

D 5

FINLANDS BYGGBESTÄMMELSESAMLING

**Beräkning av effekt- och energibehovet
för uppvärmning av byggnader**

Anvisningar 1985

upphävd

Miljöministeriet

Föreskrifterna är bindande. Enligt 132 § Byggnadslagen äger dock i fråga om stad miljöministeriet och i fråga om landskommun länsstyrelse befogenhet att under förutsättningar som framgår av lagrummet bevilja undantag från stadganden, påbud, förbud och andra inskränkningar beträffande byggandet. Samma rätt äger byggnadsnämnd då fråga är om mindre avvikelse.

Anvisningarna anger en godtagbar lösning. Myndighet, som beviljar byggnadslov, skall sålunda godkänna byggande i överensstämmelse med anvisningarna. Vid byggande kan dock även annan lösning tillämpas, såvida vederbörande myndighet anser den uppfylla kraven i föreskrifterna.

ISBN 951-859-625-5

Statens tryckericentral. Helsingfors 1984

BERÄKNING AV EFFEKT- OCH ENERGIBEHOVET FÖR UPPVÄRMNING AV BYGGNADER Anvisningar

Dessa anvisningar ingår i Finlands byggbestämmelsesamling (ByggBS), om vilken har förordnats i ministeriets för inrikesärendena beslut (867/75). Anvisningarna träder i kraft den 1 januari 1985. De anknyter till föreskrifterna om energihushållningen i byggnader och gäller byggnadsåtgärd, vartill tillstånd sökts nämnda dag eller därefter.

Helsingfors den 20 januari 1984

Avdelningschef
Överdirektör Olavi Syrjänen

Överingenjör Esko Mononen

INNEHÅLL

1. Allmänt
 - 1.1 Tillämpningsområde
 - 1.2 Definitioner
 - 1.3 Beteckningar
2. Beräkning av effektbehov
 - 2.1 Uppvärmningseffektbehov i rum och byggnad
 - 2.2 Värmeeffektbehov för transmission till uteluft
 - 2.3 Värmeeffektbehov för transmission till mark
 - 2.4 Effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft
 - 2.5 Effekt som behövs för uppvärmning av läckluft
 - 2.6 Effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten
3. Beräkning av energibehov
 - 3.1 Behovet av uppvärmningsenergi i byggnad
 - 3.2 Energi för transmission till uteluft
 - 3.3 Energi för transmission till mark
 - 3.4 Energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft
 - 3.5 Energi som behövs för uppvärmning av läckluft
 - 3.6 Energi som behövs för beredning av tappvarmvatten
 - 3.7 Energi som utvinns ur inre värmekällor och solstrålning

BILAGA Väderleksuppgifter som används vid beräkning av effektbehov och energibehov

1. Allmänt

1.1 Tillämpningsområde

Anvisningarna för beräkning av effektbehovet för uppvärmning av byggnader tillämpas för dimensionering av uppvärmningssystem och -installationer.

Anvisningarna för beräkning av energibehovet för uppvärmning av byggnader tillämpas i byggnader, där det med beaktande av byggnadens storlek och tekniska system är nödvändigt att genom kalkylering utreda hur energihushållningsföreskrifterna iakttagits.

1.2 Definitioner

Återställande uppvärmning (effektbehov, -tid osv.):

Uppvärmning som behövs för att till normal brukstemperatur höja temperatur som sänkts vid periodisk eller temporär uppvärmning.

Total luftväxling i byggnad:

Summan av luftflödena och läckluftflödena i den ventilation som under kalkyleringsförhållandena råder i byggnad dividerad med byggnadens volym ($b \cdot m^3$, RT 120.12). Luftväxlingen anges per period av en timme.

Verkningsgrad för värmeåtervinning:

$$\text{Temperaturverkningsgraden } \epsilon = \frac{T_2 - T_1}{T_3 - T_1}$$

där T_1 Tilluftens temperatur före värmeväxlaren, °C
 T_2 Tilluftens temperatur efter värmeväxlaren, °C
 T_3 Frånluftens temperatur före värmeväxlaren, °C

Graddagtal:

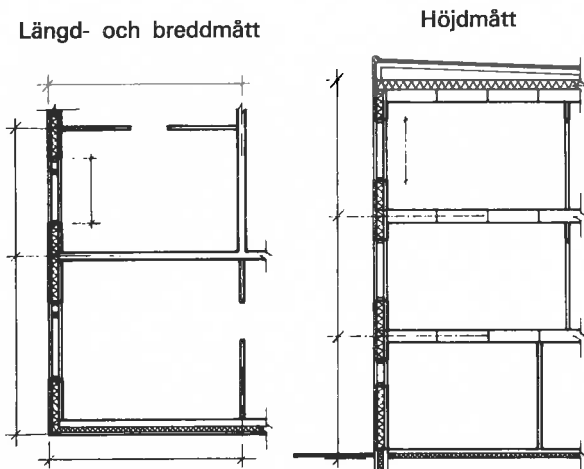
Graddagtalet (S) i dessa beräkningsanvisningar har bestämts på följande sätt:

$$S = \sum (T_s - T_u) \Delta t$$

där T_s temperaturen inomhus, °C
 T_u temperaturen utomhus, dygnsmedelvärde, °C
 Δt beräkningsperiod, ett dygn

Mätning av byggnadsdelars ytor:

Mättningsreglerna för mått som behövs vid uträkning av ytor anges i nedanstående tvärsnittsbild. För vissa byggnadsdelar har dessutom en exaktare precisering angetts för beräkning av ytorna.



Bottenbjälklag:

Bottenbjälklagens yta beräknas enligt ytterväggarnas yttre mått utan subtraktion av ytan för öppningar och konstruktioner.

Vindbjälklag:

Vindbjälklagens yta beräknas enligt ytterväggarnas yttre mått utan subtraktion av trapphus eller andra öppningar.

Mellanbjälklag:

Mellanbjälklagens yta beräknas enligt ytterväggarnas yttre mått utan subtraktion av trapphus eller andra öppningar.

Ytterväggarna:

Ytterväggarnas yta beräknas enligt de yttre måtten, från undre ytan av värmeisoleringskiktet på understa golvytan till övre ytan av värmeisoleringskiktet på vindbjälklaget med subtraktion av förster- och dörröppningarnas ytor.

Fönster och dörrar:

Fönstrens och dörrarnas ytor beräknas enligt anslutningsmåtten (karmens yttre mått).

