

## 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 ( $b\text{-m}^3$ , 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 värmväxlaren, °C  
 $T_2$  Tilluftens temperatur efter värmväxlaren, °C  
 $T_3$  Frånluftens temperatur före värmväxlaren, °C

### Graddagtal:

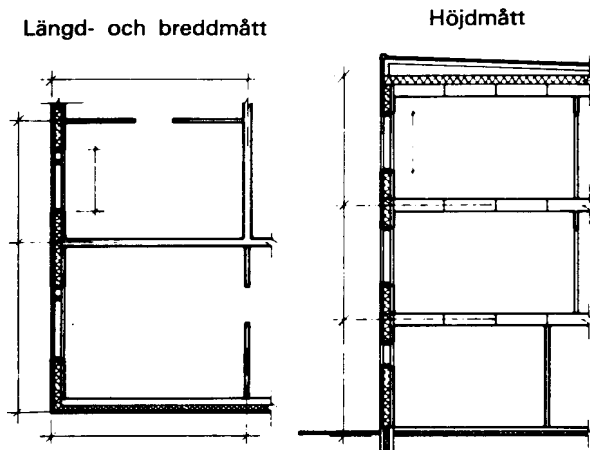
Graddagtal (S) i dessa beräkningsanvisningar har bestämts på följande sätt:

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

där  $T_s$  temperaturen inomhus, °C  
 $T_u$  temperaturen utomhus, dygnsmedelvärde, °C  
 $\Delta t$  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 undre golvytan till övre ytan av värmeisoleringskiktet på vindbjälklaget med subtraktion av förster- och dörröppningarnas ytor.

### Fönster och dörrar:

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

### 1.3 Beteckningar

|                         |   |                    |
|-------------------------|---|--------------------|
| A                       | Ifrågavarande byggnadsdels yta  | m <sup>2</sup>     |
| A <sub>f</sub>          | Fönstrens yta   | m <sup>2</sup>     |
| C <sub>pl</sub>         | Specifik värmekapacitet för luft  | kJ/kgK             |
| C <sub>pv</sub>         | Specifik värmekapacitet för vatten                                      | kJ/kgK             |
| C <sub>konstr</sub>     | Koefficient som beaktar fönsterkonstruktionen                           |                    |
| C <sub>skug</sub>       | Koefficient som beaktar beskuggning från omgivningen                    |                    |
| k                       | Värmegenomgångskoefficient (k-värde)                                    | W/m <sup>2</sup> K |
| n <sub>v</sub>          | Läckluftväxling, gånger i timmen  | 1/h                |
| Q                       | Uppvärmningsenergiebehovet  | kWh                |
| Q <sub>sol</sub>        | Solstrålningsenergi som tillförs byggnaden genom fönster                | kWh                |
| Q <sub>pers</sub>       | Av personer avgiven värmeenergi   | kWh                |
| Q <sub>vent</sub>       | Energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft                   | kWh                |
| Q <sub>trans</sub>      | Energi för transmission till uteluft                                    | kWh                |
| Q <sub>trans.mark</sub> | Energi för transmission till mark                                       | kWh                |
| Q <sub>våv</sub>        | Energi som återvinns och utnyttjas genom värmeåtervinningsaggregat      | kWh                |
| Q <sub>vv</sub>         | Energi för beredning av tappvarmvatten                                  | kWh                |
| Q <sub>vv nytta</sub>   | Värmeenergi som frigörs från tappvarmvatteninstallationer               | kWh                |
| Q <sub>i</sub>          | Energi som kan utvinnas ur inre värmekällor och solstrålning            | kWh                |
| Q <sub>el</sub>         | Energi som frigörs från belysning och elapparater                       | kWh                |
| Q <sub>läck</sub>       | Energi för uppvärmning av läckluft                                      | kWh                |
| q <sub>M</sub>          | Energi för transmission till mark per golvytenhet                       | kWh/m <sup>2</sup> |
| q <sub>hor</sub>        | Total solstrålningsenergi mot horisontell yta                           | kWh/m <sup>2</sup> |
| r                       | Koefficient som beaktar ventilationsanläggningens funktionstid per dygn |                    |
| S                       | Graddagtal för beräkningsperioden                                       | Kd                 |
| T <sub>kv</sub>         | Kallvattnets temperatur   | °C                 |
| T <sub>vv</sub>         | Varmvattnets temperatur   | °C                 |
| T <sub>i</sub>          | Inomhustemperatur   | °C                 |
| T <sub>u</sub>          | Utomhustemperatur   | °C                 |
| t                       | Ventilationsanläggningens relativa funktionstid i medeltal per dygn     | h/24 h             |
| t <sub>v</sub>          | Ventilationsanläggningens relativa funktionstid per vecka               | dygn/7 dygn        |
| V                       | Byggnadsvolym (RT 120.12)   | b-m <sup>3</sup>   |
| V <sub>vent</sub>       | Luftflöde för ventilation   | m <sup>3</sup> /s  |
| V <sub>vv dim</sub>     | Dimensioneringsflöde för tappvarmvatten                                 | m <sup>3</sup> /s  |
| V <sub>läck</sub>       | Läckluftflöde   | m <sup>3</sup> /s  |
| η                       | Värmealstringens verkningsgrad under beräkningsperioden                 |                    |
| η <sub>m</sub>          | Värmealstringens verkningsgrad i dimensioneringssituationen             |                    |

