

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta

Ohjeet 2007

Ympäristöministeriön asetus rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennasta

Annettu Helsingissä 19 päivänä kesäkuuta 2007

Ympäristöministeriön päätöksen mukaisesti säädetään 5 päivänä helmikuuta 1999 annetun maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) 13 §:n nojalla rakentamisessa sovellettaviksi seuraavat ohjeet rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskennassa.

Tämä asetus tulee voimaan 1 päivänä tammikuuta 2008 ja sillä kumotaan ympäristöministeriön 20 päivänä tammikuuta 1984 antama päätös rakennusten lämmityksen tehon- ja energiantarpeen laskennasta. Ennen asetuksen voimaantuloa vireille tulleeseen lupahakemukseen voidaan soveltaa aikaisempia ohjeita.

Helsingissä 19 päivänä kesäkuuta 2007

Asuntonministeri *Jan Vapaavuori*

Yli-insinööri *Pekka Kalliomäki*

Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta

OHJEET 2007

Sisällys

1	YLEISTÄ	8	LÄMPÖKUORMAT
1.1	Soveltamisala	8.1	Henkilöiden luovuttama lämpöenergia
1.2	Vastavuoroinen tunnustaminen	8.2	Lämmityslaitteista vapautuva lämpökuormaenergia
1.3	Määritelmiä		
2	LASKENTAMENETELMÄN KUVAUS	8.3	Valaistuksesta ja sähkölaitteista vapautuva lämpökuormaenergia
2.1	Laskentaperiaate ja menetelmän rajaukset		
2.2	Laskennan kulku	8.4	Ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia
3	ENERGIANKULUTUS		
3.1	Ostoenergiat	8.5	Lämpökuormista hyödynnettävä energia
3.2	Rakennuksen energiankulutus	9	LÄMMITYSTEHO
3.3	Lämmitysenergia	9.1	Rakennuksen lämmitystehontarve
3.4	Laitesähköenergia	9.2	Johtumisteho rakenteiden läpi
3.5	Jäähdytysenergia	9.3	Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho
4	RAKENNUKSEN TILOJEN LÄMPÖHÄVIÖENERGIAT	9.4	Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho
4.1	Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia	9.5	Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho
4.2	Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia		
4.3	Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia ja lämmöntalteenotto		
5	KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYSTARVE	LIITTEET	
6	LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN LÄMPÖHÄVIÖENERGIAT	1	Energiankulutuksen laskennassa käytettäviä säätietoja
6.1	Tilojen lämmitysjärjestelmä	2	Sisälämpötilan kuukausikeskiarvon laskenta ja jäähdytysenergiantarpeen laskenta
6.2	Käyttöveden lämmitysjärjestelmä		
7	LAITESÄHKÖNKULUTUS	Opastavia tietoja	
7.1	Laitteiden sähköenergiankulutus		
7.2	Valaistuksen sähkönkulutus		
7.3	Ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus		
7.4	Laiteryhmäkohtaisia sähkönkulutuksia		

*Selostukset, jotka ovat kapealla palstalla kursivoituna,
antavat lisätietoja sekä sisältävät viittauksia muihin
säädöksiin.*

YLEISTÄ

1.1 Soveltamisala

1.1.1

Näissä ohjeissa esitettyä laskentamenetelmää voidaan käyttää rakennuksen energiankulutuksen, ostoenergiankulutuksen, lämmitystehon ja kesäaikaisen sisälämpötilan arviointiin.

1.2 Vastavuoroinen tunnustaminen

1.2.1

Milloin näissä ohjeissa on annettu tietoa käytettävissä olevista SFS-standardeista, niiden ohella ja sijasta voidaan käyttää myös muualla Euroopan talousalueella tai Turkissa voimassa olevaa tasoltaan vastaavaa standardia.

1.3 Määritelmiä

1.3.1

Näissä ohjeissa tarkoitetaan:

1) *rakennuksen energiankulutuksella* vuotuista lämmitykseen, sähkölaitteisiin ja jäähdytykseen yhteensä kulutettua energiamäärää, johon ei sisälly eri energiamuotojen kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä;

2) *rakennuksen ostoenergiankulutuksella* vuotuisia energiamääriä, jotka rakennukseen on tuotava sähköinä, kaukolämpönä, kaukokylmänä tai polttoaineina; sekä

3) *mitoitettavalla lämpötilalla* niitä sisä- ja ulkoilman lämpötiloja, joiden perusteella rakennuksen lämmitys- ja jäähdytystehontarve on määritetty.

1.3.2

Rakennuksen lämmitystehon ja lämmitysenergian tarpeen laskennassa tarvittavat vaipan eri rakennusosien pinta-alat määritetään rakennuksen kokonaissisämittojen mukaan.

Alapohjat:

Alapohjan pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaan aukkojen ja rakenteiden aloja vähentämättä. Alapohjan läpivientejä kuten kanavat, pilarit, viemärit ja vesijohdot ei vähennetä alapohjan pinta-alasta.

Yläpohjat:

Yläpohjan pinta-ala lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaisesti kattoikkunoiden aukkojen pinta-alat vähentäen. Yläpohjan läpivientejä kuten kanavat, hormit ja tuuletusputket ei vähennetä yläpohjan pinta-alasta.

Välipohjat:

Välipohjien pinta-ala lasketaan ulkoseinien sisämittojen mukaisesti porras- ym. aukkoja vähentämättä.

Ulkoseinät:

Ulkoseinien pinta-ala lasketaan sisämittojen mukaisesti lattiapinnasta yläpohjan alapintaan ikkunoiden ja ovien aukkojen pinta-alat vähentäen.

Ikkunat ja ovet:

Ikkunoiden ja ovien pinta-alat lasketaan kehän ulkomittojen (karmirakenteen ulkomittojen) mukaan. Julkisivun tai katon muodosta merkittävästi poikkeavan ikkunaratkaisun, kupumaisen kattoikkunan ja valoaukollisen savunpoistoluukun pinta-ala lasketaan tapauskohtaisesti yleisohjetta soveltaen.

1.3.3

Rakennusten pinta-alojen ja tilavuuksien laskenta:

Rakennustilavuus, V_{rak} [rak-m³]

Rakennuksen tilavuudella tarkoitetaan tilaa, jota rajoittavat ulkoseinien ulkopinnat, alapohjan alapinta ja yläpohjan yläpinta. Milloin rakennuksessa ei ole yläpohjaa tai yläpohja liittyy ilman ullakkoa vesikattoon, katsotaan rajoittavaksi pinnaksi vesikaton yläpinta suojauksineen. Milloin rakennuksen alapohjan paksuutta ei voida arvioida, lasketaan alapohjan paksuudeksi 200 mm alapohjan yläpinnasta. Rakennuksen tilavuuden laskenta esitetään standardissa SFS 2460.

Ilmatilavuus, V [m³]

Rakennuksen ilmatilavuus on huonekorkeuden ja kokonaissisämittojen mukaan lasketun pinta-alan tulo. Välipohjia ei lasketa ilmatilavuuteen.

Huoneiston ilmatilavuus on sen sisäpintojen rajoittaman tilakappaleen tilavuus. Väliseiniä ja välipohjia ei lasketa ilmatilavuuteen.

Huoneen ilmatilavuus on sen sisäpintojen rajoittaman tilakappaleen tilavuus. Milloin huoneessa on alakatto, jonka pinta-alasta aukkojen osuus on vähemmän kuin puolet, katsotaan huonetta yläpuolelta rajoittavaksi pinnaksi alakaton alapinta. Huoneen tilavuuden laskennassa ei oteta huomioon vähäisten palkkien, pilareiden, ovi- ja ikkunasyvennyksien, listojen ja vastaavien vaikutusta. Kaikkien rakennuksen tilojen tilavuus voidaan laskea kuten huoneen tilavuus. Huoneen tilavuuden laskenta esitetään standardissa SFS 2460.

Rakennuksen bruttopinta-ala, A_{br} [brm²]

Rakennuksen bruttopinta-ala eli bruttoala kuvaa koko rakennuksen laajuutta. Bruttoala lasketaan rakennuksen kaikkien kerrostasojen kerrostasoalojen summana. Kerrostasoalat lasketaan bruttoalaan kokonaisina riippumatta kerrostason sijainnista ja sen sisältämien huoneiden käyttötarkoituksista. Bruttoalaan lasketaan kaikki kerrostasoalat riippumatta myös siitä, ovatko huoneet kylmiä vai lämpimiä. Kerrostasoala on kerrostason ala, jonka rajoina ovat kerrostasoa ympäröivien ulkoseinien ulkopinnat tai niiden ajateltu jatke ulkoseinän pinnassa olevien aukkojen ja koristeosien osalla. Kerrostasoala sisältää myös porraskäytävät sekä alat, joissa huonekorkeus on alle 1600 mm. Rakennuksen bruttopinta-alan laskenta esitetään standardissa SFS 5139.

Huoneen pinta-ala, A_{huone} [hum²]

Huoneen pinta-ala eli huoneala on huoneen ala, jonka rajoina ovat huonetta ympäröivät seinien pinnat tai niiden ajateltu jatke. Milloin huoneen katto on vino tai porrastettu, lasketaan huonealaksi 1600 mm korkeamman tilan ala. Tällöin 1600 mm korkeamman tilan keskikorkeuden tulee olla vähintään 2200 mm. Huonealaan ei lasketa muun muassa huoneessa olevien hormiryhmien, pilareitten ja seinien alaa, seiniin upotettujen takkojen alaa eikä esimerkiksi muuraamalla tehdyn komeron alaa. Rakennuksen huonealan laskenta esitetään standardissa SFS 5139.

1.3.4

Laskentakaavoissa käytetään alla olevia suureita ja yksiköitä. Celsiusaste on yksikön kelvin (K) erityisnimi, jota käytetään ilmaistaessa celsiuslämpötila-arvoja.

A	rakennusosan pinta-ala, m ²
A _{huone}	valaistavan tilan huonepinta-ala, hum ²
A _{br}	rakennuksen bruttoala, brm ²
A _{ikk}	ikkuna-aukon pinta-ala (kehys- ja karmirakenteineen), m ²
A _{ikk, valoaukko}	ikkunan valoaukon pinta-ala, m ²
C _{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1,0 kJ/(kgK)
C _{pv}	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/(kgK)
C _{rak}	rakennuksen sisäpuolinen tehollinen lämpökapasiteetti, Wh/K
C _{rak, omin}	rakennuksen sisäpuolinen tehollinen ominaislämpökapasiteetti, (Wh/K)/brm ²
E	tilan valaistusvoimakkuus, lx
E _{rakennus}	rakennuksen energiankulutus, kWh
f	valaistuksen ohjaustavasta riippuva ohjauskerroin, -
F _{kehä}	ikkunan kehäkerroin, lasipinta-alan suhde ikkunapinta-alaan, -
F _{läpäisy}	ikkunan säteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskerroin, -
F _{sivubarjostus}	ikkunan sivuilla olevien pystysuorien rakenteiden varjostuksen korjauskerroin, -
F _{suunta}	muuntokerroin, jolla vaakatasolle tuleva auringon kokonaissäteilyenergia muunnetaan ilmansuunnittain pystypinnalle tulevaksi kokonaissäteilyenergiaksi, -
F _{varjostus}	ikkunan varjostusten korjauskerroin, -
F _{verho}	ikkunan verhokerroin, -
F _{ylävarjostus}	ikkunan yläpuolisten vaakasuorien rakenteiden varjostuksen korjauskerroin, -
F _{ympäristö}	ympäristön horisontaalisten ikkunavarjostusten korjauskerroin (esimerkiksi maasto, ympäröivät rakennukset ja puut), -
g	ikkunan valoaukon auringon kokonaissäteilyn läpäisykerroin, -
g _{kohtisuora}	ikkunan valoaukon kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaissäteilykerroin, -
G _{säteily, pystypinta}	pystypinnalle tuleva auringon kokonaissäteilyenergia pinta-alan yksikköä kohti, kWh/m ²
G _{säteily, vaakapinta}	vaakatasolle tuleva auringon kokonaissäteilyenergia pinta-alan yksikköä kohti, kWh/m ²
H	rakennuksen tai tilan ominaislämpöhäviö, W/K
ΣH _{joht}	rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K
H _{iv}	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
H _{vuotoilma}	vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K
k	rakennuksen käytönaikainen käyttöaste, joka kuvaa ihmisten keskimääräistä läsnäoloa rakennuksessa, -
n	henkilöiden lukumäärä
n ₅₀	rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h
n _{vuotoilma}	rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h
PA _{lämmitys, osto}	rakennuksen ostettavaa lämmitysenergiaa vastaava polttoainemäärä, polttoaineen mittayksikkö
P _e	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen sähköteho, kW
P _{es}	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissäteilyteho, kW/(m ³ /s)
P _{valaistus}	valaistavan tilan valaistuksen kokonaissäteilyteho huonepinta-ala kohti, W/hum ²
Q _{aur}	ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia, kWh
Q _{henk}	henkilöiden luovuttama lämpöenergia, kWh
Q _{henk, omin}	henkilöiden luovuttama ominaislämpöenergia, kWh/brm ²
Q _{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh
Q _{iv, ei LTO}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia ilman lämmöntalteenottoa (LTO), kWh
Q _{joht}	rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh
Q _{jäähditys, osto}	rakennuksen ostettavan jäähditysenergian kulutus, kWh
Q _{jäähditys, tilat}	rakennuksen tilojen jäähditysenergiankulutus (jäähditysjärjestelmään tuotu kylmäenergia), kWh
Q _{jäähditys, tilat, netto}	rakennuksen tilojen jäähdityksen nettoenergiatarve, kWh

Q_{lkv}	lämpimän käyttöveden energiankulutus, kWh
$Q_{lkv, kehityshäviöt}$	lämpimän käyttöveden lämmönkehityslaitteiden, lämmityskattiloiden ja lämmönsiirtimien lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lkv, kiertohäviöt, omin}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämmityksen tarvitsema ominaislämpöenergia, kWh/brm ²
$Q_{lkv, kuorma}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmästä rakennuksen sisälle tuleva lämpökuormaenergia, kWh
$Q_{lkv, häviöt}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lkv, kiertohäviöt}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöenergia ja kiertojohtoon liitettyjen lämmityslaitteiden tarvitsema lämpöenergia, kWh
$Q_{lkv, netto}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia eli nettoenergiantarve, kWh
$Q_{lkv, varaajahäviöt}$	lämpimän käyttöveden varaajan lämpöhäviöenergia, kWh
Q_{LTO}	lämmöntalteenottolaitteistolla talteenotettu ja tuloilman lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
$Q_{LTO, LP}$	poistoilmalämpöpumpulla talteenotettu ja tilojen tai käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
Q_{LP}	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja tilojen tai käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
$Q_{LP, lkv}$	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
$Q_{LP, tilat}$	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja tilojen lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
$Q_{lämmitys}$	rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh (lämmöntuottolaitteen rakennukseen tuottaman lämpöenergian määrä sisältäen lämmöntuottolaitteiden lämpöhäviöenergiat sisälle rakennukseen ja lämmitysverkostoon menevän lämmön)
$Q_{lämmitys, kuorma}$	tilojen lämmitysjärjestelmästä rakennuksen sisälle tuleva lämpökuormaenergia, kWh
$Q_{lämmitys, osto}$	rakennuksen ostettavan lämmitysenergian kulutus, kWh
$Q_{lämmitys, tilat}$	rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus, kWh
$Q_{lämmitys, tilat, häviöt}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lämmitys, tilat, jakeluhäviöt}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmönjakeluverkoston lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lämmitys, tilat, kehityshäviöt}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmönkehityslaitteiden, lämmityskattiloiden ja lämmönsiirtimien lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lämmitys, tilat, luovutushäviöt}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmönluovuttimien (radiaattori, lattialämmitys) lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lämmitys, tilat, netto}$	rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve, kWh
$Q_{lämmitys, tilat, säätöhäviöt}$	tilojen lämmitysjärjestelmän säätöjärjestelmästä johtuva lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lämmitys, tilat, varaajahäviöt}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitysvesivaraajan lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{lämmitys, tuloilmapatteri}$	tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutus, kWh
$Q_{lämpöhäviö}$	rakennuksen tai tilan lämpöhäviöenergia (johtumisen, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviöenergia vähennettynä tarvittaessa tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutuksella), kWh
$Q_{lämpökuorma}$	lämpökuormaenergia eli muulla tavalla kuin säätölaitteilla ohjatulla lämmityksellä rakennuksen sisälle vapautuva lämpöenergia, kWh
$Q_{polttoaine, omin}$	käytetyn polttoaineen tehollinen lämpöarvo, kWh/polttoaineen mittayksikkö
$Q_{sis.lämpö}$	rakennuksen lämpökuormien lämpöenergia, joka hyödynnetään lämmityksessä, kWh
$Q_{säh}$	valaistuksesta ja sähkölaitteista rakennuksen sisälle tuleva lämpöenergia, kWh
$Q_{säh, omin}$	valaistuksesta ja sähkölaitteista rakennuksen sisälle tuleva ominaislämpöenergia, kWh/brm ²
$Q_{vuotoilma}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
q_v	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m ³ /s
$q_v, lkv, kierto$	lämpimän käyttöveden kiertopiirin vesivirta, m ³ /s

Q_v , poisto	poistoilmavirta, m^3/s
Q_v , vuotoilma	vuotoilmavirta, m^3/s
Q_v , lkv	lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama, m^3/s
Q_v , lkv, kierto	lämpimän käyttöveden kiertojohdon mitoitusvesivirta, m^3/s
Q_v , tulo	tuloilmavirta, m^3/s
r	muuntokerroin, joka ottaa huomioon ilmanvaihtolaitoksen vuorokautisen käyntiajan
R	ilmavirtasuhde, lämmöntalteenoton kautta kulkevan tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan, -
$S17$	lämmitysenergiantarpeen normitukseen käytettävä lämmitystarveluku, Kd
t_d	keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhte tai käyttöaikasuhte, h/24h
t_v	keskimääräinen viikoittainen käyntiaikasuhte tai käyttöaikasuhte, vrk/7 vrk
$T_{jäte}$	jäteilman lämpötila, $^{\circ}C$
$T_{jäte, mit}$	jäteilman lämpötila mitoitusilanteessa, $^{\circ}C$
T_{kv}	kylmän käyttöveden lämpötila, $^{\circ}C$
T_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, $^{\circ}C$
$T_{lkv, kierto, paluu}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon paluuveden lämpötila, $^{\circ}C$
$T_{maa, vuosi}$	alapohjan alapuolisen maan vuotuinen keskilämpötila, $^{\circ}C$
$T_{maa, kuukausi}$	alapohjan alapuolisen maan kuukausittainen keskilämpötila, $^{\circ}C$
T_p	poistoilman lämpötila, $^{\circ}C$
T_s	sisäilman lämpötila, $^{\circ}C$
$T_s, lask, keskim$	laskennallinen kuukauden keskimääräinen sisäilman lämpötila, $^{\circ}C$
T_t	tuloilman lämpötila lämmöntalteenoton jälkeen, $^{\circ}C$
T_{tulo}	tuloilman lämpötilan asetusarvo, $^{\circ}C$
$T_{tulo, mit}$	tuloilman lämpötilan asetusarvo mitoitusolosuhteissa, $^{\circ}C$
T_u	ulkoilman lämpötila, $^{\circ}C$
$T_{u, mit}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, $^{\circ}C$
$T_{u, vuosi}$	ulkoilman vuotuinen keskilämpötila (liite 1), $^{\circ}C$
U	rakennusosan lämmönläpäisykerroin, $W/(m^2K)$
V	rakennuksen tilavuus, m^3
V_{lkv}	lämpimän käyttöveden kulutus, m^3
$V_{lkv, omin}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, dm^3/brm^2
$V_{lkv, omin, henk}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, $dm^3/henk$ vuorokaudessa
$W_{ilmanvaihto}$	ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus, kWh
$W_{jäähditys, sähkö, osto}$	rakennuksen ostettavan jäähdityssähköenergian kulutus, kWh
W_{kiuas}	saunan kiukaan sähköenergiankulutus, kWh
$W_{laitesähkö}$	rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus, kWh
$W_{laitesähkö, osto}$	rakennuksen ostettavan laitesähköenergian kulutus, kWh
W_{liesi}	lieden ja uunin sähköenergiankulutus, kWh
$W_{lämmitys, sähkö, osto}$	rakennuksen ostettavan lämmityssähköenergian kulutus, kWh
$W_{muut laitteet}$	laitteiden (ei sisällä valaistusta eikä ilmanvaihtojärjestelmää) sähköenergiankulutus, kWh
$W_{muut pienlaitteet}$	rakennuksen sisällä olevien pienitehoisten tai jatkuvatoimisten laitteiden sähköenergiankulutus (laitteet, joilla ei ole omaa merkintää), kWh
$W_{pesukoneet}$	pesu- ja kuivauskoneiden sekä kostuttimien ja kuivaimien sähköenergiankulutus, kWh
$W_{sisävalaistus}$	sisävalaistuksen sähköenergiankulutus, kWh
$W_{sähkö, osto}$	rakennuksen ostettavan sähköenergian kokonaiskulutus, kWh
$W_{tuloilmapuhallin}$	ilmanvaihdon tuloilmapuhaltimien sähköenergiankulutus, kWh
$W_{valaistus}$	valaistuksen sähköenergiankulutus, kWh
β	valaistuksen alenemakerroin (" <i>beeta</i> "), -
γ	lämpökuormien suhde lämpöhäviöihin (" <i>gamma</i> "), -
Δt	käyttöaika, h tai ajanjakson pituus (" <i>delta t</i> "), h tai vrk
$\Delta t_{oleskelu}$	oleskeluaika, h
Δt_{vrk}	lämmöntarpeen huomioon ottava vuorokautinen näennäiskäyntiaika, h
$\Delta T_{maa, vuosi}$	alapohjan alapuolisen maan ja ulkoilman vuotuisen keskilämpötilan ero, $^{\circ}C$
$\Delta T_{maa, kuukausi}$	alapohjan alapuolisen maan kuukausittaisen keskilämpötilan ja vuotuisen

	keskilämpötilan ero, °C
$\epsilon_{\text{jäähdytys}}$	kylmäntuottolaitteen vuotuinen kylmäkerroin (" <i>epsilon</i> "), -
ϵ_{LP}	poistoilmalämpöpumpun vuotuinen lämpökerroin, -
η	valaistushyötysuhde (" <i>eeta</i> "), -
η_a	ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde tai keskimääräinen hyötysuhde laskentajaksolta, -
$\eta_{\text{huonelämmitys}}$	huonelämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -
$\eta_{\text{jäähdytys, tilat}}$	tilojen jäähdytysjärjestelmän hyötysuhde, -
η_{lkv}	käyttöveden lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -
$\eta_{\text{lämmitys}}$	lämmöntuottolaitteen vuosihyötysuhde, -
$\eta_{\text{lämpö}}$	lämpökuormien kuukausittainen hyödyntämisaste, -
η_p	lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde, $\eta_p = (T_p - T_{\text{jäte}})/(T_p - T_u)$, -
$\eta_{p,\text{mit}}$	lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa, -
$\eta_{\text{sähkö}}$	sähköntuotto- ja muuntolaitteen vuosihyötysuhde, -
η_t	lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde, $\eta_t = (T_t - T_u)/(T_p - T_u)$, -
$\eta_{t, a}$	lämmöntalteenoton tuloilman vuotuinen lämpötilasuhde, -
$\eta_{t, \text{mit}}$	lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa, -
η_{tuloilma}	ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -
η_{ϕ}	lamppujen valotehokkuus, lm/W
ρ_i	ilman tiheys (" <i>rho</i> "), 1,2 kg/m ³
ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
Σ	summa (" <i>sigma</i> ")
τ	rakennuksen aikavakio (" <i>tau</i> "), h
ϕ_{henk}	yhden henkilön luovuttama keskimääräinen lämpöteho (ei sisällä haihtumislämpöä) (" <i>fi</i> "), W/henkilö
$\phi_{\text{huonelämmitys}}$	huonelämmityksen tehon tarve, W
ϕ_{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W
ϕ_{joht}	johtumislämmitysteho, W
ϕ_{lkv}	käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho, kW
$\phi_{\text{lkv, kiertoahäviö, omin}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema ominaisteho, kW/brm ²
$\phi_{\text{lkv, kiertoahäviö}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema teho, kW
$\phi_{\text{lämmitys}}$	rakennuksen lämmitystehon tarve, W
$\phi_{\text{tuloilmapatteri}}$	tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve, W
$\phi_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, W

LASKENTAMENETELMÄN KUVAUS

2.1 Laskentaperiaate ja menetelmän rajaukset

2.1.1

Menetelmä on energiatasemenetelmä, jossa energiankulutus lasketaan kuukausittain. Energiatasemenetelmässä saman kuukauden aikana rakennukseen sisään tuleva energiamäärä on sama kuin rakennuksesta poistuva energiamäärä. Vuosikulutus on kuukausikulutusten summa.

Laskennassa käytetään lähtötietoina yleensä kuukauden keskimääräisiä arvoja. Osa lähtötiedoista annetaan vuotuisina arvoina, jolloin kuukausiarvot lasketaan vuosiarvoista kuukausien pituuksien suhteessa.

Selostus

Tässä ohjeessa esitetty menetelmä on yksinkertaistettu laskentamenetelmä, joka ottaa huomioon oleellimmat energiankulutukseen vaikuttavat tekijät ja rakennuksen ominaisuudet Suomen olosuhteissa. Menetelmä perustuu pääpiirteissään standardissa SFS-EN 13790 esitettyyn laskentamenetelmään. Laskentamenetelmien tarkkuuteen vaikuttavia tekijöitä on käsitelty standardin SFS-EN 13790 liitteessä H.

2.1.2

Rakennuksen energiankulutukseen ei sisälly eri energiamuotojen (lämpö-, sähkö- ja kylmäenergia) kiinteistökohtaisen eikä kiinteistön ulkopuolisen energiantuotannon häviöitä. Sen sijaan rakennuksen ostoenergiankulutuksen laskennassa otetaan huomioon kiinteistökohtainen energiantuotantotapa ja sen häviöt.

Käytettäessä lämmityksessä lämpöpumppua, menetelmässä lasketaan lämmitysenergiankulutus, joka voidaan kattaa lämpöpumpulla. Lämpöpumpun lämpökerroin otetaan huomioon ostoenergiankulutusta laskettaessa. Käytettäessä aurinkoenergiajärjestelmiä, menetelmässä lasketaan energiankulutus, joka voidaan kattaa aurinkoenergialla. Aurinkoenergia otetaan huomioon ostoenergiankulutusta laskettaessa.

Energiamuoto vaikuttaa rakennukseen valittaviin teknisiin järjestelmiin ja laitteisiin. Näiden energiankulutus otetaan huomioon rakennuksen energiankulutuksen laskennassa. Laskelmissa otetaan huomioon lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöt, esimerkiksi lämpöhäviöt kattilan tai lämmitysvesivaraajan vaipan läpi sekä lämmönjakoverkon ja -laitteiden lämpöhäviöt. Osa näistä lämpöhäviöistä tulee lämpökuormana sisälle rakennukseen pienentäen tilojen lämmityksen nettoenergiantarvetta.

Jäähdytysenergiantarve lasketaan karkealla tasolla kuukausittain ottamatta huomioon tilakohtaista jäähdytystarpeen vaihtelua tai jäähdytystarpeen vuorokautista vaihtelua.

Kesäajan sisälämpötila lasketaan karkealla tasolla kuukausikeskiarvona lämpökuormien ja lämpöhäviöiden perusteella.

2.1.3

Rakennus voidaan laskea yhtenä tilana, kun rakennuksen lämmitettyjen tilojen sisälämpötila on lähes sama ja lämpökuormat ovat kohtuullisen pieniä tai tasaisesti jakautuneita koko rakennuksessa.

Rakennuksen tilat on tarkoituksenmukaista laskea erikseen, kun rakennuksessa on käyttötarkoitukseltaan selvästi toisistaan poikkeavia tiloja, esimerkiksi asuntoja ja liiketiloja. Koko

rakennuksen energiankulutus saadaan laskemalla yhteen tilakohtaiset arvot.

2.2 Laskennan kulku

2.2.1

Rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet esitetään kuvassa 2.1.

Energiankulutus lasketaan vaiheittain seuraavasti :

1. lämpöhäviöenergiat (vaippa, vuotoilma ja ilmanvaihto) (luku 4)
2. käyttöveden lämmitystarve (luku 5)
3. lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat (luku 6)
4. laitesähköenergiankulutus (luku 7)
5. lämpökuormat (luku 8)
6. jäähdytysenergiantarve ja -kulutus sekä kesäajan sisälämpötila (liite 2)
7. lämmitysenergiankulutus (luku 3)
8. rakennuksen energiankulutus (luku 3)
9. ostoenergiankulutus (luku 3).

2.2.2

Laskentamenetelmässä käytettävä rakennuksen energiatase esitetään kuvassa 2.2. Energiatase sisältää lämmitysenergia-, sähköenergia- ja jäähdytysenergiataseen sekä näiden vaikutukset toisiinsa.

Rakennuksen energiantarve koostuu käyttöveden lämmitystarpeesta, tilojen lämmitystarpeesta (vaippa, vuotoilma ja ilmanvaihto), sähköenergiantarpeesta ja jäähdytystarpeesta.

Energiantarve katetaan järjestelmien siirtämällä lämpöenergialla, sähköenergialla ja jäähdytysenergialla (kylmäenergia) sekä rakennukseen tulevalle auringon säteilyenergialla ja muilla lämpökuormilla.

Rakennuksen energiankulutus koostuu järjestelmien siirtämästä lämpöenergiasta, sähköenergiasta ja jäähdytysenergiasta sekä järjestelmien häviöistä.

