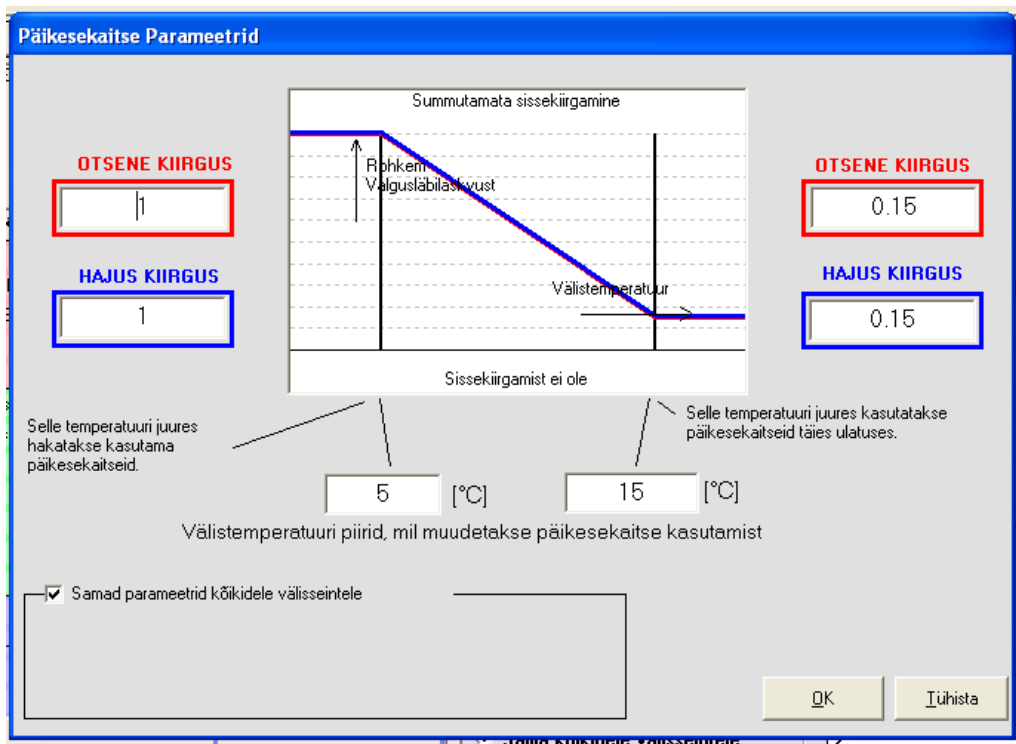
Päikesefaktor: 0,67

U-väärtused: 2

Ettetõmmatud sisemised kardinad: 1

Joonis 2.1 Dialoogiaken hoone akende ja päikesekaitsete sisendandmete märkimiseks.

Teisel juhul märgistatakse aken 'Väliline päikesekaitse', vt joonis 2.1 ülal. Vajutades seejärel nupule *Päikesekaitsete kasutamise detailised parameetrid* kuvatakse järgmine dialoogiaken:

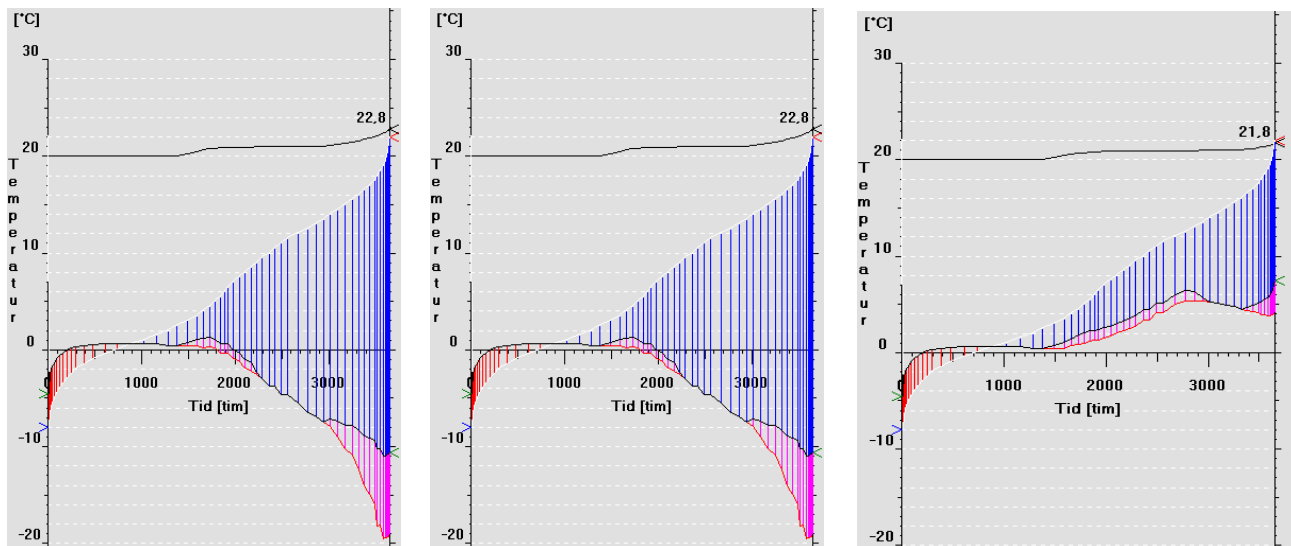


Joonis 2.2 Dialoogiaken hoone päikesekaitsete detailsete sisendandmete märkimiseks. Näite väärtused on sisestatud.

Sisendandmetes eeldatakse, et päikesekaitse kasutamine väheneb kraadide kaupa välitemperatuuridel alates $+15^{\circ}\text{C}$ kuni $+5^{\circ}\text{C}$. Eeldatakse, et sellest madalamal temperatuuril päikesekaitset ei kasutata.

Tulemus

Joonisel 2.3 ja tabelis 2.1 on näha, kuidas muudatused mõjutavad võimsusi ja energiad näites toodud hoones. Tabelist nähtub, et soojusvõimsuse- ja soojusenergiavajadus suureneb sisekardina kasutamisel, ent praktikas dimensioneerivad soojusvõimsusvajadust arvutades päikesekiirgust ei arvestata. Seevastu väheneb sisekardina puhul pisut jahutusenergia- ja jahutusvõimsusvajadus. Välimise ribakardina puhul on jahutusenergia- ja jahutusvõimsusvajadus siiski oluliselt väiksem. Soojuse osas ei oma väliline ribikardina siiski mingit mõju, kuna näites lähtutakse sellest, et madala välitemperatuuri puhul on see täiesti üles tõmmatud.



Baashoone

Sisekardin ette tõmmatud

Välimine ribikardin

Joonis 2.3 Tulemus kestvusdiagrammi kujul hoone akende valikul (arvestatud vaid päevaeg).

Tabel 2.1 Kahe alternatiivi kogu soojus- ja elektrienergiatarbimise koondtabel.

Meede	Soojusenergia (MWh/m ² aastas)	Soojusvõimsus (W/m ²)	Jahutusenergia (MWh/m ² aastas)	Jahutusvõimsus (W/m ²)
Baashoone	45	21	60	53
Sisekardinad	51	23	58	49
Välimine ribikardin	45	21	29	12

3 NÄIDE 3: CAV-süsteem

Selles näites selgitatakse, kuidas BV² –s teha arvutusi CAV-süsteemiga hoone kohta. Uurime erinevust ventilatsioonisüsteemi varustamisel plaatsoojusvaheti või rootorsoojusvahetiga. Esimesel juhul on soojustagasti temperatuuri suhtarv u 60% ja teisel juhul u 75%.

Hoone tüüp

Tavaliselt kasutatakse CAV-süsteemi igat tüüpi avalikes hoonetes, nt koolid, kontorid, haiglad, ostukeskused jm.

Arvutuskäik

Näites on võetud aluseks *Lisas 1* kirjeldatud kontorihoone. Sisenedes dialoogiaknasse *Lähteandmed/ KVVJ-süsteem/ Muuda parameetreid süsteemis* avaneb allolev pilt:

Kliimasüsteem tüüp CAV

CAV SÜSTEEM

BV2 arvatud vajalik õhuvooluhulk 4,75 l/s m²

Max õhuvooluhulk BV2 arvutab 4,8 l/s m² Kahe kiirusega ventilaator

Üine režiim

Jahutustagastus

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

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

Ventilaatori erivõimsus SFP [kW/(m³/s)]

Soojustagasti temperatuuri suhtarv Varieeruv [%]

Jahutusseade Aasta keskmine jahutustegur [-]

Kaugjahutus

Aktiivne ööjahutus ventilatsiooniga [?]