1.3 Beteckningar

A	Ifrågavarande byggnadsdels yta	m^2
A_f	Fönstrens yta	m^2
c_{pl}	Specifik värmekapacitet för luft	kJ/kgK
c_{pv}	Specifik värmekapacitet för vatten	kJ/kgK
C_{konstr}	Koefficient som beaktar fönsterkonstruktionen	
C_{skug}	Koefficient som beaktar beskuggning från omgivningen	
k	Värmegenomgångskoefficient (k-värde)	$\text{W/m}^2\text{K}$
n_v	Läckluftväxling, gånger i timmen	$1/h$
Q	Uppvärmningsenergi	kWh
Q_{sol}	Solstrålningsenergi som tillförs byggnaden genom fönster	kWh
Q_{pers}	Av personer avgiven värmeenergi	kWh
Q_{vent}	Energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft	kWh
Q_{trans}	Energi för transmission till uteluft	kWh
$Q_{trans.mark}$	Energi för transmission till mark	kWh
$Q_{v\ddot{a}v}$	Energi som återvinns och utnyttjas genom värmeåtervinningsaggregat	kWh
Q_{vv}	Energi för beredning av tappvarmvatten	kWh
$Q_{vv nytta}$	Värmeenergi som frigörs från tappvarmvatteninstallationer	kWh
Q_i	Energi som kan utvinnas ur inre värmekällor och solstrålning	kWh
Q_{el}	Energi som frigörs från belysning och elapparater	kWh
$Q_{läck}$	Energi för uppvärmning av läckluft	kWh
q_M	Energi för transmission till mark per golvytenhet	kWh/m^2
q_{hor}	Total solstrålningsenergi mot horisontell yta	kWh/m^2
r	Koefficient som beaktar ventilationsanläggningens funktionstid per dygn	
S	Graddagtal för beräkningsperioden	Kd
T_{kv}	Kallvattnets temperatur	°C
T_{vv}	Varmvattnets temperatur	°C
T_i	Inomhustemperatur	°C
T_u	Utomhustemperatur	°C
t	Ventilationsanläggningens relativa funktionstid i medeltal per dygn	$h/24 h$
t_v	Ventilationsanläggningens relativa funktionstid per vecka	$\text{dygn}/7 \text{ dygn}$
V	Byggnadsvolym (RT 120.12)	$b\text{-m}^3$
V_{vent}	Luftflöde för ventilation	m^3/s
$V_{vv dim}$	Dimensioneringsflöde för tappvarmvatten	m^3/s
$V_{läck}$	Läckluftflöde	m^3/s
η	Värmealstringens verkningsgrad under beräkningsperioden	
η_m	Värmealstringens verkningsgrad i dimensioneringssituationen	

η_r	Ideal utvinningsgrad för inre värmekällor	
η_i	Koefficient som beaktar reglersystemets inverkan på utvinningsgraden för inre värmekällor	
ρ_l	Luftens densitet	kg/m ³
ρ_v	Vattnets densitet	kg/m ³
ϕ	Värmeeffektbehov	kW
ϕ_{vent}	Effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft	kW
$\phi_{vent.väv}$	Effekt som med värmeåtervinningsaggregat kan utvinna ur frånluft	kW
ϕ_{trans}	Värmeeffektbehov för transmission till uteluft	kW
$\phi_{trans.mark}$	Värmeeffektbehov för transmission till marken	kW
ϕ_{vv}	Effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten	kW
$\phi_{läck.vent}$	Effekt som behövs för uppvärmning av läckluft	kW
τ	Solvärmeinläckning genom fönster	
ϵ	Temperaturverkningsgrad för värmeåtervinning	

2. Beräkning av effektbehov

2.1 Uppvärmningseffektbehov i rum och byggnad

Beräkningarna av effektbehov görs i första hand rumsvis, varvid uppvärmningsinstallationer för rummet kan väljas eller den behövliga uppvärmningseffekten beräknas.

Det är då att märka, att transmission och luftläckor föranleder effektbehov i varje rum. Den uppvärmningseffekt som behövs för ventilationsluften kan däremot beräknas rumsvis eller centraliserat. Om den uteluft som behövs för ventilationen tillförs rummen ouppvarmd, skall den härför erforderliga effekten beaktas när uppvärmningsinstallationerna i respektive rum dimensioneras. Tillförs rummen den för ventilationen behövliga luften mekaniskt, beaktas den härför erforderliga effekten när ventilationsaggregatet dimensioneras.

I några specialfall, såsom i väggar med dubbel mantel och i frånluftsfönster, kompenseras en del av transmissionseffektbehovet genom avkylning av frånluften. I dessa fall skall beräkningarna göras på det speciella sätt som ifrågasvarande system kräver.

Det totala uppvärmningseffektbehovet i byggnad erhålls som de i rummen samtidigt uppträdande uppvärmningseffektbehovens summa, vartill beroende på ventilationssystemet behovet av uppvärmningseffekt för eventuell tilluft adderas. Ytterligare skall härtill adderas det samtidiga effektbehovet för uppvärmning av tappvarmvatten så att uppvärmningseffektbehovet för hela byggnaden erhålls.

Uppvärmningsinstallationerna kan dimensioneras med avvikelse från det kalkylerade uppvärmningseffektbehovet. Exempelvis i beredande system kan beredaren på någon timme tillföras dygnsenergin. Effekten är då flerfaldig i jämförelse med det kontinuerliga uppvärmningseffektbehovet. De stora momentana effekttopparna för tappvarmvatten tages på motsvarande sätt från beredaren, och beredaren uppvärms långsamt med liten effekt för ny användning.

Uppvärmningseffektbehovet för installationerna kan också påverkas genom kompromisser med kravnivån, exempelvis genom att minska ventilationen under perioder med särskilt sträng köld (se fig. 1).

Dimensioneringen av installationer som används vid periodisk eller temporär uppvärmning beror i mycket hög grad på effektbehovet under den återställande uppvärmningen. Detta effektbehov påverkas av den tid den återställande uppvärmningen pågår, massiviteten i konstruktionerna, det tillåtna temperaturfallet och uppvärmningsperiodens längd. Dimensioneras den tid den återställande uppvärmningen pågår rätt, behöver ej heller den återställande uppvärmningen leda till att uppvärmningsinstallationernas effekt ökar.

Uppvärmningseffektbehovet beräknas såväl rumsvis som byggnadsvis enligt formel (1). När effektbehovet per rum beräknas behövs dock i allmänhet inte tappvarmvattnets andel, inte heller värmealstringens verkningsgrad beaktas.

$$\phi = (\phi_{trans} + \phi_{trans.mark} + \phi_{vent} + \phi_{läck.vent} + \phi_{vv}) / \eta_m(1)$$

där ϕ	värmeeffektbehov, kW
ϕ_{trans}	värmeeffektbehov för transmission till uteluft eller till angränsande utrymmen med annan temperatur, kW
$\phi_{trans.mark}$	värmeeffektbehov för transmission till marken, kW
ϕ_{vent}	effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kW
$\phi_{läck.vent}$	effekt som behövs för uppvärmning av läckluft, kW
ϕ_{vv}	effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten, kW
η_m	värmealstringens verkningsgrad i dimensioneringssituationen

Den inverkan som inre värmekällor har på effektdimensioneringen är i allmänhet rätt obetydlig, och det är skäl att beakta dem endast då de faktiskt är avsevärda och kontinuerliga.

2.2 Värmeeffektbehov för transmission till uteluft

Transmissionseffekten är summan av transmissionen genom ytterväggar, fönster, dörrar, vindbjälklag och bottenbjälklag.

Transmissionseffekten beräknas enligt formel (2).

$$\phi_{trans} = \Sigma [k \cdot A \cdot (T_i - T_u)] \quad (2)$$

där ϕ_{trans}	transmission, W
k	resp. byggnadsdels värmegenomgångskoefficient, W/m ² K
A	resp. byggnadsdels yta, m ²
T_i	temperatur inomhus, °C
T_u	temperatur utomhus, °C

Värmegenomgångskoefficienterna beräknas i enlighet med ByggBS del C4. Mätningen och sätten för beräkning av ytorna är beskrivna i stycket "Definitioner" i början av dessa anvisningar.

Utetemperaturen i dimensioneringssituationen väljs beroende på var byggnaden är belägen med tillhjälp av väderuppgiftstabellen i bilaga 1.

Effekt för transmission genom bottenbjälklag kan beräknas enligt formel (2) om transmissionen genom bottenbjälklag sker i huvudsak till uteluft. Om lufttemperaturen under bottenbjälklaget hela tiden är densamma som uteluftens temperatur, tillämpas vid dimensioneringen denna egentliga utetemperatur. Om åter utrymmet under bottenbjälklaget, kryprummet, är delvis stängt, t.ex. ventilationsöppningarnas yta är mindre än 1 ‰ av bottenbjälklagets yta, och utrymmet under det håller sig varmare än luften utomhus, kan konstruktionens värmegenomgångskoefficient minskas med 20 %.