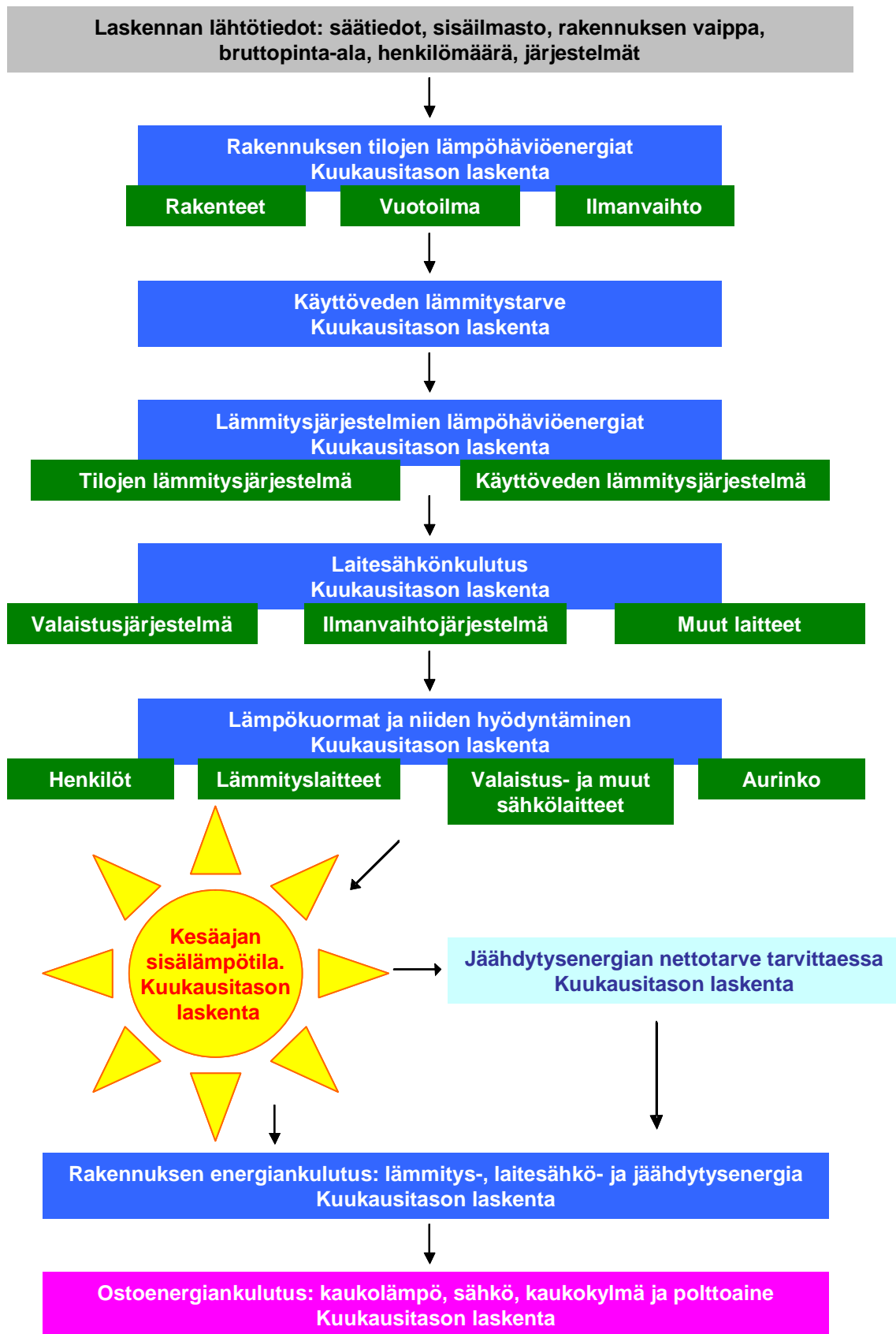
Ostoenergiankulutus lasketaan rakennuksen energiankulutuksesta kiinteistökohtaisen energiantuotannon vuosihyötysuhteen perusteella.

2.2.3

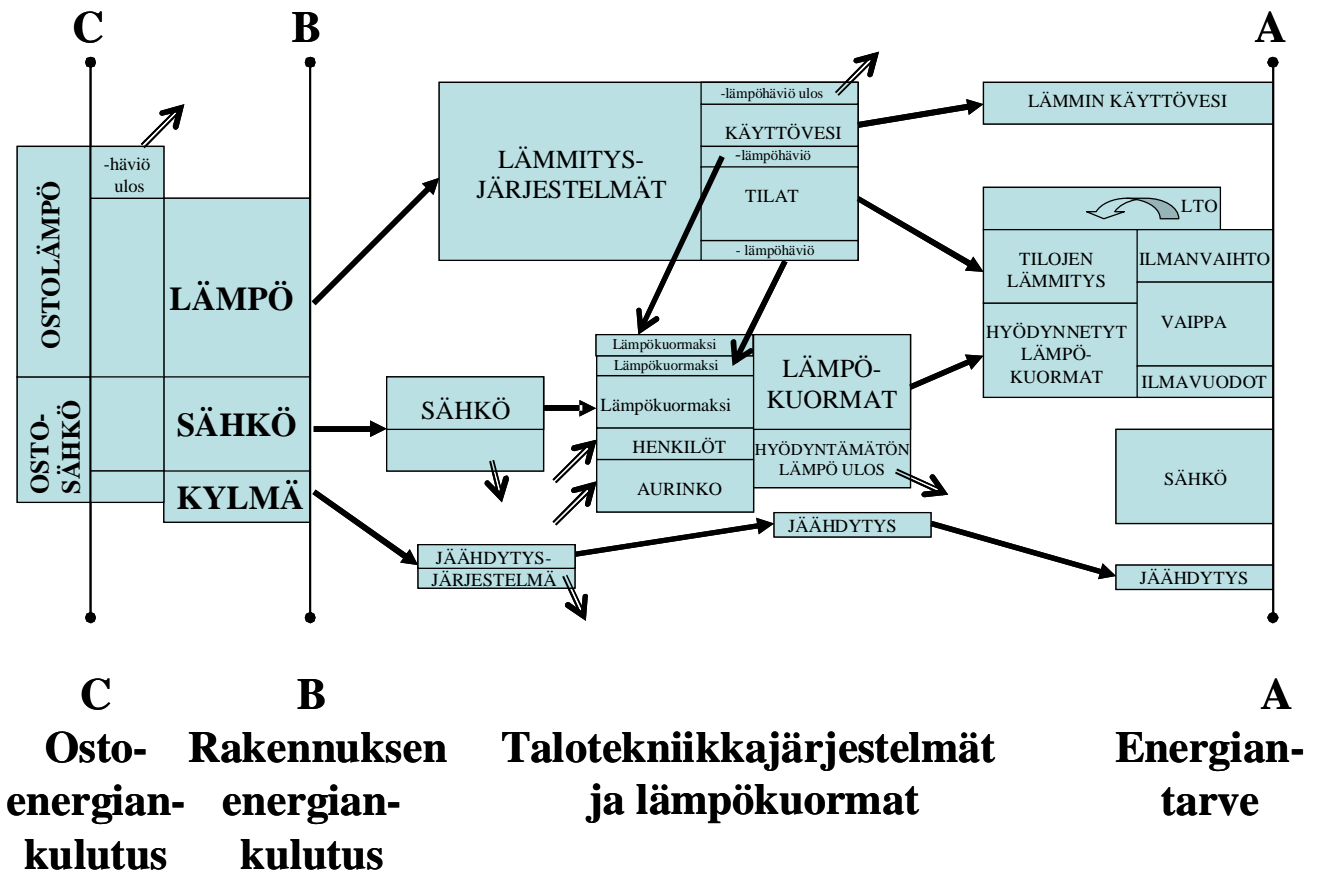
Energiankulutus lasketaan yleensä liitteen 1 mukaisilla rakennuksen maantieteellisen sijainnin mukaisilla säätiedoilla. Liitteessä 1 esitetään kuukausittaisen energiankulutuksen laskennassa käytettävät kuukausien pituudet tunteina.

Selostus

Energiankulutuksen laskennassa voidaan käyttää säätietoja, jotka kuvaavat paikkakunnan keskimääräisiä sääoloja paremmin kuin liitteen 1 säätiedot.



Kuva 2.1. Rakennuksen energiankulutuksen laskennan vaiheet.



Kuva 2.2. Rakennuksen energiatase ja energiankulutuksen laskentaperiaate. **Energiantarve** [A] koostuu käyttöveden lämmitystarpeesta, tilojen lämmitystarpeesta (ilmanvaihto, vaippa ja vuotoilma), sähköenergiatarpeesta ja jäähdytystarpeesta. Tarve katetaan järjestelmien siirtämällä lämpöenergialla, sähköenergialla ja jäähdytysenergialla (kylmäenergia) sekä henkilöiden luovuttamalla lämpöenergialla, rakennukseen tulevalla auringon säteilyenergialla ja muilla lämpökuormilla. **Rakennuksen energiankulutus** [B] koostuu järjestelmien siirtämästä lämpöenergiasta, sähköenergiasta ja jäähdytysenergiasta sekä järjestelmien häviöistä. Energiankulutuksesta saadaan tuotantotavan perusteella tarvittava **ostoenergiankulutus** [C]. Nuolet kuvaavat energiavirtoja. Yksiviivainen nuoli kuvaa energiavirtaa taseen sisällä. Kaksiviivainen nuoli kuvaa energiavirtaa ulkoa taseeseen tai taseesta ulos.

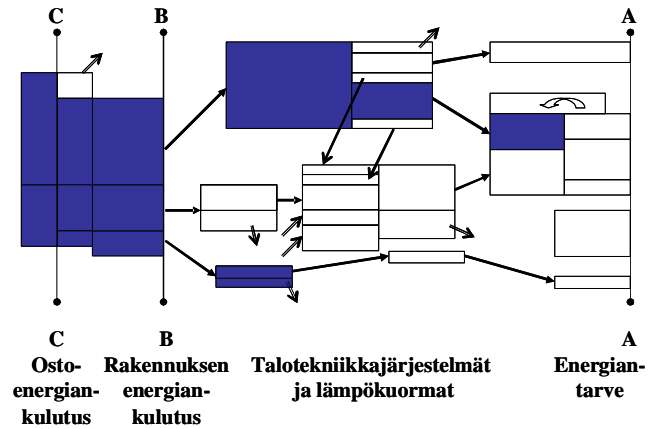
ENERGIANKULUTUS

Tässä luvussa lasketaan

Rakennuksen ostoenergiankulutus
 Rakennuksen energiankulutus
 Rakennuksen lämmitysenergiankulutus
 Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus
 Rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve
 Käyttöveden lämmityksen energiankulutus
 Rakennuksen jäähdytysenergiankulutus

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään

Rakennuksen lämpöhäviöenergiat
 Lämmitysjärjestelmien hyötysuhteet
 Lämmityksessä hyödynnettävät lämpökuormat
 Lämmitysjärjestelmien lämpöhäviöenergiat
 Rakennuksen sähköenergiankulutus
 Rakennuksen jäähdytysenergiantarve



3.1 Ostoenergiat

3.1.1

Rakennuksen ostettavan lämmitysenergian kulutus $Q_{\text{lämmitys, osto}}$ lasketaan kaavalla (3.1).

$$Q_{\text{lämmitys, osto}} = Q_{\text{lämmitys}} / \eta_{\text{lämmitys}} \quad (3.1)$$

jossa

$Q_{\text{lämmitys, osto}}$ rakennuksen ostettavan lämmitysenergian kulutus, kWh
 ($Q_{\text{lämmitys, osto}} = W_{\text{lämmitys, sähkö, osto}}$ rakennuksen ostettavan lämmityssähköenergian kulutus, jos lämmitysenergia tuotetaan sähköllä)

$Q_{\text{lämmitys}}$ rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh
 (lämmöntuottolaitteen rakennukseen tuottaman lämpöenergian määrä sisältäen lämmöntuottolaitteiden lämpöhäviöenergiat sisälle rakennukseen ja lämmitysverkostoon menevän lämmön)

$\eta_{\text{lämmitys}}$ lämmöntuottolaitteen vuosihyötysuhde, -

Lämmöntuottolaitteen vuosihyötysuhteena käytetään yleensä valmistajan ilmoittamaa varmennettua vuosihyötysuhdetta. Ellei laitteen vuosihyötysuhdetta ole käytettävissä, voidaan käyttää taulukossa 3.1. esitettyjä arvoja. Jos rakennuksen lämmityksessä käytetään useampia eri energiamuotoja, lasketaan kunkin eri energiamuodon lämmitysenergian kulutus erikseen kaavalla (3.1).

3.1.2

Rakennuksen ostettavaa lämmitysenergiaa vastaava polttoainemäärä $PA_{\text{lämmitys, osto}}$ lasketaan kaavalla (3.2).

$$PA_{\text{lämmitys, osto}} = Q_{\text{lämmitys, osto}} / Q_{\text{polttoaine omin}} \quad (3.2)$$

jossa

$PA_{\text{lämmitys, osto}}$	rakennuksen ostettavaa lämmitysenergiaa vastaava polttoainemäärä, polttoaineen mittayksikkö
$Q_{\text{lämmitys, osto}}$	rakennuksen ostettavan lämmitysenergian kulutus, kWh
$Q_{\text{polttoaine, omin}}$	käytetyn polttoaineen tehollinen lämpöarvo, kWh/polttoaineen mittayksikkö (taulukko 3.2)

Taulukko 3.1. Lämmöntuottolaitteiden vuosihyötysuhteita eri lämmöntuottotavoilla.

Lämmöntuottotapa	Vuosihyötysuhde $\eta_{\text{lämmitys}}$, -
Kaukolämpö	1,0
Sähkölämmitys	1,0
Öljy- ja kaasukattilat, enintään 35 kW	
- tavanomainen kattila	0,87
- matalalämpötilakattila	0,90
- kaasukäyttöinen kondenssikattila	0,93
Öljy- ja kaasukattilat, yli 35 kW	
- tavanomainen kattila	0,89
- matalalämpötilakattila	0,91
- kaasukäyttöinen kondenssikattila	0,94
Kaksoispesäkattilat	
- öljylämmitys	0,80
- puulämmitys	0,70
Puupolttoaineita käyttävät lämmöntuottolaitteet	
Pellettikattilat	0,80
Hakekattilat	0,80
Pilkekattilat	0,70
Tulisijat	0,70
Lämpöpumput	
Maalämpöpumppu	2,5
Ulkoilmalämpöpumppu (lämpö vesivaraajaan)	2,0

Taulukko 3.2. Polttoaineiden teholliset lämpöarvot.

Polttoaine	Tehollinen lämpöarvo
	$Q_{\text{polttoaine, omin}}$
Raskas polttoöljy	11,4 kWh/kg
Kevyt polttoöljy	10,0 kWh/dm ³
Maakaasu	10,0 kWh/m ³ n
Polttopuu yleensä (pilkkeet)	4,1 kWh/kg
Pilkkeet (havu- ja sekapuu)	1300 kWh/pino-m ³
Pilkkeet (koivu)	1700 kWh/pino-m ³
Puupelletit	4,7 kWh/kg
Polttohake	900 kWh/irto-m ³
Kivihiihi	6,6 kWh/kg
Palaturve	3,3 kWh/kg
Puubriketit	4,8 kWh/kg

3.1.3

Rakennuksen ostettavan (sähkölmittarin kautta tulevan) sähköenergian kokonaiskulutus $W_{\text{sähkö, osto}}$ lasketaan kaavalla (3.3).

$$W_{\text{sähkö, osto}} = W_{\text{laitesähkö, osto}} + W_{\text{lämmitys, sähkö, osto}} + W_{\text{jäähdytys, sähkö, osto}} \quad (3.3)$$

jossa

$W_{\text{sähkö, osto}}$ rakennuksen ostettavan (sähkölmittarin kautta tulevan) sähköenergian kokonaiskulutus, kWh

$W_{\text{laitesähkö, osto}}$ rakennuksen ostettavan laitesähköenergian kulutus, kWh

$W_{\text{lämmitys, sähkö, osto}}$ rakennuksen ostettavan lämmityssähköenergian kulutus, kWh

$W_{\text{jäähdytys, sähkö, osto}}$ rakennuksen ostettavan jäähdytysenergiaenergian kulutus, kWh

3.1.4

Rakennuksen ostettavan laitesähköenergian kulutus $W_{\text{laitesähkö, osto}}$ lasketaan kaavalla (3.4).

$$W_{\text{laitesähkö, osto}} = W_{\text{laitesähkö}} / \eta_{\text{sähkö}} \quad (3.4)$$

jossa

$W_{\text{laitesähkö, osto}}$ rakennuksen ostettavan laitesähköenergian kulutus, kWh

$W_{\text{laitesähkö}}$ rakennuksen laitesähköenergiankulutus, kWh

$\eta_{\text{sähkö}}$ sähköntuotto- ja muuntolaitteen vuosihyötysuhde, -

Sähköntuotto- ja muuntolaitteen vuosihyötysuhteena käytetään yleensä valmistajan ilmoittamaa varmennettua vuosihyötysuhdetta. Ellei laitteen vuosihyötysuhdetta ole käytettävissä, voidaan käyttää arvoa 1.

3.1.5

Rakennuksen ostettavan lämmitysenergian kulutus $W_{\text{lämmitys, sähkö, osto}}$ lasketaan kaavalla (3.1).

3.1.6

Rakennuksen ostettavan jäähdytysenergian kulutus $Q_{\text{jäähdytys, osto}}$ lasketaan kaavalla (3.5).

$$Q_{\text{jäähdytys, osto}} = Q_{\text{jäähdytys, tilat}} / \epsilon_{\text{jäähdytys}} \quad (3.5)$$

jossa

$Q_{\text{jäähdytys, osto}}$ rakennuksen ostettavan jäähdytysenergian kulutus, kWh
(= $W_{\text{jäähdytys, sähkö, osto}}$ rakennuksen ostettavan jäähdytysenergiaenergian kulutus, jos jäähdytysenergia tuotetaan kompressorikoneikolla)

$Q_{\text{jäähdytys, tilat}}$ rakennuksen tilojen jäähdytysenergiankulutus, kWh
(kylmäntuottolaitteen rakennukseen tuottaman kylmäenergian määrä sisältäen kylmäntuottolaitteiden lämpölämpöenergia rakennuksesta ja verkostoon menevän kylmäenergian)

$\epsilon_{\text{jäähdytys}}$ kylmäntuottolaitteen vuotuinen kylmäkerroin, -

Kylmäntuottolaitteen vuotuiselle kylmäkerroimelle käytetään yleensä valmistajan ilmoittamaa varmennettua kylmäkerrointa tai vapaajäähdytystä käytettäessä suunnittelijan määrittelemää kylmäkerrointa. Ellei laitteen kylmäkerrointa ole käytettävissä, voidaan kompressorikoneikolle käyttää arvoa 3, vapaajäähdytysjärjestelmällä varustetulle kylmäntuottolaitteelle arvoa 5 ja kaukojäähdytykselle arvoa 1.

3.2 Rakennuksen energiankulutus

3.2.1

Rakennuksen energiankulutus E_{rakennus} on rakennuksen lämmitysenergian, laitesähköenergian ja jäähdytysenergian yhteenlaskettu kulutus kaavan (3.6) mukaan.

$$E_{\text{rakennus}} = Q_{\text{lämmitys}} + W_{\text{laitesähkö}} + Q_{\text{jäähdytys tilat}} \quad (3.6)$$

jossa

E_{rakennus}	rakennuksen energiankulutus, kWh
$Q_{\text{lämmitys}}$	rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh
$W_{\text{laitesähkö}}$	rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus, kWh
$Q_{\text{jäähdytys, tilat}}$	rakennuksen tilojen jäähdytysenergiankulutus, kWh (kylmäenergia)

3.3 Lämmitysenergia

3.3.1

Rakennuksen lämmitysenergiankulutus $Q_{\text{lämmitys}}$ on tilojen lämmitysenergian ja lämpimän käyttöveden lämmitysenergian yhteenlaskettu kulutus ja se lasketaan kaavalla (3.7).

$$Q_{\text{lämmitys}} = Q_{\text{lämmitys, tilat}} + Q_{\text{lkv}} + Q_{\text{LP}} / \epsilon_{\text{LP}} \quad (3.7)$$

jossa

$Q_{\text{lämmitys}}$	rakennuksen lämmitysenergiankulutus, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat}}$	rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus, kWh
Q_{lkv}	käyttöveden lämmityksen energiankulutus, kWh
Q_{LP}	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja tilojen tai käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
ϵ_{LP}	poistoilmalämpöpumpun vuotuinen lämpökerroin, -

3.3.2

Rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus $Q_{\text{lämmitys, tilat}}$ lasketaan kaavalla (3.8).

$$Q_{\text{lämmitys, tilat}} = Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}} + Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}} - Q_{\text{LP, tilat}} \quad (3.8)$$

jossa

$Q_{\text{lämmitys, tilat}}$	rakennuksen tilojen lämmitysenergiankulutus, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}}$	rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}}$	rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{LP, tilat}}$	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja tilojen lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh

3.3.3

Rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve $Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}}$ lasketaan kaavalla (3.9).

$$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{\text{iv}} - Q_{\text{sis.lämpö}} \quad (3.9)$$

jossa

$Q_{\text{lämmitys, tilat, netto}}$	rakennuksen tilojen lämmityksen nettoenergiantarve, kWh
Q_{joht}	rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh

$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
Q_{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh
$Q_{\text{sis.lämpö}}$	lämpökuormien lämpöenergia, joka hyödynnetään lämmityksessä, kWh

3.3.4

Rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia $Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}}$ lasketaan luvussa 6 olevalla kaavalla (6.1). Poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja tilojen lämmityksessä hyödynnetty energia $Q_{\text{LP, tilat}}$ lasketaan luvussa 4 olevalla kaavalla (4.14). Lämpökuormien lämpöenergia $Q_{\text{sis.lämpö}}$, joka hyödynnetään lämmityksessä, lasketaan luvussa 8 olevalla kaavalla (8.12).

3.3.5

Käyttöveden lämmityksen energiankulutus Q_{lkv} lasketaan kaavan (3.10) avulla.

$$Q_{\text{lkv}} = Q_{\text{lkv, netto}} + Q_{\text{lkv, häviöt}} - Q_{\text{LP, lkv}} \quad (3.10)$$

jossa

Q_{lkv}	käyttöveden lämmityksen energiankulutus, kWh
$Q_{\text{lkv, netto}}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia eli nettoenergiantarve, kWh
$Q_{\text{lkv, häviöt}}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{LP, lkv}}$	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh

3.3.6

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia $Q_{\text{lkv, netto}}$ lasketaan luvussa 5 olevalla kaavalla (5.1). Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia $Q_{\text{lkv, häviöt}}$ lasketaan luvussa 6 olevalla kaavalla (6.2). Poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia $Q_{\text{LP, lkv}}$ lasketaan luvussa 4 olevalla kaavalla (4.14).

3.4 Laitesähköenergia

3.4.1

Rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus $W_{\text{laitesähkö}}$ lasketaan luvussa 7 olevalla kaavalla (7.1).

3.5 Jäähdytysenergia

3.5.1

Jos rakennus varustetaan jäähdytysjärjestelmällä, niin rakennuksen tilojen jäähdytysenergiankulutus $Q_{\text{jäähdytys, tilat}}$ lasketaan jäähdytysenergian tarpeen ja jäähdytysjärjestelmän hyötysuhteen avulla kuukausittain kaavalla (3.11). Hyötysuhde ottaa huomioon esimerkiksi jäähdytysjärjestelmän putkiston ja varaajien kylmähäviöt. Jäähdytysjärjestelmän kylmähäviöt ovat jäähdytysjärjestelmään tuodun kylmäenergian ja jäähdytysenergiantarpeen erotus.

$$Q_{\text{jäähdytys, tilat}} = Q_{\text{jäähdytys, tilat, netto}} / \eta_{\text{jäähdytys, tilat}} \quad (3.11)$$

jossa

$Q_{\text{jäähdytys, tilat}}$	rakennuksen tilojen jäähdytysenergian kulutus (jäähdytysjärjestelmään tuotu kylmäenergia), kWh
$Q_{\text{jäähdytys, tilat, netto}}$	rakennuksen tilojen jäähdytyksen nettoenergian tarve, kWh (kaava L2.2)
$\eta_{\text{jäähdytys, tilat}}$	tilojen jäähdytysjärjestelmän hyötysuhde, -

Jäähdytysjärjestelmän hyötysuhteena voidaan käyttää arvoa 0,7, ellei tarkempia tietoja ole.

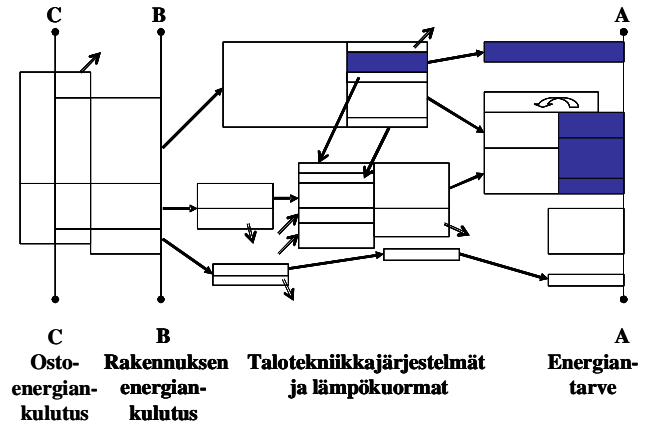
RAKENNUKSEN TILOJEN LÄMPÖHÄVIÖENERGIAT

Tässä luvussa lasketaan

Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia
 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia
 Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia
 Ilmanvaihdon poistoilmasta talteenotettu energia

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään

Rakennusosien pinta-alat
 Rakennusosien lämmönläpäisykertoimet
 Rakennuksen ilmatilavuus
 Ilmanvaihdon ilmavirrat
 Ilmanvaihtojärjestelmän käyntiajat
 Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde
 tai lämpötilasuhde



4.1 Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia

4.1.1

Rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia Q_{joht} lasketaan kaavalla (4.1).

$$Q_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad (4.1)$$

Rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö $\sum H_{\text{joht}}$ lasketaan rakennusosakohtaisesti kaavalla (4.2).

$$\sum H_{\text{joht}} = \sum (U_{\text{ulkoseinä}} A_{\text{ulkoseinä}}) + \sum (U_{\text{yläpohja}} A_{\text{yläpohja}}) + \sum (U_{\text{alapohja}} A_{\text{alapohja}}) + \sum (U_{\text{ikkuna}} A_{\text{ikkuna}}) + \sum (U_{\text{ovi}} A_{\text{ovi}}) \quad (4.2)$$

joissa

Q_{joht}	rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh
$\sum H_{\text{joht}}$	rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö, W/K
U	rakennusosan lämmönläpäisykerroin, W/(m ² K)
A	rakennusosan pinta-ala, m ²
T_s	sisäilman lämpötila, °C
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Lämpöhäviöenergian laskennassa käytettävät ulkolämpötilat esitetään kuukausittain ja alueittain liitteessä 1.

Selostus

Rakennusosien pinta-alojen laskenta esitetään kappaleessa 1.3. Rakennusosien lämmönläpäisykertoimien laskenta esitetään rakentamismääräyskokoelman osassa C4.

4.1.2

Jos alapohja on suoraan ulkoilmaa vasten, lasketaan sen johtumisenergia lämpötilaeron $T_s - T_u$

mukaan kaavassa (4.1) esitetyllä tavalla. Jos alapohja rajoittuu tuuletettuun ryömintätilaan, jonka tuuletusaukkojen määrä on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta, lasketaan alapohjan läpi johtuva energia soveltaen kaavaa (4.1). Tällöin sisä- ja ulkoilman välisenä lämpötilaerona käytetään alapohjan osalta 20 % pienempää arvoa.

4.1.3

Maanvastaisten seinien kautta johtuva energia lasketaan kaavan (4.1) mukaisesti ulkoilman lämpötilaan maan lämmönvastus huomioon ottaen. Maanvastaisten alapohjien kautta johtuva energia lasketaan kaavan (4.1) mukaisesti käyttämällä kaavassa ulkoilman lämpötilan sijasta alapohjan alapuolisen maan lämpötilaa. Tällöin alapohjan U-arvo lasketaan ilman maan lämmönvastusta rakentamismääräyskokoelman osan C4 ohjeesta poiketen. Alapohjan alapuolisen maan vuotuinen keskilämpötila lasketaan ulkoilman vuotuisesta keskilämpötilasta kaavalla (4.3).

$$T_{\text{maa, vuosi}} = T_{\text{u, vuosi}} + \Delta T_{\text{maa, vuosi}} \quad (4.3)$$

jossa

$T_{\text{maa, vuosi}}$	alapohjan alapuolisen maan vuotuinen keskilämpötila, °C
$T_{\text{u, vuosi}}$	ulkoilman vuotuinen keskilämpötila (liite 1), °C
$\Delta T_{\text{maa, vuosi}}$	alapohjan alapuolisen maan ja ulkoilman vuotuisen keskilämpötilan ero (taulukko 4.1), °C

Maan ja ulkoilman vuotuisen keskilämpötilan ero saadaan taulukosta 4.1 maalajista ja alapohjan U-arvosta riippuen. Ellei maaperästä ole tarkempaa tietoa, voidaan lämpötilaerona käyttää arvoa 5 °C.

Maalaji	Alapohjan U-arvo, W/m ² K		
	<0,2	0,2 – 0,3	>0,3
	$\Delta T_{\text{maa, vuosi}}$, °C		
Savi, salaojitettu hiekka ja sora	5	7	8
Hiesu, moreeni, hieta, salaojittamaton hiekka ja sora	3	5	6
Kallio	2	3	4

Maan kuukausittainen keskilämpötila lasketaan maan vuotuisesta keskilämpötilasta kaavalla (4.4).

$$T_{\text{maa, kuukausi}} = T_{\text{maa, vuosi}} + \Delta T_{\text{maa, kuukausi}} \quad (4.4)$$

jossa

$T_{\text{maa, kuukausi}}$	alapohjan alapuolisen maan kuukausittainen keskilämpötila, °C
$T_{\text{maa, vuosi}}$	maan vuotuinen keskilämpötila, °C
$\Delta T_{\text{maa, kuukausi}}$	alapohjan alapuolisen maan kuukausittaisen keskilämpötilan ja vuotuisen keskilämpötilan ero (taulukko 4.2), °C

Maan ja ulkoilman kuukausittaisten keskilämpötilojen ero saadaan taulukosta 4.2. Taulukon arvoja voidaan käyttää kaikille säävyöhykkeille ja maalajeille.

Taulukko 4.2 Alapohjan alapuolisen maan kuukauden keskilämpötilan ja vuotuisen keskilämpötilan ero.

Kuukausi	$\Delta T_{\text{maa, kuukausi}}, ^\circ\text{C}$
Tammikuu	0
Helmikuu	-1
Maaliskuu	-2
Huhtikuu	-3
Toukokuu	-3
Kesäkuu	-2
Heinäkuu	0
Elokuu	1
Syyskuu	2
Lokakuu	3
Marraskuu	3
Joulukuu	2

4.2 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia

4.2.1

Rakenteiden epätiivyyksien kautta sisään ja ulos virtaavan vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia $Q_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla (4.5).

$$Q_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}} (T_s - T_u) \Delta t / 1000 \quad (4.5)$$

Vuotoilman ominaislämpöehäviö $H_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla (4.6).

$$H_{\text{vuotoilma}} = \rho_i c_{pi} q_{v, \text{vuotoilma}} \quad (4.6)$$

joissa

$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
$H_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman ominaislämpöehäviö, W/K
ρ_i	ilman tiheys, $1,2 \text{ kg/m}^3$
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{v, \text{vuotoilma}}$	vuotoilmavirta, m^3/s
T_s	sisäilman lämpötila, $^\circ\text{C}$
T_u	ulkoilman lämpötila, $^\circ\text{C}$
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

4.2.2

Vuotoilmavirta $q_{v, \text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla (4.7).

$$q_{v, \text{vuotoilma}} = n_{\text{vuotoilma}} V / 3600 \quad (4.7)$$

jossa

$q_{v, \text{vuotoilma}}$	vuotoilmavirta, m^3/s
$n_{\text{vuotoilma}}$	rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h
V	rakennuksen ilmatilavuus, m^3
3600	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos $\text{m}^3/\text{h} \rightarrow \text{m}^3/\text{s}$.

Rakennuksen vuotoilmakertoimena voidaan käyttää lämmitysenergian tarpeen laskennassa arvoa 0,16 1/h, ellei ilmanpitävyyttä tunneta. Tämä vastaa rakennuksen vaipan ilmatiivyyttä kuvaavaa ilmanvuotolukua $n_{50} = 4$ 1/h. Taulukossa 4.3 esitetään tyypillisiä ilmanvuotolukuja eri rakennuksille.