Täiendatud sisendandmed kadude arvutamiseks

OK Tühista

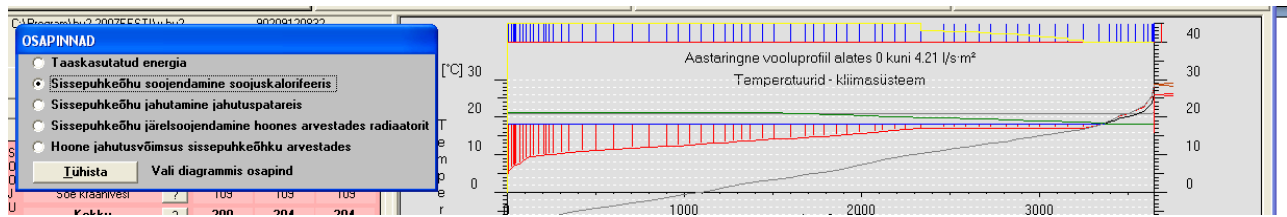
Joonis 3.1 Dialoogiaken CAV-süsteemi parameetrite märkimiseks.

Arvutused tehakse kahe erineva soojustagastusseadme kohta, muutes soojustagasti temperatuuri suhtarvu vastavalt 60% ja 75%.

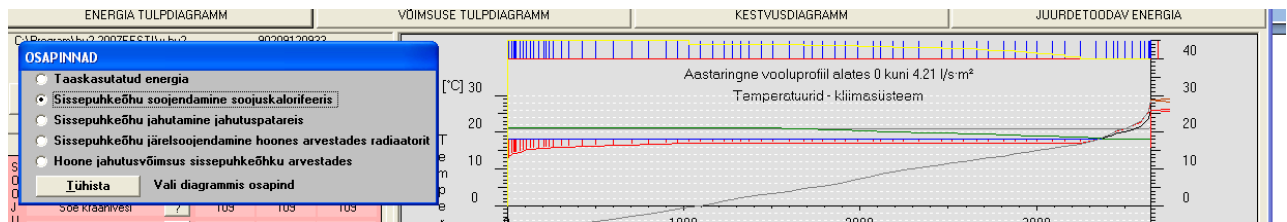
Tulemus

Kui soojustagasti temperatuuri suhtarv on 75%, 60% asemel, väheneb selles näites soojusenergia tarbimine kokku 237 kWh/m² –lt aastas (kui soojustagasti temperatuuri suhtarv on 60%) 161 kWh/m² –le aastas (kui soojustagasti temperatuuri suhtarv on 75%). Vähenedes on seega umbes 47%. Erinevusi saab uurida kestvusdiagrammil *Näita tulemust/ Diagrammitüüp/ Kestvuskõverad/*

Temperatuur kliimasüsteem ning valides Näita tulemust/ Näita osakoguseid. Joonitud pind vastab ventilatsiooniagregaadile antud soojusenergiale.



Soojustagasti temperatuuri suhtarv 60%



Soojustagasti temperatuuri suhtarv 75%

Joonis 3.2 Tulemus kestvusdiagrammi kujul.

Tabel 3.1 Kahe alternatiivi kogu soojus- ja elektrienergiatarbimise koondtabel.

Meede	Soojusenergia (KWh/m ² aastas)	Elektrienergia (KWh/m ² aastas)
Soojustagasti temperatuuri suhtarv 60%	237	179
Soojustagasti temperatuuri suhtarv 75%	166	179

Nõuanne

Meeles tuleks pidada, et märgitav soojustagasti temperatuuri suhtarv peab kehtima dimensioneeriva oleku juures talvel.

4 NÄIDE 4: Sisetemperatuur suvel

Selles näites selgitatakse, kuidas erinevad nõuded siseõhutemperatuurile mõjutavad hoone energia- ja võimsusvajadust.