2.3 Värmeeffektbehov för transmission till mark

Transmissionseffekten till marken kan beräknas enligt formel (2). Som värmegenomgångskoefficient används då de i enlighet med ByggBS del C4 beräknade värdena för konstruktionerna och jordgrunden sammanlagt. Som dimensionerande utetemperatur används värdet för den årliga medeltemperaturen ökat med +2 °C. Ytan bestäms enligt den yta som är i direkt kontakt med marken.

Det är att märka, att man ej behöver beakta transmissionseffekten till mark genom golv på större avstånd än 6 meter från yttervägg.

I byggnader som saknar källarutrymmen kan transmissionseffekten till mark också beräknas på enklare sätt med användning av värdena i tabell 1, varvid resultatet i någon mån avviker från resultatet av ovan beskrivna beräkning, som yta används den totala golvytan mot mark. Användningen av tabellen förutsätter, att värmegenomgångskoefficienten i bottenbjälklagets värmeisoleringskikt är högst 1 W/m²K.

Tabell 1. Transmissionseffekten genom bottenbjälklag i utrymmen grundade på mark utan källare

Inomhustemperatur	Transmission till mark
> 17 °C	5 W/m ²
12 °C – 17 °C	4 W/m ²
5 °C – 12 °C	3 W/m ²

2.4 Effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft

Den effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft beräknas enligt formel (3).

$$\phi_{\text{vent}} = \rho_1 c_{pl} V_{\text{vent}} (T_i - T_u) - \phi_{\text{vent.väv}} \quad (3)$$

där ϕ_{vent} effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kW

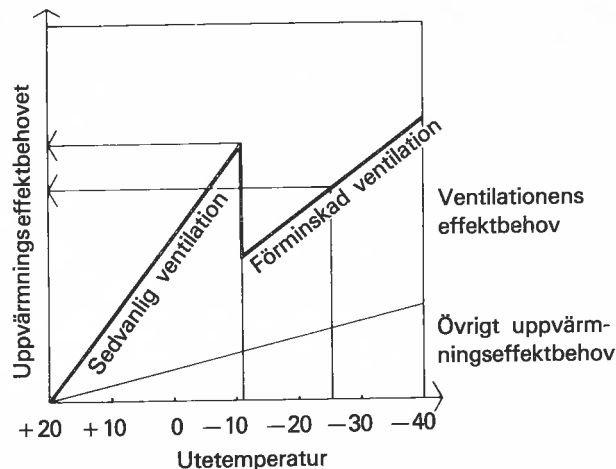
ρ_1 luftens densitet 1,2 kg/m³

c_{pl} specifik värmekapacitet för luft, 1,0 kJ/kgK

V_{vent} luftflöde för ventilation, m³/s

$\phi_{\text{vent.väv}}$ effekt som med värmeåtervinningsaggregat kan utvinnas ur frånluft, kW

Om luftflödet minskas vid sträng köld (se ByggBS del D2), skall den utetemperatur då den största totaleffekten förekommer justeras i enlighet med fig. 1 till de utetemperaturer som motsvarar de olika luftflödena.



Figur 1. Uppvärmningseffektbehovets beroende av utetemperaturen, om luftströmmarna minskas under köldperiod.

I självdrags- eller fläktventilationssystem för frånluft uppvärms tilluften till inomhustemperatur i rummet. Den effekt som behövs för uppvärmning av luften fås från rummets uppvärmningsinstallationer, som skall dimensioneras med tanke härpå.

När också mekanisk inblåsning ingår i ventilationssystemet, uppvärms tilluften centralt till inblåsningstemperaturen, varför ventilationens uppvärmningseffektbehov inte behöver beräknas rumsvis.

Om utrymmen uppvärms med tilluft, skall dimensioneringen av installationerna ske skilt för sig.

Uppvärmningsinstallationernas totaleffekt behöver dock inte dimensioneras för kortvariga exceptionella situationer, t.ex. i småhus för spisfläktens maximala frånluftsflyde.

Effekt som med värmeåtervinningsaggregat kan utvinnas ur frånluft och användas för uppvärmning av tilluft beräknas med beaktande av värmeåtervinningsaggregatets verkningsgrad samt eventuella förändringar i luftflödena. Hänsyn skall också tagas till de eleffekter som kan utnyttjas.

Om värmets i frånluften används t.ex. till uppvärmning av tappvarmvatten eller om man ersätter en del av transmissionsförlusterna med värme från frånluften, såsom exempelvis i frånluftsfönster, skall beräkningarna för dessa göras skilt för sig.

2.5 Effekt som behövs för uppvärmning av läckluft

Effekt som behövs för uppvärmning av läckluft beräknas enligt formel (4).

$$\phi_{\text{läck.vent}} = \rho_1 \cdot c_{pl} \cdot V_{\text{läck}} (T_i - T_u) \quad (4)$$

där

$\phi_{\text{läck.vent}}$ effekt som behövs för uppvärmning av läckluft, kW

ρ_1 luftens densitet, 1,2 kg/m³

c_{pl} specifik värmekapacitet för luft, 1,0 kJ/kgK

Läckluftflödet $V_{\text{läck}}$ beräknas på följande sätt:

$$V_{\text{läck}} = n_v V / 3600 \quad (5)$$

där
 n_v läckluftväxling, gånger i timmen (l/h)
 V byggnadsvolym, m^3 (RT 120.12)
 3600 koefficient för enhetsväxling till m^3/s

Som läckluftväxling kan man i enlighet med ByggBS del D2 använda värdena 0,2 l/h eller 0,1 l/h beroende på huruvida lägenheterna sträcker sig genom huset eller ej. Om det finns motiverad anledning att antaga, att byggnad är exceptionellt tät eller otät, skall luftväxlingen beräknas skilt för sig. I källarutrymmen under jord och i utrymmen mitt i byggnad behöver luftläckor inte beaktas.

2.6 Effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten

Den effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten och den del av denna effekt, som inverkar höjande på byggnadens uppvärmningseffektbehov, beräknas på följande sätt: I enlighet med ByggBS del D1 bestäms bruksvattnets dimensionerande flöde byggnadsvis, varefter med tillhjälp av detta flöde effektbehovet för beredning av tappvarmvatten bestäms, dvs.

$$\phi_{vv} = \rho_v \cdot c_{pv} \cdot V_{vv \text{ dim}} (T_{vv} - T_{kv}) \quad (6)$$

där
 ϕ_{vv} effekt som behövs för uppvärmning av tappvarmvatten, kW
 ρ_v vattnets densitet, 1000 kg/m^3
 c_{pv} specifik värmekapacitet för vatten, 4,2 kJ/kgK
 $V_{vv \text{ dim}}$ dimensioneringsflöde för tappvarmvatten, m^3/s
 T_{vv} varmvattnets temperatur, °C
 T_{kv} kallvattnets temperatur, °C

Om det inte finns särskilt motiverade skäl att använda andra värden, används som temperaturskillnad mellan varmt och kallt vatten ($T_{vv} - T_{kv}$) värdet 50 °C.