4.2.3

Mikäli rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku n_{50} on tunnettu, voidaan vuotoilmakertoimena käyttää lämmitysenergian tarpeen laskennassa kaavalla (4.8) laskettua arvoa.

$$n_{\text{vuotoilma}} = \frac{n_{50}}{25} \quad (4.8)$$

jossa

$n_{\text{vuotoilma}}$ rakennuksen vuotoilmakerroin, kertaa tunnissa, 1/h
 n_{50} on rakennuksen vaipan ilmanvuotoluku 50 Pa:n paine-erolla, 1/h

<i>Taulukko 4.3. Tyypillisiä vaipan ilmanvuotolukuja (n_{50}) erilaisille rakennuksille riippuen rakentamis- ja toteutustavasta.</i>		
Tavoiteilmanpitävyys	Yksityiskohdat	Tyypilliset n_{50} -luvut, 1/h
Hyvä ilmanpitävyys	Saumojen ja liitosten ilmanpitävyyteen on kiinnitetty erityistä huomiota sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa (erillistarkastus)	Pientalo 1 ... 3 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 0,5 ... 1,5
Keskimääräinen ilmanpitävyys	Ilmanpitävyys on huomioitu tavanomaisesti sekä suunnittelussa että rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 3 ... 5 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 1,5 ... 3,0
Heikko ilmanpitävyys	Ilmanpitävyyteen ei ole juurikaan kiinnitetty huomiota suunnittelussa eikä rakennustyön toteutuksessa ja valvonnassa	Pientalo 5 ... 10 Asuinkerrostalo ja toimistorakennus 3 ... 7

Selostus

Vuotoilmavirta syntyy tuulen ja lämpötilaerojen synnyttämistä paine-eroista. Vuodon suuruuteen vaikuttaa rakennuksen vaipan ilmanpitävyys, rakennuksen sijainti ja korkeus, ilmanvaihtojärjestelmä ja sen käyttötapa.

Vuotoilmavirta ei sisällä ilmanvaihtojärjestelmän aikaansaaman alipaineen vaikutuksesta sisään virtaavaa ilmaa (korvausilma), joka poistetaan ilmanvaihtojärjestelmän kautta. Korvausilman vaikutus otetaan huomioon ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemassa energiassa (kohta 4.3)

Maanalaisissa kellaritiloissa ja rakennuksen keskellä olevissa tiloissa ei ilmavuotoja yleensä tarvitse ottaa huomioon.

Olemassa olevien rakennusten vuotoilmavirran suuruutta voidaan arvioida myös mittaustietojen avulla.

4.3 Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia ja lämmöntalteenotto

4.3.1

Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia Q_{iv} lasketaan kaavalla (4.9).

$$Q_{iv} = \sum (H_{iv} (T_s - T_u) \Delta t) / 1000 \quad (4.9)$$

Ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö H_{iv} lasketaan tarvittaessa erikseen jokaiselle ilmanvaihtokoneelle kaavalla (4.10).

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} t_d r t_v (1 - \eta_a) \quad (4.10)$$

joissa

Q_{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh
H_{iv}	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{v, poisto}$	poistoilmavirta, m ³ /s
t_d	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h
t_v	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk
r	muuntokerroin, joka ottaa huomioon ilmanvaihtolaitoksen vuorokautisen käyntiajan
T_s	sisäilman lämpötila, °C
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.
η_a	ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton (LTO) vuosihyötysuhde tai keskimääräinen hyötysuhde laskentajaksolta, -

Vuosihyötysuhdetta voidaan käyttää kaikkina kuukausina, ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä. Jos ilmanvaihto on toteutettu sellaisella lämmöntalteenotolla, joka ei siirrä poistoilmasta talteenotettua lämpöä tuloilmaan, tai lämmöntalteenottoa ei ole, niin vuosihyötysuhteena η_a käytetään kaavassa (4.10) arvoa 0.

4.3.2

Ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenoton vuosihyötysuhteena η_a voidaan käyttää valmistajan ilmoittamaa varmennettua vuosihyötysuhdetta.

Selostus

Ohjeita vuosihyötysuhteen määrittämiseksi esitetään ympäristöministeriön monisteessa 122. Lämmöntalteenottolaitteen jäätymissuojauksesta johtuva mahdollinen lämpötilasuhteen pieneneminen voidaan ottaa siinä esitetyllä tavalla huomioon. Liitteessä 1 esitetään vuosihyötysuhteen laskennassa käytettävät ulkolämpötilajakaumat (pysyvyyssäyrän tiedot) koko vuoden ajalta ja kuukausittain.

Ellei laitteen vuosihyötysuhdetta ole käytettävissä, voidaan vuosihyötysuhde η_a laskea kaavalla (4.11).

$$\eta_a = 0,6 \eta_t \quad (4.11)$$

jossa

η_t	ilmanvaihdon lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhte, kun tulo- ja poistoilmavirta ovat yhtä suuret, -
----------	---

Kaavaa (4.11) ei tule käyttää, jos laitteen tulo- ja poistoilmavirran suhde (R) on pienempi kuin 0,6. Lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhteena käytetään yleensä valmistajan ilmoittamaa varmennettua lämpötilasuhdetta. Ellei tuotteen lämpötilasuhteita ole käytettävissä, voidaan käyttää taulukossa 4.4. esitettyjä tyypillisiä arvoja erilaisten lämmönsiirtimien lämpötilasuhteille.

Lämmönsiirrintyyppi	Lämpötilasuhte η_t
Nestekiertoinen lämmönsiirrin	0,45
Ristivirtalevylämmönsiirrin	0,55
Vastavirtalevylämmönsiirrin	0,70
Regeneratiivinen lämmönsiirrin	0,75

4.3.3

Jos halutaan erikseen tarkastella ilmanvaihdon poistoilman lämmöntalteenottolaitteistolla talteenotettua ja tuloilman lämmityksessä hyödynnettyä energiaa Q_{LTO} , voidaan tämä laskea kaavalla (4.12).

$$Q_{LTO} = Q_{iv,eiLTO} - Q_{iv} \quad (4.12)$$

jossa

Q_{LTO}	lämmöntalteenottolaitteistolla talteenotettu ja tuloilman lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
$Q_{iv,eiLTO}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia ilman LTO:a, lasketaan kaavalla (4.9), kun η_a on 0, kWh
Q_{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh

4.3.4

Jos poistoilman lämmöntalteenotto on toteutettu poistoilmalämpöpumpulla vesivaraajaan, niin talteenotettu lämpöenergia (höyrystinenergia) $Q_{LTO,LP}$ lasketaan kaavalla (4.13). Poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä lämpöenergia (lauhdutinenergia) Q_{LP} lasketaan kaavalla (4.14). Lauhdutinenergia sisältää lämpöpumpun käyttöenergian eli sähkönkulutuksen.

Tällöin lämmöntalteenotto ei pienennä suoraan ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaa energiaa. Talteenotettu lämpö otetaan huomioon tilojen tai käyttöveden lämmitysenergiankulutuksen laskennassa luvussa 3 olevilla kaavoilla (3.8) ja (3.10).

$$Q_{LTO,LP} = \frac{\sum ((T_s - T_{jäte}) \Delta t)}{\sum ((T_s - T_u) \Delta t)} Q_{iv,eiLTO} \quad (4.13)$$

$$Q_{LP} = \frac{\epsilon_{LP}}{(\epsilon_{LP} - 1)} Q_{LTO,LP} \quad (4.14)$$

joissa

$Q_{LTO,LP}$	poistoilmalämpöpumpulla talteenotettu ja tilojen tai käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
$Q_{iv,eiLTO}$	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia ilman LTO:a, kWh
T_s	sisäilman lämpötila, °C

$T_{\text{jäte}}$	jäteilman lämpötila, °C (jäteilman lämpötila määräytyy poistoilmalämpöpumpun mitoituksesta ja toiminnasta, jäteilma voi olla ulkolämpötilaa viileämpää)
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
Q_{LP}	poistoilmalämpöpumpun varaajaan siirtämä ja tilojen tai käyttöveden lämmityksessä hyödynnetty energia, kWh
ϵ_{LP}	poistoilmalämpöpumpun vuotuinen lämpökerroin, -

Poistoilmalämpöpumpun vuotuiselle lämpökertoimelle käytetään yleensä valmistajan ilmoittamaa varmennettua lämpökerrointa. Ellei laitteen lämpökerrointa ole käytettävissä, voidaan poistoilmalämpöpumpulle käyttää arvoa 2.

4.3.5

Ilmanvaihtokoneessa tai tuloilmakanavassa olevan tuloilman jälkilämmityspatterin lämmitysenergiankulutus $Q_{\text{lämmitys, tuloilmapatteri}}$ sisältyy ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemaan energiaan Q_{iv} (kaava 4.9). Jälkilämmityspatterin lämmitysenergiankulutus lasketaan kaavalla (4.15).

$$Q_{\text{lämmitys, tuloilmapatteri}} = \rho_i c_{pi} q_{v, \text{tulo}} t_d r t_v (T_{\text{tulo}} - T_u - \eta_{t, a} (T_s - T_u)) \Delta t / 1000 \quad (4.15)$$

Jos ulkolämpötila on korkeampi kuin tuloilman lämpötilan asetusarvo tai lämmöntalteenotto kykenee nostamaan tuloilman lämpötilan korkeammaksi kuin tuloilman lämpötilan asetusarvo, kaavalla (4.15) laskettu arvo on negatiivinen. Tällöin tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutuksena käytetään arvoa 0 kWh.

jossa

$Q_{\text{lämmitys, tuloilmapatteri}}$	tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutus, kWh
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{v, \text{tulo}}$	tuloilmavirta, m ³ /s
t_d	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhte, h/24h
t_v	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhte, vrk/7 vrk
r	muuntokerroin, joka ottaa huomioon ilmanvaihtolaitoksen vuorokautisen käyntiajan
T_{tulo}	tuloilman lämpötilan asetusarvo jälkilämmityspatterin jälkeen (yleensä 15 ... 18 °C), °C.
T_s	sisäilman lämpötila, °C
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
$\eta_{t, a}$	lämmöntalteenoton tuloilman vuotuinen lämpötilasuhte, -
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Lämmöntalteenoton tuloilman vuotuinen lämpötilasuhte $\eta_{t, a}$ lasketaan kaavalla (4.16).

$$\eta_{t, a} = \frac{\eta_a}{R} \quad (4.16)$$

jossa

$\eta_{t, a}$	lämmöntalteenoton tuloilman vuotuinen lämpötilasuhte
η_a	lämmöntalteenoton vuosihyötysuhte, -
R	tuloilmavirran suhte poistoilmavirtaan, -

Ilmavirtasuhteena R voidaan käyttää arvoa 0,9, ellei tarkempaa tietoa ole

4.3.6

Kaavan (4.9) avulla voidaan energiantarve laskea vain silloin, kun on kyse lämmityksestä. Jos ilmapölyprosessiin sisältyy jäähdytystä ja kostutusta, on energiantarve laskettava erikseen.

4.3.7

Ilmanvaihdon ilmavirtana käytetään laskelmissa käyttöolosuhteiden ja sisäilmastotavoitteiden mukaan suunniteltua käyttöajan tehostamatonta ilmavirtaa. Ellei ilmavirtaa tunneta, voidaan keskimääräisenä ominaisilmavirtana käyttää asuinrakennuksissa $0,35 - 0,50 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$ ($0,5 - 0,7 \text{ l/h}$) ja toimistorakennuksissa tai vastaavissa $2 \text{ (dm}^3\text{/s)/m}^2$.

Selostus

Rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta on säännökset rakentamismääräyskokoelman osassa D2.

Koneellisen ilmanvaihdon järjestelmissä käyntiaikasuhde t_d valitaan rakennuksen todellisen käytön mukaan. Viikonloput ja muut seisokit otetaan huomioon kertoimella t_v . Tarpeenmukaisesti ohjatun ilmanvaihdon vaikutus voidaan ottaa huomioon käyntiaikatekijöillä tai arvioidulla keskimääräisellä ilmavirralla.

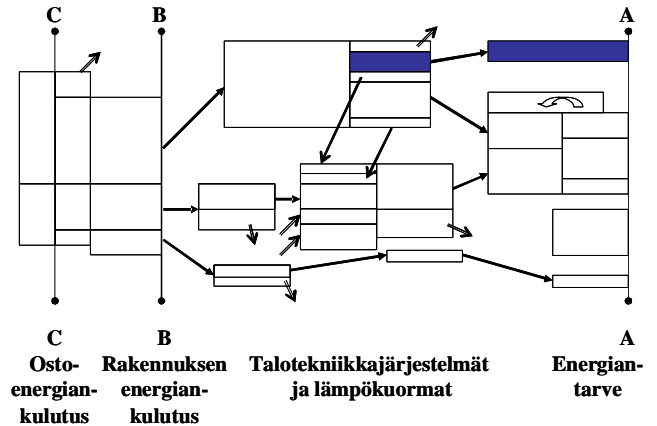
Ilmanvaihdon lämmitysenergian tarpeen laskelmissa ulkoilman lämpötila vastaa vuorokautista keskilämpötilaa. Jos ilmanvaihtoa käytetään vain päivällä, on todellinen ulkoilman lämpötila vuorokautista keskilämpötilaa korkeampi. Käyntiaikaa korjataan kertoimella r . Kerroin r on 1,00 ympärivuorokautisessa käytössä, 0,93 päiväaikaisessa käytössä ja 1,07 yöaikaisessa käytössä. Mikäli ilmanvaihdon tai ilmavirtojen käyntiaikoja ei voi määrittää näin karkealla tasolla, voidaan kerroin r laskea tarkemmin liitteessä 1 esitetyllä menetelmällä. Kerroin r lasketaan jakamalla liitteestä 1 saatava näennäiskäyntiaika todellisella käyntiajalla. Liitteessä 1 esitetyllä menetelmällä voidaan vastaavasti ottaa huomioon myös kesäaikaisen tehostetun yötuuletuksen jäähdytysvaikutus.

5

KÄYTTÖVEDEN LÄMMITYSTARVE

Tässä luvussa lasketaan
Käyttöveden tarvitsema lämpöenergia

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään
Henkilöiden lukumäärä
tai
Rakennuksen bruttopinta-ala



5.1.1

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia $Q_{\text{lkv, netto}}$ lasketaan kaavan (5.1) avulla.

$$Q_{\text{lkv, netto}} = \rho_v c_{pv} V_{\text{lkv}} (T_{\text{lkv}} - T_{\text{kv}}) / 3600 \quad (5.1)$$

jossa

$Q_{\text{lkv, netto}}$	käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia eli nettoenergiatarve, kWh
ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
c_{pv}	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/kgK
V_{lkv}	lämpimän käyttöveden kulutus, m ³
T_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
T_{kv}	kylmän käyttöveden lämpötila, °C
3600	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, s/h

Nettoenergiatarve sisältää kulutetun lämpimän käyttöveden lämmittämisen kylmän veden lämpötilasta lämpimän veden lämpötilaan ilman mahdollista lämmityslaitteen, varaajan tai putkiston lämpöhäviöenergiaa.

Ellei perustelluista syistä ole tarvetta käyttää muita arvoja, käytetään lämpimän ja kylmän veden lämpötilaerona ($T_{\text{lkv}} - T_{\text{kv}}$) arvoa 50 °C.

5.1.2

Lämpimän käyttöveden kulutus V_{lkv} voidaan laskea kaavan (5.2) avulla henkeä kohti lasketusta ominaiskulutuksesta tai kaavan (5.3) avulla pinta-ala kohti lasketusta ominaiskulutuksesta. Laskennassa käytetään taulukossa 5.1 esitettyjä ominaiskulutuksia, ellei perustelluista syistä ole tarvetta käyttää muita arvoja. Asuinrakennuksissa käytetään ensisijaisesti henkilöperusteisia arvoja, muissa rakennuksissa pinta-alaperusteisia arvoja.

$$V_{\text{lkv}} = V_{\text{lkv, omin, henk}} n \Delta t / 1000 \quad (5.2)$$

$$V_{\text{lkv}} = V_{\text{lkv, omin}} A_{\text{br}} \Delta t / 365 / 1000 \quad (5.3)$$

joissa

V_{lkv}	lämpimän käyttövedenkulutus, m ³
$V_{\text{lkv, omin, henk}}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, dm ³ henkilöä kohti vuorokaudessa
n	henkilöiden lukumäärä

Δt	ajanjakson pituus, vuorokautta
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kuutiometreiksi, dm^3/m^3
365	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos vuosikulutuksesta vuorokausikulutukseksi, vuorokautta/vuosi
$V_{\text{lkv, omin}}$	lämpimän käyttöveden ominaiskulutus, m^3/brm^2 vuodessa
A_{br}	rakennuksen bruttoala, brm^2

Jos laskelmien lähtötietona on käyttöveden kokonaiskulutus, niin asuinrakennuksissa lämpimän käyttöveden osuutena voidaan käyttää 40 % kokonaiskulutuksesta.

<i>Taulukko 5.1 Lämpimän käyttöveden ominaiskulutuksia eri rakennustyypeille.</i>	
Rakennustyyppi	Lämpimän veden kulutus henkilöä kohti, $V_{\text{lkv, omin, henk}} \text{ dm}^3/\text{henk}$ vuorokaudessa
Asuinrakennus (huoneistokohtainen mittaus ja laskutus)	50
Asuinrakennus (muut)	60
Rakennustyyppi	Lämpimän veden kulutus rakennuksen bruttoalaa kohti, $V_{\text{lkv, omin}} \text{ dm}^3/\text{brm}^2$ vuodessa
Asuinrakennus	600
Toimistorakennus	100
Terveystieteiden tutkimuskeskus	520
Päiväkoti	460
Teatteri ja kirjasto	120
Uimahalli	1800
Opetus	180
Myymälä	65

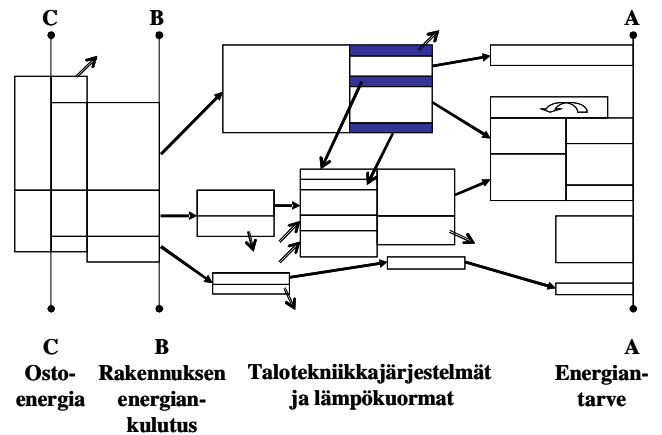
LÄMMITYSJÄRJESTELMIEN LÄMPÖHÄVIÖENERGIAT

Tässä luvussa lasketaan

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia
Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään

Rakennuksen bruttopinta-ala
Yleistiedot lämmitysjärjestelmistä:
- lämmönkehitystapa
- lämmönjakotapa
- lämmönluovuttimet
- lämmönvaraajat



6.1 Tilojen lämmitysjärjestelmä

6.1.1

Rakennuksen tilojen lämmitykseen kuuluvat huonetilojen lämmitys ja ilmanvaihdon lämmitys. Tilojen lämmitysjärjestelmän energiatehokkuuden laskennassa otetaan huomioon lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat. Lämpöhäviöitä syntyy lämmön kehityksen, varastoinnin, siirron ja luovuttamisen aikana. Myös säätöjärjestelmä lisää lämpöhäviöitä.

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia on lämmitysjärjestelmään tuodun lämpöenergian ja lämmityksen lämpöenergian tarpeen erotus. Osa lämpöhäviöenergiasta tulee lämpökuormina hyödyksi rakennuksen lämmityksessä.

6.1.2

Rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia $Q_{\text{lämmitys,tilat,häviöt}}$ lasketaan kaavalla (6.1).

$$Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}} = Q_{\text{lämmitys, tilat, kehityshäviöt}} + Q_{\text{lämmitys, tilat, jakeluhäviöt}} + Q_{\text{lämmitys, tilat, luovutushäviöt}} + Q_{\text{lämmitys, tilat, säätöhäviöt}} + Q_{\text{lämmitys, tilat, varaajahäviöt}} \quad (6.1)$$

jossa

$Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, kehityshäviöt}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmönkehityslaitteiden, lämmityskattiloiden ja lämmönsiirtimien lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, jakeluhäviöt}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmönjakeluverkoston lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, luovutushäviöt}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmönluovuttimien (radiaattori, lattialämmitys) lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, säätöhäviöt}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän säätöjärjestelmästä johtuva lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{lämmitys, tilat, varaajahäviöt}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämmitysvesivaraajan lämpöhäviöenergia, kWh

6.1.3

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämmönkehityslaitteiden (esimerkiksi lämmityskattilat, lämpöpumput ja kaukolämmön lämmönsiirtimet) vaipan lämpöhäviöenergia lasketaan yleensä valmistajan ilmoittamasta tai muulla tavalla todetusta lämpöhäviötehosta.

Rakennuksen tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat voidaan määrittää käyttämällä taulukon 6.1 vuotuisia ominaislämpöhäviöitä kerrottuna rakennuksen bruttoalalla, ellei selvityksin toisin osoiteta. Jos rakennuksen eri osissa on erilaisia lämmitysjärjestelmiä, voidaan ominaislämpöhäviönä käyttää näiden osien pinta-aloilla painotettua keskiarvoa.

Taulukko 6.1. Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat eri lämmitysjärjestelmille.

Lämmitysjärjestelmä	Lämmitysjärjestelmän ominaislämpöhäviöt					
	$Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt, omin}}$, kWh/brm ² vuodessa					
	Kehitys- häviöt 2)	Jakelu- häviöt 3)	Luovutus- häviöt 3)	Säätö- häviöt 3)	Varaaja- häviöt 2)	
Vesiradiaattorit, menovesi 90/paluuvesi 70 °C - jakojohdot lämmöneristetty - jakojohdot eristämättä	Lasketaan valmistajan ilmoittamasta tai vastaavasta häviötehosta, tai käytetään arvoa 2 kWh/brm ² vuodessa.	10 40	4	2	Kuva 6.1	
Vesiradiaattorit, 70/40 °C - jakojohdot lämmöneristetty - jakojohdot eristämättä	Kehitys- häviönä käytetään kuitenkin vähintään arvoa 2 000 kWh vuodessa.	5 20	4	2	Kuva 6.1	
Vesiradiaattorit, 45/35 °C - jakojohdot lämmöneristetty - jakojohdot eristämättä	Kehitys- häviönä käytetään kuitenkin vähintään arvoa 2 000 kWh vuodessa.	3 10	4	2	Kuva 6.1	
Vesikiertoinen lattialämmitys, 40/35 °C - alapohjan lämmöneristys 200 mm 1) - alapohjan lämmöneristys 100 mm 1) - välipohja lämmöneristys 50 mm 1) - välipohja ilman lämmöneristystä	Kehitys- häviönä käytetään kuitenkin vähintään arvoa 2 000 kWh vuodessa.	5	10 20 15 30	4	Kuva 6.1	
Vesikiertoinen ilmanvaihtolämmitys - keskitetty lämmitys		5	1	4	Kuva 6.1	
Sähkölämmityspatterit		0	0	4	1	0
Sähköinen lattialämmitys - alapohjan lämmöneristys 200 mm 1) - alapohjan lämmöneristys 100 mm 1) - välipohja lämmöneristys 50 mm 1) - välipohja ilman lämmöneristystä		0	0	10 20 15 30	4	0
Sähköinen ilmanvaihtolämmitys - keskitetty tuloilman lämmitys - huonekohtainen tuloilman lämmitys		0 0	5 0	1 1	4 1	0

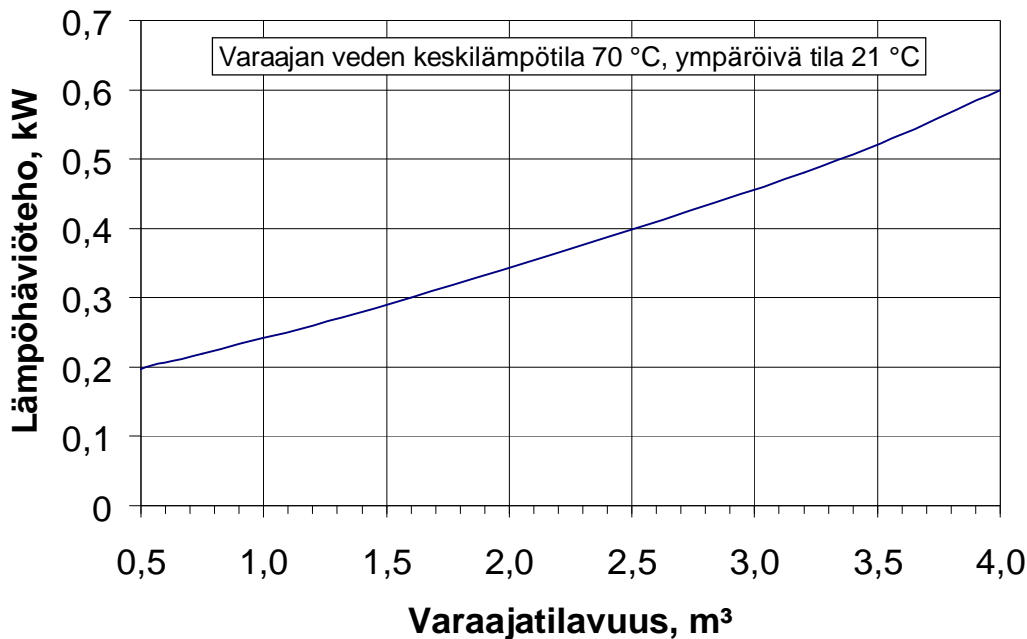
1) Eristyspaksuus vastaa lämmöneristettä, jonka suunnittelulämmönjohtavuus on enintään 0,045 W/(m K).

2) Kehitys- ja varaajahäviöiden kuukausiarvot lasketaan vuosiarvoista kuukausien pituuksien suhteessa. Jos käyttövesi lämmitetään samalla lämmönkehityslaitteella, niin käyttöveden lämmönkehityksen häviöitä ei tarvitse ottaa erikseen huomioon.

3) Jakelu-, luovutus ja säätöhäviöiden kuukausiarvot lasketaan vuosiarvoista jakamalla häviö eri kuukausille seuraavasti: marras-, joulu-, tammi- ja helmikuu kukin 15 %, loka-, maaliskuu ja huhtikuu 10 % sekä touko- ja syyskuu 5 % vuotuisesta lämpöhäviöenergiasta. Kesällä tilojen lämmitysjärjestelmässä ei yleensä ole jakelu-, luovutus ja säätöhäviöitä.

6.1.4

Tilojen lämmitysjärjestelmän erillisen lämmitysvesivaraajan vaipan lämpöhäviöenergia lasketaan yleensä valmistajan ilmoittamasta lämpöhäviötehosta. Ellei tarkempaa tietoa ole, voidaan käyttää kuvan 6.1 lämpöhäviötehoa kertomalla se ajanjakson pituudella. Lämmitysvesivaraajan lämpöhäviöteho oletetaan vakioksi lämmityskaudella, ellei varaajan lämpötilataso oleellisesti muutu. Tarvittaessa varaajan lämpöhäviötehoa voidaan korjata varaajan veden keskilämpötilan ja ympäröivän tilan ilman lämpötilaeron suhteessa.



Kuva 6.1. Lämmitysvesivaraajien lämpöhäviötehot.

6.1.5

Putkien ja laitteiden lämpöhäviöenergiat voidaan laskea tarkemmin standardin SFS-EN ISO 12241 mukaan taulukon 6.1 ja kuvan 6.1 arvojen sijasta.

6.1.6

Jos lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat tunnetaan tarkemmin ja ne riippuvat merkittävästi energiantarpeesta, on lämpöhäviöenergiat syytä määrittää uudestaan ensimmäisen lämmitysenergiälaskennan jälkeen.

6.2 Käyttöveden lämmitysjärjestelmä

6.2.1

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän energiatehokkuuden laskennassa otetaan huomioon lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat. Lämpöhäviöitä syntyy lämpimän käyttöveden lämmönkehityslaitteissa, varaajissa ja kiertojohdossa.

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia on käyttöveden lämmitysjärjestelmään tuodun lämpöenergian ja käyttöveden lämmityksen tarvitseman lämpöenergian erotus. Osa lämpöhäviöenergiasta tulee lämpökuormina hyödyksi rakennuksen lämmityksessä.

6.2.2

Käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia lasketaan kaavalla (6.2). Lämpöhäviöenergiaan

lasketaan mukaan lämpimän käyttöveden lämmönkehityslaitteiden, varaajien, kiertojohdon ja lämmönsiirtimien lämpöhäviöenergiat.

$$Q_{\text{lkv,häviöt}} = Q_{\text{lkv,kehityshäviöt}} + Q_{\text{lkv,kiertohäviöt}} + Q_{\text{lkv,varaajahäviöt}} \quad (6.2)$$

jossa

$Q_{\text{lkv,häviöt}}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{lkv,kehityshäviöt}}$	lämpimän käyttöveden lämmönkehityslaitteiden, lämmityskattiloiden ja lämmönsiirtimien lämpöhäviöenergia, kWh
$Q_{\text{lkv,kiertohäviöt}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöenergia ja kiertojohtoon liitettyjen lämmityslaitteiden tarvitsema lämpöenergia, kWh
$Q_{\text{lkv,varaajahäviöt}}$	lämpimän käyttöveden varaajan lämpöhäviöenergia, kWh

6.2.3

Yleensä lämpimän käyttöveden lämmönkehityslaitteiden lämpöhäviöenergiat $Q_{\text{lkv,kehityshäviöt}}$ sisältyvät lämmityskaudella tilojen lämmityksen kehityshäviöihin (kohta 6.1.3) eikä niitä tarvitse erikseen laskea. Jos lämpimällä käyttövedellä on oma lämmönkehityslaitte, vaipan lämpöhäviöenergia lasketaan yleensä valmistajan ilmoittamasta tai muulla tavalla todetusta lämpöhäviötehosta. Ellei tietoa laitteen lämpöhäviöenergian määrästä ole käytettävissä, voidaan käyttää arvoa 1 kWh/brm² vuodessa, kuitenkin vähintään 1 000 kWh. Kuukausiarvot lasketaan vuosiarvoista kuukausien pituuksien suhteessa.

6.2.4

Lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöenergia ja kiertojohtoon liitettyjen lämmityslaitteiden tarvitsema lämpöenergia lasketaan kaavan (6.3) avulla.

$$Q_{\text{lkv,kiertohäviöt}} = Q_{\text{lkv,kiertohäviöt,omin}} A_{\text{br}} \quad (6.3)$$

jossa

$Q_{\text{lkv,kiertohäviöt}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöenergia ja kiertojohtoon liitettyjen lämmityslaitteiden tarvitsema lämpöenergia, kWh
$Q_{\text{lkv,kiertohäviöt,omin}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämmityksen tarvitsema ominaislämpöenergia, kWh/brm ²
A_{br}	rakennuksen bruttoala, brm ²

Ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä, voidaan käyttää taulukossa 6.2 esitettyjä kiertojohdon ominaiskulutuksia kerrottuna rakennuksen bruttoalalla. Kiertojohdon lämpöhäviöteho oletetaan vakioiksi kaikkina kuukausina.