Hoone tüüp

See küsimus on aktuaalne kõigis hoonetüüpides, kus suvel soovitakse hoida kindlat siseõhutemperatuuri. Tavaliselt on see nii kontorites, hotellides ja ostukeskustes.

Arvutuskäik

Näites võetakse aluseks *Lisas 1* kirjeldatud kontorihoone. Eeldatakse, et kontorihoones on veekandjal jahutusega süsteem. Näites uuritakse erinevust suvise kõrgeima lubatud siseõhutemperatuuri 22°C või vastavalt 25°C vahel. Kõigepealt sisenetakse dialoogiaknasse *Lähteandmed/KVJ süsteem*, kus sisestatakse *Kõrgeim lubatud siseõhutemperatuur*:

The screenshot shows a dialog box titled "KVJ süsteem". It has two main sections: "Süsteemi tüüp" and "Sisetemperatuurid".

Süsteemi tüüp

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

Each option has a "?" button to its right. A "Muuda Parameetreid süsteemis" button is located to the right of the radio buttons.

Sisetemperatuurid

Madalaim lubatud sisetemp	21	[°C]	?
Sisetemp jahutuse reguleerimiseks	21	[°C]	?
Kõrgeim lubatud sisetemp	22	[°C]	?

Nõuded kõrgeimale lubatud temperatuurile

Buttons: OK, Tühista

Joonis 4.1 Dialoogiaken kliimasüsteemi sisetemperatuuride märkimiseks.

Seejärel liigutakse dialoogiaknasse *Lähteandmed/KVJ süsteem/ Muuda parameetreid süsteemis*:

Veekandjal jahutusega süsteem

Veekandjal jahutusega süsteem

Üine režiim

Hügieenventilatsioon päeval l/s m² Jahutustagastus

Hügieenventilatsioon öösel l/s m²

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

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

Ventilaatori erivõimsus SFP [kW/(m³/s)]

Soojustagasti temperatuuri suhtarv Varieeruv [%]

Jahutusseade Aasta keskmine jahutustegur [-]

Kaugjahutus

Vabajahutus

Täiendatud sisendandmed kadude arvutamiseks

Joonis 4.2 Dialoogiaken veekandjal jahutusega süsteemi parameetrite märkimiseks.

Siin sisestatakse veekandjal jahutusega kliimasüsteemi soovitud seadistused.

Arvutused tehakse kahe kõrgeima lubatud siseõhutemperatuuri kohta, +22°C ja vastavalt +25°C.

Tulemus

Kui suvel on nõue kõrgeimale lubatud siseõhutemperatuurile +22°C, suureneb jahutusseadme elektritarbimine selles näites 7 kWh/m² –lt aastas 8 kWh/m² –le aastas, võrreldes +25°C-ga. Seega on suurenemine umbes 13%. Soojusenergiatarbimine ei muutu. Dimensioneeriv jahutusvõimsus suureneb umbes 17%, 35-lt 42-le W/m². Dimensioneeriv soojusvõimsus ei muutu.

Selle näite puhul ei saa erinevusi uurida programmi kestvusdiagrammides.

Tabel 4.1 Kahe alternatiivi kogu soojus- ja elektrienergiatarbimise koondtabel.

Meede	Soojusenergia (KWh/m ² aastas)	Elektrienergia jahutusseadmele (KWh/m ² aastas)	Soojusvõimsus (W/m ²)	Jahutusvõimsus (W/m ²)
kõrgeima lubatud sisetemp +22°C	53	8	25	42
kõrgeima lubatud sisetemp +25°C	53	7	25	35

Nõuanne

Tulemus sõltub süsteemivalikust ja kliimasüsteemi töötamisviisist. Tehes võrdluse kahe erineva suvise maksimumtemperatuuriga, aga VAV- või CAV-süsteemiga, erineb tulemus oluliselt veekandjal jahutusega süsteemist.

5 NÄIDE 5: Valgustusvõimsus

Selles näites vaadatakse, kuidas muutub hoone soojus-, jahutus- ja elektrienergiavajadus, kui vanem valgustus vahetada välja kaasaegsema ja energiasäästlikuma vastu.