Det effektbehov för beredning av tappvarmvatten, som inverkar på dimensioneringen av byggnadens uppvärmningsanläggning, bestäms på följande sätt:

- Om den effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten är mindre än 20 % av byggnadens totala uppvärmningseffektbehov, behöver den ej alls beaktas när uppvärmningsanläggningen dimensioneras.
- Om den effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten överstiger 20 % av byggnadens totala uppvärmningseffektbehov och om systemets beredningsförmåga inte är tillräcklig, beaktas hela effekten som sådan när uppvärmningsanläggningen dimensioneras.
- Om den effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten överstiger 20 % av byggnadens totala uppvärmningseffektbehov, men om systemets beredningsförmåga är tillräcklig, beaktas endast 20 % av den effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten. Exempelvis i småhus kan systemets beredningsförmåga anses tillräcklig, om beredarens storlek eller pannans vattenvolym överstiger 150 l.
- Om uppvärmningssystemet ansluts till ett yttre energidistributionsnät, bestäms tappvarmvattenberedningens inverkan på anslutningseffekten enligt energileverantörens anvisningar.

3. Beräkning av energibehov

3.1 Behovet av uppvärmningsenergi i byggnad

Behovet av uppvärmningsenergi i byggnad eller del därav kan per månad, år eller uppvärmningsperiod beräknas i princip på samma sätt enligt följande formler. Det noggrannaste och tillförlitligaste resultatet erhålls genom att energibehovet beräknas per månad och energibehovet per år eller per uppvärmningsperiod beräknas genom addition av månadsberäkningarna.

Om den uppmätta förbrukningen jämförs med det beräknade uppvärmningsenergieffektbehovet eller förbrukningen för olika år jämförs inbördes, kan kalkylerna göras på grundvalen av de faktiska graddagtal som publiceras i tidningspressen.

Uppvärmningsenergieffektbehovet Q i byggnad uppstår på följande sätt:

$$Q = (Q_{\text{trans}} + Q_{\text{trans.mark}} + Q_{\text{vent}} + Q_{\text{läck}} + Q_{vv} - Q_i) / \eta \quad (7)$$

där
 Q uppvärmningsenergieffektbehovet, kWh
 Q_{trans} energi för transmission till uteluft, kWh
 $Q_{\text{trans.mark}}$ energi för transmission till mark, kWh
 Q_{vent} energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kWh
 $Q_{\text{läck}}$ energi för uppvärmning av läckluft, kWh
 Q_{vv} energi för beredning av tappvarmvatten, kWh
 Q_i energi som kan utvinna ur inre värmekällor och solstrålning, kWh
 η värmealstringens verkningsgrad under beräkningsperioden.

3.2 Energi för transmission till uteluft

Den energi som leds genom konstruktioner beräknas på följande sätt genom addition av resultatet för de olika byggnadsdelarna:

$$Q_{\text{trans}} = \Sigma (k \cdot A \cdot 24S) / 1000 \quad (8)$$

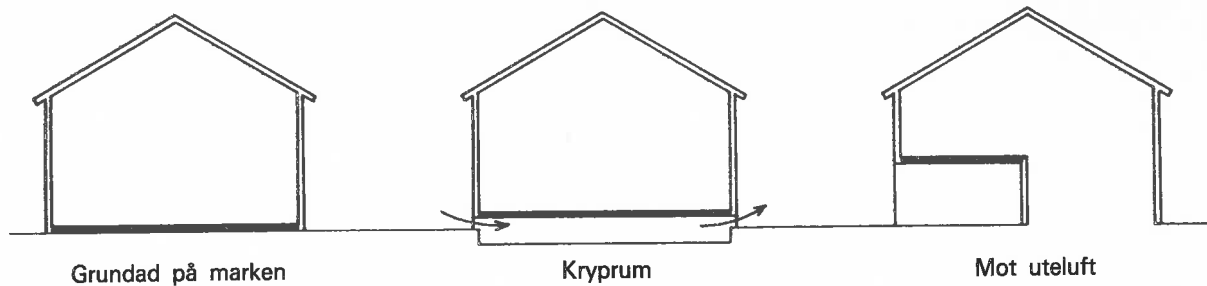
där
 Q_{trans} energi för transmission till uteluft, kWh
 k respektive byggnadsdels värmegenomgångskoefficient, $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$
 A respektive byggnadsdels yta, m^2
 S graddagtal på orten för beräkningsperioden, Kd
 24 koefficient, som förvandlar graddagtalet till gradtimmar
 1000 koefficient med vilken enheten förvandlas till kilowattimmar.

Graddagtalet fås regionalt ur tabell 4 i bilagan.

Om bottenbjälklaget gränsar direkt mot uteluft, beräknas transmissionen enligt formel (8). Om bottenbjälklaget gränsar till ett vädrat kryprum, beräknas transmissionen till mark enligt formel (8), likväl så att bottenbjälklagets k -värde minskas med 20 %.

3.3 Energi för transmission till mark

Transmission genom väggar och golv grundade på mark beräknas enligt formel (8). Det är också möjligt att använda följande förenklade sätt under förutsättningen, att värmegenomgångskoefficienten för bottenbjälklagets värmeisolering är högst 1 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$.



Figur 2. Bottenbjälklagskonstruktioner av olika typ

Tabell 2. På marken grundat, i enlighet med föreskrifterna isolerat bottenbjälklags månatliga och årliga energibehov, q_M (kWh/m²)

Inomhus-temperatur	Månad												År
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
>17°C	2,0	2,5	3,0	3,0	3,0	2,5	2,0	1,0	0,5	0,5	1,0	2,0	23,0
12–17°C	1,4	1,8	2,2	2,2	2,2	1,8	1,4	0,8	0,3	0,3	0,8	1,4	16,6
5–12°C	0,8	1,1	1,3	1,3	1,3	1,1	0,8	0,3	–	–	0,3	0,5	8,8

$$Q_{\text{trans.mark}} = q_M \cdot A \quad (9)$$

där

$Q_{\text{trans.mark}}$ transmission till mark
 q_M på inomhustemperatur beroende energi för transmission till mark per ytenhet i enlighet med tabell 2, kWh/m², period
 A den del av golv- eller väggytan som inverkar på förlusternas storlek, m² (se punkt 2.3).

3.4 Energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft

Den energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft beräknas på följande sätt:

$$Q_{\text{vent}} = \rho_l \cdot c_{pl} \cdot V_{\text{vent}} \cdot t \cdot 24 \cdot S \cdot r \cdot t_v - Q_{\text{väv}} \quad (10)$$

där

Q_{vent} energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kWh
 ρ_l luftens densitet, 1,2 kg/m³
 c_{pl} specifik värmekapacitet för luft, 1,0 kJ/kgK
 V_{vent} luftflöde för ventilation, m³/s
 t ventilationsanläggningens relativa funktionstid i medeltal per dygn, h/24 h
 S graddagtal för beräkningsperioden, Kd
 t_v ventilationsanläggningens relativa funktionstid per vecka, dygn/7 dygn
 $Q_{\text{väv}}$ energi som återvinns och utnyttjas genom värmeåtervinningsaggregat
 r koefficient som beaktar ventilationsanläggningens funktionstid per dygn (tabell 3)
 24 koefficient, med vilken graddagtal förvandlas till gradtimmar

Ur formel (10) kan energibehovet beräknas endast då det är fråga om uppvärmning.

Om luftbehandlingsprocessen innefattar kylning och fuktning av luft, skall energibehovet beräknas skilt för sig per månad eller hellre för en ännu kortare tidsintervall. Likaså skall man i energiberäkningarna för värmeåtervinningen beakta värmeåtervinningsaggregatets verkningsgrad under olika förhållanden.

Luftflödet väljs enligt de verkliga driftförhållandena och enligt principerna i ByggBS del D2. Om luftflödet beräknas utgående från den totala luftväxlingen, måste det beaktas att den luftvolym som uppvärms i byggnaden är mindre än byggnadens volym (RT 120.12). Om exempelvis luftväxlingen är 0,5 1/h beräknad på den uppvärmda luftvolymen kan värdet 0,45 användas som total luftväxling beräknad på byggnadens volym (RT 120.12).