6.2.5

Lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöenergia ja kiertojohtoon liitettyjen lämmityslaitteiden tarvitsema lämpöenergia voidaan laskea myös kierto-vesivirrasta kaavan (6.4) avulla.

$$Q_{\text{lkv,kiertohäviöt}} = \rho_v c_{\text{pv}} q_{\text{v,lkv,kierto}} (T_{\text{lkv}} - T_{\text{lkv,kierto,paluu}}) \Delta t \quad (6.4)$$

jossa

$Q_{\text{lkv,kiertohäviöt}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöenergia ja kiertojohtoon liitettyjen lämmityslaitteiden tarvitsema lämpöenergia, kWh
ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
c_{pv}	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/kgK
$q_{\text{v,lkv,kierto}}$	lämpimän käyttöveden kiertopiirin vesivirta, m ³ /s
T_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
$T_{\text{lkv,kierto, paluu}}$	lämpimän käyttöveden kiertopiirin paluuvien lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h

Ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä, käytetään lämpimän veden ja kiertopiirin paluuv veden lämpötilaeron ($T_{lkv} - T_{lkv, kierto, paluu}$) arvoa 5 °C.

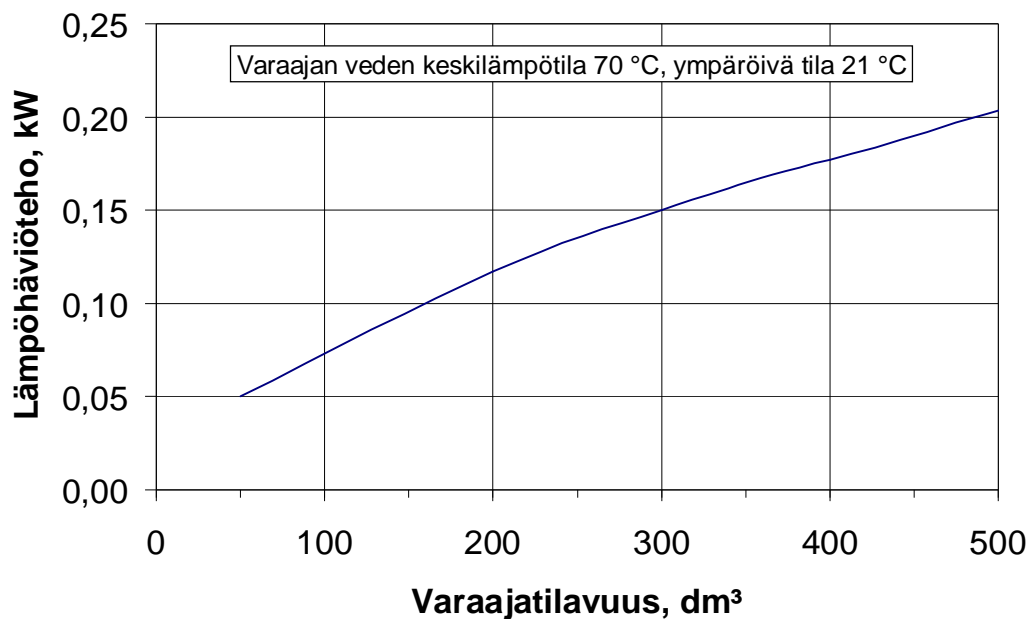
Taulukko 6.2 *Lämpimän käyttöveden kiertopiirin lämpöhäviöenergia.*

Rakennustyyppi	Lämpimän käyttöveden kiertopiirin ominaislämpöhäviöenergia, $Q_{lkv, kiertohäviöt, omin}$, kWh/brm ² vuodessa
Asuinrakennus tai vastaava 1)	
- kiertopiiriin ei ole kytketty märkätilojen lämmityslaitteita	15
- kiertopiiriin on kytketty märkätilojen lämmityslaitteita	30
Muut rakennukset	
- kiertopiiriin ei ole kytketty märkätilojen lämmityslaitteita	7
- kiertopiiriin on kytketty märkätilojen lämmityslaitteita	15

1) myös esimerkiksi päiväkot-, terveydenhoito- ja majoitusrakennus

6.2.6

Erillisen käyttövesivaraajan vaipan lämpöhäviöenergia lasketaan yleensä valmistajan ilmoittamasta lämpöhäviötehosta. Ellei tarkempaa tietoa ole, voidaan käyttää kuvan 6.2 lämpöhäviötehoa kertomalla se ajanjakson pituudella. Käyttövesivaraajan lämpöhäviöteho oletetaan vakioiksi kaikkina kuukausina. Tarvittaessa varaajan lämpöhäviötehoa voidaan korjata varaajan veden keskilämpötilan ja ympäröivän tilan ilman lämpötilaeron suhteessa.



Kuva 6.2. Lämpimän käyttöveden varaajan lämpöhäviöteho.

6.2.7

Käyttövesijohtojen ja -laitteiden lämpöhäviöenergiat voidaan laskea tarkemmin standardin SFS-EN ISO 12241 mukaan taulukon 6.2 ja kuvan 6.2 arvojen sijasta.

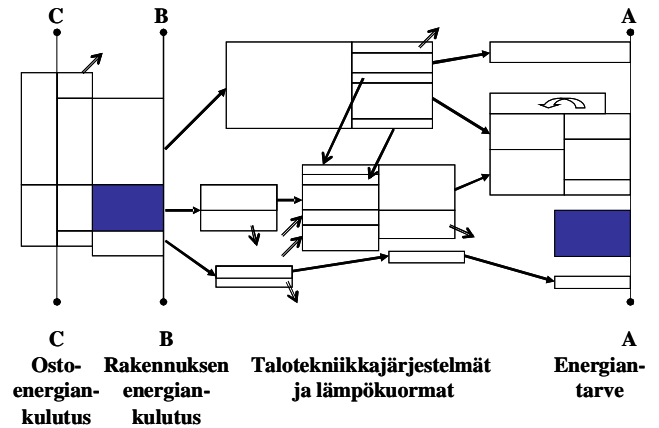
LAITESÄHKÖNKULUTUS

Tässä luvussa lasketaan

Rakennuksen laitteiden sähköenergian kulutus ilman lämmitykseen tai jäähdytykseen käytettyä sähköä

Laskennan lähtötietona tarvitaan vähintään

Rakennustyyppi
Rakennuksen bruttopinta-ala



7.1 Laitteiden sähköenergiankulutus

7.1.1

Rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus on valaistussähkön, ilmanvaihtojärjestelmän sähkön ja muun laitesähkön yhteenlaskettu kulutus ilman lämmitykseen ja tilojen jäähdytykseen käytettyä sähköä kaavan (7.1) mukaan.

$$W_{\text{laitesähkö}} = W_{\text{valaistus}} + W_{\text{ilmanvaihto}} + W_{\text{muutlaitteet}} \quad (7.1)$$

jossa

$W_{\text{laitesähkö}}$	rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus, kWh
$W_{\text{valaistus}}$	valaistuksen sähköenergiankulutus, kWh
$W_{\text{ilmanvaihto}}$	ilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiankulutus, kWh
$W_{\text{muut laitteet}}$	muiden laitteiden sähköenergiankulutus, kWh

Laskennassa voidaan käyttää taulukossa 7.1 esitettyjä rakennustyyppikohtaisia ominaissähköenergiankulutuksen arvoja, mikäli rakennuksen pinta-alan lisäksi tarkempia tietoja ei ole käytettävissä. Rakennuksen laitteiden sähköenergiankulutus lasketaan ominaissähköenergiankulutuksen ja bruttopinta-alan tulona.

Taulukko 7.1. Rakennuksen laitteiden ominaissähköenergiankulutusarvoja rakennustyypeittäin.

Rakennustyyppi	Laitteiden sähköenergiankulutus yhteensä			
	$W_{\text{laitesähkö}}$	$W_{\text{valaistus}}$	$W_{\text{ilmanvaihto}}$	$W_{\text{muut laitteet}}$
	kWh/brm ² /vuosi	kWh/brm ² /vuosi	kWh/brm ² /vuosi	kWh/brm ² /vuosi
Asuinkerrostalo	50	7	10	33
Rivitalo	50	7	7	36
Pientalo	50	7	7	36
Toimistorakennus	70	30	12	28
Opetusrakennus	60	23	12	25
Liikerakennus	80	48	17	15
Hotelli	110	60	17	33
Ravintola	110	42	36	32
Liikuntarakennus	180	60	41	79
Sairaala	100	60	28	12
Muut rakennukset	100	30	11	59

7.1.2

Mikäli valaistus-, ilmanvaihtojärjestelmän tai muiden laitteiden ominaissähkökulutukset on määritetty tarkemmin, niitä voidaan käyttää taulukon 7.1 arvojen sijasta. Kohdassa 7.2 esitetään menetelmä valaistuksen sähkökulutuksen laskemiseksi. Kohdassa 7.3 esitetään menetelmä ilmanvaihtojärjestelmän puhaltimien sähkökulutuksen laskemiseksi. Kohdassa 7.4 esitetään asuinkerrostalon, asuinpientalon ja toimistorakennuksen tyypillisiä laiteryhmäkohtaisia sähköenergiankulutuksia.

7.2 Valaistuksen sähkökulutus

7.2.1

Mikäli valaistusjärjestelmä tunnetaan tarkemmin, voidaan valaistuksen sähkökulutus laskea tilakohtaisesti valaistustarpeen ja valaisinratkaisun perusteella taulukon 7.1 arvojen sijasta.

7.2.2

Valaistuksen sähkökulutus $W_{\text{valaistus}}$ voidaan laskea kaavalla (7.2).

$$W_{\text{valaistus}} = \sum P_{\text{valaistus}} A_{\text{huone}} \Delta t f / 1000 \quad (7.2)$$

jossa

$W_{\text{valaistus}}$	valaistuksen sähkökulutus, kWh
$P_{\text{valaistus}}$	valaistavan tilan valaistuksen kokonaissähköteho huonepinta-alaa kohti, W/hum ²
A_{huone}	valaistavan tilan huonepinta-ala, hum ²
Δt	valaistuksen käyttöaika (esimerkiksi taulukosta 7.2), h
f	valaistuksen ohjaustavasta riippuvia ohjauksetoimia:
	- läsnäolotunnistin ja päivänvalosäädin 0,70
	- päivänvalosäädin 0,80
	- läsnäolotunnistin 0,75
	- huonekohtainen kytkin 0,90
	- huonekohtainen kytkin, erillinen ikkunaseinälle 0,90
	- keskitetty päälle / pois 1,00

Valaistuksen kokonaissähkötehona käytetään arvoa 15 W/hum² tai teho lasketaan kaavalla (7.3).

<i>Taulukko 7.2.</i>	<i>Rakennuksen valaistuksen tyypillisiä käyttöaikoja Δt rakennustyypeittäin.</i>
Rakennustyyppi	Tuntia vuodessa
Asuinkerrostalo	550
Rivitalo	550
Pientalo	550
Toimistorakennus	2 500
Opetusrakennus	1 900
Liikerakennus	4 000
Hotelli	5 000
Ravintola	3 500
Liikuntarakennus	5 000
Sairaala	5 000
Muut rakennukset	2 500

7.2.3

Valaistuksen kokonaisteho pinta-alyksikköä kohti $P_{\text{valaistus}}$ lasketaan kaavalla (7.3).

$$P_{\text{valaistus}} = \frac{1}{\beta \eta \eta_{\phi}} E \quad (7.3)$$

jossa

$P_{\text{valaistus}}$	valaistavan tilan valaistuksen kokonaissähköteho huonepinta-alaa kohti, W/hum ²						
β	valaistuksen alenemakerroin: <table> <tr> <td>- puhdas ympäristö</td> <td>0,70</td> </tr> <tr> <td>- keskinkertainen ympäristö</td> <td>0,60</td> </tr> <tr> <td>- likainen ympäristö</td> <td>0,50</td> </tr> </table>	- puhdas ympäristö	0,70	- keskinkertainen ympäristö	0,60	- likainen ympäristö	0,50
- puhdas ympäristö	0,70						
- keskinkertainen ympäristö	0,60						
- likainen ympäristö	0,50						
η	valaistushyötysuhde: <table> <tr> <td>- suora valaistus</td> <td>0,40</td> </tr> <tr> <td>- yhdistetty suora-epäsuora valaistus</td> <td>0,35</td> </tr> <tr> <td>- epäsuora valaistus</td> <td>0,30</td> </tr> </table>	- suora valaistus	0,40	- yhdistetty suora-epäsuora valaistus	0,35	- epäsuora valaistus	0,30
- suora valaistus	0,40						
- yhdistetty suora-epäsuora valaistus	0,35						
- epäsuora valaistus	0,30						
η_{ϕ}	lamppujen valotehokkuus (taulukko 7.3), lm/W						
E	tilan i valaistusvoimakkuus, lx.						

Valaistusvoimakkuus on tilan valaistusvoimakkuuden suunnitteluarvo tai standardin SFS-EN 12464-1 mukainen ohjearvo valaistusvoimakkuudelle.

Taulukko 7.3 Arvoja eri lampputyypin valotehokkuuksille ja vaihteluväleille. Taulukon tehoarvojen laskennassa on käytetty valovirran alenemakertoimena $\beta = 0,70$ ja valaistushyötysuhteena $\eta = 0,40$.

Lampputyypin	Valotehokkuus, η_{ϕ} lm / W		Teho, $P_{\text{valaistus}}$ W/hum ²			
	Tyypillinen arvo	Vaihtelu- väli	Valaistusvoimakkuus			
			100 lx	300 lx	500 lx	1000 lx
Hehkulamppu	10	8-12	36	107	179	357
Halogeenilamppu	12	10-24	30	89	149	298
Pienloistelamppu	50	50-85	7,1	21	36	71
Loistelamppu	80	50-100	4,5	13	22	45

7.3 Ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus

7.3.1

Mikäli ilmanvaihtojärjestelmä tunnetaan tarkemmin, voidaan sen sähkönkulutus laskea ilmanvaihtokonekohtaisesti ominaissähkötehon perusteella taulukon 7.1 arvojen sijasta.

7.3.2

Puhaltimien tai ilmanvaihtokoneiden sähkönkulutus lasketaan suunnitellun ominaissähkötehon, ilmavirran ja käyntiajan tulona kaavan (7.4) mukaan.

$$W_{\text{ilmanvaihto}} = \sum P_{\text{es}} q_v \Delta t \quad (7.4)$$

jossa

$W_{\text{ilmanvaihto}}$	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen sähköenergiankulutus, kWh
P_{es}	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, kW/(m ³ /s)
q_v	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m ³ /s
Δt	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen käyttöaika laskentajaksolla, h.

Tarpeenmukaisesti ohjatun ilmanvaihdon vaikutus voidaan ottaa huomioon käyntiaikatekijöillä tai arvioidulla keskimääräisellä ilmavirralla. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehona voidaan käyttää arvoa 2,5 kW(m³/s) (koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä) tai arvoa 1,0 kW(m³/s) (koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä) tai tehot lasketaan konekohtaisesti kaavalla (7.5).

7.3.3

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho lasketaan konekohtaisesti kaavalla (7.5).

$$P_{\text{es}} = \frac{P_e}{q_v} \quad (7.5)$$

jossa

P_{es}	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, kW/(m ³ /s)
P_e	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen sähköteho, kW
q_v	puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m ³ /s

Selostus

Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoon vaikuttavat ilmanvaihtojärjestelmän painehäviö ja puhaltimien hyötysuhde. Ilmanvaihtokoneen ominaissähkötehona laskennassa käytetään käyttöajan tehostamatonta poistoilmavirtaa tai tuloilmavirtaa (suurempaa näistä).

7.4 Laiteryhmäkohtaisia sähkönkulutuksia

7.4.1

Mikäli rakennuksen sähkölaitteet tunnetaan tarkemmin, voidaan niiden sähkönkulutus laskea laiteryhmäkohtaisesti ominaissähkönkulutuksen perusteella. Näistä laskettua kulutusta voidaan käyttää taulukon 7.1 arvojen sijasta.

7.4.2

Laitteiden sähköenergiankulutus voidaan määrittää asuinrakennuksille taulukon 7.4 ja toimistorakennuksille taulukon 7.5 ominaissähkönkulutusten perusteella.

<i>Taulukko 7.4 Asuinrakennusten tyypillisiä laiteryhmäkohtaisia sähköenergian vuotuisia ominaiskulutuksia.</i>			
Laiteryhmä	Asuinkerrostalon kulutus	Pientalon kulutus	Yksikkö
Pumput			
Lämmitysverkosto	1 200	1 700	kWh/(dm ³ /s) ¹⁾
LKV-kierto	1 200	1 200	kWh/(dm ³ /s) ¹⁾
¹⁾ pumppujen energiankulutus on ilmoitettu vesivirtaa kohti			
Muut kohteet			
Talosauna	410	-	kWh/asunto
Talopesula	67	-	kWh/asunto
Hissi	23	-	kWh/asukas
Autopaikat	150	150	kWh/paikka
Pihavalaistus	2	2	kWh/brm ²
Huoneistojen laitteet			
Liesi	340	520	kWh/kpl
Mikroaaltouuni	50	55	kWh/kpl
Kahvinkeitin	70	70	kWh/kpl
Astianpesukone	170	250	kWh/kpl
Jääkaappipakastin	740	270 (Jääkaappi)	kWh/kpl
Jää-viileäkaappi	330	330	kWh/kpl
Kaappipakastin	380	380	kWh/kpl
Pyykinpesukone	130	240	kWh/kpl
Kuivausrumpu	300	300	kWh/kpl
TV	200	200	kWh/kpl
Video	95	95	kWh/kpl
PC	80	80	kWh/kpl
Huoneistos sauna	8	8	kWh/lämmityskerta

Taulukko 7.5 Toimistorakennuksen tyypillisiä laiteryhmäkohtaisia sähköenergian vuotuisia ominaiskulutuksia.

Laiteryhmä	Ominaiskulutus	Yksikkö
Pumput		
Lämmitysverkosto	1 200	kWh/(dm ³ /s) ¹⁾
LKV-kierto	1 200	kWh/(dm ³ /s) ¹⁾
IV-verkosto	1 200	kWh/(dm ³ /s) ¹⁾
IV-patteripumput	700	kWh/(dm ³ /s) ¹⁾
¹⁾ pumppujen energiankulutus on ilmoitettu vesivirtaa kohti		
Muut kohteet		
Ruokala	0,75	kWh/annos
Edustussauna	20	kWh/kerta
Hissi	2000	kWh/(8 henkilön hissi)
Autopaikat	150	kWh/paikka
Pihavalaistus	2	kWh/brm ²
Toimistolaitteet		
Kannettava PC	24	kWh/kpl
PC:t+näyttö	430	kWh/kpl
Kopiokoneet	1 700	kWh/kpl
Laserkirjoittimet	400	kWh/kpl

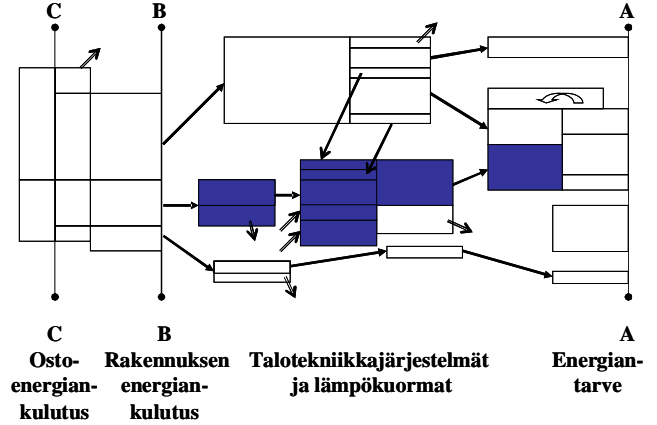
LÄMPÖKUORMAT

Tässä luvussa lasketaan

Henkilöiden luovuttama lämpöenergia
 Lämmityslaitteista vapautuva lämpökuormaenergia
 Valaistuksesta ja sähkölaitteista vapautuva
 lämpökuormaenergia
 Ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon
 säteilyenergia
 Lämpökuormista hyödynnettävä lämpöenergia

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään

Rakennustyyppi
 Rakennuksen bruttopinta-ala
 Lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiat (luku 6)
 Ikkunoiden
 - pinta-alat ilmansuunnittain
 - ikkunoiden auringon säteilyn läpäisykerroin
 Rakennuksen lämpöhäviöenergiat (luku 4)



8.1 Henkilöiden luovuttama lämpöenergia

8.1.1

Jos henkilömäärää ja oleskeluaikoja ei tiedetä, käytetään henkilöiden luovuttamana lämpöenergiana taulukon 8.1 arvoja kerrottuna rakennuksen bruttoalalla.

Taulukko 8.1. Henkilöiden luovuttama vuotuinen ominaislämpöenergia $Q_{\text{henk, omin}}$ eri rakennustyypeissä.

Rakennustyyppi	$Q_{\text{henk, omin}}$ kWh/brm ² vuodessa
Asuinkerrostalo	17
Rivitalo	11
Pientalo	8
Toimistorakennus	10
Opetusrakennus	58
Liikerakennus	13
Hotelli	18
Ravintola	38
Liikuntarakennus	16
Sairaala	70
Muut rakennukset	13

8.1.2

Taulukon 8.1. arvojen sijasta voidaan henkilöiden luovuttama lämpöenergia Q_{henk} laskea oleskeluajan ja lämmöntuottotehon mukaan kaavalla (8.1).

$$Q_{\text{henk}} = \phi_{\text{henk}} n \Delta t_{\text{oleskelu}} / 1000 \quad (8.1)$$

jossa	
Q_{henk}	henkilöiden luovuttama lämpöenergia, kWh
ϕ_{henk}	yhden henkilön luovuttama keskimääräinen lämpöteho (ei sisällä haihtumislämpöä), W/henkilö
n	henkilöiden lukumäärä, -
$\Delta t_{\text{oleskelu}}$	oleskeluaika, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

8.1.3

Yhden henkilön keskimääräisenä lämpötehona voidaan käyttää arvoa 70 W.

8.1.4

Oleskeluaika voidaan laskea kaavalla (8.2).

$$\Delta t_{\text{oleskelu}} = t_d t_v k \Delta t \quad (8.2)$$

jossa	
$\Delta t_{\text{oleskelu}}$	oleskeluaika, h
t_d	rakennuksen keskimääräinen vuorokautinen käyttöaikasuhte, -
t_v	rakennuksen keskimääräinen viikoittainen käyttöaikasuhte, -
k	rakennuksen käytönaikainen käyttöaste, joka kuvaa ihmisten keskimääräistä läsnäoloa rakennuksessa, -
Δt	laskentajakso, h

Oleskeluajan laskennassa voidaan käyttää taulukossa 8.2 esitettyjä rakennustyyppikohtaisia arvoja, ellei tarkempia tietoja ole.

Taulukko 8.2. Rakennuksen tyypillinen käyttö rakennustyypeittäin.

Rakennustyyppi	Käyttöaika klo	t_d h/24 h	t_v vrk/7 vrk	k
Asuinkerrostalo	0-24	24/24	7/7	0,60
Rivitalo	0-24	24/24	7/7	0,60
Pientalo	0-24	24/24	7/7	0,60
Toimistorakennus	7-18	11/24	5/7	0,60
Opetusrakennus	8-16	8/24	5/7	0,90
Liikerakennus	7-21	14/24	6/7	0,55
Hotelli	0-24	24/24	7/7	0,50
Ravintola	12-22	10/24	7/7	0,40
Liikuntarakennus	7-21	14/24	7/7	0,60
Sairaala	0-24	24/24	7/7	0,80
Muut rakennukset	7-18	11/24	5/7	0,60

8.2 Lämmityslaitteista vapautuva lämpökuormaenergia

8.2.1

Tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia lasketaan kaavan (6.1) mukaan. Osa lämpöhäviöenergiasta jää rakennuksen vaipan ulkopuolelle, eikä tule rakennuksen sisälle lämpökuormaksi. Osa lämmöstä siirtyy esimerkiksi roilojen tai vaippaan asennettujen lämmityslaitteiden kautta ulos. Ellei tarkempaa tietoa ole, on lämpökuormaksi tuleva osuus laskelmissa 70 % tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiasta kaavan (8.3) mukaisesti.

$$Q_{\text{lämmitys,kuorma}} = 0,7 Q_{\text{lämmitys,tilat,häviöt}} \quad (8.3)$$

jossa

$Q_{\text{lämmitys, kuorma}}$ tilojen lämmitysjärjestelmästä rakennuksen sisälle tuleva lämpökuormaenergia, kWh
 $Q_{\text{lämmitys, tilat, häviöt}}$ tilojen lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh

8.2.2

Lämpimän käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia lasketaan kaavan (6.2) mukaan. Lisäksi lämpimän veden käytön yhteydessä lämpöä vapautuu rakenteisiin ja huoneilmaan ennen veden johtamista viemärin kautta ulos rakennuksesta. Ellei tarkempaa tietoa ole, on lämpökuormaksi tuleva osuus laskelmissa 50 % käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergiasta ja 30 % käyttöveden lämmityksen tarvitsemasta lämpöenergiasta kaavan (8.4) mukaisesti.

$$Q_{\text{lkv, kuorma}} = 0,3 Q_{\text{lkv, netto}} + 0,5 Q_{\text{lkv, häviöt}} \quad (8.4)$$

jossa

$Q_{\text{lkv, kuorma}}$ käyttöveden lämmitysjärjestelmästä rakennuksen sisälle tuleva lämpökuormaenergia, kWh
 $Q_{\text{lkv, netto}}$ käyttöveden lämmityksen tarvitsema lämpöenergia eli nettoenergiantarve, kWh
 $Q_{\text{lkv, häviöt}}$ käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpöhäviöenergia, kWh

8.3 Valaistuksesta ja sähkölaitteista vapautuva lämpökuormaenergia

8.3.1

Jos sähköenergiankulutus on määritetty taulukon 7.1 mukaan eikä tarkempaan laskentaan tarvittavia tietoja ole käytettävissä, voidaan käyttää taulukossa 8.3 esitettyjä arvoja.

Jos sähköenergiankulutus on määritetty tarkemmin, on lämpökuormaksi tuleva osuus laskelmissa 100 % valaistuksen sähköenergiasta, 50 % koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän sähköenergiasta ja 60 % muiden laitteiden sähköenergiasta.

Taulukko 8.3. Valaistuksesta, ilmanvaihtojärjestelmästä ja muista laitteista lämpökuormaksi tuleva vuotuinen energia $Q_{\text{säh, omin}}$ eri rakennustyypeissä

Rakennustyyppi	$Q_{\text{säh, omin}}$ kWh/brm ² vuodessa
Asuinkerrostalo	32
Rivitalo	32
Pientalo	32
Toimistorakennus	53
Opetusrakennus	44
Liikerakennus	66
Hotelli	88
Ravintola	79
Liikuntarakennus	128
Sairaala	81
Muut rakennukset	71

8.3.2

Taulukon 8.3 arvojen sijasta rakennuksen valaistuksesta sekä sähkölaitteista vapautuva lämpöenergia voidaan laskea niiden sähkönkulutuksesta. Ellei tarkempaa tietoa ole, noudatetaan laskelmissa seuraavia periaatteita. Sisävalaistuksesta ja sisällä olevista sähkölaitteista vapautuvan lämpöenergian oletetaan tulevan kokonaisuudessaan lämpökuormaksi rakennukseen. Poikkeuksen tekevät sellaiset sähkölaitteet, jotka lämmittävät viemäriin johdettavaa käyttövettä (esimerkiksi pyykin- ja astianpesukoneet), sitovat tai luovuttavat kosteutta (esimerkiksi pyykinkuivauslaitteet, kostuttimet) tai joiden käyttö nostaa huoneen sisälämpötilaa merkittävästi (esimerkiksi liesi, uuni ja sauna). Puolet näistä vapautuvasta lämpöenergiasta tulee lämpökuormaksi rakennukseen. Vaipan ulkopuolella kulutettua sähköä ei lasketa lämpökuormiin lainkaan (esimerkiksi ulkovalot, sulanapitolämmitys, autojen moottorin ja sisätilan lämmitys). Myöskään poistoilmapuhaltimen sähköä ei lasketa mukaan lämpökuormiin.

Rakennuksen valaistuksesta, ilmanvaihtojärjestelmästä ja muista sähkölaitteista rakennuksen sisälle tuleva lämpökuormaenergia lasketaan kaavalla (8.5).

$$Q_{\text{säh}} = 1,0 (W_{\text{sisävalaistus}} + W_{\text{tuloilmapuhallin}} + W_{\text{muut pienlaitteet}}) + 0,5 (W_{\text{liesi}} + W_{\text{pesukoneet}} + W_{\text{kiuas}}) \quad (8.5)$$

jossa

$Q_{\text{säh}}$	valaistuksesta ja sähkölaitteista rakennuksen sisälle tuleva lämpökuormaenergia, kWh
$W_{\text{sisävalaistus}}$	sisävalaistuksen sähköenergiankulutus, kWh
$W_{\text{tuloilmapuhallin}}$	ilmanvaihdon tuloilmapuhaltimien sähköenergiankulutus, kWh
$W_{\text{muut pienlaitteet}}$	muiden pienitehoisten tai jatkuvatoimisten laitteiden sähköenergiankulutus, kWh
W_{liesi}	lieden ja uunin sähköenergiankulutus, kWh
$W_{\text{pesukoneet}}$	pesu- ja kuivauskoneiden sekä kostuttimien ja kuivaimien sähköenergiankulutus, kWh
W_{kiuas}	saunan kiukaan sähköenergiankulutus, kWh

8.4 Ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia

8.4.1

Ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia (Q_{aur}) lasketaan kaavalla (8.6). Säteilyenergia sisältää sekä ikkunoista rakennuksen sisälle suoraan tulevan että välillisesti ikkunaan absorboituneena lämpönä sisälle rakennukseen tulevan energian.

$$Q_{\text{aur}} = \sum G_{\text{säteily, vaakapinta}} F_{\text{suunta}} F_{\text{läpäisy}} A_{\text{ikk}} g = \sum G_{\text{säteily, pystypinta}} F_{\text{läpäisy}} A_{\text{ikk}} g \quad (8.6)$$

jossa

Q_{aur}	ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia, kWh/kk
$G_{\text{säteily, vaakapinta}}$	vaakatasolle tuleva auringon kokonaissäteilyenergia pinta-alan yksikköä kohti, kWh/(m ² kk)
$G_{\text{säteily, pystypinta}}$	pystypinnalle tuleva auringon kokonaissäteilyenergia pinta-alan yksikköä kohti, kWh/(m ² kk)
F_{suunta}	muuntokerroin, jolla vaakatasolle tuleva auringon kokonaissäteilyenergia muunnetaan ilmansuunnittain pystypinnalle tulevaksi kokonaissäteilyenergiaksi, -
$F_{\text{läpäisy}}$	säteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskerroin, -
A_{ikk}	ikkuna-aukon pinta-ala (kehys- ja karmirakenteineen), m ²
g	valoaukon auringon kokonaissäteilyn läpäisykerroin, -

Auringon kokonaissäteilyenergiat ($G_{\text{säteily, vaakapinta}}$ ja $G_{\text{säteily, pystypinta}}$) ja säteilyenergian muuntokertoimet (F_{suunta}) ilmansuunnittain ja kuukausittain eri säävyöhykkeille esitetään liitteessä 1.

