



SLOVENSKÁ INOVAČNÁ A ENERGETICKÁ AGENTÚRA

ENERGETICKÁ EFEKTÍVNOSŤ A VYUŽÍVANIE OZE PODĽA  
TECHNICKÝCH NORIEM

24 – 25.9.2012 JASNÁ



SLOVENSKÁ TECHNICKÁ  
UNIVERZITA V BRATISLAVE  
STAVEBNÁ FAKULTA

## Solárne tepelné systémy

**STN EN 15316-4-3 - Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu  
energetických požiadaviek systému a účinnosti systému.**

*Časť 4-3: Systémy výroby tepla, solárne tepelné systémy*

**Ing. Lukáš Skalík**  
**doc. Ing. Otília Lulkovičová, PhD.**

# OBSAH

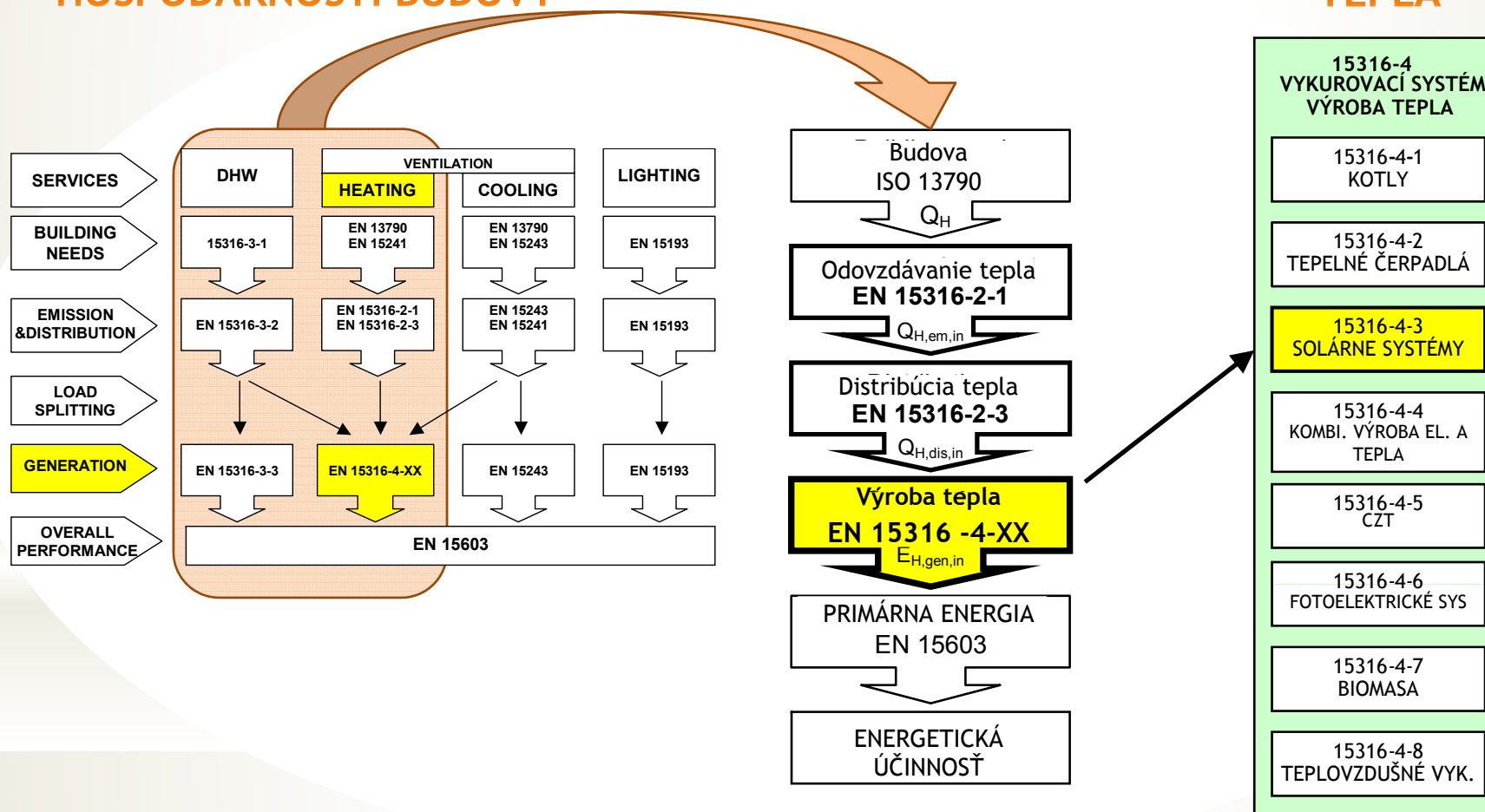
1. ÚVOD - SÚBOR NORIEM O EHB
2. LEGISLATÍVA
3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV
  - 3.1 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „A“
  - 3.2 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „B“
4. VÝPOČET ÚSPOR PRE solárne tepelné systémy
5. EKONOMICKÉ HODNOTENIE ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV NA BÁZE OZE