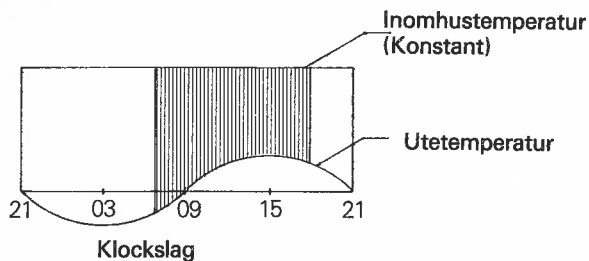
I anläggningar för fläktventilation väljs den relativa funktionstiden t enligt den verkliga driften. Veckoslut och andra driftstop beaktas med koefficienten t_v . Exempelvis i kontor, som används endast fem dygn i veckan, får t_v värdet 5/7.

Vid hård köld är det möjligt att använda förminskade luftflöden i ventilationsanläggningarna. Ventilationens energibehov skall då beräknas skilt för sig utgående från de verkliga driftförhållandena med beaktande av de temperaturer som råder utomhus och de luftflöden som i verkligheten använts.

Ventilationens energibehov vid självdragsventilation beräknas genom att använda värdet 0,45 växlingar i timmen som totalväxling i medeltal under uppvärmningsperioden beräknat på byggnadens volym. För självdragsventilation är funktionstiden per dygn 24 timmar, dvs. den relativa funktionstiden t är 1.

Graddagtalet S motsvarar medeltemperaturen per dygn. Om funktionstiden infaller endast på dagen, är det faktiska graddagtalet mindre. Graddagtalet korrigeras då men koefficienten r. Om kalkylerna görs för en period på ett år, är $r = 1,00$ vid drift dygnet runt, $r = 0,93$ vid drift på dagarna och om driften försiggår

endast på nätterna, är $r = 1,07$. Exaktare värden för koefficienten r anges i tabell 3.



Figur 3. Med koefficienten r förvandlas graddagtalet per dygn så att det motsvarar graddagtalet för den verkliga funktionstiden.

Tabell 3. Koefficienten r för omräkning av graddagtalet när ventilationsanläggning är i funktion endast på dagen (kl. 08–17).

Månad	Inomhustemperatur (°C)					±0
	+25	+20	+15	+10	+5	
1	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
2	0,98	0,98	0,98	0,97	0,96	0,93
3	0,96	0,96	0,93	0,92	0,87	0,80
4	0,94	0,92	0,89	0,83	0,71	0,50
5	0,83	0,76	0,68	0,52	0,38	0,00
6	0,76	0,66	0,53	0,38	0,00	0,00
7	0,77	0,63	0,36	0,26	0,00	0,00
8	0,78	0,64	0,40	0,04	0,00	0,00
9	0,90	0,86	0,76	0,61	0,35	0,00
10	0,96	0,95	0,93	0,88	0,81	0,67
11	0,99	0,99	0,98	0,97	0,96	0,93
12	1,00	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
År	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93

3.5 Energi som behövs för uppvärmning av läckluft

Den energi som behövs för uppvärmning av läckluft, försakad av otätheter i konstruktioner, är:

$$Q_{\text{läck}} = c_{pl} \cdot \rho_l \cdot n_v \cdot V \cdot 24S/3600 \quad (11)$$

där

$Q_{\text{läck}}$ energi för uppvärmning av läckluft, kWh

ρ_l luftens densitet, 1,2 kg/m³

c_{pl} specifik värmekapacitet för luft, 1,0 kJ/kgK

n_v läckluftsväxling, gånder i timme, 1/h

V byggnadsvolym, b—m³ (RT 120.12)

S graddagtal, Kd

24 koefficient som förvandlar graddagtalet till gradtimmar

3600 koefficient, med vilken luftväxlingen 1/h förvandlas till enheten 1/s

För byggnad som står tom är koefficienten för läckluftsväxling $n_v = 0,1$ 1/h och för byggnad i användning är koefficienten $n_v = 0,2$ 1/h.

Läckluftsväxlingen förorsakas av tryckskillnader till följd av vind och/eller temperaturskillnader. Byggnadssättet, ventilationssystemet och dess användning inverkar på läckluftsfördets storlek. Med tillhjälp av dem kan i vissa fall exaktare värden för läckluftsväxlingen n_v beräknas.

Storleken av läckluftsväxlingen i existerande byggnader kan också i någon mån uppskattas med stöd av mätningssuppgifter.

3.6. Energi som behövs för beredning av tappvarmvatten

Den energi som behövs för beredning av tappvarmvatten beror i avgörande grad på byggnadens funktion under användningstiden. Den kan till storleksordningen uppskattas med hjälp av tabell 4, om det inte finns motiverat skäl att tillämpa andra värden. Om det finns cirkulationsledning i bruksvattennätet, multipliceras tabellvärdena med talet 1,5, som beaktar de kontinuerliga värmeförlusterna i cirkulationsledningsnätet.

Om det i cirkulationsledningsnätet finns batterier (i badrum och på motsvarande ställen), multipliceras värdena i tabell 4 med talet 2.

Tabell 4. Normalvärden för tappvarmvattnets energibehov i olika hustyper.

Byggnadstyp	Q_{wv} , kWh/b-m ³ /månad
Bostadssmåhus	0,4
Bostadshöghus	0,6
Kontorsbyggnader	0,1
Skolor	0,1

3.7 Energi som utvinns ur inre värmekällor och solstrålning

I byggnad frigörs värme från olika aktiviteter, i synnerhet från belysning och människor. Likaså kan en del av den solstrålningsenergi som tillförs genom fönster utnyttjas vid byggnadens uppvärmning. Bägge kan utnyttjas endast under den förutsättningen, att behov av uppvärmning samtidigt föreligger och att regulatorerna minskar produktionen av annan värme med motsvarande mängd. Dessa faktorer minskar på följande sätt byggnadens behov av uppvärmningsenergi:

$$Q_i = \eta_i \eta_r (Q_{el} + Q_{pers} + Q_{sol} + Q_{wv\text{ nytta}}) \quad (12)$$

där

Q_i energi som utvinns ur inre värmekällor och solstrålning, kWh

η_i koefficient som beaktar reglersystemets inverkan på utvinningsgraden för inre värmekällor

η_r ideal utvinningsgrad för inre värmekällor

Q_{el} energi som frigörs från belysning och elapparater, kWh

Q_{pers} av personer angiven värmeenergi, kWh

Q_{sol} solstrålningsenergi som tillförs byggnaden genom fönster, kWh

$Q_{wv\text{ nytta}}$ energi som frigörs från tappvarmvatteninstallationer, kWh

Den del av energin som utnyttjas har beräknats så att den motsvarar förhållandena i medeltal per månad och för hela året. Ju kortare beräkningsperioder man använder desto exaktare blir resultatet. I praktiken ger dock månadsperioden och i enkla fall t.o.m. årsperioden ett tillfredsställande resultat.

Reglersystemets inverkan på utvinningsgraden för inre värmekällor (η_s) anger hur stor del av den energimängd som frigörs i byggnaden som kan utnyttjas vid upp-

värmingen i jämförelse med det ideala reglersystemet. Koefficientens storlek är beroende av uppvärmnings- och ventilationssystemen. För olika system väljs koefficienten med tillhjälp av tabell 5.

Tabell 5. Olika reglersystems inverkan på utvinningsgraden för inre värmekällor η_i

Uppvärmnings-/Reglersystem	η_i
Uppvärmnings- eller ventilationssystem med stort inslag av cirkulations- eller återluft	0,85
Direkt eluppvärmning	0,85
Vattenbatteriuppvärmning reglerad med rums-termostater	0,80
Vattenbatteriuppvärmning reglerad fasadvis	0,60
Vattenbatteriuppvärmning vars reglering styrs av utetemperatur	0,40
Ingen reglering	0,20

Den ideala utvinningsgraden η_r vari de inre energikällor- na utnyttjas beror på belastningens relativa storlek.