Selostus

Lämmityksessä hyödynnettävä, ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia riippuu paitsi ikkunoiden pinta-alasta ja suuntauksesta myös puitteista, lasitusten ominaisuuksista ja verhoista, luukuista ja muista suojarakenteista sekä ulkopuolisista varjostuksista, jollaisia ovat muut rakennukset tai kasvillisuus.

8.4.2

Mikäli ikkunan valoaukon auringon kokonaissäteilyn läpäisykerrointa (g) ei tunneta, se lasketaan kaavalla (8.7). Ellei kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerrointa ($g_{\text{kohtisuora}}$) tunneta, voidaan valoaukon auringon kokonaissäteilyn läpäisykerroin laskea taulukon 8.4 arvoista ikkunalasituksen tyyppin perusteella kaavalla (8.7).

$$g = 0,9 g_{\text{kohtisuora}} \quad (8.7)$$

jossa

g	ikkunan valoaukon auringon kokonaissäteilyn läpäisykerroin, -
$g_{\text{kohtisuora}}$	ikkunan valoaukon kohtisuoran auringonsäteilyn kokonaisläpäisykerroin.

Taulukko 8.4. Ikkunan valoaukon auringon kokonaissäteilyn läpäisykerroin $g_{\text{kohtisuora}}$

Ikkunalasituksen tyyppi (lasitusta vastaava U-arvo, W/m ² K)	$g_{\text{kohtisuora}}$
Yksinkertainen lasitus (6,0)	0,85
Kaksinkertainen lasitus (3,0)	0,75
Yksipuitteinen, kolmilasinen ikkuna (2,0)	0,70
Eristyslasi + erillislasi (1,8)	0,65
Eristyslasi, matalaemissiviteettipinnoite + erillislasi (1,0 - 1,4)	0,55
Yksipuitteinen, kolmilasinen ikkuna, matalaemissiviteettipinnoite (1,0 - 1,4)	0,50
Kaksi eristyslasiä, matalaemissiviteettipinnoite (0,7 – 0,9)	0,40
Tehokas auringonsuojalasi	0,20

8.4.3

Säteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskerroin $F_{\text{läpäisy}}$ lasketaan kaavalla (8.8)

$$F_{\text{läpäisy}} = F_{\text{kehä}} F_{\text{verho}} F_{\text{varjostus}} \quad (8.8)$$

jossa

$F_{\text{läpäisy}}$ säteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskerroin, -
 $F_{\text{kehä}}$ kehäkerroin, -
 F_{verho} verhokerroin, -
 $F_{\text{varjostus}}$ varjostusten korjauskerroin, -

Auringonsäteilyn läpäisyn kokonaiskorjauskertoimelle voidaan käyttää arvoa $F_{\text{läpäisy}} = 0,75$, jos varjostuksia ja pysyviä verhoja ei ole.

8.4.4

Kehäkerroin $F_{\text{kehä}}$, joka on valoaukon pinta-alan ja ikkuna-aukon pinta-alan suhde, lasketaan kaavalla (8.9)

$$F_{\text{kehä}} = \frac{A_{\text{ikk, valoaukko}}}{A_{\text{ikk}}} \quad (8.9)$$

jossa

$F_{\text{kehä}}$ kehäkerroin, -
 $A_{\text{ikk, valoaukko}}$ ikkunan valoaukon pinta-ala, m^2
 A_{ikk} ikkuna-aukon pinta-ala (kehys- ja karmirakenteineen), m^2 .

Ikkunoiden karmien ja puitteiden pinta-ala (mukaan lukien välipuitteet) vähennetään kehäkertoimen avulla ikkuna-aukon pinta-alasta. Kehäkertoimenä voidaan käyttää arvoa $F_{\text{kehä}} = 0,75$, jos tarkempaa tietoa ei ole.

8.4.5

Taulukossa 8.5 esitetään tyypillisiä verhokertoimen F_{verho} arvoja.

<i>Taulukko 8.5. Verhokertoimia F_{verho} erilaisille verhoille ja auringonsuojille</i>	
Ratkaisu	Verhokerroin
Ei verhoa	1
Läpikuultavat tekstiiliverhot sisäpuolella	0,80
Tummat tekstiiliverhot sisäpuolella	0,75
Värikkäät tekstiiliverhot sisäpuolella	0,70
Vaaleat tiiviit tekstiiliverhot sisäpuolella	0,50
Valkoiset sälekaihtimet lasien välissä	0,3
Valkoiset sälekaihtimet sisäpuolella	0,6
Ikkunaluukut (säleikkö) ulkopuolella	0,3

8.4.6

Ikkunan varjostusten korjauskerroin $F_{\text{varjostus}}$ saadaan laskemalla kolmen varjostuskertoimen tulo kaavalla (8.10)

$$F_{\text{varjostus}} = F_{\text{ympäristö}} F_{\text{ylävarjostus}} F_{\text{sivuvarjostus}} \quad (8.10)$$

jossa

$F_{\text{varjostus}}$	varjostusten korjauskerroin, -
$F_{\text{ympäristö}}$	ympäristön horisontaalisten varjostusten korjauskerroin (esimerkiksi maasto, ympäröivät rakennukset ja puut), - (taulukko 8.6)
$F_{\text{ylävarjostus}}$	ikkunan yläpuolisten vaakasuorien rakenteiden varjostusten korjauskerroin, - (taulukko 8.7)
$F_{\text{sivuvarjostus}}$	ikkunan sivuilla olevien pystysuorien rakenteiden varjostusten korjauskerroin, - (taulukko 8.8).

Taulukoissa 8.6 - 8.8 annetaan arvoja varjostusten korjauskertoimille eri ilmansuuntien ja varjostuskulmien mukaan. Varjostuskulmat määritetään ikkunan keskipisteestä varjostavaan rakenteeseen. Väliarvot ja väli-ilmansuunnat voidaan määrittää interpoloimalla. Taulukkojen arvoja voidaan käyttää kaikilla liitteen 1 mukaisilla säävyöhykkeillä tarkempien tietojen puuttuessa. Taulukkojen 8.7 ja 8.8 arvoja voidaan käyttää lämmityskaudella. Varjostuskulmien määritelmät esitetään kuvassa 8.1.

Taulukko 8.6. Ympäristön varjostuksen korjauskertoimet $F_{\text{ympäristö}}$, kun varjostuskulma on $45^\circ(15^\circ)$. Kun varjostuskulma on 0° , on kerroin aina 1,0. Väliarvot ovat jakautuneet tasavälein.

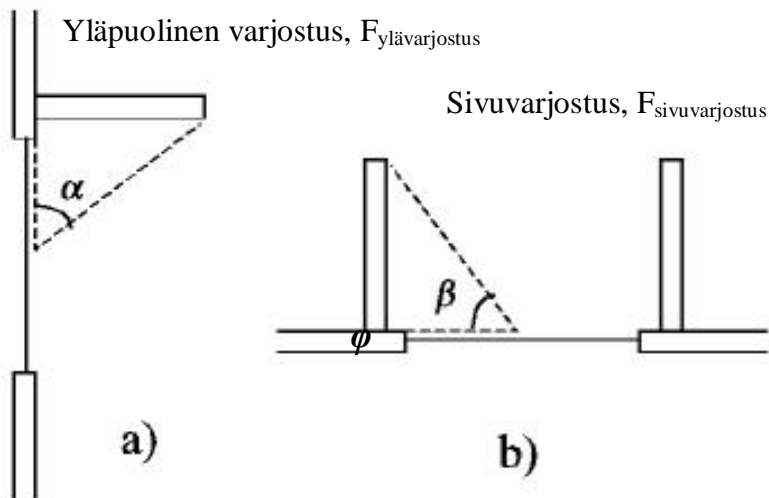
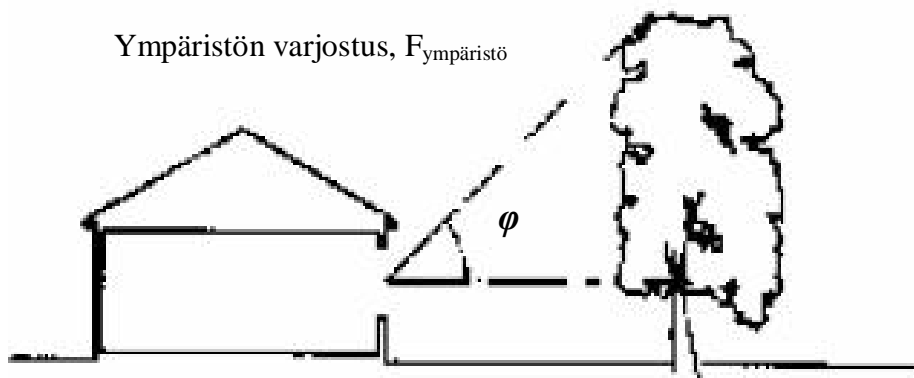
Kuukausi	Ikkunan ilmansuunta		
	Pohjoinen	Itä ja Länsi	Etelä
Tammikuu	0,95 (0,98)	0,60 (0,86)	0,25 (0,75)
Helmikuu	0,90 (0,96)	0,50 (0,83)	0,30 (0,76)
Maaliskuu	0,90 (0,96)	0,50 (0,83)	0,40 (0,80)
Huhtikuu	0,80 (0,93)	0,50 (0,83)	0,50 (0,83)
Toukokuu	0,80 (0,93)	0,55 (0,85)	0,70 (0,90)
Kesäkuu	0,60 (0,86)	0,50 (0,83)	0,75 (0,91)
Heinäkuu	0,70 (0,90)	0,55 (0,85)	0,75 (0,91)
Elokuu	0,65 (0,88)	0,40 (0,80)	0,40 (0,80)
Syyskuu	0,85 (0,95)	0,50 (0,83)	0,45 (0,81)
Lokakuu	0,90 (0,96)	0,55 (0,85)	0,30 (0,76)
Marraskuu	0,90 (0,96)	0,60 (0,86)	0,20 (0,73)
Joulukuu	0,95 (0,98)	0,80 (0,93)	0,20 (0,73)

Taulukko 8.7. Yläpuolisen varjostuksen korjauskertoimet lämmityskaudelle $F_{\text{ylävarjostus}}$

Kulma (α)	Ikkunan ilmansuunta		
	Pohjoinen	Itä ja Länsi	Etelä
0°	1,00	1,00	1,00
10°	0,97	0,98	0,99
20°	0,93	0,95	0,97
30°	0,90	0,92	0,95
40°	0,87	0,88	0,92
45°	0,80	0,81	0,85
60°	0,66	0,65	0,66

Taulukko 8.8. Sivubarjostuksen korjaukset lmmityskaudelle $F_{\text{sivubarjostus}}$

Kulma (β)	Ikkunan ilmansuunta		
	Pohjoinen	Itä ja Lnsi	Etelä
0°	1,00	1,00	1,00
10°	0,99	0,97	0,98
20°	0,99	0,94	0,96
30°	0,98	0,90	0,94
40°	0,98	0,87	0,91
45°	0,98	0,82	0,85
60°	0,98	0,73	0,73



Kuva 8.1. Varjostuskulmien määritelmät. Horisontaalikulma ϕ liittyy horisontaalisiin maaston sekä ympäröivien rakennusten ja puiden varjostuksiin $F_{\text{ympäristö}}$. Vaakasuora, yläpuolinen varjostus a), liittyy kertoimeen $F_{\text{ylävarjostus}}$ ja pystysuora, ikkunan sivussa oleva varjostus b), joka liittyy kertoimeen $F_{\text{sivubarjostus}}$.

8.5 Lämpökuormista hyödynnettävä energia

8.5.1

Rakennukseen tulee lämpökuormia siellä tapahtuvasta toiminnasta, etenkin valaistuksesta ja ihmisistä sekä ikkunoista sisään tulevasta auringon säteilyenergiasta, jotka voidaan osittain hyödyntää rakennuksen lämmityksessä. Lämpökuormaenergia voidaan hyödyntää vain sillä edellytyksellä, että samanaikaisesti esiintyy lämmitystarvetta ja että säätölaitteet vähentävät muun lämmön tuottoa vastaavalla määrällä. Rakennuksen lämpökuormaenergia ($Q_{\text{lämpökuorma}}$) lasketaan kaavalla (8.11).

$$Q_{\text{lämpökuorma}} = Q_{\text{henk}} + Q_{\text{lämmitys, kuorma}} + Q_{\text{lkv, kuorma}} + Q_{\text{säh}} + Q_{\text{aur}} \quad (8.11)$$

Lämpökuormien lämpöenergia, joka hyödynnetään lämmityksessä ($Q_{\text{sis. lämpö}}$), lasketaan kaavalla (8.12).

$$Q_{\text{sis.lämpö}} = \eta_{\text{lämpö}} Q_{\text{lämpökuorma}} \quad (8.12)$$

joissa

$Q_{\text{sis.lämpö}}$	rakennuksen lämpökuormien lämpöenergia, joka hyödynnetään lämmityksessä, kWh
$\eta_{\text{lämpö}}$	lämpökuormien kuukausittainen hyödyntämisaste, -
$Q_{\text{lämpökuorma}}$	rakennuksen lämpökuormaenergia eli muun kuin säätölaitteilla ohjatun lämmityksen kautta rakennuksen sisälle vapautuva lämpöenergia, kWh
Q_{henk}	henkilöiden luovuttama lämpöenergia, kWh
$Q_{\text{lämmitys, kuorma}}$	tilojen lämmitysjärjestelmästä rakennuksen sisälle vapautuva lämpökuormaenergia, kWh
$Q_{\text{lkv, kuorma}}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmästä rakennuksen sisälle vapautuva lämpökuormaenergia, kWh
$Q_{\text{säh}}$	valaistuksesta ja sähkölaitteista rakennuksen sisälle vapautuva lämpökuormaenergia, kWh
Q_{aur}	ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia, kWh.

Hyödynnettävä energiaosuus on laskettu vastaamaan keskimääräisiä olosuhteita kuukausittain.

8.5.2

Rakennuksen sisäpuolinen lämpökapasiteetti vaikuttaa lämmön varastoitumiseen rakenteisiin. Siten se vaikuttaa sekä lämmitys- että jäähditysenergian kulutukseen että sisälämpötiloihin. Suhteellinen, rakennuksen koosta riippumaton, lämpökapasiteettia kuvaava suure on rakennuksen aikavakio, joka on lämpökapasiteetin suhde ominaislämpöhäviöön. Rakennusten aikavakioiden suuruusluokka on noin 1 – 7 vuorokautta. Rakennuksen lämpökapasiteetti on vakio, mutta ominaislämpöhäviö riippuu muun muassa ilmanvaihdon ilmavirrasta ja on siten muuttuva.

8.5.3

Lämpökuormien hyödyntämisaste ($\eta_{\text{lämpö}}$) riippuu lämpökuormaenergian ($Q_{\text{lämpökuorma}}$) ja lämpöhäviöenergian ($Q_{\text{lämpöhäviö}}$) suhteesta (γ) sekä rakennuksen aikavakiosta (τ), joka on rakennuksen (tilan) sisäpuolisen tehollisen lämpökapasiteetin (C_{rak}) suhde ominaislämpöhäviöön (H).

8.5.4

Lämpökuormien lämpöenergian hyödyntämisaste $\eta_{\text{lämpö}}$ lasketaan perustapauksessa kaavalla (8.13).

$$\eta_{\text{lämpö}} = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad (8.13)$$

Sellaisessa erikoistapauksessa, jossa sisäisen lämpöenergian suhde lämpöhäviöön $\gamma = 1$, hyödyntämisaste lasketaan kaavalla (8.14).

$$\eta_{\text{lämpö}} = \frac{a}{a + 1} \quad (8.14)$$

Kaavoissa (8.13) ja (8.14) a on numeerinen parametri, joka riippuu aikavakiosta τ . Se lasketaan kaavalla (8.15).

$$a = 1 + \frac{\tau}{15} \quad (8.15)$$

8.5.5

Suhdeluku γ lasketaan kaavalla (8.16).

$$\gamma = \frac{Q_{\text{lämpökuorma}}}{Q_{\text{lämpöhäviö}}} \quad (8.16)$$

jossa

γ lämpökuormaenergian suhde lämpöhäviöenergiaan, -
 $Q_{\text{lämpökuorma}}$ lämpökuormaenergia eli muulla tavalla kuin säätölaitteilla ohjatulla lämmityksellä rakennuksen sisälle vapautuva lämpöenergia, kWh
 $Q_{\text{lämpöhäviö}}$ rakennuksen lämpöhäviöenergia, kWh

8.5.6

Lämpöhäviöenergia lasketaan kaavalla (8.17).

$$Q_{\text{lämpöhäviö}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{\text{iv}} - Q_{\text{lämmitys, tuloilmapatteri}} \quad (8.17)$$

jossa

$Q_{\text{lämpöhäviö}}$ rakennuksen lämpöhäviöenergia (johtumisen, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviöenergia vähennettynä tarvittaessa tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutuksella), kWh
 Q_{joht} rakenteiden läpi johtuva lämpöenergia, kWh
 $Q_{\text{vuotoilma}}$ vuotoilman lämmityksen tarvitsema energia, kWh
 Q_{iv} ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema energia, kWh
 $Q_{\text{lämmitys, tuloilmapatteri}}$ tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutus, kWh

Selostus

Tuloilman jälkilämmitys pienentää tilan lämpöhäviöenergiaa, jos sisälämpötilan kohoaminen ei vaikuta säätöjärjestelmän kautta tuloilman lämmityslämpötilaan.

Jos säätöjärjestelmä alentaa tuloilman lämmityslämpötilaa sisälämpötilan kohotessa, niin tuloilman jälkilämmityksen energiankulutusta ei tarvitse vähentää lämpöhäviöenergiasta.

8.5.7

Aikavakio τ lasketaan kaavalla (8.18).

$$\tau = \frac{C_{\text{rak}}}{H} \quad (8.18)$$

jossa

τ	rakennuksen aikavakio, h
C_{rak}	rakennuksen sisäpuolinen tehollinen lämpökapasiteetti, Wh/K
H	rakennuksen ominaislämpöhäviö (johtumisen, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu ominaislämpöhäviö vähennettynä tarvittaessa tuloilman jälkilämmityksen laskennallisella ominaislämpöhäviöllä), W/K

8.5.8

Rakennuksen ominaislämpöhäviö H lasketaan kaavalla (8.19).

$$H = \frac{Q_{\text{lämpöhäviö}}}{(T_s - T_u) \Delta t} 1000 \quad (8.19)$$

jossa

H	rakennuksen ominaislämpöhäviö, W/K
$Q_{\text{lämpöhäviö}}$	rakennuksen lämpöhäviöenergia, kWh
T_s	sisäilman lämpötila, °C
T_u	ulkoilman lämpötila, °C
Δt	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos wateiksi.

8.5.9

Rakennuksen sisäpuolinen tehollinen lämpökapasiteetti C_{rak} voidaan laskea esimerkiksi standardien SFS-EN ISO 13786 tai SFS-EN ISO 13790 mukaan. Rakennuksen sisäpuolisen tehollisen lämpökapasiteetin C_{rak} arvona voidaan käyttää taulukon 8.9 arvoja $C_{rak \text{ omin}}$ kerrottuna bruttopinta-alalla, ellei tarkempaa tietoa ole käytettävissä. Jos rakennuksen eri osissa on lämpökapasiteetiltaan erilaisia rakennetyyppejä, voidaan käyttää näiden osien pinta-aloilla painotettua lämpökapasiteetin keskiarvoa.

<i>Taulukko 8.9. Tehollisen lämpökapasiteetin $C_{rak \text{ omin}}$ arvoja eri rakennustyypeissä kalusteineen.</i>		
Rakennetyyppi	Esimerkkirakenteita (US on ulkoseinä, VS väliseinä, VP välipohja, YP yläpohja ja AP on alapohja)	$C_{rak \text{ omin}}$, Wh/(brm ² K)
Pientalot		
Kevytrakenteinen	US, VS, YP, AP kevyitä rankarakenteita	40
Keskiraskas I	US, VS, YP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	70
Keskiraskas II	US harkko tai massiivihirsi, VS, YP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	110
Raskasrakenteinen	US betoni tai tiili, VS harkko tai tiili, YP, AP betoni	200
Asuinkerrostalot		
Kevytrakenteinen	US, VS, VP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	40
Keskiraskas	US kevyitä rankarakenteita, VS kevyitä rankarakenteita tai betoni, VP betoni, AP betoni	160
Raskasrakenteinen	US betoni, VS harkko tai betoni, VP betoni, AP betoni	220
Toimistorakennukset		
Kevytrakenteinen	US, VS, VP kevyitä rankarakenteita, AP betoni	70
Keskiraskas	US kevyitä rankarakenteita, VS kevyitä rankarakenteita tai betoni, VP betoni, AP betoni	110
Raskasrakenteinen	US betoni, VS harkko tai betoni, VP betoni, AP betoni	160
Muut rakennukset		
Sovelletaan taulukon arvoja tai tehollinen lämpökapasiteetti lasketaan esimerkiksi standardien SFS-EN ISO 13786 tai SFS-EN ISO 13790 mukaan.		

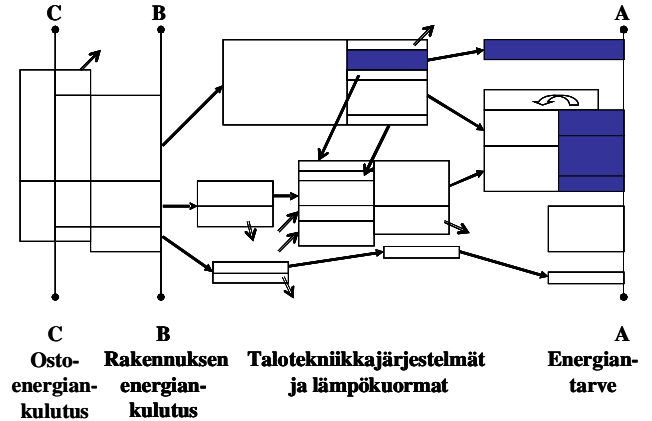
LÄMMITYSTEHO

Tässä luvussa lasketaan

Rakennuksen lämmitystehontarve
 Rakenteiden läpi johtuva lämpöteho
 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho
 Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho
 Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään

Rakennusosien pinta-alat
 Rakennusosien lämmönläpäisykertoimet
 Rakennuksen ilmatilavuus
 Ilmanvaihdon ilmavirrat
 Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton lämpötilasuhteet mitoitustilanteessa
 Lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama
 Lämmitysjärjestelmien hyötysuhteet



9.1 Rakennuksen lämmitystehontarve

9.1.1

Rakennuksen lämmitystehontarve lasketaan yleensä huonekohtaisesti, jolloin voidaan laskea huoneessa tarvittava lämmitysteho ja mitoittaa ja valita huonekohtaiset lämmityslaitteet.

Rakennuksen lämmitystehontarve riippuu pääasiassa rakenteiden johtumislämpöhäviöistä, ilmavuodoista ja ilmanvaihdosta. Lämmitystehontarve lasketaan paikkakunnan mitoittavalla ulkoilman lämpötilalla (liite 1). Jos ilmanvaihtoon tarvittava ulkoilma tai osa siitä tuodaan huonetiloihin suoraan ulkoa tai alilämpöisenä, on sen tarvitsema teho otettava huomioon huonekohtaisten lämmityslaitteiden mitoituksessa. Ilmanvaihtokoneessa tapahtuva tuloilman jälkilämmitys otetaan huomioon ilmanvaihtokoneen lämmityspatterin mitoituksessa.

Rakennuksen lämmitystehontarve saadaan huonekohtaisten samanaikaisten lämmitystehontarpeiden summana, johon lisätään ilmanvaihtojärjestelmästä riippuen mahdollisen tuloilman lämmitystehontarve sekä lämpimän käyttöveden lämmityksen samanaikainen tehontarve.

Sisäisten lämmönlähteiden vaikutus tehontarpeeseen on yleensä melko vähäinen. Ne otetaan huomioon vain niiden ollessa todella huomattavia ja jatkuvia. Myöskään auringon säteilylämpöä ei oteta huomioon tehontarpeen laskennassa. Rakennuksen rakenteiden lämpökapasiteettia ei oteta huomioon mitoituslämmitystehoa laskettaessa.

Lämmöntuottolaitteistot voidaan mitoittaa lasketusta lämmitystehontarpeesta poikkeavasti. Esimerkiksi varaavissa järjestelmissä varaajaan tai varaaviin rakenteisiin voidaan tuoda vuorokautinen energia muutamassa tunnissa. Teho on tällöin moninkertainen jatkuvaan lämmitystehontarpeeseen nähden. Toisaalta lämpimän käyttöveden suuret hetkittäiset tehohiiput voidaan ottaa varaajasta, jolloin varaajaa voidaan lämmittää hitaasti pienellä teholla uutta käyttöä varten.

Jaksollisessa ja osa-aikaisessa lämmityksessä käytettävien laitteiden mitoitus riippuu voimakkaasti palautuslämmityksen aikaisesta tehontarpeesta, johon vaikuttavat palautuslämmitysaika, rakenteiden lämpökapasiteetti (massiivisuus), lämpötilan sallittu lasku ja lämmitysjakson pituus.

9.1.2

Rakennuksen lämmitystehontarve $\phi_{\text{lämmitys}}$ lasketaan laskemalla yhteen samanaikaiset tehontarpeet kaavalla (9.1).

$$\phi_{\text{lämmitys}} = \frac{\phi_{\text{huonelämmitys}}}{\eta_{\text{huonelämmitys}}} + \frac{\phi_{\text{tuloilmapatteri}}}{\eta_{\text{tuloilma}}} + \frac{\phi_{\text{lkv}}}{\eta_{\text{lkv}}} \quad (9.1)$$

jossa

$\phi_{\text{lämmitys}}$	rakennuksen lämmitystehon tarve, W
$\phi_{\text{huonelämmitys}}$	huonelämmityksen tehon tarve, W
$\phi_{\text{tuloilmapatteri}}$	ilmanvaihdon tuloilman jälkilämmityspatterin tehon tarve, W
ϕ_{lkv}	käyttöveden lämmitystehon tarve, W
$\eta_{\text{huonelämmitys}}$	huonelämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -
η_{tuloilma}	ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -
η_{lkv}	käyttöveden lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -

Lämmitysjärjestelmien hyötysuhteet voidaan määrittää luvussa 6 kuvatulla menetelmällä käyttämällä lämpöahiöenergian (kWh) sijasta keskimääräistä lämpöahiötehoa (W). Mikäli järjestelmien hyötysuhdetta mitoitusolosuhteissa ei tunneta, voidaan hyötysuhteena käyttää arvoa 0,9. Suoraan sisäilmaa tai tuloilmaa lämmittävän sähkölämmityksen hyötysuhteena voidaan kuitenkin yleensä käyttää arvoa 1,0.

9.1.3

Huonelämmityksen tehon tarve $\phi_{\text{huonelämmitys}}$ lasketaan kaavalla (9.2)

$$\phi_{\text{huonelämmitys}} = \phi_{\text{joht}} + \phi_{\text{vuotoilma}} + \phi_{\text{iv}} - \phi_{\text{tuloilmapatteri}} \quad (9.2)$$

jossa

$\phi_{\text{huonelämmitys}}$	huonelämmityksen tehon tarve, W
ϕ_{joht}	tilojen johtumisteho, W
$\phi_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmitysteho tilassa, W.
ϕ_{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W
$\phi_{\text{tuloilmapatteri}}$	tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve, W

9.2 Johtumisteho rakenteiden läpi

9.2.1

Johtumisteho rakenteiden läpi on ulkoseinien, ikkunoiden, ulko-ovien, yläpohjan ja alapohjan johtumistehojen summa.

Johtumislämmitysteho ϕ_{joht} lasketaan kaavalla (9.3)

$$\phi_{\text{joht}} = \sum H_{\text{joht}} (T_s - T_{u, \text{mit}}) \quad (9.3)$$

jossa

ϕ_{joht}	johtumislämmitysteho, W
$\sum H_{\text{joht}}$	rakennusosien yhteenlaskettu ominaislämpöahiö, W/K
T_s	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u, \text{mit}}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.

Johtumalla rakenteiden läpi siirtyvä yhteenlaskettu ominaislämpöahiö $\sum H_{\text{joht}}$ lasketaan kaavalla (4.2).

Mitoitustilanteen ulkolämpötila valitaan rakennuksen sijaintipaikan mukaan liitteen 1 säätietotaulukosta.

9.2.2

Huonekohtaisen lämmitystehon laskennassa viereisiin tiloihin joutuva lämpöteho lisätään tarvittaessa johtumislämmitystehoon. Viereisiin tiloihin johtuva lämpöteho lasketaan kaavalla (9.3) käyttämällä ominaislämpöhäviön laskennassa tilojen välisten rakennusosien lämmönläpäisykertoimia ja lämpötilaerona tilojen sisälämpötilojen eroa.

9.2.3

Johtumisteho alapohjan läpi voidaan laskea kaavan (9.3) avulla, jos lämmönjohtuminen alapohjasta tapahtuu pääasiassa ulkoilmaan. Jos ilman lämpötila alapohjan alla on jatkuvasti sama kuin ulkoilman lämpötila, käytetään mitoituksessa tällöin tätä varsinaista ulkoilman lämpötilaa.

9.2.4

Jos alapohjan alla oleva ryömintätila on osittain suljettu siten, että tuuletusaukkoja on enintään 8 promillea alapohjan pinta-alasta, mitoittavana lämpötilana käytetään vuotuisen keskilämpötilan arvoja vähennettynä 2 °C:lla.

9.2.5

Maahan johtuva teho voidaan laskea kaavan (9.3) avulla. Tällöin käytetään lämmönläpäisykertoimena rakentamismääräyskokoelman osan C4 mukaisesti laskettuja rakenteiden ja maaperän yhteenlaskettuja arvoja. Mitoittavana ulkolämpötilana käytetään vuotuisen keskilämpötilan arvoja lisättynä 2 °C:lla. Pinta-alana käytetään välittömästi maan kanssa kosketuksissa olevaa alapohjan pinta-alaa.

9.3 Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho

9.3.1

Vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho $\phi_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla (9.4).

$$\phi_{\text{vuotoilma}} = H_{\text{vuotoilma}} (T_s - T_{u,\text{mit}}) \quad (9.4)$$

jossa

$\phi_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämmityksen tarvitsema teho, W
$H_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman ominaislämpöhäviö, W/K
T_s	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u,\text{mit}}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C

9.3.2

Vuotoilman ominaislämpöhäviö $H_{\text{vuotoilma}}$ lasketaan kaavalla (4.6). Laskenta noudattaa luvussa 4 kuvattua tapaa.

9.3.3

Jos on perusteltua syytä olettaa rakennus poikkeuksellisen tiiviiksi tai epätiiviksi, on vuotoilmavirta tällöin arvioitava erikseen. Maanalaisissa kellaritiloissa ja rakennuksen keskellä olevissa tiloissa ei ilmapuotoja yleensä tarvitse ottaa huomioon.

9.4 Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho

9.4.1

Tehontarpeen laskennassa käytetään vähintään rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan määritettyjä ilmapuotoja. Lämmityslaitteistojen tehoa ei tarvitse mitoittaa ilmanvaihdon lyhytaikaisten

tehostustilanteiden, esim. pientaloissa liesituulettimen maksimipoistoilmavirran mukaisesti.