|                     |   |                   |
|---------------------|---|-------------------|
| $\eta_r$            | Ideal utvinningsgrad för inre värmekällor   |                   |
| $\eta_i$            | Koefficient som beaktar reglersystemets inverkan på utvinningsgraden för inre värmekällor |                   |
| $\rho_l$            | Luftens densitet  | kg/m <sup>3</sup> |
| $\rho_v$            | Vattnets densitet   | kg/m <sup>3</sup> |
| $\phi$              | Värmeeffektbehov  | kW                |
| $\phi_{vent}$       | Effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft                                     | kW                |
| $\phi_{vent.väv}$   | Effekt som med värmeåtervinningsaggregat kan utvinna ur frånluft                          | kW                |
| $\phi_{trans}$      | Värmeeffektbehov för transmission till uteluft  | kW                |
| $\phi_{trans.mark}$ | Värmeeffektbehov för transmission till marken   | kW                |
| $\phi_{vv}$         | Effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten   | kW                |
| $\phi_{läck.vent}$  | Effekt som behövs för uppvärmning av läckluft   | kW                |
| $\tau$              | Solvärmeinläckning genom fönster  |                   |
| $\epsilon$          | 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 ouppvärmad, 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 ifrågavarande 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.

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

|                     |   |
|---------------------|---|
| där $\phi$          | värmeeffektbehov, kW  |
| $\phi_{trans}$      | värmeeffektbehov för transmission till uteluft eller till angränsande utrymmen med annan temperatur, kW |
| $\phi_{trans.mark}$ | värmeeffektbehov för transmission till marken, kW   |
| $\phi_{vent}$       | effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kW   |
| $\phi_{läck.vent}$  | effekt som behövs för uppvärmning av läckluft, kW   |
| $\phi_{vv}$         | effekt som behövs för beredning av tappvarmvatten, kW   |
| $\eta_m$            | 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 $\phi_{trans}$ | transmission, W  |
| $k$                | resp. byggnadsdels värmeegenomgångskoefficient, W/m <sup>2</sup> K |
| $A$                | resp. byggnadsdels yta, m <sup>2</sup>                             |
| $T_i$              | temperatur inomhus, °C   |
| $T_u$              | temperatur utomhus, °C   |

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

Utetemperaturer 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 värmeegenomgångskoefficient minskas med 20 %.

### 2.3 Värmeeffektbehov för transmission till mark

Transmissionseffekten till marken kan beräknas enligt formel (2). Som värmeegenomgångskoefficient används då de i enlighet med ByggsBS 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 värmeegenomgångskoefficienten i bottenbjälklagets värmeisoleringskikt är högst 1 W/m<sup>2</sup>K.

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

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

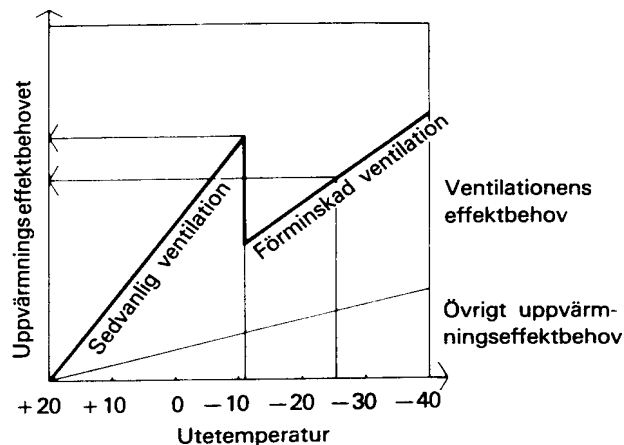
### 2.4 Effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft

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

$$\dot{Q}_{\text{vent}} = \rho_l c_{pl} V_{\text{vent}} (T_i - T_u) - \dot{Q}_{\text{vent.väv}} \quad (3)$$

där  $\dot{Q}_{\text{vent}}$  effekt som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kW  
 $\rho_l$  luftens densitet 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
 $c_{pl}$  specifik värmekapacitet för luft, 1,0 kJ/kgK  
 $V_{\text{vent}}$  luftflöde för ventilation, m<sup>3</sup>/s  
 $\dot{Q}_{\text{vent.väv}}$  effekt som med värmeåtervinningsaggregat kan utvinna ur frånluft, kW

Om luftflödet minskas vid sträng köld (se ByggsBS 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 utetemperatur, 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 frånluftflöde.

Effekt som med värmeåtervinningsaggregat kan utvinna 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).

$$\dot{Q}_{\text{läck.vent}} = \rho_l \cdot c_{pl} \cdot V_{\text{läck}} (T_i - T_u) \quad (4)$$

där  $\dot{Q}_{\text{läck.vent}}$  effekt som behövs för uppvärmning av läckluft, kW  
 $\rho_l$  luftens densitet, 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
 $c_{pl}$  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,  $\text{m}^3$  (RT 120.12)  
 3600 koefficient för enhetsväxling till  $\text{m}^3/\text{s}$

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.

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

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

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

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  
 $Q_{\text{trans}}$  energi för transmission till uteluft, kWh  
 $Q_{\text{trans.mark}}$  energi för transmission till mark, kWh  
 $Q_{\text{vent}}$  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 utvinnas ur inre värmekällor och solstrålning, kWh  
 $\eta$  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:

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

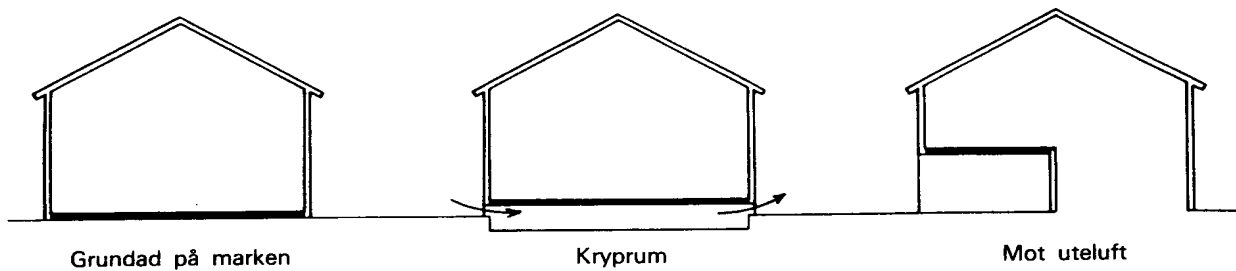
där  
 $Q_{\text{trans}}$  energi för transmission till uteluft, kWh  
 $k$  respektive byggnadsdels värmegenomgångskoefficient,  $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$   
 $A$  respektive byggnadsdels yta,  $\text{m}^2$   
 $S$  graddagtal på orten för beräkningsperioden, Kd  
 24 koefficient, som förvandlar 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/m<sup>2</sup>)

| 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 på inomhustemperatur beroende energi för transmission till mark per ytenhet i enlighet med tabell 2, kWh/m<sup>2</sup>, period

$A$  den del av golv- eller väggytan som inverkar på förlusternas storlek, m<sup>2</sup> (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:

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

där

$Q_{\text{vent}}$  energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kWh

$\rho_l$  luftens densitet, 1,2 kg/m<sup>3</sup>

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

$V_{\text{vent}}$  luftflöde för ventilation, m<sup>3</sup>/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

$Q_{\text{vāv}}$  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 driftsförhållandena och enligt principerna i Byggsdel 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).