Vid beräkning per månad erhålls η_r på följande sätt:

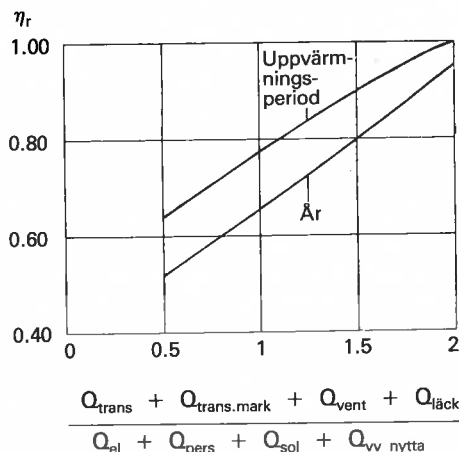
$$\eta_r = \frac{Q_{\text{trans}} + Q_{\text{trans.mark}} + Q_{\text{vent}} + Q_{\text{läck}}}{Q_{\text{el}} + Q_{\text{pers}} + Q_{\text{sol}} + Q_{\text{vv nytta}}} \quad (13)$$

där

η_r	ideal utvinningsgrad för inre värmekällor
Q_{trans}	energi för transmission till uteluft, kWh
$Q_{\text{trans.mark}}$	energi för transmission till mark, kWh
Q_{vent}	energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kWh
$Q_{\text{läck}}$	energi som behövs för uppvärmning av läckluft, kWh
Q_{el}	energi som frigörs från belysning och elapparater, kWh
Q_{pers}	av personer avgiven värmeenergi, kWh
Q_{sol}	solstrålningsenergi som tillförs byggnaden genom fönster, kWh
$Q_{\text{vv nytta}}$	värmeenergi som frigörs från tappvarmvatteninstallationer, kWh

Om det ur formeln (13) beräknade värdet på η_r är större än 1, används värdet $\eta_r = 1$.

Vid beräkning per uppvärmningsperiod och per helt år erhålls η_r ur figur 4.



Figur 4. Ideal utvinningsgrad för inre värmekällor, η_r

3.7.1 Av personer avgiven värmeenergi

Den av personer avgivna värmeenergin beräknas enligt vistelsetiden så, att en persons värmelastning är 60 W. Om personbelastningen och användningstiderna är okända, kan värdena i tabell 6 användas.

Tabell 6. Av personer avgiven värmeenergi Q_{pers} i olika byggnadstyper

Byggnadstyp	Q_{pers} , kWh/b-m ³ , månad
Bostadsmåhus	0,3
Bostadshöghus	0,4
Kontorsbyggnader	0,2
Skolor	0,6

3.7.2 Värmeenergi som frigörs från tappvarmvatteninstallationer

En avsevärd del av den energi som behövs för uppvärmning av bruksvatten frigörs i byggnaden antingen i form av värmeförluster i vattenberedaren och ledningsnätet eller i form av direkt uppvärmningsenergi exempelvis i badrum. En del av värmets tränger ut genom vertikala schakt o.dyl. direkt ut i det fria, varför endast en del av den energi som frigörs kan utnyttjas. Om annat inte påvisas med preciserande beräkningar, är den del som kan utnyttjas alltid $Q_{\text{vv nytta}} = 0,3 \cdot Q_{\text{vv}}$.

3.7.3 Energi som frigörs från belysning och elapparater

Den energi som frigörs från belysning och elapparater i byggnad kan beräknas utgående från den använda eleffekten och användningstiden. Om härför behövliga uppgifter inte står till förfogande, kan uppskattningarna i följande tabell användas.

Tabell 7. Energi Q_{el} som i olika byggnadstyper frigörs från belysning och andra elapparater.

Byggnadstyp	Q_{el} , kWh/b-m ³ /månad
Bostadsmåhus	0,5
Bostadshöghus	
– låg utrustningsstandard	0,6
– hög utrustningsstandard	0,8
Kontorsbyggnad	
– låg belysningsstandard	0,7
– hög belysningsstandard > 25 W/m ²	1,0
Skolbyggnad	0,6

3.7.4 Solstrålningsenergi som tillförs byggnad genom fönster

Den solstrålningsenergi som tillförs byggnad genom fönster beräknas för varje fasad på följande sätt:

$$Q_{\text{sol}} = C_{\text{skug}} \cdot C_{\text{konstr}} \cdot \tau \cdot q_{\text{hor}} \cdot A_f \quad (14)$$

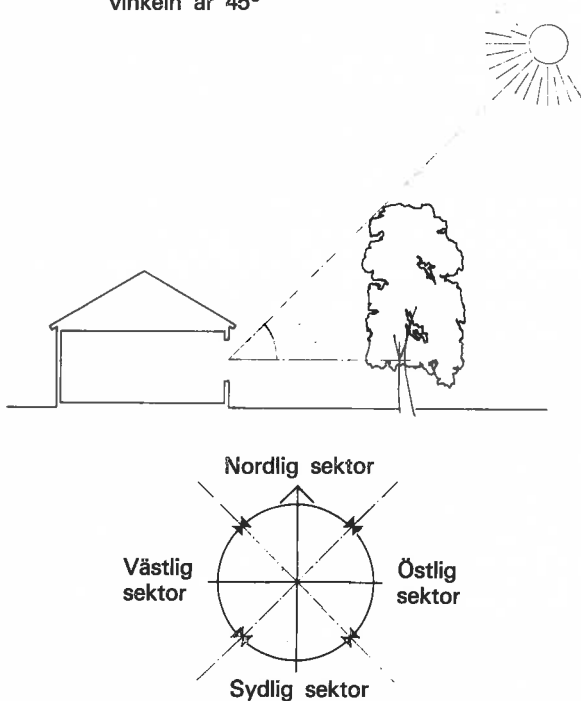
där

Q_{sol}	är den solstrålningsenergi som tillförs byggnaden genom fönster, kWh
C_{skug}	koefficient som beaktar beskuggning från omgivningen

C_{konstr}	koefficient som beaktar fönsterkonstruktionen
τ	solvärmeinläckning genom fönster
q_{hor}	total solstrålningsenergi mot horisontell yta, kWh/m ²
A_f	fönstrens yta per fasad, m ²

Koefficienten C_{skug} beaktar beskuggningen från omgivningen. När beskuggningsvinkeln är 0°, är koefficienten alltid 1,0. Är beskuggningsvinkeln 45°, erhålls koefficienten ur tabell 8. Värdena mellan vinklarna 0° och 45° erhålls genom linjär interpolation. Om närmare kännedom om byggnadens placering inte föreligger när beräkningen görs, används beskuggningsvinkeln 15°. Tabell 8 används inom alla klimatområden.

Tabell 8. Koefficienten C_{skug} som beaktar beskuggningen från omgivningen, när beskuggningsvinkeln är 45°



Månad	Fönster mot		
	Söder	Öster/ Väster	Norr
1	2,20	0,40	0,20
2	1,50	0,55	0,20
3	0,90	0,50	0,20
4	0,65	0,40	0,20
5	0,45	0,40	0,20
6	0,40	0,40	0,20
7	0,40	0,45	0,20
8	0,55	0,50	0,20
9	0,80	0,45	0,20
10	1,40	0,40	0,20
11	2,40	0,35	0,20
12	2,50	0,30	0,20
År	0,70	0,45	0,20
Uppvärmn. period	0,80	0,45	0,20

Koefficienten C_{konstr} beaktar bl.a. antalet glasrutor och konstruktiva fönsterskydd. I tabell 9 har de i praktiken mest typiska värdena sammanställts.