Painovoimaisen ja koneellisen poiston ilmanvaihtojärjestelmässä tuloilma lämpenee sisälämpötilaan huoneessa. Ilman lämmitykseen tarvittava teho saadaan huoneen lämmityslaitteista, jotka on mitoitettava tämän mukaisesti lämmöntalteenottotehoa huomioon ottamatta.

Jos ilmanvaihtoon tarvittava ulkoilma tai osa siitä tuodaan huonetiloihin suoraan ulkoa tai alilämpöisenä, on sen tarvitsema teho otettava huomioon huonekohtaisten lämmityslaitteiden mitoituksessa.

Poistoilmasta lämmöntalteenottolaitteilla tuloilman lämmityksessä hyödynnettävä teho lasketaan ottamalla huomioon lämmöntalteenottolaitteiden hyötysuhde mitoituslämpötilassa mukaan lukien lämmöntalteenottolaitteen jäätymissuojauksen toiminta, ilmavirtojen mahdolliset muutokset sekä hyödyksi saatava tuloilmapuhaltimien sähköteho.

Poistoilmalämpöpumpun vaikutus ilmanvaihdon lämmitystehontarpeeseen lasketaan erikseen ottamalla huomioon mihin talteenotettu lämpö käytetään.

9.4.2

Koko rakennuksen ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho ϕ_{iv} lasketaan kaavalla (9.5).

$$\phi_{iv} = H_{iv} (T_s - T_{u,mit}) \quad (9.5)$$

jossa

ϕ_{iv}	ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsema teho, W
H_{iv}	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
T_s	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u,mit}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.

Ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö H_{iv} lasketaan kaavalla (9.6).

$$H_{iv} = \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} (1 - \eta_{p,mit}) \quad (9.6)$$

jossa

H_{iv}	ilmanvaihdon ominaislämpöhäviö, W/K
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{v, poisto}$	poistoilmavirta, m ³ /s
$\eta_{p,mit}$	lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa.

Lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde $\eta_{p,mit}$ lasketaan kaavalla (9.7).

$$\eta_{p,mit} = \frac{T_s - T_{jäte,mit}}{T_s - T_{u,mit}} \quad (9.7)$$

jossa

$\eta_{p,mit}$	lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa
T_s	sisäilman lämpötila, °C
$T_{jäte,mit}$	jäteilman lämpötila mitoitusolosuhteissa, °C
$T_{u,mit}$	mitoitettava ulkoilman lämpötila, °C.

9.4.3

Lämmitystehon laskennassa otetaan huomioon poistoilman lämpötilasuhteen heikentäminen esimerkiksi ohittamalla lämmöntalteenotto, jotta lämmönsiirrin ei jäätyisi. Jäteilman lämpötilana mitoitusilanteessa käytetään ensisijaisesti valmistajan ilmoittamaa varmennettua arvoa. Mikäli valmistajan ilmoittamaa arvoa ei ole käytettävissä, voidaan tehontarpeen laskennassa jäätymiseneston rajoituslämpötilana käyttää kuivissa toimistotiloissa jäteilman lämpötilaa 0 °C ja tavanomaisissa asuintiloissa +5 °C, jos valmistaja, jäätymissuojauus ja käyttöolosuhteet sen sallivat.

9.4.4

Lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde mitoitusilanteessa $\eta_{t,mit}$ lasketaan kaavalla (9.8).

$$\eta_{t,mit} = \frac{\eta_{p,mit}}{R} \quad (9.8)$$

jossa

$\eta_{t,mit}$	lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde mitoitusilanteessa
$\eta_{p,mit}$	lämmöntalteenoton poistoilman lämpötilasuhde mitoitusilanteessa
R	tuloilmavirran suhde poistoilmavirtaan, -

Ilmavirtasuhteen R voidaan käyttää arvoa 0,9, ellei tarkempaa tietoa ole.

9.4.5

Tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve $\phi_{tuloilmapatteri}$ lasketaan kaavalla (9.9).

$$\phi_{tuloilmapatteri} = \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} (T_{tulo,mit} - T_{u,mit} - \eta_{t,mit} (T_s - T_{u,mit})) \quad (9.9)$$

jossa

$\phi_{tuloilmapatteri}$	tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarve, W
ρ_i	ilman tiheys, 1,2 kg/m ³
c_{pi}	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 Ws/(kgK)
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m ³ /s
$T_{tulo,mit}$	tuloilman lämpötilan asetusarvo mitoitusolosuhteissa, (yleensä 15 ... 18 °C) °C
$\eta_{t,mit}$	lämmöntalteenoton tuloilman lämpötilasuhde mitoitusolosuhteissa, -
T_s	sisäilman lämpötila, °C
$T_{u,mit}$	mitoittava ulkoilman lämpötila, °C.

Jos lämmöntalteenotto kykenee nostamaan tuloilman lämpötilan korkeammaksi kuin tuloilman lämpötilan asetusarvo, kaavalla (9.9) laskettu arvo on negatiivinen. Tällöin tuloilman jälkilämmityspatterin tehontarpeena käytetään arvoa 0 W.

Selostus

Lämmön talteenottolaitteen jäätymissuojauksesta johtuva mahdollinen lämpötilasuhteen pieneneminen lasketaan ympäristöministeriön monisteen 122 mukaan.

9.5 Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho

9.5.1

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho lasketaan Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D1 mukaisesti määritetyllä rakennuskohtaisella lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaamalla. Tehoon lisätään tarvittaessa lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöteho. Yleensä kiertojohdon lämpöhäviöteho on pieni verrattuna käyttöveden lämmitystehon tarpeeseen.

Käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho lasketaan kaavalla (9.10).

$$\phi_{\text{lkv}} = \rho_v c_{pv} q_{v, \text{lkv}} (T_{\text{lkv}} - T_{\text{kv}}) + \phi_{\text{lkv, kiertohäviö}} \quad (9.10)$$

jossa

ϕ_{lkv}	käyttöveden lämmityksen tarvitsema teho, kW
ρ_v	veden tiheys, 1000 kg/m ³
c_{pv}	veden ominaislämpökapasiteetti, 4,2 kJ/kgK
$q_{v, \text{lkv}}$	lämpimän käyttöveden mitoitusvirtaama, m ³ /s
T_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
T_{kv}	kylmän käyttöveden lämpötila, °C
$\phi_{\text{lkv, kiertohäviö}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema teho, kW

Ellei perustelluista syistä ole tarvetta käyttää muita arvoja, käytetään lämpimän ja kylmän veden lämpötilaerona ($T_{\text{lkv}} - T_{\text{kv}}$) arvoa 50 °C.

9.5.2

Jos käyttövesi lämmitetään varaajassa, on varaajan latausteho yleensä pienempi kuin käyttöveden lämmitysteho mitoitusvirtaamalla. Varaajan latausteho ja varauskyky mitoitetaan yleensä vastaamaan vuorokauden kulutusta. Varaajan lämpöhäviöt tulee ottaa lataustehoa mitoitettaessa huomioon.

Käyttöveden lämmityksen tarvitsemaan tehoon lasketaan tarvittaessa mukaan lämpimän käyttöveden kiertojohdon lämpöhäviöiden aiheuttama lämmitystehon tarve kaavalla (9.11) tai kaavalla (9.12).

$$\phi_{\text{lkv, kiertohäviö}} = \phi_{\text{lkv, kiertohäviö, omin}} A_{\text{br}} \quad (9.11)$$

$$\phi_{\text{lkv, kiertohäviö}} = \rho_v c_{pv} q_{v, \text{lkv, kierto}} (T_{\text{lkv}} - T_{\text{lkv, kierto, paluu}}) \quad (9.12)$$

jossa

$\phi_{\text{lkv, kiertohäviö}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema teho, kW
$\phi_{\text{lkv, kiertohäviö, omin}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsema ominaisteho, kW/brm ²
A_{br}	rakennuksen bruttoala, brm ²
$q_{v, \text{lkv, kierto}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon mitoitusvesivirta, m ³ /s
T_{lkv}	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
$T_{\text{lkv, kierto, paluu}}$	lämpimän käyttöveden kiertojohdon paluuveden lämpötila, °C

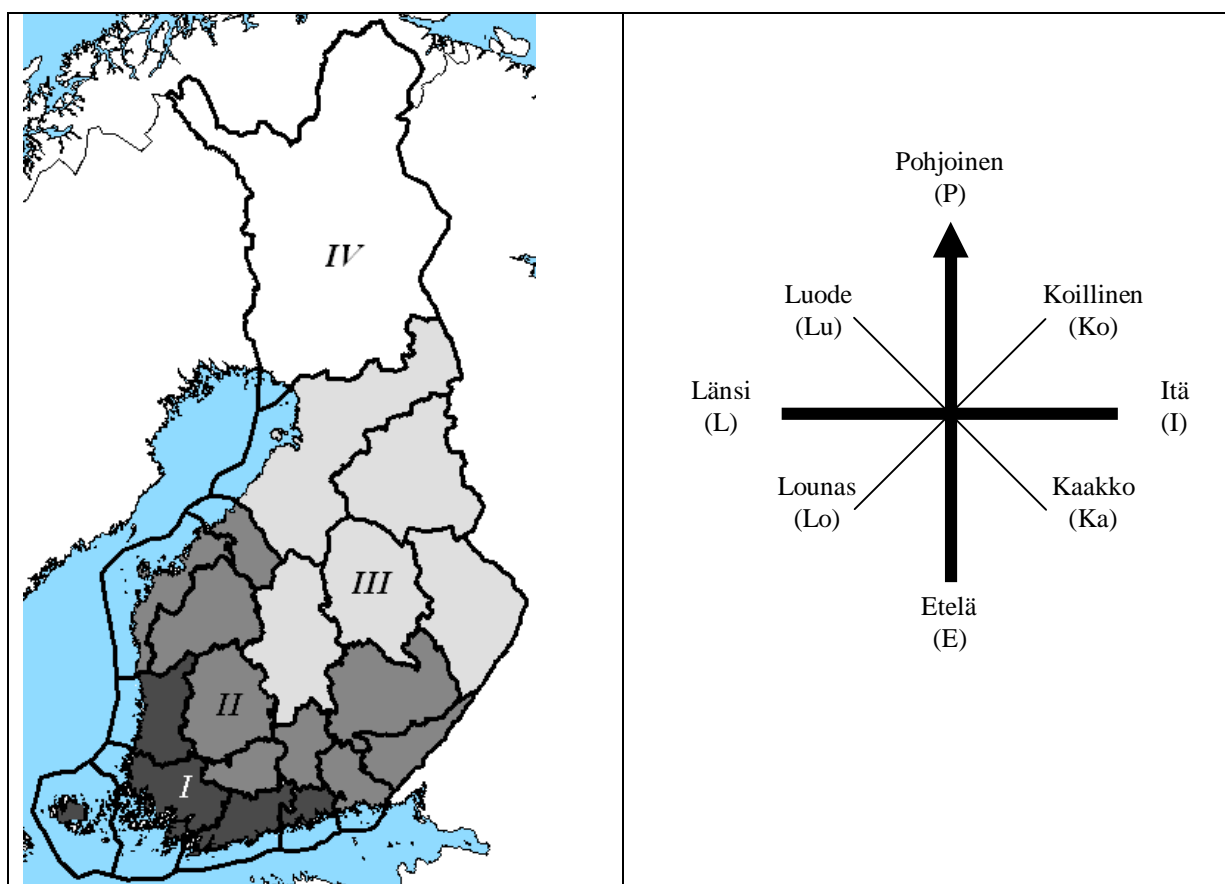
Ellei perustelluista syistä ole tarvetta käyttää muita arvoja, käytetään lämpimän ja lämpimän veden kiertojohdon paluuveden lämpötilaerona ($T_{\text{lkv}} - T_{\text{lkv, kierto, paluu}}$) arvoa 5 °C.

Ellei selvityksin toisin osoiteta, käytetään asuinrakennuksissa ja vastaavissa lämpimän käyttöveden kiertojohdon tarvitsemana ominaistehona arvoa 0,002 kW/brm², jos kiertojohtoon ei ole kytketty kuivauspattereita. Jos kiertojohtoon on kytketty kuivauspattereita, ominaistehona käytetään arvoa 0,004 kW/brm². Muissa rakennustyypeissä ominaisteho on puolet asuinrakennusten arvoista.

LIITE 1

Energiankulutuksen laskennassa käytettäviä säätietoja

Energiankulutus voidaan laskea tässä liitteessä esitetyillä säätiedoilla. Suomi on jaettu neljään säävyöhykkeeseen. Säävyöhykkeet esitetään kuvassa L1.1. Vyöhykkeiden kuukausittaiset ulkoilman keskilämpötilat ja auringon säteilyenergiat (taulukot L1.2 – L1.5) pohjautuvat Helsinki-Vantaan (säävyöhyke I), Jokioisten (säävyöhyke II), Jyväskylä-Luonetjärven (säävyöhyke III) ja Sodankylän (säävyöhyke IV) säähavaintoasemien mittauksiin Ilmatieteen laitoksen testivuodelta 1979. Normituslämmitystarvelukua (S17) käytetään apuna, jos halutaan verrata testivuoden lämmitystarvetta muiden vuosien tai paikkakuntien lämmitystarpeeseen. Ilmanvaihdon lämmityksen tarvitseman energian laskennassa käytettävät näennäiskäyntiajat esitetään taulukoissa L1.6 – L1.9. Kuukausittaisen energiankulutuksen laskennassa käytettävät kuukauden pituudet ja ulkoilman lämpötilan pysyvyydet esitetään taulukoissa L1.10 – L1.13.



Kuva L1.1. Säävyöhykkeet.

Taulukko L1.1. Mitoittavat ja keskimääräiset ulkoilman lämpötilat eri säävyöhykkeillä.

Säävyöhyke	Mitoittava ulkoilman lämpötila, °C	Vuoden keskimääräinen ulkoilman lämpötila, °C	Lämmityskauden keskimääräinen ulkoilman lämpötila, °C
I	-26	+5	+1
II	-29	+4	0
III	-32	+2	-1
IV	-38	0	-5

Taulukko L1.2. Säätiiedot kuukausittain säävyöhykkeellä I. Helsinki-Vantaa, 1979.

Kuukausi	Ulkoilman keskilämpötila, T_u , °C	Auringon kokonaissäteilyenergia vaakatasolle, $G_{\text{säteily, vaakapinta}}$, kWh/m ²	Normitukseen käytettävä lämmitystarveluku, S17, Kd
Tammikuu	-8,53	7,1	791
Helmikuu	-9,75	27,9	749
Maaliskuu	-1,68	55,2	579
Huhtikuu	1,80	103,7	456
Toukokuu	10,8	167,8	160
Kesäkuu	16,0	195,2	0
Heinäkuu	14,7	131,7	0
Elokuu	16,0	130,6	0
Syyskuu	9,69	72,1	193
Lokakuu	3,95	33,2	405
Marraskuu	1,42	6,9	468
Joulukuu	-3,85	4,7	646
Koko vuosi	4,29	936	4 447

Auringon kokonaissäteilyenergia pystypinnoille eri ilmansuuntiin,
 $G_{\text{säteily, pystypinta}}$, kWh/m²

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	5,6	5,6	6,2	9,9	12,4	10,9	6,9	5,6
Helmikuu	18,9	19,2	27,1	46,5	60,1	50,3	29,9	19,4
Maaliskuu	34,8	36,6	47,9	64,2	75,3	67,8	51,6	38,1
Huhtikuu	32,4	42,3	65,6	84,5	90,1	83,8	66,7	44,5
Toukokuu	57,2	67,4	91,0	106,2	110,7	117,9	108,9	81,0
Kesäkuu	66,5	80,4	109,8	122,1	117,8	126,8	124,1	95,9
Heinäkuu	54,3	62,0	76,1	82,6	81,8	86,2	82,8	67,9
Elokuu	43,7	56,2	81,0	99,0	103,4	102,4	86,7	60,7
Syyskuu	23,5	30,0	50,5	71,4	84,5	77,4	56,5	32,5
Lokakuu	13,6	14,7	25,5	41,3	49,3	39,0	24,1	15,0
Marraskuu	4,4	4,4	5,3	8,3	10,4	9,0	5,8	4,4
Joulukuu	2,6	2,6	3,6	11,2	15,1	11,7	3,9	2,6
Koko vuosi	357,5	421,3	589,6	747,0	810,9	783,1	647,9	467,6

Muunnoskerroin F_{suunta} jolla vaakatasolle tuleva auringon
kokonaissäteilyenergia muunnetaan pystypinnalle tulevaksi
kokonaissäteilyenergiaksi eri ilmansuunnissa

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	0,789	0,789	0,873	1,394	1,746	1,535	0,972	0,789
Helmikuu	0,677	0,688	0,971	1,667	2,154	1,803	1,072	0,695
Maaliskuu	0,630	0,663	0,868	1,163	1,364	1,228	0,935	0,690
Huhtikuu	0,312	0,408	0,633	0,815	0,869	0,808	0,643	0,429
Toukokuu	0,341	0,402	0,542	0,633	0,660	0,703	0,649	0,483
Kesäkuu	0,341	0,412	0,563	0,626	0,603	0,650	0,636	0,491
Heinäkuu	0,412	0,471	0,578	0,627	0,621	0,655	0,629	0,516
Elokuu	0,335	0,430	0,620	0,758	0,792	0,784	0,664	0,465
Syyskuu	0,326	0,416	0,700	0,990	1,172	1,074	0,784	0,451
Lokakuu	0,410	0,443	0,768	1,244	1,485	1,175	0,726	0,452
Marraskuu	0,638	0,638	0,768	1,203	1,507	1,304	0,841	0,638
Joulukuu	0,553	0,553	0,766	2,383	3,213	2,489	0,830	0,553
Koko vuosi	0,382	0,450	0,630	0,798	0,866	0,837	0,692	0,500

Taulukko L1.3. Säätiiedot kuukausittain säävyöhykkeellä II. Jokioinen, 1979.

Kuukausi	Ulkoilman keskilämpötila, T_u , °C	Auringon kokonaissäteilyenergia vaakatasolle, $G_{\text{säteily, vaakapinta}}$, kWh/m ²	Normitukseen käytettävä lämmitystarveluku, S17, Kd
Tammikuu	-9,16	7,1	811
Helmikuu	-10,4	27,6	767
Maaliskuu	-1,80	53,5	583
Huhtikuu	1,68	93,4	460
Toukokuu	10,5	154,1	169
Kesäkuu	15,5	187,5	0
Heinäkuu	14,2	123,3	17
Elokuu	15,2	128,6	0
Syyskuu	9,08	67,0	230
Lokakuu	3,37	31,0	423
Marraskuu	0,81	7,8	486
Joulukuu	-5,25	4,5	690
Koko vuosi	3,72	885,4	4 634

Auringon kokonaissäteilyenergia pystypinnoille eri ilmansuuntiin,
 $G_{\text{säteily, pystypinta}}$, kWh/m²

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	6,2	6,2	6,5	9,3	10,9	9,8	6,9	6,24
Helmikuu	19,5	19,7	27,4	45,8	57,6	47,6	28,7	19,8
Maaliskuu	37,0	39,0	48,4	60,7	69,2	63,7	51,1	39,9
Huhtikuu	32,7	41,2	61,0	78,0	81,4	73,1	57,5	41,1
Toukokuu	57,6	72,4	96,5	106,8	104,7	108,2	100,0	76,0
Kesäkuu	73,9	97,2	126,4	127,7	114,7	123,6	123,0	96,5
Heinäkuu	59,0	68,9	81,2	82,8	77,0	77,9	76,0	66,4
Elokuu	47,4	63,1	90,6	106,7	102,9	94,7	79,8	59,8
Syyskuu	27,0	32,8	48,1	62,4	70,7	65,6	50,7	33,2
Lokakuu	12,3	13,3	24,0	40,4	48,2	37,0	21,7	13,4
Marraskuu	4,4	4,4	6,0	9,6	11,3	8,9	5,5	4,4
Joulukuu	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Koko vuosi	378,0	459,3	617,2	731,3	749,5	711,2	601,9	457,8

Muunnoskerroin F_{suunta} jolla vaakatasolle tuleva auringon
kokonaissäteilyenergia muunnetaan pystypinnalle tulevaksi
kokonaissäteilyenergiaksi eri ilmansuunnissa

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	0,873	0,873	0,915	1,310	1,535	1,380	0,972	0,879
Helmikuu	0,707	0,714	0,993	1,659	2,087	1,725	1,040	0,717
Maaliskuu	0,692	0,729	0,905	1,135	1,293	1,191	0,955	0,746
Huhtikuu	0,350	0,441	0,653	0,835	0,872	0,783	0,616	0,440
Toukokuu	0,374	0,470	0,626	0,693	0,679	0,702	0,649	0,493
Kesäkuu	0,394	0,518	0,674	0,681	0,612	0,659	0,656	0,515
Heinäkuu	0,479	0,559	0,659	0,672	0,624	0,632	0,616	0,539
Elokuu	0,369	0,491	0,705	0,830	0,800	0,736	0,621	0,465
Syyskuu	0,403	0,490	0,718	0,931	1,055	0,979	0,757	0,496
Lokakuu	0,397	0,429	0,774	1,303	1,555	1,194	0,700	0,432
Marraskuu	0,564	0,564	0,769	1,231	1,449	1,141	0,705	0,564
Joulukuu	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511	0,511
Koko vuosi	0,427	0,519	0,697	0,826	0,847	0,803	0,680	0,517

Taulukko L1.4. Säätiiedot kuukausittain säävyöhykkeellä III. Jyväskylä, 1979.

Kuukausi	Ulkoilman keskilämpötila, T_u , °C	Auringon kokonaissäteilyenergia vaakatasolle, $G_{\text{säteily, vaakapinta}}$, kWh/m ²	Normitukseen käytettävä lämmitystarveluku, S17, Kd
Tammikuu	-10,6	5,7	856
Helmikuu	-12,2	23,3	816
Maaliskuu	-2,58	47,3	607
Huhtikuu	0,20	93,4	504
Toukokuu	10,3	147,1	183
Kesäkuu	14,9	171,4	8
Heinäkuu	15,0	138,4	0
Elokuu	14,8	116,4	18
Syyskuu	7,97	61,4	264
Lokakuu	1,73	26,6	473
Marraskuu	-0,59	5,5	528
Joulukuu	-6,90	2,8	741
Koko vuosi	2,76	839	4 997

Auringon kokonaissäteilyenergia pystypinnoille eri ilmansuuntiin,
 $G_{\text{säteily, pystypinta}}$, kWh/m²

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	4,3	4,3	5,0	7,9	9,2	7,6	4,8	4,3
Helmikuu	15,2	15,4	22,0	39,2	50,6	41,8	23,9	15,4
Maaliskuu	31,4	33,2	42,5	56,2	65,1	58,5	44,6	33,9
Huhtikuu	50,2	59,3	77,3	91,4	96,0	92,3	78,1	59,6
Toukokuu	54,1	69,9	93,3	102,8	99,8	101,1	91,8	69,4
Kesäkuu	70,2	89,7	114,5	115,9	105,4	107,7	104,6	84,0
Heinäkuu	58,2	75,7	95,7	96,8	85,7	84,8	81,0	67,0
Elokuu	41,7	54,5	74,7	87,7	91,8	93,1	79,1	55,4
Syyskuu	21,6	27,5	43,5	59,2	66,6	58,8	42,8	26,9
Lokakuu	10,0	11,2	19,6	34,6	43,4	34,6	19,3	10,8
Marraskuu	3,9	3,9	4,5	6,4	7,3	6,2	4,4	3,9
Joulukuu	2,0	2,0	2,1	2,7	3,0	2,8	2,1	2,0
Koko vuosi	362,8	446,7	594,6	700,8	723,9	689,2	576,4	432,7

Muunnoskerroin F_{suunta} jolla vaakatasolle tuleva auringon
kokonaissäteilyenergia muunnetaan pystypinnalle tulevaksi
kokonaissäteilyenergiaksi eri ilmansuunnissa

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	0,754	0,754	0,877	1,386	1,614	1,333	0,842	0,754
Helmikuu	0,652	0,661	0,944	1,682	2,172	1,794	1,026	0,661
Maaliskuu	0,664	0,702	0,899	1,188	1,376	1,237	0,943	0,717
Huhtikuu	0,537	0,634	0,827	0,978	1,027	0,987	0,835	0,637
Toukokuu	0,368	0,475	0,634	0,699	0,678	0,687	0,624	0,472
Kesäkuu	0,410	0,523	0,668	0,676	0,615	0,628	0,610	0,490
Heinäkuu	0,421	0,547	0,691	0,699	0,619	0,613	0,585	0,484
Elokuu	0,358	0,468	0,642	0,753	0,789	0,800	0,680	0,476
Syyskuu	0,352	0,448	0,708	0,964	1,085	0,958	0,697	0,438
Lokakuu	0,376	0,421	0,737	1,301	1,632	1,301	0,726	0,406
Marraskuu	0,709	0,709	0,818	1,164	1,327	1,127	0,800	0,709
Joulukuu	0,714	0,714	0,750	0,964	1,071	1,000	0,750	0,714
Koko vuosi	0,432	0,532	0,708	0,835	0,863	0,821	0,687	0,516

Taulukko L1.5. Säätiiedot kuukausittain säävyöhykkeellä IV. Sodankylä, 1979.

Kuukausi	Ulkoilman keskilämpötila, T_u , °C	Auringon kokonaissäteilyenergia vaakatasolle, $G_{\text{säteily, vaakapinta}}$, kWh/m ²	Normitukseen käytettävä lämmitystarveluku, S17, Kd
Tammikuu	-18,3	1,5	1 094
Helmikuu	-14,9	11,1	893
Maaliskuu	-7,03	43,8	745
Huhtikuu	-3,62	97,7	619
Toukokuu	5,79	130,1	315
Kesäkuu	12,2	143,2	62
Heinäkuu	14,7	157,8	24
Elokuu	12,6	103,6	111
Syyskuu	6,25	48,5	323
Lokakuu	-3,10	19,7	623
Marraskuu	-5,44	3,1	673
Joulukuu	-9,97	0,3	836
Koko vuosi	-0,81	760	6 317

Auringon kokonaissäteilyenergia pystypinnoille eri ilmansuuntiin,
 $G_{\text{säteily, pystypinta}}$, kWh/m²

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Helmikuu	8,1	8,1	10,2	18,5	24,6	21,2	12,1	8,1
Maaliskuu	29,8	31,2	42,1	59,6	72,3	64,3	46,5	32,7
Huhtikuu	63,4	70,5	84,5	96,6	101,4	99,4	87,3	71,8
Toukokuu	60,5	71,6	90,2	96,6	95,5	99,4	94,5	75,0
Kesäkuu	66,1	75,6	91,3	94,3	90,6	90,1	87,4	74,2
Heinäkuu	57,2	73,3	97,5	103,0	98,7	104,0	99,4	74,9
Elokuu	39,3	50,5	72,5	86,6	87,1	81,6	68,7	50,0
Syyskuu	17,4	22,2	35,8	51,3	57,4	48,5	33,0	21,0
Lokakuu	11,9	12,1	14,8	25,2	33,2	28,9	17,4	12,0
Marraskuu	2,5	2,5	2,7	3,7	4,3	3,8	2,7	2,5
Joulukuu	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Koko vuosi	357,1	418,6	542,4	636,4	666,0	642,3	549,9	423,2

Muunnoskerroin F_{suunta} jolla vaakatasolle tuleva auringon
kokonaissäteilyenergia muunnetaan pystypinnalle tulevaksi
kokonaissäteilyenergiaksi eri ilmansuunnissa

Kuukausi	P	Ko	I	Ka	E	Lo	L	Lu
Tammikuu	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533	0,533
Helmikuu	0,730	0,730	0,919	1,667	2,216	1,910	1,090	0,730
Maaliskuu	0,680	0,712	0,961	1,361	1,651	1,468	1,062	0,747
Huhtikuu	0,649	0,722	0,865	0,989	1,038	1,017	0,894	0,735
Toukokuu	0,465	0,550	0,693	0,743	0,734	0,764	0,726	0,576
Kesäkuu	0,462	0,528	0,638	0,659	0,633	0,629	0,610	0,518
Heinäkuu	0,362	0,465	0,618	0,653	0,625	0,659	0,630	0,475
Elokuu	0,379	0,487	0,700	0,836	0,841	0,788	0,663	0,483
Syyskuu	0,359	0,458	0,738	1,058	1,184	1,000	0,680	0,433
Lokakuu	0,604	0,614	0,751	1,279	1,685	1,467	0,883	0,609
Marraskuu	0,806	0,806	0,871	1,194	1,387	1,226	0,871	0,806
Joulukuu	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Koko vuosi	0,470	0,550	0,713	0,837	0,876	0,845	0,723	0,557

Taulukot L1.6 - L1.9. Lämmöntarpeen huomioon ottavat vuorokautiset näennäiskäyntiajat Δt_{vrk} eri paikkakunnilla kuukausittain. Näennäiskäyntiaikoja käytetään ilmanvaihdon kuukausittaisen lämmöntarpeen määrittämisessä, kun ilmanvaihto on päällä osan aikaa vuorokaudesta tai sitä käytetään eri ilmavirroilla eri kellonaikoina. Päivällä käyttötuntia kohti laskettu lämmöntarve on pienempi kuin yöllä. Taulukon arvot vastaavat huonelämpötilaa 21 °C. Lukuesimerkki: Jos ilmanvaihtoa käytetään Helsingissä huhtikuussa päivisin 12 tuntia klo 6 - 18, niin vuorokautinen näennäiskäyntiaika $\Delta t_{vrk} = 17,90 \text{ h} - 6,81 \text{ h} = 11,09 \text{ h}$. Lämmöntarvetta vastaava käyntiajan muuntokerroin $r = 11,09 \text{ h} / 12 \text{ h} = 0,924$. Vastaavasti voidaan laskea myös kesäaikainen yöjäähdytys.