Hoone tüüp

Kokkuhoid saadakse igat tüüpi hoones.

Arvutuskäik

Näites võetakse aluseks *Lisas 1* kirjeldatud kontorihoone. Sisenedes dialoogiaknasse *Lähteandmed/Vabasoojus* avaneb joonisel 5.1 kujutatud aken. Vanemat tüüpi valgustus annab keskmise soojusvõimsuse 8 W/m^2 päevasel ajal, jaotatuna hoone kogupinnale. Öösel on valgustusvõimsus $1\text{--}3 \text{ W/m}^2$ vahel, sõltuvalt aastaajast. Võttes kasutusele energiaeftiivsema valgustuse, alaneb selles näites keskmine tase 5 W/m^2 –ni. Öösel langeb tase 1 W/m^2 –ni kogu aasta jooksul. Arvutused tehakse kõigepealt esialgsete väärtustega ja seejärel uute väärtustega.

The screenshot shows a software dialog box titled "Vabasoojus". At the top, there is a text field containing "Erinevad sisemised koormused hoone erinevates osades" and a question mark button. Below this, the dialog is organized into three main sections: "VALGUSTUS" (Lighting), "INIMESED" (People), and "SEADMED" (Equipment). Each section has a label with a question mark, a set of input fields for different seasons, and a "muutub aasta vältel" (changes over the year) checkbox. The "VALGUSTUS" section is highlighted in black. The "INIMESED" section is highlighted in blue. The "SEADMED" section is highlighted in green. The "kasutusaste" (usage level) checkbox is unchecked. At the bottom right, there are "Ok" and "Tühista" (Cancel) buttons.

Category	Summer (SUVI)	Winter (TALV)	Change over year
VALGUSTUS	PÄEV: 8, ÖÖ: 1	PÄEV: 8, ÖÖ: 3	<input checked="" type="checkbox"/>
INIMESED	PÄEV: 8, ÖÖ: 1	PÄEV: 6,5, ÖÖ: 3	<input checked="" type="checkbox"/>
SEADMED	PÄEV: 7, ÖÖ: 2	PÄEV: 7, ÖÖ: 2	<input checked="" type="checkbox"/>

Joonis 5.1 Dialoogiaken vabasoojusega seotud parameetrite märkimiseks, olemasolev tase.

Vabasoojus

Erinevad sisemised koormused hoone erinevates osades ?

	S U V I		T A L V		
	PÄEV	ÕÖ	PÄEV	ÕÖ	
VALGUSTUS ?	5	1	5	1	[W/m ²] <input type="checkbox"/> kasutusaste ?
					<input checked="" type="checkbox"/> muutub aasta vältel ?
INIMESED ?	8	1	6,5	3	[W/m ²] <input checked="" type="checkbox"/> muutub aasta vältel ?
					<input checked="" type="checkbox"/> muutub aasta vältel ?
SEADMED ?	7	2	7	2	[W/m ²] <input checked="" type="checkbox"/> muutub aasta vältel ?
					<input checked="" type="checkbox"/> muutub aasta vältel ?