Tabell 9. Koefficient C_{konstr} som beaktar fönsterkonstruktionen

Fönstertyp	C_{konstr}
Treglasfönster, klart	1,00
Tvåglasfönster, klart	1,05
Treglasfönster med spjälgardin, klart	0,50
Treglasfönster med inredningsgardin, klart	0,75

För fönster med ytbeläggning kan av tillverkaren meddelade värden användas som koefficient C_{konstr} .

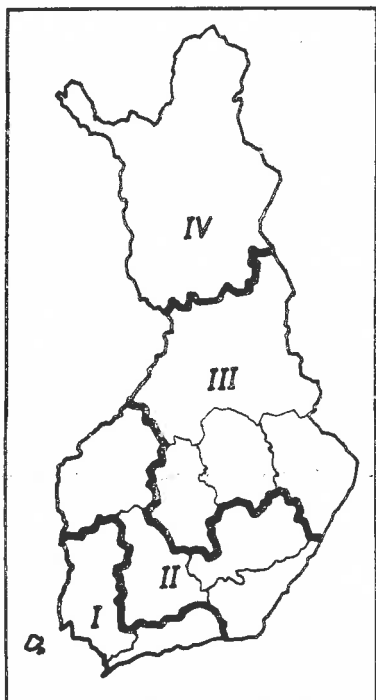
Tabell 10. Fönsters energitekniska solvärmeinläckning, τ , med vilken solstrålningsenergin mot horisontell yta omräknas till energi som tillförs genom fönster

Månad	Fönster mot		
	Söder	Öster/Väster	Norr
1	0,25	0,60	0,95
2	0,30	0,50	0,90
3	0,40	0,50	0,90
4	0,50	0,50	0,80
5	0,70	0,55	0,80
6	0,75	0,50	0,60
7	0,75	0,55	0,70
8	0,40	0,40	0,65
9	0,45	0,50	0,85
10	0,30	0,55	0,90
11	0,20	0,60	0,90
12	0,20	0,80	0,95
År	0,50	0,50	0,75
Uppvärmn. period	0,45	0,55	0,80

De värden för solstrålningsenergi mot horisontell yta som inom olika klimatområden skall användas i beräkningarna har sammanställts i tabell 3 i bilagan.

Väderuppgifter

I planeringskedet görs de värmetekniska beräkningarna med väderleksuppgifter som normerats för varje klimatområde. Klimatområdena framgår av figur 1. Normeringen av väderleksuppgifterna för områdena baserar sig på mätningar vid de meteorologiska stationerna i Helsingfors (I), Jockis (II), Luonetjärvi (III) och Sodankylä (IV). De uppmätta värdena har omräknats så att de i medeltal motsvarar hela zonen. Zongränserna har anpassats till länsgränserna.



Figur 1. Den regionala täckningen för väderleksuppgifterna, som använts vid beräkningarna

Tabell 1. Dimensionerande (T_u) och genomsnittliga (T) utetemperaturer inom de olika zonerna

Zon	Dimensionerande utetemperatur °C	Medeltemperatur °C
I	-26	+5
II	-29	+4
III	-32	+2
IV	-38	±0

Tabell 2. Graddagtal S(20) per månad inom olika klimatzoner

Månad	Graddagtal S(20)			
	Zon I	Zon II	Zon III	Zon IV
1	800	817	879	1045
2	757	770	829	943
3	696	714	749	854
4	536	551	583	684
5	310	325	346	471
6	155	171	175	248
7	109	131	127	169
8	148	175	192	265
9	315	334	366	430
10	434	512	555	670
11	587	606	657	846
12	730	749	820	975
År	5577	5855	6278	7600

Tabell 3. Solstrålningsenergin mot horisontalplanet (Q_{hor}) per månad inom olika klimatzoner

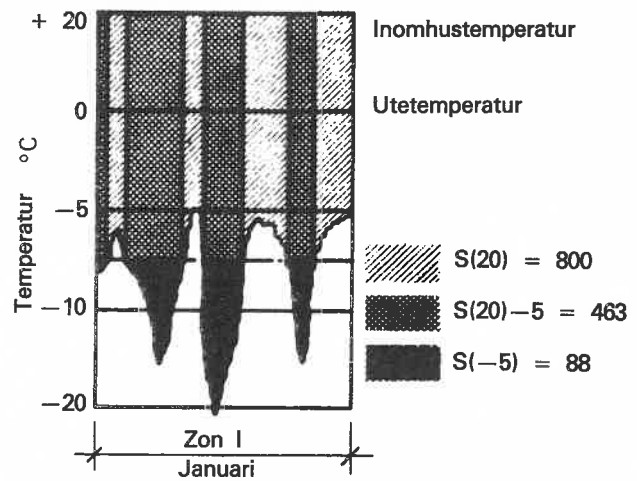
Månad	Solstrålningsenergin mot horisontalplanet kWh/m ² , mån			
	Zon I	Zon II	Zon III	Zon IV
1	9	7	7	2
2	24	23	23	14
3	70	72	72	57
4	109	109	108	106
5	156	152	141	144
6	178	177	169	157
7	166	162	155	149
8	121	117	112	96
9	71	71	63	52
10	31	28	26	19
11	8	7	7	3
12	4	4	3	0
År	947	929	886	799

När inomhustemperaturen i byggnad avviker från +20 °C, görs kalkylerna med till hjälp av tabellerna 4 a–d. Det månatliga graddagtal som skall användas i kalkylerna kan då avläsas i kolumnen under den önskade inomhustemperaturen.

När ventilationens luftflöde ändras, exempelvis halveras under köldperiod, skall beräkningarna av energiförbrukningen göras separat för fullt luftflöde och för halverat luftflöde. Graddagtalet ($S(20)$) för de perioder då utetemperaturer är lägre än någon viss temperatur erhålls med hjälp av tabellerna 5 a–d.

Exempel:

Om ventilationen halveras vid utetemperaturer -5°C , är inom zon 1 det graddagtal som motsvarar det halverade luftflödet i januari 463, i februari 473, i mars 230, i april förekommer ej längre temperaturer som är lägre än -5°C . Under dessa månader förekommer också perioder, då temperaturen överstiger -5°C . Ventilationen fungerar då med sitt nominella flöde. Det graddagtal som motsvarar denna funktionstid erhålls som skillnad mellan värdena i tabellerna 4 och 5. De graddagtal som motsvarar det nominella flödet är i detta exempel $800 - 463 = 337$ i januari, $757 - 473 = 284$ i februari, $696 - 230 = 466$ i mars och $536 - 0 = 536$ i april, då kallare perioder än -5°C ej längre förekom.



Figur 2. Det graddagtal $S(20)$ som framgår av tabell 2 eller 4 motsvarar hela ytan som ligger mellan inomhus och utetemperaturerna. Det graddagtal $S(20)$ som framgår av tabell 5 motsvarar hela ytan som ligger mellan inomhus- och utetemperaturerna till den del utetemperaturer är lägre än -5°C . Med tillhjälp av tabell 4 får man reda på hur stor den köldspets är som motsvarar utetemperaturer -5°C .