Taulukko L1.6.		Vuorokautiset näennäiskäyntiajat Δt_{vrk} kuukausittain säävyöhykkeellä I. Helsinki-Vantaa, 1979.											
Kellonaika													
Kuukausi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tammikuu	0	1,03	2,06	3,09	4,12	5,15	6,18	7,20	8,22	9,22	10,22	11,21	12,20
Helmikuu	0	1,02	2,05	3,09	4,13	5,18	6,23	7,29	8,35	9,39	10,42	11,43	12,41
Maaliskuu	0	1,02	2,05	3,08	4,12	5,16	6,21	7,25	8,29	9,31	10,32	11,31	12,29
Huhtikuu	0	1,11	2,24	3,37	4,52	5,68	6,81	7,91	8,97	9,98	10,95	11,88	12,78
Toukokuu	0	1,34	2,73	4,14	5,58	7,04	8,39	9,62	10,73	11,73	12,62	13,39	14,10
Kesäkuu	0	1,71	3,58	5,46	7,34	9,22	10,87	12,28	13,44	14,41	15,17	15,74	16,19
Heinäkuu	0	1,36	2,76	4,17	5,58	6,99	8,28	9,44	10,47	11,40	12,22	12,94	13,64
Elokuu	0	1,50	3,08	4,67	6,29	7,92	9,38	10,67	11,78	12,70	13,43	13,98	14,46
Syyskuu	0	1,17	2,37	3,59	4,83	6,10	7,31	8,46	9,56	10,56	11,48	12,30	13,09
Lokakuu	0	1,05	2,11	3,18	4,25	5,33	6,40	7,47	8,54	9,56	10,54	11,47	12,38
Marraskuu	0	1,01	2,02	3,04	4,05	5,06	6,07	7,09	8,12	9,13	10,14	11,14	12,12
Joulukuu	0	1,02	2,03	3,05	4,05	5,06	6,06	7,06	8,06	9,06	10,06	11,05	12,03
Koko vuosi	0	1,10	2,21	3,33	4,45	5,58	6,69	7,76	8,81	9,82	10,79	11,72	12,63
Talvi	0	1,06	2,13	3,20	4,28	5,37	6,44	7,50	8,55	9,56	10,55	11,51	12,45
Kesä	0	1,51	3,11	4,71	6,33	7,95	9,40	10,67	11,77	12,71	13,48	14,10	14,66
Kellonaika													
Kuukausi	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tammikuu	12,20	13,17	14,14	15,11	16,08	17,05	18,02	19,00	19,99	20,98	21,98	22,99	24,00
Helmikuu	12,41	13,36	14,29	15,22	16,15	17,09	18,04	19,01	20,00	20,99	21,99	22,99	24,00
Maaliskuu	12,29	13,25	14,19	15,14	16,08	17,02	17,98	18,96	19,95	20,95	21,96	22,98	24,00
Huhtikuu	12,78	13,65	14,50	15,34	16,18	17,02	17,90	18,83	19,80	20,80	21,84	22,91	24,00
Toukokuu	14,10	14,75	15,35	15,95	16,55	17,15	17,84	18,62	19,50	20,47	21,56	22,75	24,00
Kesäkuu	16,19	16,55	16,80	17,05	17,30	17,56	17,93	18,40	18,99	19,86	21,00	22,41	24,00
Heinäkuu	13,64	14,30	14,93	15,57	16,24	16,92	17,68	18,50	19,40	20,40	21,51	22,73	24,00
Elokuu	14,46	14,87	15,22	15,60	16,01	16,46	17,06	17,82	18,74	19,83	21,08	22,51	24,00
Syyskuu	13,09	13,85	14,58	15,32	16,07	16,84	17,68	18,61	19,61	20,65	21,73	22,85	24,00
Lokakuu	12,38	13,28	14,15	15,04	15,94	16,86	17,81	18,79	19,79	20,82	21,87	22,93	24,00
Marraskuu	12,12	13,10	14,06	15,03	16,00	16,99	17,97	18,97	19,97	20,98	21,98	22,99	24,00
Joulukuu	12,03	13,00	13,96	14,94	15,93	16,93	17,93	18,94	19,95	20,96	21,97	22,99	24,00
Koko vuosi	12,63	13,52	14,38	15,25	16,12	17,00	17,91	18,85	19,82	20,82	21,86	22,92	24,00
Talvi	12,45	13,37	14,27	15,18	16,09	17,00	17,94	18,90	19,89	20,89	21,91	22,95	24,00
Kesä	14,66	15,15	15,58	16,03	16,49	16,97	17,56	18,26	19,07	20,06	21,23	22,57	24,00

Taulukko L1.7.

*Vuorokautiset näennäiskäyntiajat Δt_{vrk} kuukausittain säävyöhykkeellä II.
Jokioinen, 1979.*

Kellonaika													
Kuukausi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tammikuu	0	1,02	2,04	3,05	4,07	5,09	6,10	7,12	8,13	9,14	10,14	11,14	12,12
Helmikuu	0	1,04	2,08	3,12	4,17	5,22	6,27	7,33	8,38	9,40	10,41	11,39	12,33
Maaliskuu	0	1,04	2,08	3,13	4,19	5,24	6,29	7,33	8,36	9,37	10,35	11,32	12,28
Huhtikuu	0	1,12	2,26	3,40	4,56	5,69	6,80	7,89	8,93	9,92	10,86	11,76	12,64
Toukokuu	0	1,40	2,81	4,24	5,69	7,03	8,27	9,41	10,44	11,35	12,14	12,88	13,56
Kesäkuu	0	2,02	4,03	6,05	8,06	9,77	11,19	12,30	13,20	13,90	14,38	14,77	15,06
Heinäkuu	0	1,41	2,84	4,28	5,73	7,05	8,23	9,28	10,21	11,03	11,73	12,42	13,09
Elokuu	0	1,55	3,13	4,74	6,38	7,86	9,16	10,30	11,24	12,00	12,56	13,06	13,49
Syyskuu	0	1,17	2,35	3,55	4,75	5,92	7,06	8,16	9,19	10,13	10,99	11,83	12,63
Lokakuu	0	1,06	2,13	3,20	4,28	5,35	6,41	7,47	8,49	9,48	10,43	11,35	12,26
Marraskuu	0	1,01	2,02	3,03	4,04	5,06	6,08	7,10	8,11	9,11	10,11	11,09	12,07
Joulukuu	0	1,01	2,02	3,04	4,05	5,07	6,08	7,09	8,09	9,08	10,07	11,05	12,02
Koko vuosi	0	1,07	2,14	3,22	4,30	5,37	6,43	7,48	8,50	9,49	10,46	11,41	12,33
Talvi	0	1,12	2,24	3,37	4,50	5,61	6,69	7,75	8,76	9,73	10,67	11,58	12,46
Kesä	0	1,64	3,29	4,96	6,64	8,12	9,41	10,51	11,44	12,20	12,79	13,33	13,81
Kellonaika													
Kuukausi	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tammikuu	12,12	13,09	14,06	15,03	16,01	17,00	17,98	18,98	19,98	20,98	21,99	23,00	24,00
Helmikuu	12,33	13,25	14,18	15,10	16,03	16,98	17,96	18,95	19,95	20,95	21,96	22,98	24,00
Maaliskuu	12,28	13,21	14,15	15,08	16,01	16,96	17,93	18,92	19,92	20,93	21,95	22,97	24,00
Huhtikuu	12,64	13,49	14,34	15,18	16,03	16,91	17,82	18,77	19,75	20,77	21,82	22,90	24,00
Toukokuu	13,56	14,18	14,80	15,41	16,02	16,70	17,45	18,27	19,21	20,27	21,45	22,69	24,00
Kesäkuu	15,06	15,24	15,43	15,60	15,76	16,07	16,50	17,07	17,93	19,08	20,53	22,16	24,00
Heinäkuu	13,09	13,75	14,41	15,08	15,75	16,49	17,30	18,17	19,15	20,24	21,43	22,68	24,00
Elokuu	13,49	13,86	14,26	14,69	15,15	15,76	16,50	17,40	18,45	19,66	21,03	22,47	24,00
Syyskuu	12,63	13,41	14,18	14,94	15,71	16,55	17,47	18,47	19,50	20,58	21,70	22,84	24,00
Lokakuu	12,26	13,14	14,04	14,94	15,85	16,80	17,77	18,77	19,79	20,83	21,87	22,93	24,00
Marraskuu	12,07	13,05	14,02	15,00	15,99	16,98	17,97	18,97	19,97	20,98	21,99	22,99	24,00
Joulukuu	12,02	12,99	13,96	14,94	15,94	16,94	17,94	18,94	19,95	20,96	21,98	22,99	24,00
Koko vuosi	12,33	13,24	14,14	15,06	15,97	16,91	17,87	18,85	19,85	20,87	21,90	22,95	24,00
Talvi	12,46	13,32	14,19	15,06	15,93	16,84	17,77	18,74	19,73	20,76	21,82	22,90	24,00
Kesä	13,81	14,23	14,67	15,11	15,56	16,13	16,80	17,59	18,56	19,71	21,03	22,46	24,00

Taulukko L1.8.

Vuorokautiset näennäiskäyntiajat Δt_{vrk} kuukausittain säävyöhykkeellä III.
Jyväskylä, 1979.

Kellonaika													
Kuukausi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tammikuu	0,00	1,00	2,00	3,00	4,00	5,01	6,01	7,01	8,01	9,01	10,02	11,03	12,04
Helmikuu	0,00	1,03	2,07	3,11	4,16	5,21	6,27	7,32	8,38	9,42	10,45	11,45	12,43
Maaliskuu	0,00	1,04	2,09	3,14	4,20	5,27	6,34	7,41	8,47	9,50	10,51	11,48	12,45
Huhtikuu	0,00	1,08	2,17	3,29	4,42	5,57	6,69	7,79	8,86	9,89	10,87	11,82	12,74
Toukokuu	0,00	1,35	2,76	4,16	5,57	6,98	8,29	9,51	10,62	11,64	12,56	13,38	14,14
Kesäkuu	0,00	1,70	3,57	5,41	7,23	9,02	10,57	11,85	12,89	13,76	14,48	15,04	15,52
Heinäkuu	0,00	1,47	3,04	4,62	6,21	7,81	9,22	10,44	11,47	12,36	13,13	13,77	14,37
Elokuu	0,00	1,46	3,00	4,56	6,15	7,76	9,22	10,53	11,68	12,69	13,54	14,23	14,83
Syyskuu	0,00	1,15	2,33	3,52	4,72	5,93	7,10	8,23	9,31	10,32	11,25	12,10	12,92
Lokakuu	0,00	1,04	2,08	3,12	4,16	5,21	6,25	7,30	8,35	9,36	10,35	11,31	12,25
Marraskuu	0,00	1,01	2,03	3,04	4,05	5,06	6,08	7,09	8,11	9,11	10,11	11,10	12,09
Joulukuu	0,00	1,01	2,02	3,03	4,04	5,05	6,06	7,07	8,08	9,09	10,10	11,11	12,11
Koko vuosi	0,00	1,09	2,21	3,32	4,44	5,57	6,67	7,74	8,78	9,80	10,77	11,72	12,64
Talvi	0,00	1,05	2,11	3,18	4,25	5,33	6,39	7,44	8,49	9,51	10,50	11,47	12,43
Kesä	0,00	1,54	3,20	4,86	6,52	8,19	9,66	10,93	12,00	12,93	13,71	14,34	14,90

Kellonaika													
Kuukausi	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tammikuu	12,04	13,03	14,02	15,02	16,01	17,02	18,02	19,02	20,03	21,03	22,02	23,01	24,00
Helmikuu	12,43	13,39	14,32	15,25	16,18	17,12	18,07	19,03	20,01	20,99	21,98	22,99	24,00
Maaliskuu	12,45	13,39	14,31	15,23	16,15	17,07	18,01	18,97	19,95	20,95	21,95	22,97	24,00
Huhtikuu	12,74	13,64	14,52	15,40	16,28	17,15	18,05	18,98	19,93	20,90	21,91	22,95	24,00
Toukokuu	14,14	14,84	15,48	16,12	16,76	17,38	18,06	18,79	19,56	20,48	21,54	22,74	24,00
Kesäkuu	15,52	15,93	16,27	16,63	17,00	17,40	17,87	18,42	19,05	19,93	21,07	22,45	24,00
Heinäkuu	14,37	14,94	15,49	16,03	16,58	17,14	17,77	18,47	19,25	20,19	21,32	22,61	24,00
Elokuu	14,83	15,32	15,72	16,11	16,51	16,90	17,45	18,15	19,01	20,03	21,22	22,58	24,00
Syyskuu	12,92	13,72	14,48	15,25	16,04	16,84	17,70	18,63	19,63	20,67	21,74	22,86	24,00
Lokakuu	12,25	13,18	14,08	15,01	15,94	16,90	17,87	18,85	19,86	20,88	21,91	22,95	24,00
Marraskuu	12,09	13,07	14,04	15,01	16,00	16,98	17,98	18,97	19,97	20,97	21,98	22,99	24,00
Joulukuu	12,11	13,10	14,07	15,06	16,04	17,03	18,02	19,01	20,01	21,00	22,00	23,00	24,00
Koko vuosi	12,64	13,53	14,41	15,29	16,17	17,06	17,97	18,90	19,86	20,85	21,87	22,93	24,00
Talvi	12,43	13,36	14,28	15,20	16,12	17,05	17,99	18,95	19,93	20,92	21,93	22,96	24,00
Kesä	14,90	15,40	15,82	16,25	16,69	17,14	17,69	18,35	19,10	20,05	21,20	22,55	24,00

Taulukko L1.9.

Vuorokautiset näennäiskäyntiajat Δt_{vrk} kuukausittain säävyöhykkeellä IV.
Sodankylä, 1979.

Kellonaika													
Kuukausi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tammikuu	0,00	0,99	1,98	2,97	3,97	4,97	5,98	6,99	8,00	9,00	10,01	11,02	12,03
Helmikuu	0,00	1,03	2,07	3,11	4,16	5,21	6,26	7,31	8,37	9,41	10,43	11,43	12,41
Maaliskuu	0,00	1,08	2,18	3,28	4,38	5,49	6,58	7,67	8,75	9,78	10,77	11,70	12,62
Huhtikuu	0,00	1,12	2,26	3,41	4,58	5,75	6,88	7,97	9,00	10,00	10,96	11,88	12,78
Toukokuu	0,00	1,20	2,42	3,64	4,84	6,02	7,16	8,25	9,29	10,28	11,23	12,12	13,00
Kesäkuu	0,00	1,34	2,78	4,18	5,54	6,87	8,13	9,32	10,43	11,47	12,43	13,31	14,11
Heinäkuu	0,00	1,58	3,31	4,97	6,56	8,08	9,46	10,69	11,76	12,73	13,59	14,34	15,00
Elokuu	0,00	1,35	2,76	4,18	5,62	7,07	8,42	9,66	10,79	11,79	12,65	13,37	14,06
Syyskuu	0,00	1,10	2,21	3,34	4,48	5,63	6,76	7,86	8,94	9,97	10,94	11,86	12,74
Lokakuu	0,00	1,02	2,05	3,08	4,12	5,15	6,18	7,21	8,24	9,26	10,25	11,22	12,18
Marraskuu	0,00	1,01	2,02	3,03	4,04	5,05	6,07	7,08	8,09	9,09	10,10	11,10	12,10
Joulukuu	0,00	1,01	2,01	3,02	4,03	5,04	6,05	7,07	8,08	9,09	10,10	11,11	12,11
Koko vuosi	0,00	1,08	2,18	3,27	4,37	5,47	6,55	7,61	8,65	9,67	10,65	11,61	12,55
Talvi	0,00	1,05	2,10	3,16	4,23	5,29	6,35	7,39	8,43	9,44	10,44	11,41	12,37
Kesä	0,00	1,41	2,92	4,39	5,85	7,27	8,59	9,81	10,92	11,93	12,82	13,61	14,33
Kellonaika													
Kuukausi	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Tammikuu	12,03	13,02	14,02	15,01	16,01	17,00	18,00	19,00	19,99	20,99	21,99	23,00	24,00
Helmikuu	12,41	13,37	14,30	15,24	16,18	17,12	18,08	19,04	20,02	21,00	21,99	22,99	24,00
Maaliskuu	12,62	13,52	14,39	15,27	16,15	17,03	17,94	18,88	19,86	20,86	21,89	22,94	24,00
Huhtikuu	12,78	13,67	14,53	15,39	16,25	17,11	17,99	18,90	19,84	20,82	21,84	22,91	24,00
Toukokuu	13,00	13,85	14,68	15,51	16,33	17,15	17,99	18,85	19,72	20,68	21,72	22,84	24,00
Kesäkuu	14,11	14,83	15,47	16,11	16,75	17,38	18,07	18,83	19,64	20,57	21,61	22,76	24,00
Heinäkuu	15,00	15,58	16,06	16,54	17,00	17,46	18,00	18,61	19,30	20,19	21,28	22,56	24,00
Elokuu	14,06	14,69	15,29	15,89	16,49	17,09	17,77	18,53	19,37	20,35	21,46	22,70	24,00
Syyskuu	12,74	13,60	14,42	15,26	16,10	16,95	17,84	18,78	19,76	20,78	21,83	22,90	24,00
Lokakuu	12,18	13,13	14,07	15,02	15,98	16,95	17,93	18,92	19,92	20,93	21,95	22,97	24,00
Marraskuu	12,10	13,09	14,08	15,06	16,05	17,04	18,03	19,02	20,01	21,00	22,00	23,00	24,00
Joulukuu	12,11	13,10	14,08	15,07	16,05	17,03	18,02	19,01	20,00	20,99	21,99	23,00	24,00
Koko vuosi	12,55	13,46	14,36	15,26	16,16	17,07	17,99	18,93	19,89	20,87	21,89	22,94	24,00
Talvi	12,37	13,31	14,24	15,17	16,11	17,04	17,99	18,95	19,93	20,92	21,93	22,96	24,00
Kesä	14,33	14,98	15,56	16,14	16,72	17,30	17,94	18,66	19,45	20,39	21,47	22,69	24,00

Taulukko L1.10.

Ulkoilman lämpötilojen esiintymistiheys pysyvyyssarvoina säävyöhykkeellä I.
Helsinki-Vantaa, 1979.

Kuukausi		Ajanjakson pituus, tuntia												Koko vuosi	Talvi	Kesä	
Ulkoilman lämpötila, °C	Ajanjakson pituus, tuntia												8760	6552	2208		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12					
-33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-30	0	0,0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0,0002	0	0
-29	0	0,0045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0003	0,0005	0	0
-28	0	0,0074	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0006	0,0008	0	0
-27	0	0,0179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0014	0,0018	0	0
-26	0	0,0283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0022	0,0029	0	0
-25	0	0,0387	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0030	0,0040	0	0
-24	0	0,0476	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0037	0,0049	0	0
-23	0,0013	0,0655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0051	0,0069	0	0
-22	0,0161	0,0863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0080	0,0107	0	0
-21	0,0349	0,1131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0116	0,0156	0	0
-20	0,0538	0,1310	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0146	0,0195	0	0
-19	0,0672	0,1443	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0168	0,0224	0	0
-18	0,0901	0,1711	0,0067	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0081	0,0220	0,0295	0	0	0
-17	0,1035	0,1890	0,0094	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0188	0,0257	0,0343	0	0	0
-16	0,1210	0,2143	0,0161	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0484	0,0322	0,0430	0	0	0
-15	0,1438	0,2247	0,0309	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0685	0,0379	0,0507	0	0	0
-14	0,1855	0,2381	0,0484	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0927	0,0460	0,0615	0	0	0
-13	0,2890	0,2634	0,0578	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1116	0,0591	0,0791	0	0	0
-12	0,3401	0,3095	0,0685	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1317	0,0696	0,0931	0	0	0
-11	0,3696	0,3408	0,0860	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1586	0,0783	0,1047	0	0	0
-10	0,3925	0,3929	0,0941	0	0	0	0	0	0	0	0,0097	0,1962	0,0889	0,1189	0	0	0
-9	0,4288	0,4643	0,0995	0	0	0	0	0	0,0027	0,0125	0,2406	0,1022	0,1366	0	0	0	0
-8	0,4785	0,5253	0,1075	0	0	0	0	0	0,0040	0,0181	0,2876	0,1163	0,1555	0	0	0	0
-7	0,5457	0,5640	0,1263	0,0069	0	0	0	0	0,0054	0,0194	0,3078	0,1291	0,1726	0	0	0	0
-6	0,6183	0,6295	0,1411	0,0264	0	0	0	0	0,0188	0,0264	0,3374	0,1474	0,1970	0	0	0	0
-5	0,6774	0,7143	0,1478	0,0417	0	0	0	0	0,0524	0,0375	0,3575	0,1662	0,2222	0	0	0	0
-4	0,7231	0,7887	0,1653	0,0694	0	0	0	0	0,0927	0,0653	0,3925	0,1882	0,2517	0	0	0	0
-3	0,7849	0,8482	0,2003	0,1097	0	0	0	0	0,1196	0,0917	0,4476	0,2135	0,2854	0	0	0	0
-2	0,8266	0,8765	0,2460	0,1472	0,0013	0	0	0,0014	0,1411	0,1236	0,4892	0,2344	0,3133	0	0	0	0
-1	0,8710	0,9167	0,3374	0,2153	0,0094	0	0	0,0069	0,1720	0,1931	0,5618	0,2702	0,3613	0	0	0	0
0	0,9462	0,9568	0,5323	0,2917	0,0175	0	0	0,0125	0,2097	0,2569	0,6599	0,3204	0,4284	0	0	0	0
1	0,9973	0,9881	0,7997	0,4056	0,0282	0	0	0,0194	0,2755	0,4028	0,7554	0,3864	0,5166	0	0	0	0
2	1	0,9940	0,9220	0,5250	0,0484	0	0	0,0278	0,3656	0,5292	0,8522	0,4360	0,5829	0	0	0	0
3	1	1	0,9785	0,6417	0,0766	0	0	0,0556	0,4180	0,6556	0,9341	0,4773	0,6381	0	0	0	0
4	1	1	0,9879	0,7403	0,1358	0	0	0,0903	0,4879	0,8083	0,9543	0,5143	0,6876	0	0	0	0
5	1	1	1	0,8236	0,2043	0	0	0,1222	0,5484	0,9208	0,9731	0,5466	0,7308	0	0	0	0
6	1	1	1	0,8778	0,2581	0	0	0,1736	0,6196	0,9681	0,9946	0,5716	0,7642	0	0	0	0
7	1	1	1	0,9181	0,3212	0,0083	0	0,2333	0,6747	0,9875	1	0,5926	0,7914	0,0027	0	0	0
8	1	1	1	0,9528	0,3763	0,0278	0,0054	0,0067	0,3097	0,7177	1	0,6137	0,8161	0,0131	0	0	0
9	1	1	1	0,9847	0,4288	0,0653	0,0188	0,0228	0,3806	0,8199	1	0,6409	0,8449	0,0353	0	0	0
10	1	1	1	0,9917	0,4946	0,1028	0,0457	0,0578	0,4639	0,8925	1	0,6684	0,8706	0,0684	0	0	0
11	1	1	1	1	0,5390	0,1417	0,0753	0,0847	0,5597	0,9583	1	0,6943	0,8945	0,1001	0	0	0
12	1	1	1	1	0,5914	0,1847	0,1411	0,1116	0,7083	0,9879	1	0,7249	0,9202	0,1454	0	0	0
13	1	1	1	1	0,6478	0,2653	0,2634	0,1667	0,8222	1	1	0,7618	0,9405	0,2314	0	0	0
14	1	1	1	1	0,7110	0,3819	0,4234	0,2352	0,9028	1	1	0,8027	0,9565	0,3465	0	0	0
15	1	1	1	1	0,7473	0,4750	0,5739	0,3253	0,9653	1	1	0,8390	0,9675	0,4579	0	0	0
16	1	1	1	1	0,7890	0,5375	0,7016	0,4651	0,9972	1	1	0,8731	0,9757	0,5684	0	0	0
17	1	1	1	1	0,8239	0,6000	0,8185	0,6492	1	1	1	0,9070	0,9800	0,6902	0	0	0
18	1	1	1	1	0,8548	0,6792	0,9019	0,7661	1	1	1	0,9331	0,9835	0,7835	0	0	0
19	1	1	1	1	0,8871	0,7389	0,9543	0,8522	1	1	1	0,9525	0,9872	0,8496	0	0	0
20	1	1	1	1	0,9140	0,8069	0,9745	0,8992	1	1	1	0,9661	0,9902	0,8945	0	0	0
21	1	1	1	1	0,9449	0,8444	0,9866	0,9274	1	1	1	0,9752	0,9937	0,9203	0	0	0
22	1	1	1	1	0,9664	0,8931	0,9960	0,9570	1	1	1	0,9844	0,9962	0,9493	0	0	0
23	1	1	1	1	0,9758	0,9403	1	0,9798	1	1	1	0,9913	0,9973	0,9737	0	0	0
24	1	1	1	1	0,9839	0,9514	1	0,9879	1	1	1	0,9936	0,9982	0,9801	0	0	0
25	1	1	1	1	0,9973	0,9708	1	1	1	1	1	0,9974	0,9997	0,9905	0	0	0
26	1	1	1	1	1	0,9875	1	1	1	1	1	0,9990	1	0,9959	0	0	0
27	1	1	1	1	1	0,9931	1	1	1	1	1	0,9994	1	0,9977	0	0	0
28	1	1	1	1	1	0,9958	1	1	1	1	1	0,9997	1	0,9986	0	0	0
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Taulukko LI.11.

Ulkoilman lämpötilojen esiintymistiheys pysyvyyssarvoina säävyöhykkeellä II.
Jokioinen, 1979.

Kuukausi		Ajanjakson pituus, tuntia												Koko vuosi	Talvi	Kesä
Ulkoilman lämpötila, °C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	744	8760	6552	2208
-37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-36	0	0,0030	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0003	0,0002	0
-35	0	0,0060	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0006	0,0005	0
-34	0	0,0104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0011	0,0008	0
-33	0	0,0119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0012	0,0009	0
-32	0	0,0149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0015	0,0011	0
-31	0	0,0193	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0020	0,0015	0
-30	0	0,0238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0024	0,0018	0
-29	0	0,0283	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0029	0,0022	0
-28	0	0,0327	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0034	0,0025	0
-27	0	0,0357	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0037	0,0027	0
-26	0,0161	0,0446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0064	0,0048	0
-25	0,0336	0,0551	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0095	0,0071	0
-24	0,0430	0,0655	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0116	0,0087	0
-23	0,0565	0,0848	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0151	0,0113	0
-22	0,0699	0,1042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0108	0,0198	0,0148	0	0
-21	0,0780	0,1250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0269	0,0247	0,0185	0
-20	0,0833	0,1399	0,0054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0430	0,0293	0,0219	0
-19	0,0887	0,1607	0,0094	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0632	0,0348	0,0260	0	0
-18	0,1062	0,1815	0,0108	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0820	0,0412	0,0308	0	0
-17	0,1196	0,1979	0,0175	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1129	0,0487	0,0364	0	0
-16	0,1667	0,2232	0,0269	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1331	0,0600	0,0449	0
-15	0,2083	0,2381	0,0363	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1505	0,0693	0,0518	0
-14	0,2608	0,2679	0,0497	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1882	0,0841	0,0629	0
-13	0,3118	0,3006	0,0565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2070	0,0962	0,0719	0
-12	0,3253	0,3408	0,0659	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2245	0,1049	0,0784	0
-11	0,3454	0,3735	0,0806	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2433	0,1143	0,0855	0
-10	0,3750	0,4256	0,0954	0	0	0	0	0	0	0	0,0014	0,2742	0,1284	0,0960	0	0
-9	0,4194	0,4539	0,1008	0,0014	0	0	0	0	0	0	0,0125	0,2997	0,1412	0,1056	0	0
-8	0,4825	0,5104	0,1156	0,0042	0	0	0	0	0	0	0,0194	0,3199	0,1592	0,1191	0	0
-7	0,5309	0,5982	0,1250	0,0139	0	0	0	0	0	0,0081	0,0222	0,3454	0,1799	0,1346	0	0
-6	0,6156	0,6890	0,1398	0,0319	0	0	0	0	0	0	0,0255	0,0278	0,3629	0,2071	0,1549	0
-5	0,6801	0,7411	0,1452	0,0500	0	0	0	0	0	0,0565	0,0542	0,3898	0,2318	0,1734	0	0
-4	0,7513	0,7813	0,1519	0,0708	0	0	0	0	0	0,0887	0,0861	0,4315	0,2590	0,1937	0	0
-3	0,8065	0,8393	0,2016	0,0986	0	0	0	0	0	0,1142	0,1236	0,4745	0,2918	0,2183	0	0
-2	0,8508	0,8973	0,2715	0,1486	0,0013	0	0	0	0	0,1492	0,1556	0,5336	0,3306	0,2473	0	0
-1	0,9247	0,9449	0,4126	0,1958	0,0054	0	0	0	0,0014	0,1922	0,2000	0,5954	0,3825	0,2861	0	0
0	0,9597	0,9807	0,5874	0,3153	0,0228	0	0	0	0,0042	0,2769	0,3083	0,6761	0,4560	0,3411	0	0
1	1	0,9955	0,7863	0,4056	0,0336	0	0	0	0,0097	0,3320	0,5319	0,8065	0,5421	0,4055	0	0
2	1	1	0,8978	0,5514	0,0780	0	0	0	0,0236	0,3952	0,6458	0,9220	0,6107	0,4567	0	0
3	1	1	0,9610	0,6681	0,1263	0	0	0	0,0500	0,4449	0,7472	0,9543	0,6595	0,4933	0	0
4	1	1	0,9839	0,7528	0,1841	0,0042	0	0	0,0944	0,5121	0,8806	0,9758	0,7076	0,5296	0,0014	0
5	1	1	0,9973	0,8319	0,2392	0,0056	0	0,0040	0,1583	0,5981	0,9500	0,9919	0,7503	0,5620	0,0032	0
6	1	1	1	0,8819	0,3011	0,0181	0	0,0134	0,2028	0,6599	0,9847	0,9973	0,7795	0,5856	0,0104	0
7	1	1	1	0,9194	0,3481	0,0417	0,0081	0,0269	0,2944	0,7110	0,9931	1	0,8060	0,6092	0,0254	0
8	1	1	1	0,9500	0,3992	0,0639	0,0175	0,0444	0,3653	0,7809	1	1	0,8317	0,6325	0,0417	0
9	1	1	1	0,9750	0,4503	0,1069	0,0282	0,0565	0,4500	0,8763	1	1	0,8603	0,6595	0,0634	0
10	1	1	1	0,9917	0,5108	0,1431	0,0739	0,0806	0,5431	0,9476	1	1	0,8874	0,6886	0,0987	0
11	1	1	1	1	0,5511	0,2069	0,1237	0,1142	0,6681	0,9879	1	1	0,9112	0,7187	0,1476	0
12	1	1	1	1	0,6116	0,2875	0,2151	0,1653	0,8111	1	1	1	0,9351	0,7554	0,2219	0
13	1	1	1	1	0,6613	0,3681	0,3427	0,2473	0,8750	1	1	1	0,9478	0,7893	0,3188	0
14	1	1	1	1	0,7164	0,4694	0,4906	0,3427	0,9361	1	1	1	0,9608	0,8280	0,4339	0
15	1	1	1	1	0,7634	0,5181	0,6183	0,4745	0,9792	1	1	1	0,9708	0,8615	0,5371	0
16	1	1	1	1	0,8024	0,5736	0,7446	0,6183	0,9972	1	1	1	0,9773	0,8938	0,6463	0
17	1	1	1	1	0,8333	0,6486	0,8522	0,7245	1	1	1	1	0,9811	0,9210	0,7428	0
18	1	1	1	1	0,8522	0,6944	0,9167	0,8078	1	1	1	1	0,9832	0,9389	0,8075	0
19	1	1	1	1	0,8737	0,7431	0,9516	0,8669	1	1	1	1	0,9857	0,9527	0,8551	0
20	1	1	1	1	0,9019	0,7917	0,9772	0,9113	1	1	1	1	0,9889	0,9651	0,8945	0
21	1	1	1	1	0,9234	0,8208	0,9933	0,9341	1	1	1	1	0,9913	0,9726	0,9171	0
22	1	1	1	1	0,9355	0,8583	1	0,9610	1	1	1	1	0,9927	0,9796	0,9407	0
23	1	1	1	1	0,9583	0,8917	1	0,9758	1	1	1	1	0,9953	0,9855	0,9565	0
24	1	1	1	1	0,9785	0,9222	1	0,9879	1	1	1	1	0,9976	0,9908	0,9706	0
25	1	1	1	1	0,9892	0,9514	1	0,9946	1	1	1	1	0,9988	0,9946	0,9823	0
26	1	1	1	1	0,9987	0,9750	1	1	1	1	1	1	0,9998	0,9978	0,9918	0
27	1	1	1	1	1	0,9917	1	1	1	1	1	1	1	0,9993	0,9973	0
28	1	1	1	1	1	0,9972	1	1	1	1	1	1	1	0,9998	0,9991	0
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Taulukko L1.12.