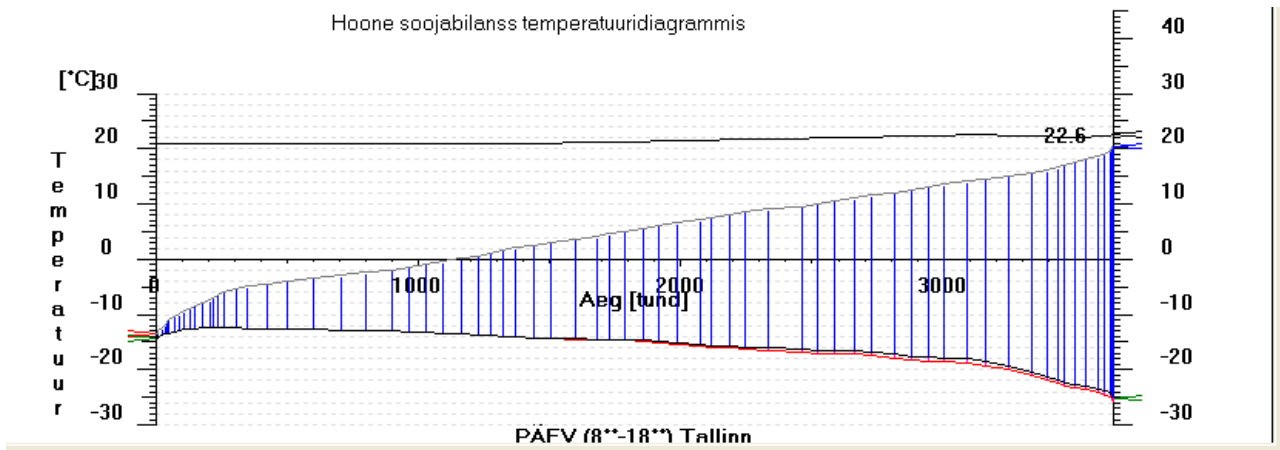
Ok Tühista

Joonis 5.2 Dialoogiaken vabasoojusega seotud parameetrite märkimiseks, uus tase.

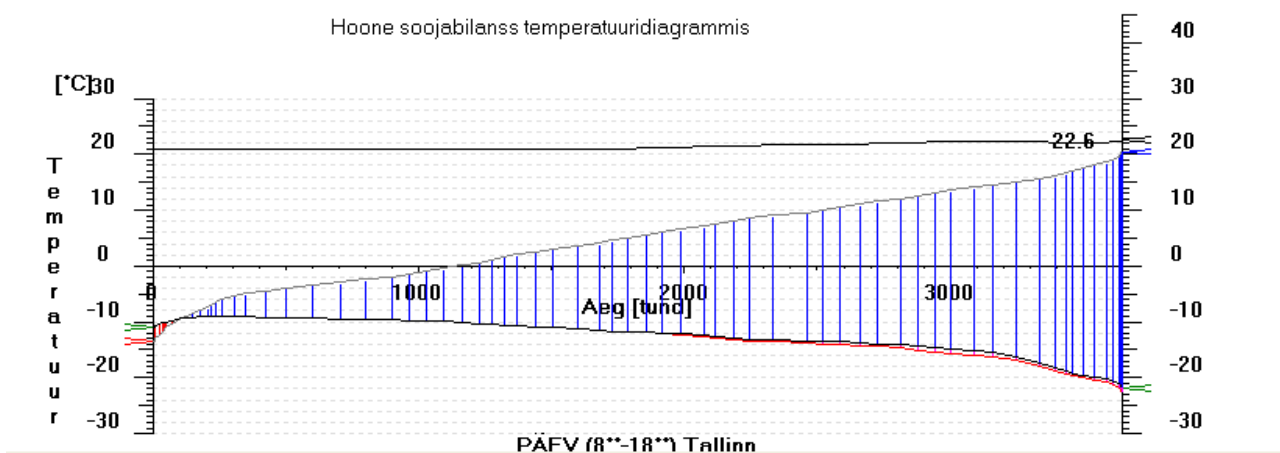
Tulemus

Energiasäästlikuma valgustuse paigaldamisel väheneb valgustuse ja jahutusseadme elektritarbimine selles näites $14 + 39 = 53 \text{ kWh/m}^2$ –lt aastas $12 + 23 = 35 \text{ kWh/m}^2$ –le aastas. Seega on vähenemine umbes 34%. Kuna uus valgustus toodab vähem sisemist soojust, suureneb soojusenergiatarbimine, 38 kWh/m^2 -lt aastas 47 kWh/m^2 –le aastas, mis tähendab suurenemist 24% võrra.

Tulemus kestvusdiagrammil (vaid päevane aeg) on toodud joonisel 5.3.



Vanem valgustus



Uuem energiasäästlik valgustus

Joonis 5.3 Tulemus kestvusdiagrammi kujul.

Tabel 5.1 Kahe alternatiivi soojus- ja elektrienergiatarbimise koondtabel.