# 1. ÚVOD - SÚBOR NORIEM O EHB

VÝPOČET ENERGETICKEJ  
HOSPODÁRNOSTI BUDOVY

VYKUROVACÍ SYSTÉM

SYSTEMY VÝROBY  
TEPLA



## 2. LEGISLATÍVA

### Európska legislatíva o energetickej hospodárnosti budov:

- Smernica č.2010/31/EÚ Európskeho parlamentu a rady z 19. Mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov (EHB), ktorá mení a dopĺňa smernicu č. 2002/91/ES so zámerom zlepšenia EHB, berúc do úvahy vonkajšie klimatické a miestne podmienky, ako aj požiadavky na vnútorné prostredie a nákladovú efektívnosť a objasniť niektoré uznesenia smernice.
- Smernica č. 2008/0223 (COD) Európskeho parlamentu a Rady z 13. Novembra 2008 o energetickej hospodárnosti budov

### Slovenská legislatíva o energetickej hospodárnosti budov:

- Zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- Vyhláška MVaRR č.311/2009 z 13. Júla 2009, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o výpočte energetickej hospodárnosti budov
- Program vyššieho využitia biomasy a solárnej energie v domácnostiach, Program Ministerstva hospodárstva SR vytvorený na základe uznesenia vlády SR č. 383/2007 k návrhu Stratégie vyššieho využitia obnoviteľných zdrojov energie v SR

## 2. LEGISLATÍVA

Predmetom energetickej certifikácie budov podľa zákona č. 555/2005 Z.z. a Vyhlášky č.311/2009 Z.z. o EHB je výpočet EHB vrátane všetkých systémov výroby a distribúcie tepelnej energie a zakladá sa na *projektovom, normalizovanom alebo prevádzkovom* hodnotení

- Výsledkom *projektového hodnotenia* je určenie potreby energie v budove vyrátaním podľa projektovej dokumentácie
- Výsledkom *normalizovaného hodnotenia* je určenie potreby energie s použitím vypočítaných hodnôt na vykurovanie a prípravu teplej vody
- Výsledkom *prevádzkového hodnotenia* je s použitím nameraných hodnôt určenie skutočnej spotreby energie pre dané odberné miesta spotreby v budove

### 3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

Norma rozlišuje dva druhy systémov, ktoré zabezpečujú dodávku energie na:

- vykurovanie budovy, kde energetické požiadavky budovy závisia od:
  - požadovanej celkovej tepelnej záťaže vykurovaného objektu, ktorá sa určí podľa EN ISO 13790
  - spôsobe odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru, ktorá sa určí podľa EN 15316-2-1
  - spôsobe odovzdávania a distribúcie tepla do vykurovacej sústavy vo vykurovanom priestore, ktorý sa stanoví podľa EN 15316-2-3
- prípravu teplej vody, kde požiadavky sú závislé na:
  - požadovanej potrebe tepla na prípravu teplej vody v budove, ktorá sa vypočíta podľa EN 15316-3-1
  - spôsobe odovzdávania a distribúcií tepla do odberných miest spotreby v súlade s EN 15316-3-2

### 3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

**Aplikácia solárneho tepelného systému ovplyvňuje energetickú hospodárnosť budovy predovšetkým týmito skutočnosťami:**

- tepelný výkon STS zabezpečuje dodávku tepla do distribučného systému (pre vykurovanie a/alebo pre ohrev TV) čím redukuje potrebu energie pre budovu, ktorá sa inak zabezpečovala konvenčným zdrojom tepla;
- využiteľné množstvo tepelnej energie z STS použitého pre vykurovanie znižuje spotrebu tepla budovy pre vykurovanie;
- elektrická energia dodaná do STS zvyšuje spotrebu elektrickej energie budovy;
- zníženie prevádzkovej doby konvenčného zdroja tepla. V niektorých prípadoch špičkový zdroj tepla je možné v letnom období vypnúť, čím sa znížia pohotovostné tepelné straty a spotreba elektrickej energie.