Tabell 4 a Graddagtal S(T) motsvarande vissa inomhustemperaturer inom klimatzon I

Månad	Inomhustemperatur (°C)										
	+25	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	956	800	645	490	335	188	88	35	10	1	0
2	898	757	616	475	334	196	98	40	12	2	0
3	851	696	541	386	231	90	30	6	0	0	0
4	686	536	386	236	93	7	0	0	0	0	0
5	465	310	163	53	5	0	0	0	0	0	0
6	300	155	46	3	0	0	0	0	0	0	0
7	258	109	15	0	0	0	0	0	0	0	0
8	301	148	32	1	0	0	0	0	0	0	0
9	465	315	167	54	6	0	0	0	0	0	0
10	649	494	339	186	63	8	0	0	0	0	0
11	734	587	437	287	141	46	10	1	0	0	0
12	885	730	575	420	265	134	61	27	11	4	1
År	448	5 637	3 962	2 591	1 473	669	287	109	33	7	1

Tabell 4 b Graddagtal S(T) motsvarande vissa inomhustemperaturer inom klimatzon II

Månad	Inomhustemperatur (°C)										
	+25	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	972	817	662	507	352	204	100	44	16	3	0
2	911	770	629	488	347	209	107	49	16	5	1
3	869	714	559	404	249	107	40	10	1	0	0
4	701	551	401	251	105	11	0	0	0	0	0
5	480	325	177	62	6	0	0	0	0	0	0
6	318	171	56	5	0	0	0	0	0	0	0
7	282	131	23	0	0	0	0	0	0	0	0
8	329	175	47	3	0	0	0	0	0	0	0
9	484	334	186	65	9	0	0	0	0	0	0
10	666	512	357	203	74	11	0	0	0	0	0
11	756	606	456	306	159	55	14	2	0	0	0
12	904	749	594	439	284	148	72	35	16	6	1
År	7 672	5 855	4 147	2 733	1 585	745	333	140	49	14	2

Tabell 4 c Graddagtal S(T) motsvarande vissa inomhustemperaturer inom klimatzon III

Månad	Inomhustemperatur (°C)										
	+25	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	1 034	879	724	569	414	263	144	69	27	7	1
2	970	829	688	547	406	267	156	82	36	12	2
3	904	749	594	439	284	140	61	22	4	0	0
4	733	583	433	283	135	24	1	0	0	0	0
5	500	346	196	79	12	0	0	0	0	0	0
6	320	175	61	8	0	0	0	0	0	0	0
7	278	127	25	0	0	0	0	0	0	0	0
8	346	192	58	5	0	0	0	0	0	0	0
9	516	366	216	86	16	0	0	0	0	0	0
10	710	555	400	246	106	22	1	0	0	0	0
11	807	657	507	357	208	84	25	5	0	0	0
12	975	820	665	510	355	209	115	59	28	12	3
År	8 093	6 278	4 567	3 129	1 936	1 009	503	237	95	31	6

Tabell 4 d Graddagtal S(T) motsvarande vissa inomhustemperaturer inom klimatzon IV

Månad	Inomhustemperatur (°C)										
	+25	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	1 200	1 045	890	735	580	425	286	179	104	52	19
2	1 084	943	802	661	520	381	254	153	80	34	11
3	1 009	854	699	544	389	237	123	61	25	7	3
4	834	684	534	384	234	99	23	3	0	0	0
5	626	471	316	169	55	4	0	0	0	0	0
6	395	248	119	32	2	0	0	0	0	0	0
7	319	169	52	7	0	0	0	0	0	0	0
8	420	265	119	23	0	0	0	0	0	0	0
9	580	430	281	137	36	1	0	0	0	0	0
10	825	670	515	360	207	84	26	6	0	0	0
11	996	846	696	546	397	252	144	74	35	13	3
12	1 130	975	820	665	510	356	234	148	85	45	19
År	9 418	7 600	5 843	4 263	2 930	1 839	1 090	624	329	151	55

Tabell 5 a Graddagtal S(20) T_u för perioder som är kallare än en viss utetemperatur inom klimatzon I

Månad	Utetemperatur (°C)									
	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	800	800	800	800	688	463	245	115	41	0
2	757	757	757	754	676	473	280	117	42	0
3	696	696	696	696	470	230	66	0	0	0
4	536	536	536	483	107	0	0	0	0	0
5	310	293	223	50	0	0	0	0	0	0
6	155	121	28	0	0	0	0	0	0	0
7	109	60	0	0	0	0	0	0	0	0
8	148	102	14	0	0	0	0	0	0	0
9	315	307	206	66	0	0	0	0	0	0
10	494	494	481	318	108	0	0	0	0	0
11	587	587	587	531	266	110	0	0	0	0
12	730	730	730	730	514	316	177	81	44	1
År	5 637	5 483	5 058	4 413	2 829	1 592	768	313	127	1

Tabell 5 b Graddagtal S(20) T_u för perioder som är kallare än en viss utetemperatur inom klimatzon II

Månad	Utetemperatur (°C)									
	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	817	817	817	817	724	500	284	156	43	0
2	770	770	770	770	709	507	319	156	45	1
3	714	714	714	714	507	265	130	1	0	0
4	551	551	551	510	151	0	0	0	0	0
5	325	312	242	66	0	0	0	0	0	0
6	171	141	45	0	0	0	0	0	0	0
7	131	88	0	0	0	0	0	0	0	0
8	175	137	23	0	0	0	0	0	0	0
9	334	331	235	84	0	0	0	0	0	0
10	512	512	503	359	131	0	0	0	0	0
11	606	606	606	564	315	139	32	0	0	0
12	749	749	749	749	568	322	185	121	46	46
År	5 855	5 728	5 255	4 633	3 105	1 733	950	434	134	47

Tabell 5 c Graddagtal $S(20)_{T_u}$ för perioder som är kallare än en viss utetemperatur inom klimatzon III

Månad	Utetemperatur (°C)									
	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	879	879	879	879	823	644	399	237	127	46
2	829	829	829	829	787	631	442	281	172	47
3	749	749	749	749	600	336	202	74	0	0
4	583	583	583	570	264	26	0	0	0	0
5	346	336	269	117	0	0	0	0	0	0
6	175	146	58	0	0	0	0	0	0	0
7	127	90	2	0	0	0	0	0	0	0
8	192	163	35	0	0	0	0	0	0	0
9	366	366	296	136	0	0	0	0	0	0
10	555	555	555	451	222	26	0	0	0	0
11	657	657	657	643	444	200	65	0	0	0
12	820	820	820	820	689	490	299	203	92	48
År	6 278	6 173	5 732	5 194	3 829	2 353	1 407	795	391	141

Tabell 5 d Graddagtal $S(20)_{T_u}$ för perioder som är kallare än en viss utetemperatur inom klimatzon IV

Månad	Utetemperatur (°C)									
	+20	+15	+10	+5	±0	-5	-10	-15	-20	-25
1	1 045	1 045	1 045	1 045	1 025	911	719	559	372	244
2	943	943	943	943	921	829	663	500	314	146
3	854	854	854	854	797	548	331	200	87	3
4	684	684	684	684	539	223	63	0	0	0
5	471	471	439	325	64	10	0	0	0	0
6	248	234	142	32	0	0	0	0	0	0
7	169	132	37	0	0	0	0	0	0	0
8	265	249	133	0	0	0	0	0	0	0
9	430	430	397	231	21	0	0	0	0	0
10	670	670	670	642	444	156	66	0	0	0
11	846	846	846	846	772	594	374	245	133	48
12	975	975	975	975	936	734	598	435	325	199
År	7 600	7 533	7 165	6 577	5 519	3 995	2 814	1 939	1 231	640

Denna publikation säljes av

**STATENS
TRYCKERICENTRAL**

Postförsäljning

PB 516
00101 HELSINGFORS 10
Vaxel (90) 539 011

Bokhandlar i Helsingfors

Annegatan 44
(i hörnet av S. Järnväg)
Vaxel (90) 17 341

Södra esplanaden 4
Tel. (90) 662 801

ISBN 951-859-625-5

Statens tryckericentral, Helsingfors 1984.