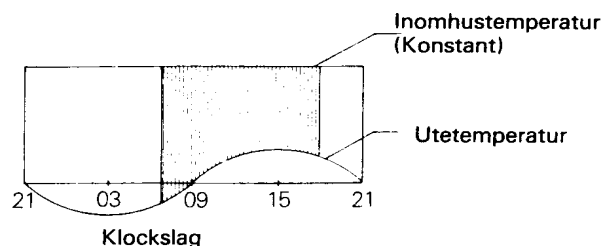
I anläggningar för fläktventilation väljs den relativa funktionstiden  $t$  enligt den verkliga driften. Veckoslut och andra driftsstop beaktas med koefficienten  $t_v$ . Exempelvis i kontor, som används endast fem dygn i veckan, får  $t_v$  värdet 5/7.

Vid hård köld är det möjligt att använda förminskade luftflöden i ventilationsanläggningarna. Ventilationens energibehov skall då beräknas skilt för sig utgående från de verkliga driftsförhållandena 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 med 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) |      |      |      |      |      |
|-------|------------------------|------|------|------|------|------|
|       | +25                    | +20  | +15  | +10  | +5   | ±0   |
| 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, förorsakad 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

$\rho_l$  luftens densitet, 1,2 kg/m<sup>3</sup>

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

$n_v$  läckluftsväxling, gånder i timme, 1/h

$V$  byggnadsvolym, b—m<sup>3</sup> (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      | $Q_{vv}$ , kWh/b-m <sup>3</sup> /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:

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

där

$Q_i$  energi som utvinns ur inre värmekällor och solstrålning, kWh

$\eta_i$  koefficient som beaktar reglersystemets inverkan på utvinningsgraden för inre värmekällor

$\eta_r$  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

$Q_{vv \text{ nytta}}$  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 ( $\eta_s$ ) 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  $\eta_i$

| Uppvärmnings-/Reglersystem  | $\eta_i$ |
|---|----------|
| 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  $\eta_r$  vari de inre energikällorna utnyttjas beror på belastningens relativa storlek.

Vid beräkning per månad erhålls  $\eta_r$  på följande sätt:

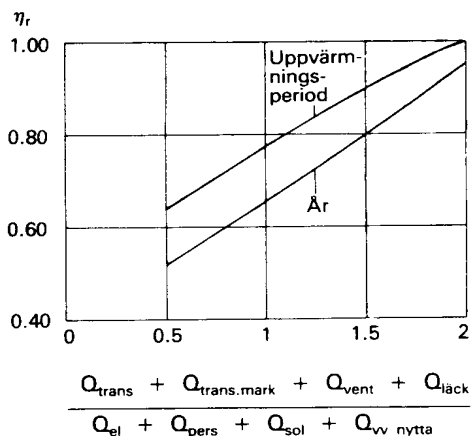
$$\eta_r = \frac{Q_{trans} + Q_{trans,mark} + Q_{vent} + Q_{läck}}{Q_{el} + Q_{pers} + Q_{sol} + Q_{vv\ nytta}} \quad (13)$$

där

- $\eta_r$  ideal utvinningsgrad för inre värmekällor
- $Q_{trans}$  energi för transmission till uteluft, kWh
- $Q_{trans,mark}$  energi för transmission till mark, kWh
- $Q_{vent}$  energi som behövs för uppvärmning av ventilationsluft, kWh
- $Q_{läck}$  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
- $Q_{vv\ nytta}$  värmeenergi som frigörs från tappvarmvatteninstallationer, kWh

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

Vid beräkning per uppvärmningsperiod och per helt år erhålls  $\eta_r$  ur figur 4.



**Figur 4.** Ideal utvinningsgrad för inre värmekällor,  $\eta_r$

### 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 <sup>3</sup> , månad |
|------------------|---|
| Bostadssmåhus    | 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  $Q_{vv\ nytta} = 0,3 \cdot Q_{vv}$ .

### 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 effekten 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 <sup>3</sup> /månad |
|--|--|
| Bostadssmåhus                                  | 0,5                                    |
| Bostadshöghus                                  |  |
| – låg utrustningsstandard                      | 0,6                                    |
| – hög utrustningsstandard                      | 0,8                                    |
| Kontorsbyggnad                                 |  |
| – låg belysningsstandard                       | 0,7                                    |
| – hög belysningsstandard > 25 W/m <sup>2</sup> | 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:

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

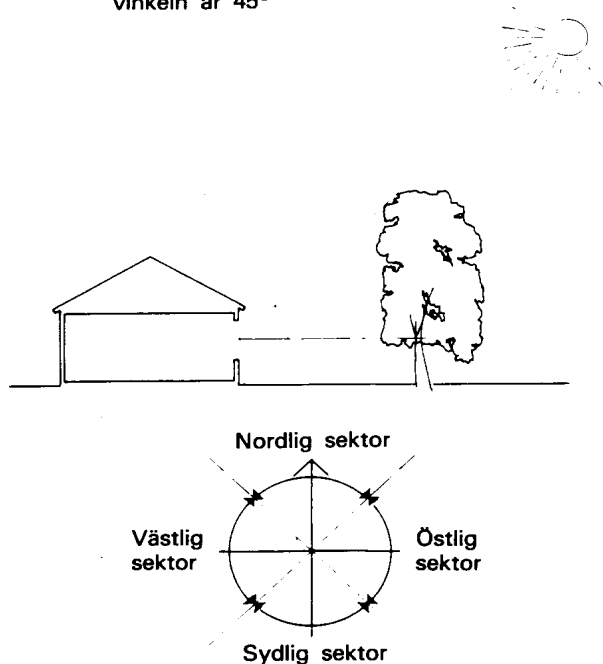
där

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

|              |   |
|--------------|---|
| $C_{konstr}$ | koefficient som beaktar fönsterkonstruktionen                     |
| $\tau$       | solvärmeinläckning genom fönster                                  |
| $Q_{hor}$    | total solstrålningsenergi mot horisontell yta, kWh/m <sup>2</sup> |
| $A_f$        | fönstrets yta per fasad, m <sup>2</sup>                           |

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 används som koefficient  $C_{konstr}$ .

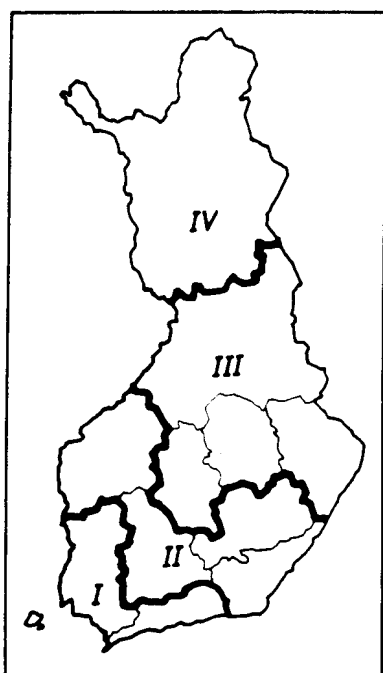
**Tabell 10.** Fönsters energitekniska solvärmeinläckning,  $\tau$ , med vilken solstrålningsenergin mot horisontell yta omräknas till energi som tillförs genom fönster

| 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 planeringsskedet 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

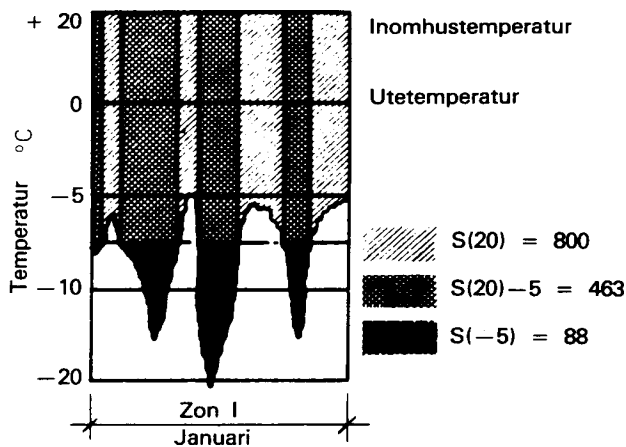
| Månad | Solstrålningsenergin mot horisontalplanet kWh/m <sup>2</sup> , mån |        |         |        |
|-------|--|--------|---------|--------|
|       | Zon I  | Zon II | Zon III | Zon IV |
| 1     | 9  | 7      | 7       | 2      |
| 2     | 24   | 23     | 23      | 14     |
| 3     | 70   | 72     | 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 utetemperaturen  $-5^{\circ}\text{C}$ , är inom zon I 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  $-5^{\circ}\text{C}$ . Under dessa månader förekommer också perioder, då temperaturen överstiger  $-5^{\circ}\text{C}$ . Ventilationsfunktionen 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  $-5^{\circ}\text{C}$  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 utetemperaturen är lägre än  $-5^{\circ}\text{C}$ . Med tillhjälp av tabell 4 får man reda på hur stor den köldspets är som motsvarar utetemperaturen  $-5^{\circ}\text{C}$ .

**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 |