### 3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

**Produkcia tepelnej energie - výkon solárneho tepelného systému je určený nasledovnými podmienkami:**

- charakteristiky jednotlivých prvkov systému podľa technických noriem. Ukazovatele účinnosti systému (solárny podiel, ročná prídavná energia od čerpadiel), alebo parametre kolektora (plocha kolektora, účinnosť kolektora, súčinitele prechodu tepla);
- parametrami zásobníka (typ zásobníka, veľkosť);
- tepelnými stratami kolektorového okruhu a tepelnými stratami distribúciou medzi kolektormi a zásobníkom (dĺžka, izolácia, účinnosť);
- meraním a druhom regulácie (regulácia teploty, hmotnostného prietoku, tlaku, atď);
- klimatickými podmienkami (intenzita slnečného žiarenia, teplota vonkajšieho vzduchu);
- prídavnou energiou na pohon čerpadiel kolektorového okruhu a reguláciu;
- potrebou tepla na distribučný systém (vykurovanie, ohrev TV, ohrev bazénovej vody);



### 3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

Na základe týchto údajov sú vypočítané v rámci STS nasledujúce výstupné údaje:

- teplo dodané solárnym tepelným systémom;
- tepelné straty solárneho zásobníka;
- prídavná energia na čerpadlá a reguláciu v kolektorovom okruhu;
- spätne získateľná a spätne získaná prídavná energia;
- spätne získateľné a spätne získané tepelné straty solárneho zásobníka;

### 3. METODIKA HODNOTENIA STS

#### Tepelné toky STS na ohrev teplej vody:

$E_{sol,in}$  – celková primárna energia (kWh,J)

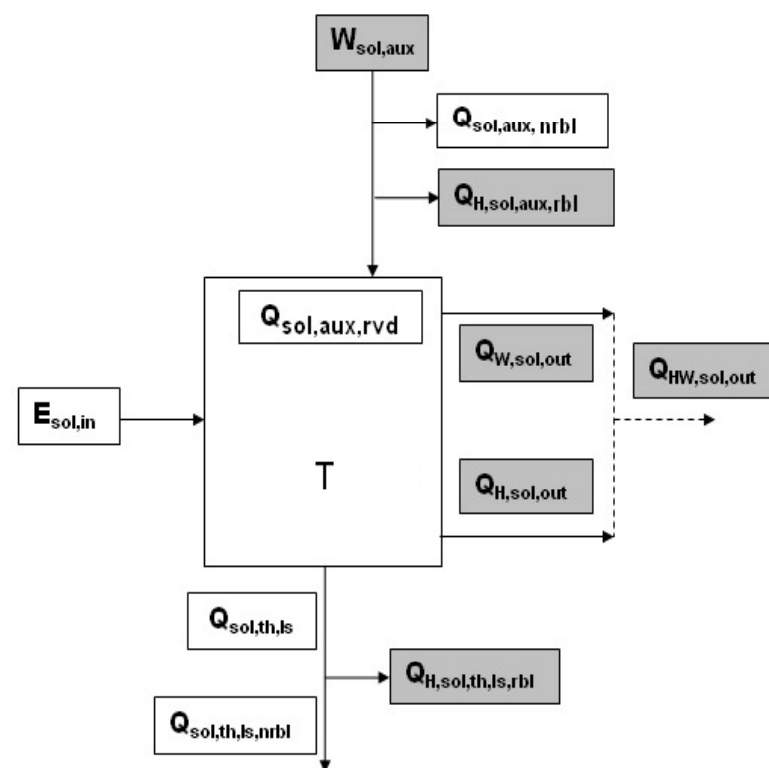
$Q_{sol,aux,rvd}$  – vlastná solárna energia získaná z kolektorovej plochy

$Q_{HW,sol,out}$  – celkové teplo dodané STS do distribučného systému(V+TV)