Meede	Kogu soojusenergia (KWh/m ² aastas)	Elektrienergia jahutusseadmele (KWh/m ² aastas)	Elektrienergia valgustusele (KWh/m ² aastas)
Vanem valgustus	38	14	39
Uuem valgustus	47	12	23

6 LISAD

Lisa 1: Tüüphoonete tingimuste koondtabel

Sisendandmed	Elamu	Kontor
Kogupind	1500	2500
Korruse pind	500	500
Pikkus x laius	50 x 10	50 x 10
Korruste arv	3	5
U-väärtus fassaad	0,3 W/m ² , °C	0 W/m ² , °C
U-väärtus katus	0,25 W/m ² , °C	0,25 W/m ² , °C
U-väärtus plaat maapind	0,4 W/m ² , °C	0,4 W/m ² , °C
Aken Tüüp	3 klaasiga	3 klaasiga
Aknad U-väärtus	2,0 W/m ² , °C	2,0 W/m ² , °C
Aknapind:		
Lõuna	45 m ²	100 m ²
Põhi	35 m ²	100 m ²
Ida	5 m ²	40 m ²
Lääs	5 m ²	40 m ²
Sisemine soojus valgustus		
Suvi päev	0,5 W/m ²	8 W/m ²
Suvi öö	2 W/m ²	1 W/m ²
Talv päev	1 W/m ²	8 W/m ²
Talv öö	3 W/m ²	3 W/m ²
Sisemine soojus inimesed		
Suvi päev	1 W/m ²	8 W/m ²
Suvi öö	2 W/m ²	1 W/m ²
Talv päev	1 W/m ²	8 W/m ²
Talv öö	2 W/m ²	3 W/m ²
Sisemine soojus seadmed		
Suvi päev	0,5 W/m ²	7 W/m ²
Suvi öö	1 W/m ²	2 W/m ²
Talv päev	1 W/m ²	7 W/m ²
Talv öö	1,5 W/m ²	2 W/m ²
Ventilatsioonisüsteem	Sundväljatõmbesüsteem	Mehaaniline sissepuhe- ja väljatõmme
Välisõhuvooluhulk		
Päev	0,35 l/s,m ²	1,0 l/s,m ²
Öö	0,35 l/s,m ²	0,0 l/s,m ²
Sissepuhkeõhutemperatuur	Välisõhk	18°C
Ventilaatori erivõimsus	2,5 kW/(m ³ /s)	2,5 kW/(m ³ /s)
Sisetemperatuur		
Madalaim	21°C	21°C
Kõrgeim lubatud	--	24°C
Jahutussüsteemi reguleerimiseks	--	Varieeruv: - Vesijahutus - CAV süsteem - VAV süsteem

Lisa 2: 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 seina – 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

$$B = \frac{A_{põrand}}{\frac{1}{2} \cdot P} \quad (\text{m})$$

kus P = põranda ümbermõõt (m)
 $A_{põrand}$ = põrandapind (m^2)

Seejärel arvutatakse iseloomulik pikkus, d , vastavalt

$$d = \lambda \cdot (R_v + R_p + R_s) \quad (\text{m})$$

kus λ = alloleva maapinna soojaerijuhtivus (W/m K)
 R_s = Sisemine soojustakistus ($\text{m}^2 \text{K/W}$)
 R_p = Põhikonstruktsiooni soojustakistus, v a maapinna soojustakistus ($\text{m}^2 \text{K/W}$)
 R_v = Välimine soojustakistus ($\text{m}^2 \text{K/W}$)

Tavaliselt on $R_s + R_v = 0,17 \text{ (m}^2 \text{K/W)}$

λ -väärtus on erinevate maapinnatüüpide puhul järgmine

Savi, dreneeritud liiv või kruus	$\lambda = 1,4 \text{ W/m K}$
Aleuriit, dreneerimata liiv ja kruus, moreen	$\lambda = 2,3 \text{ W/m K}$
Lõhatud kivi	$\lambda = 3,0 \text{ W/m K}$

Tingimusel $d < B$ arvutatakse U-väärtus järgmiste seoste järgi:

$$U = \frac{2 \lambda}{\pi B + d} \ln \left(\frac{\pi B}{d} + 1 \right) \quad (\text{W/m}^2 \text{K})$$

Tingimusel $d \geq B$ arvutatakse U-väärtus järgmiste seoste järgi:

$$U = \frac{\lambda}{0,457 B + d} \quad (\text{W/m}^2 \text{K})$$