Ulkoilman lämpötilojen esiintymistiheys pysyvyyssarvoina säävyöhykkeellä III.
Jyväskylä, 1979.

Kuukausi		Ajanjakson pituus, tuntia												Koko vuosi	Talvi	Kesä	
Ulkoilman lämpötila, °C	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	720	744	8760	6552	2208
-35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-34	0	0,0074	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0006	0,0008	0
-33	0	0,0104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0008	0,0011	0
-32	0	0,0119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0009	0,0012	0
-31	0	0,0223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0017	0,0023	0
-30	0	0,0342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0026	0,0035	0
-29	0	0,0491	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0038	0,0050	0
-28	0	0,0714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0055	0,0073	0
-27	0,0013	0,0967	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0075	0,0101	0
-26	0,0040	0,1131	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0090	0,0121	0
-25	0,0067	0,1384	0,0054	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0054	0,0054	0,0121	0,0162	0
-24	0,0175	0,1592	0,0094	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0121	0,0121	0,0155	0,0208	0
-23	0,0228	0,1741	0,0121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0403	0,0403	0,0197	0,0264	0
-22	0,0403	0,1905	0,0134	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0605	0,0605	0,0243	0,0325	0
-21	0,0591	0,2039	0,0188	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0806	0,0806	0,0291	0,0389	0
-20	0,0780	0,2217	0,0282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0901	0,0901	0,0337	0,0450	0
-19	0,1210	0,2351	0,0349	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1008	0,1008	0,0398	0,0533	0
-18	0,1788	0,2455	0,0417	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1169	0,1169	0,0475	0,0635	0
-17	0,2312	0,2604	0,0511	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1573	0,1573	0,0573	0,0766	0
-16	0,2957	0,3155	0,0618	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1774	0,1774	0,0696	0,0931	0
-15	0,3293	0,3393	0,0739	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2003	0,2003	0,0774	0,1035	0
-14	0,3683	0,3452	0,0860	0,0014	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2218	0,2218	0,0840	0,1123	0
-13	0,4032	0,3616	0,0995	0,0028	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2352	0,2352	0,0906	0,1212	0
-12	0,4328	0,3765	0,1048	0,0069	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2554	0,2554	0,0968	0,1294	0
-11	0,4583	0,3958	0,1116	0,0097	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2930	0,2930	0,1045	0,1397	0
-10	0,4960	0,4807	0,1263	0,0153	0	0	0	0	0	0,0054	0	0	0,3306	0,3306	0,1195	0,1598	0
-9	0,5242	0,5699	0,1398	0,0292	0	0	0	0	0	0,0081	0,0014	0,3522	0,3522	0,1332	0,1781	0	
-8	0,5497	0,6116	0,1505	0,0514	0	0	0	0	0	0,0202	0,0153	0,3710	0,3710	0,1451	0,1940	0	
-7	0,5887	0,6637	0,1653	0,0667	0	0	0	0	0	0,0390	0,0319	0,3911	0,3911	0,1596	0,2134	0	
-6	0,6478	0,7247	0,1680	0,0847	0	0	0	0	0	0,0618	0,0528	0,4194	0,4194	0,1771	0,2367	0	
-5	0,7258	0,7723	0,1774	0,1111	0	0	0	0	0	0,1062	0,0833	0,4476	0,4476	0,1990	0,2660	0	
-4	0,8320	0,8155	0,1989	0,1569	0	0	0	0	0	0,1331	0,1389	0,5108	0,5108	0,2291	0,3063	0	
-3	0,8978	0,8720	0,2554	0,2028	0	0	0	0	0,0014	0,1815	0,2083	0,5739	0,5739	0,2629	0,3515	0	
-2	0,9395	0,9256	0,3239	0,2389	0	0	0	0	0,0056	0,2352	0,2569	0,6062	0,6062	0,2910	0,3890	0	
-1	0,9462	0,9464	0,4610	0,3167	0,0013	0	0	0	0,0125	0,2984	0,3306	0,6774	0,6774	0,3293	0,4403	0	
0	0,9664	0,9583	0,6304	0,4014	0,0148	0	0	0	0,0250	0,3508	0,4806	0,7903	0,7903	0,3818	0,5105	0	
1	1	0,9836	0,7809	0,5250	0,0470	0	0	0	0,0486	0,4153	0,7444	0,9462	0,9462	0,4547	0,6079	0	
2	1	0,9955	0,8804	0,6597	0,0954	0	0	0	0,0931	0,4933	0,8514	0,9906	0,9906	0,5021	0,6712	0	
3	1	1	0,9543	0,7583	0,1505	0	0	0	0,1347	0,5672	0,9569	0,9960	0,9960	0,5403	0,7224	0	
4	1	1	0,9892	0,8528	0,2016	0,0014	0	0	0,1653	0,6667	0,9903	1	1	0,5695	0,7613	0,0005	
5	1	1	0,9973	0,9181	0,2823	0,0042	0	0,0027	0,2097	0,7500	0,9944	1	1	0,5939	0,7933	0,0023	
6	1	1	1	0,9722	0,3616	0,0139	0,0040	0,0134	0,2944	0,8185	1	1	1	0,6207	0,8263	0,0104	
7	1	1	1	0,9875	0,3898	0,0458	0,0175	0,0255	0,3861	0,8522	1	1	1	0,6395	0,8451	0,0294	
8	1	1	1	1	0,4288	0,0722	0,0242	0,0551	0,4569	0,9073	1	1	1	0,6596	0,8649	0,0503	
9	1	1	1	1	0,4892	0,1208	0,0444	0,0806	0,5569	0,9409	1	1	1	0,6837	0,8866	0,0815	
10	1	1	1	1	0,5323	0,1653	0,0780	0,1142	0,6764	0,9677	1	1	1	0,7088	0,9077	0,1187	
11	1	1	1	1	0,5645	0,2319	0,1142	0,1653	0,8014	1	1	1	1	0,7374	0,9287	0,1698	
12	1	1	1	1	0,5941	0,3083	0,1801	0,2325	0,8792	1	1	1	1	0,7639	0,9406	0,2396	
13	1	1	1	1	0,6263	0,3958	0,2917	0,3065	0,9153	1	1	1	1	0,7926	0,9483	0,3306	
14	1	1	1	1	0,6720	0,4778	0,4247	0,4261	0,9486	1	1	1	1	0,8274	0,9571	0,4425	
15	1	1	1	1	0,7339	0,5514	0,5309	0,5202	0,9750	1	1	1	1	0,8579	0,9670	0,5340	
16	1	1	1	1	0,7890	0,6111	0,6116	0,6532	0,9903	1	1	1	1	0,8869	0,9750	0,6255	
17	1	1	1	1	0,8185	0,6750	0,7110	0,7392	0,9944	1	1	1	1	0,9107	0,9788	0,7088	
18	1	1	1	1	0,8441	0,7375	0,7944	0,8199	1	1	1	1	1	0,9324	0,9823	0,7844	
19	1	1	1	1	0,8723	0,7833	0,8629	0,8737	1	1	1	1	1	0,9490	0,9855	0,8406	
20	1	1	1	1	0,9059	0,8278	0,9234	0,9073	1	1	1	1	1	0,9635	0,9893	0,8868	
21	1	1	1	1	0,9288	0,8694	0,9718	0,9341	1	1	1	1	1	0,9752	0,9919	0,9257	
22	1	1	1	1	0,9570	0,9042	0,9946	0,9516	1	1	1	1	1	0,9839	0,9951	0,9506	
23	1	1	1	1	0,9731	0,9347	1	0,9718	1	1	1	1	1	0,9900	0,9969	0,9692	
24	1	1	1	1	0,9839	0,9569	1	0,9812	1	1	1	1	1	0,9935	0,9982	0,9796	
25	1	1	1	1	0,9892	0,9778	1	0,9960	1	1	1	1	1	0,9969	0,9988	0,9914	
26	1	1	1	1	0,9919	0,9917	1	1	1	1	1	1	1	0,9986	0,9991	0,9973	
27	1	1	1	1	0,9946	1	1	1	1	1	1	1	1	0,9995	0,9994	1	
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Taulukko L1.13.

Ulkoilman lämpötilojen esiintymistiheys pysyvyyssarvoina säävyöhykkeellä IV.
Sodankylä, 1979.

Kuukausi		Ajanjakson pituus, tuntia												Koko vuosi	Talvi	Kesä																							
Ulkoilman lämpötila, °C	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12			8760	6552	2208
	744	672	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744	720	744								
-41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
-40	0	0,0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0001	0,0002	0	0	0	0						
-39	0	0,0089	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0007	0,0009	0	0	0	0						
-38	0	0,0179	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0014	0,0018	0	0	0	0						
-37	0	0,0342	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0026	0,0035	0	0	0	0						
-36	0,0108	0,0432	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0042	0,0056	0	0	0	0						
-35	0,0175	0,0521	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0055	0,0073	0	0	0	0						
-34	0,0242	0,0580	0,0040	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0068	0,0092	0	0	0	0	0						
-33	0,0363	0,0625	0,0081	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0054	0,0090	0,0121	0	0	0	0	0	0						
-32	0,0524	0,0655	0,0108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0309	0,0130	0,0174	0	0	0	0	0	0						
-31	0,0712	0,0714	0,0228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0376	0,0167	0,0223	0	0	0	0	0	0						
-30	0,0927	0,0774	0,0336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0470	0,0207	0,0276	0	0	0	0	0	0						
-29	0,1142	0,0848	0,0457	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0699	0,0260	0,0348	0	0	0	0	0	0						
-28	0,1344	0,0982	0,0565	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0820	0,0307	0,0411	0	0	0	0	0	0						
-27	0,1667	0,1116	0,0605	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0887	0,0354	0,0473	0	0	0	0	0	0						
-26	0,2030	0,1161	0,0672	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0042	0,0941	0,0402	0,0537	0	0	0	0	0	0,0042	0,0941	0,0402	0,0537	0	0	0	0	0	0						
-25	0,2406	0,1295	0,0712	0,0028	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0069	0,1008	0,0458	0,0612	0	0	0	0	0	0	0,0069	0,1008	0,0458	0,0612	0	0	0	0	0						
-24	0,2796	0,1414	0,0793	0,0042	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0111	0,1102	0,0519	0,0694	0	0	0	0	0	0	0,0111	0,1102	0,0519	0,0694	0	0	0	0	0						
-23	0,3441	0,1518	0,0887	0,0056	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0125	0,1210	0,0602	0,0804	0	0	0	0	0	0	0,0125	0,1210	0,0602	0,0804	0	0	0	0	0						
-22	0,3938	0,1667	0,0954	0,0069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0139	0,1411	0,0680	0,0910	0	0	0	0	0	0	0,0139	0,1411	0,0680	0,0910	0	0	0	0	0						
-21	0,4341	0,1875	0,1062	0,0111	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0167	0,1573	0,0759	0,1015	0	0	0	0	0	0	0,0167	0,1573	0,0759	0,1015	0	0	0	0	0						
-20	0,4758	0,2202	0,1210	0,0167	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0167	0,1640	0,0842	0,1126	0	0	0	0	0	0	0,0167	0,1640	0,0842	0,1126	0	0	0	0	0						
-19	0,5175	0,2545	0,1331	0,0222	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0040	0,0194	0,1734	0,0933	0,1247	0	0	0	0	0	0	0,0040	0,0194	0,1734	0,0933	0,1247	0	0	0	0	0						
-18	0,5376	0,2902	0,1438	0,0292	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0081	0,0194	0,1855	0,1006	0,1345	0	0	0	0	0	0	0,0081	0,0194	0,1855	0,1006	0,1345	0	0	0	0	0						
-17	0,5444	0,3348	0,1586	0,0347	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0161	0,0264	0,2043	0,1091	0,1459	0	0	0	0	0	0	0,0161	0,0264	0,2043	0,1091	0,1459	0	0	0	0	0						
-16	0,5591	0,3810	0,1680	0,0403	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0215	0,0403	0,2231	0,1184	0,1583	0	0	0	0	0	0	0,0215	0,0403	0,2231	0,1184	0,1583	0	0	0	0	0						
-15	0,5753	0,4286	0,1841	0,0472	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0228	0,0500	0,2513	0,1287	0,1720	0	0	0	0	0	0	0,0228	0,0500	0,2513	0,1287	0,1720	0	0	0	0	0						
-14	0,6048	0,4792	0,2056	0,0542	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0282	0,0569	0,2796	0,1409	0,1883	0	0	0	0	0	0	0,0282	0,0569	0,2796	0,1409	0,1883	0	0	0	0	0						
-13	0,6613	0,5446	0,2312	0,0694	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0296	0,0653	0,3105	0,1575	0,2106	0	0	0	0	0	0	0,0296	0,0653	0,3105	0,1575	0,2106	0	0	0	0	0						
-12	0,7083	0,6012	0,2460	0,0833	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0484	0,0819	0,3535	0,1749	0,2338	0	0	0	0	0	0	0,0484	0,0819	0,3535	0,1749	0,2338	0	0	0	0	0						
-11	0,7554	0,6577	0,2540	0,1042	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0699	0,1056	0,3992	0,1933	0,2584	0	0	0	0	0	0	0,0699	0,1056	0,3992	0,1933	0,2584	0	0	0	0	0						
-10	0,8185	0,6890	0,2702	0,1319	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1129	0,1569	0,4207	0,2144	0,2866	0	0	0	0	0	0	0,1129	0,1569	0,4207	0,2144	0,2866	0	0	0	0	0						
-9	0,8454	0,7500	0,2755	0,1708	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1304	0,2139	0,4637	0,2348	0,3139	0	0	0	0	0	0	0,1304	0,2139	0,4637	0,2348	0,3139	0	0	0	0	0						
-8	0,8858	0,8125	0,2863	0,2097	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1573	0,2861	0,4892	0,2575	0,3443	0	0	0	0	0	0	0,1573	0,2861	0,4892	0,2575	0,3443	0	0	0	0	0						
-7	0,9167	0,8408	0,3065	0,2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1841	0,3431	0,5148	0,2765	0,3697	0	0	0	0	0	0	0,1841	0,3431	0,5148	0,2765	0,3697	0	0	0	0	0						
-6	0,9395	0,8869	0,3374	0,2931	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2285	0,3736	0,5417	0,2967	0,3967	0	0	0	0	0	0	0,2285	0,3736	0,5417	0,2967	0,3967	0	0	0	0	0						
-5	0,9570	0,9092	0,3884	0,3514	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2715	0,4292	0,5766	0,3202	0,4281	0	0	0	0	0	0	0,2715	0,4292	0,5766	0,3202	0,4281	0	0	0	0	0						
-4	0,9718	0,9137	0,4422	0,4347	0,0013	0	0	0	0	0,0014	0,3387	0,5431	0,6438	0,3542	0,4736	0	0	0	0	0	0	0	0,0014	0,3387	0,5431	0,6438	0,3542	0,4736	0	0	0	0	0						
-3	0,9866	0,9196	0,5323	0,4958	0,0094	0	0	0	0	0,0111	0,4113	0,6583	0,6841	0,3892	0,5203	0	0	0	0	0	0	0	0,0111	0,4113	0,6583	0,6841	0,3892	0,5203	0	0	0	0	0						
-2	0,9946	0,9256	0,6465	0,5597	0,0323	0	0	0	0	0,0361	0,5148	0,7583	0,7796	0,4344	0,5807	0	0	0	0	0	0	0	0,0361	0,5148	0,7583	0,7796	0,4344	0,5807	0	0	0	0	0						
-1	0,9987	0,9509	0,7567	0,6403	0,0618	0	0	0	0	0,0556	0,6210	0,8361	0,8401	0,4773	0,6381	0	0	0	0	0	0	0	0,0556	0,6210	0,8361	0,8401	0,4773	0,6381	0	0	0	0	0						
0	1	0,9762	0,8548	0,7028	0,0981	0	0	0	0	0,0792	0,7258	0,8972	0,9368	0,5200	0,6952	0	0	0	0	0	0	0	0,0792	0,7258	0,8972	0,9368	0,5200	0,6952	0	0	0	0	0						
1	1	0,9926	0,9315	0,7778	0,1680	0	0	0,0013	0,0972	0,8414	0,9542	0,9946	0,5608	0,7497	0,0005	0	0	0	0	0	0	0,0013	0,0972	0,8414	0,9542	0,9946	0,5608	0,7497	0,0005	0	0	0	0						
2	1	1	0,9785	0,8667	0,2379	0,0014	0	0,0040	0,1222	0,9167	1	1	0,5917	0,7904	0,0018	0	0	0	0	0	0	0,0040	0,1222	0,9167	1	1	0,5917	0,7904	0,0018	0	0	0	0						
3	1	1	0,9933	0,9139	0,32																																		

LIITE 2

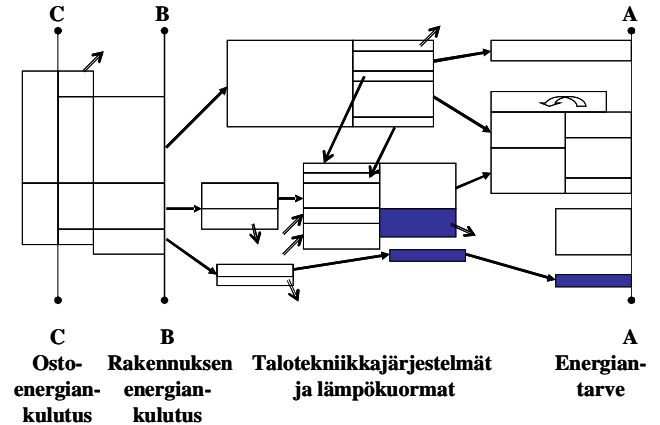
Sisälämpötilan kuukausikeskiarvon laskenta ja jäähdytysenergian tarpeen laskenta

Tässä liitteessä lasketaan

Kuukauden keskimääräinen sisälämpötila
Jäähdytysenergian tarve

Laskelmien lähtötietoina tarvitaan vähintään

Rakennuksen lämpöhäviöenergia (luku 4)
Rakennuksen lämpökuormaenergia (luku 8)
Lämpökuormien hyödyntämisaste (luku 8)



Sisälämpötilan kuukausikeskiarvo

Kesäajan sisälämpötila lasketaan rakennuksen lämmitysenergiankulutuksen laskennassa esitetyillä kaavoilla. Arvio rakennuksen tai sen tilan kesäaikaisesta sisälämpötilasta lasketaan kuukauden keskimääräisenä sisälämpötilana. Laskenta tehdään yleensä muutamalle rakennuksen tyypilliselle tai merkittävälle huoneelle tai tilaryhmälle, joissa suunnittelijan arvion mukaan esiintyy korkeimmat sisälämpötilat.

Selostus

Kesäajan sisälämpötilan laskennan tavoite on varmistaa, ettei sisälämpötila nouse kesällä hallitsemattomasti ja että passiiviset ja käyttötekniset keinot sisälämpötilan hallitsemiseksi selvitetään ennen mahdollisen tilojen jäähdytyksen suunnittelua. Määräyksiä ja ohjeita rakennuksen sisäilmastosta ja lämpöoloista esitetään rakentamismääräyskokoelman osassa D2.

Yksinkertaisia keinoja kesäajan sisälämpötilan hallitsemiseksi ovat esimerkiksi ikkunoiden tehokas auringonsuojaus ja ilmanvaihdon tehostaminen öisin. Sisälämpötilaan vaikuttavat myös sisäiset lämpökuormat, joihin voidaan vaikuttaa valaistusratkaisuilla sekä välttämällä valaistuksen ja sähkölaitteiden tarpeetonta käyttöä. Korkeimmat sisälämpötilat esiintyvät yleensä kesäkuukausina. Myös muina kuukausina voi esiintyä tavanomaista korkeampia sisälämpötiloja, jos lämpökuormat ylittävät lämpöhäviöt.

Laskentamenetelmä perustuu lämmityksessä hyödyntämättömien lämpökuormien aiheuttaman sisälämpötilan nousun arviointiin. Jos sisään tulevat lämpökuormat ovat suuremmat kuin ulosmenevät lämpöhäviöt, niin sisälämpötila nousee. Laskentamenetelmässä sisälämpötilaan voidaan vaikuttaa lämpökuormia tai lämpöhäviöitä muuttamalla.

Jos kesäajan sisälämpötilan laskennassa käytetään eri lähtötietoja kuin lämmitysenergiakulutuksen laskennassa, esitetään poikkeavat lähtötiedot laskelmissa.

Kuukauden keskimääräinen sisälämpötila ($T_{s, \text{lask., keskim.}}$) lasketaan kaavalla (L2.1). Kaavan kuvaaja esitetään kuvassa L2.1

$$T_{s, \text{lask., keskim.}} = T_s + \left(\frac{(1 - \eta_{\text{lämpö}}) Q_{\text{lämpökuorma}} - Q_{\text{jäähdytys, tilat, netto}}}{Q_{\text{lämpöhäviö}} / (T_s - T_u)} \right)^{1,1} \quad (\text{L2.1})$$

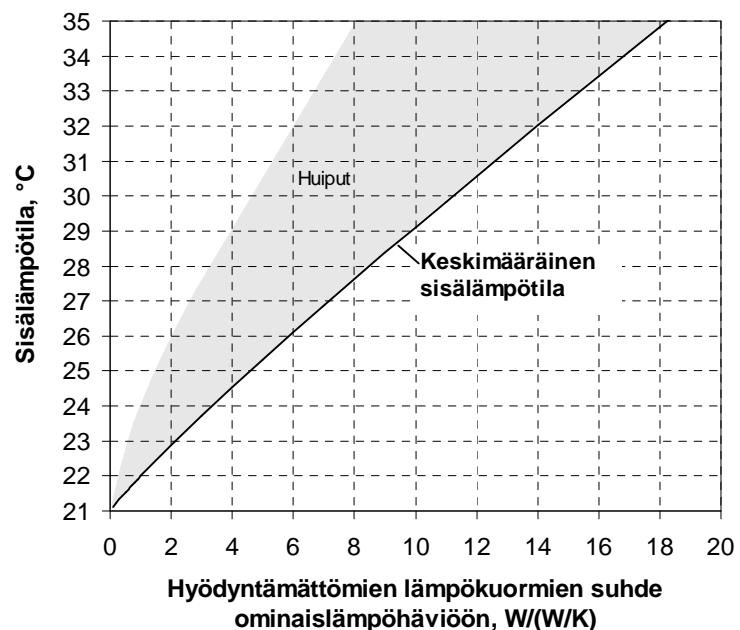
Sellaisessa tapauksessa, jossa kaavan (L2.1) eksponentin alla olevan sulkulausekkeen laskettu arvo on negatiivinen, käytetään eksponenttina arvoa 1.

jossa

$T_{s, \text{lask., keskim.}}$	laskennallinen kuukauden keskimääräinen sisäilman lämpötila, °C
T_s	sisäilman lämpötila (lämmityksen asetusarvo), °C (yleensä 21 °C, $T_s \neq T_u$)
T_u	ulkoilman lämpötila (kuukauden keskimääräinen arvo, liite 1), °C
$\eta_{\text{lämpö}}$	lämpökuormien kuukausittainen hyödyntämisaste, - (kaava 8.13 tai 8.14)
$Q_{\text{lämpökuorma}}$	lämpökuormaenergia eli muun kuin säätölaitteilla ohjatun lämmityksen kautta rakennuksen sisälle vapautuva lämpöenergia, kWh (kaava 8.11)
$Q_{\text{jäähdytys, tilat, netto}}$	rakennuksen tilojen jäähdytyksen nettoenergia, kWh - arvo on 0, jos jäähdytystä ei ole
$Q_{\text{lämpöhäviö}}$	rakennuksen lämpöhäviöenergia (kaava 8.17), kWh, $Q_{\text{lämpöhäviö}} \neq 0$ (johtumisen, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviöenergia vähennettynä tarvittaessa tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutuksella)
1,1	eksponentissa oleva tekijä, joka ottaa huomioon lämmönsiirron tehostumisen lämpötilatason noustessa.

Tilan lämpöhäviöön voidaan laskea mukaan myös lämpöhäviö ympäröiviin tiloihin, jos ympäröivien tilojen keskimääräinen sisälämpötila osoitetaan vastaavin laskelmin erikseen. Yleensä ympäröivien tilojen keskimääräinen sisälämpötila oletetaan samaksi kuin laskettavan tilan, eikä sisäisiä lämpöhäviöitä tarvitse laskea tilan lämpöhäviöön mukaan.

Kuva L2.1. Kuukauden keskimääräinen sisälämpötila kaavan (L2.1) mukaan ja tyypilliset maksimisisälämpötilat hyödyntämättömien lämpökuormien ja ominaislämpöhäviön suhteesta (sulkulauseke kaavassa L2.1) riippuen. Sisälämpötilan asetusarvo lämmityksessä on 21 °C. Kuukauden korkeimmat sisälämpötilat ovat tyypillisesti noin 1 - 4 °C keskilämpötilaa korkeammat. Vaihtelun suuruus riippuu tilasta, käytöstä ja lämpökuormien vaihtelusta.



Jäähdytysenergian tarve

Laskennallinen jäähdytysenergian tarve on se osa lämmityksessä hyödyntämättömän lämpökuormaenergian määrästä, joka rakennuksesta täytyy poistaa, jotta haluttu keskimääräinen sisälämpötila toteutuu.

Jäähdytysenergian tarve $Q_{\text{jäähdytys, tilat, netto}}$ voidaan laskea kaavalla (L2.2). Jäähdytystarvetta laskettaessa jäähdytyksen asetusarvona voidaan tavanomaisissa tiloissa käyttää arvoa 23 °C, ellei tarkempia tietoja ole käytettävissä.

$$Q_{\text{jäähdytys, tilat, netto}} = (1 - \eta_{\text{lämpö}}) Q_{\text{lämpökuorma}} - \frac{(T_{\text{s, lask, keskim}} - T_{\text{s}})^{1,1}}{(T_{\text{s}} - T_{\text{u}})} Q_{\text{lämpöhäviö}} \quad (\text{L2.2})$$

Sellaisessa tapauksessa, jossa kaavan (L2.2) eksponentin alla olevan sulkulausekkeen laskettu arvo on negatiivinen, käytetään eksponenttina arvoa 1.

jossa

$Q_{\text{jäähdytys, tilat, netto}}$	rakennuksen tilojen jäähdytyksen nettoenergian tarve, kWh
$\eta_{\text{lämpö}}$	lämpökuormien kuukausittainen hyödyntämisaste, - (kaava 8.13 tai 8.14)
$Q_{\text{lämpökuorma}}$	lämpökuormaenergia eli muun kuin säätölaitteilla ohjatun lämmityksen kautta rakennuksen sisälle vapautuva lämpöenergia, kWh (kaava 8.11)
$T_{\text{s, lask, keskim.}}$	laskennallinen kuukauden keskimääräinen sisäilman lämpötila (jäähdytyksen asetusarvo), °C
T_{s}	sisäilman lämpötila (lämmityksen asetusarvo), °C (yleensä 21 °C, $T_{\text{s}} \neq T_{\text{u}}$)
T_{u}	ulkoilman lämpötila (kuukauden keskimääräinen arvo, liite 1), °C
$Q_{\text{lämpöhäviö}}$	rakennuksen lämpöhäviöenergia (kaava 8.17), kWh (johtumisen, vuotoilman ja ilmanvaihdon yhteenlaskettu lämpöhäviöenergia vähennettynä tarvittaessa tuloilman jälkilämmityspatterin energiankulutuksella)
1,1	eksponenttissa oleva tekijä, joka ottaa huomioon lämmönsiirron tehostumisen lämpötilatason noustessa.

Opastavia tietoja

SUOMEN RAKENTAMISMÄÄRÄYSKOKOELMA

Tilanne 1.1.2008 tämän asetuksen antopäivän 19.6.2007 tiedoin

(ajantasainen sisällysluettelo www.ymparisto.fi)

A	YLEINEN OSA		
A1	Rakentamisen valvonta ja tekninen tarkastus	Määräykset ja ohjeet	2006
A2	Rakennuksen suunnittelijat ja suunnitelmat	Määräykset ja ohjeet	2002
A4	Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje	Määräykset ja ohjeet	2000
A5	Kaavamerkinnot	Määräykset	2000
B	RAKENTEIDEN LUJUUS		
B1	Rakenteiden varmuus ja kuormitukset	Määräykset	1998
B2	Kantavat rakenteet	Määräykset	1990
B3	Pohjarakenteet	Määräykset ja ohjeet	2004
B4	Betonirakenteet	Ohjeet	2005
B5	Kevytbetoniharkkorakenteet	Ohjeet	2007
B6	Teräsohuttlevyrakenteet	Ohjeet	1989
B7	Teräsrakenteet	Ohjeet	1996
B8	Tiilirakenteet	Ohjeet	2007
B9	Betoniharkkorakenteet	Ohjeet	1993
B10	Puurakenteet	Ohjeet	2001
*	Eurocode-esistandardien kansalliset soveltamisasiakirjat (NAD)		
C	ERISTYKSET		
C1	Ääneneristys ja meluntorjunta rakennuksessa	Määräykset ja ohjeet	1998
C2	Kosteus	Määräykset ja ohjeet	1998
C3	Rakennuksen lämmöneristys	Määräykset	2007
C4	Lämmöneristys	Ohjeet	2003
D	LVI JA ENERGIATEHOKKUUS		
D1	Kiinteistöjen vesi- ja viemärlaitteistot	Määräykset ja ohjeet	2007
D2	Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto	Määräykset ja ohjeet	2007
D3	Rakennusten energiatehokkuus	Määräykset ja ohjeet	2007
D4	LVI-piirrosmerkit	Ohjeet	1978
D5	Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta	Ohjeet	2007
D7	Kattiloiden hyötysuhdevaatimukset	Määräykset	1997
E	RAKENTEELLINEN PALOTURVALLISUUS		
E1	Rakennusten paloturvallisuus	Määräykset ja ohjeet	2002
E2	Tuotanto- ja varistorakennusten paloturvallisuus	Ohjeet	2005
E3	Pienet savuhormit	Ohjeet	1988
E4	Autosuojien paloturvallisuus	Ohjeet	2005
E7	Ilmanvaihtolaitosten paloturvallisuus	Ohjeet	2004
E8	Muuratut tulisijat	Ohjeet	1985
E9	Kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuus	Ohjeet	2005
F	YLEINEN RAKENNUSSUUNNITTELU		
F1	Esteetön rakennus	Määräykset ja ohjeet	2005
F2	Rakennuksen käyttöturvallisuus	Määräykset ja ohjeet	2001
G	ASUNTORAKENTAMINEN		
G1	Asuntosuunnittelu	Määräykset ja ohjeet	2005
G2	Valtion tukema asuntorakentaminen	Määräykset ja ohjeet	1998