$Q_{sol,th,ls}$  – celkové tepelné straty STS

$W_{sol,aux}$  – celková prídavná energia pre pohon čerpadiel a regulácie

$T$  – celková kolektorová plocha

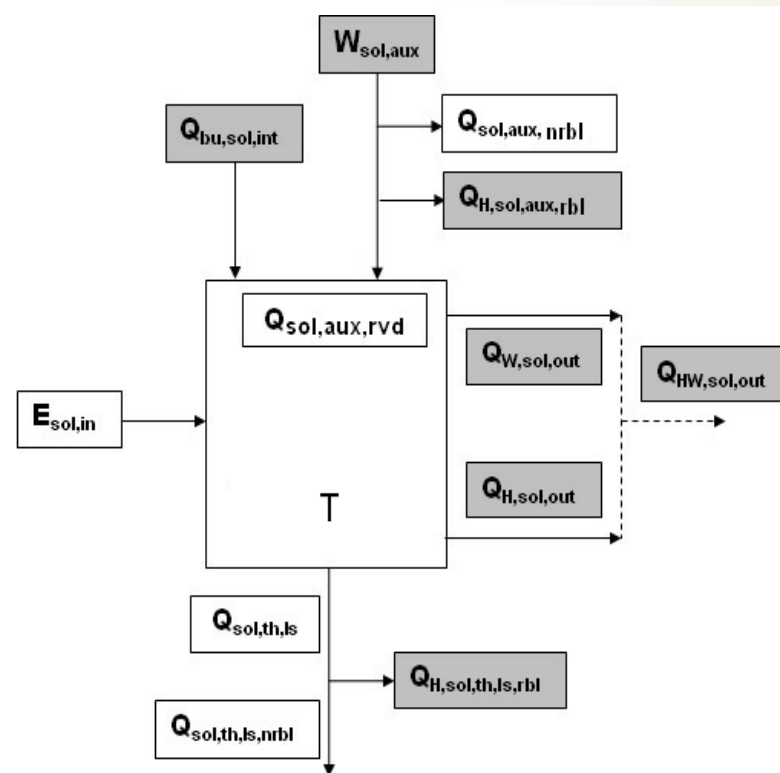


Obr. 1 Schéma pre výpočet energetických tokov STS na ohrev teplej vody - monovalentný systém (vyhrievací systém) podľa EN 15316-4-3

### 3. METODIKA HODNOTENIA STS

#### Tepelné toky STS na ohrev teplej vody a podporu vykurovania:

- $E_{sol,in}$  - celková primárna energia (kWh,J)
- $Q_{sol,aux,rvd}$  - vlastná solárna energia získaná z kolektorovej plochy
- $Q_{HW,sol,out}$  - celkové teplo dodané STS do distribučného systému(V+TV)
- $Q_{sol,th,ls}$  - celkové tepelné straty STS
- $W_{sol,aux}$  - celková pomocná energia pre pohon čerpadiel a regulácie
- $T$  - celková kolektorová plocha
- $Q_{bu,sol,int}$  - doplnková energia STS, dodaná iným zdrojom (kotlom ústredného vykurovania)



Obr. 2 Schéma pre výpočet energetických tokov STS na ohrev teplej vody a vody pre nízkotepelnú vykurovaciu sústavu - bivalentný systém (predhrievací systém) podľa EN 15316-4-3

### 3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

Cieľom výpočtu je určiť ročný tepelný výkon STS. To môže byť vykonané jedným z týchto dvoch rôznych spôsobov:

- pomocou ročných údajov za obdobie prevádzky systému a následnými výpočtami pomocou priemerných ročných hodnôt;
- rozdelením roka do niekoľkých výpočtových období (napr. mesiace, prevádzkové obdobia podľa EN ISO 13790) a následnými výpočtami pre každé obdobie použitím hodnôt pre príslušné obdobie a sčítaním výsledkov pre všetky obdobia v priebehu roka.

### 3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

Metódy výpočtu účinnosti a tepelných strát Tepelných Solárnych Systémov (STS) môže byť vykonaný dvomi metódami podľa dostupných technických údajov o STS

#### metóda „A“

- využíva vstupné hodnoty celého systému dané štandardmi z technických noriem, alebo zo simulačných a testovacích hodnotení získaných z praxe

#### metóda „B“

- hodnoty a technické údaje z jednotlivých komponentov systému - udávajú výrobcovia, používa sa pre hodnotenie efektívnosti jednotlivých prvkov a zariadení solárneho systému.

### 3. METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV

Obidve metódy vyžadujú údaje o klimatických pomeroch danej lokality ako sú:

- ☐ intenzita slnečného žiarenia v jednotlivých mesiacoch roka ( $\text{W/m}^2$ ),
- ☐ priemerná teplota vzduchu v čase slnečného svitu ( $^{\circ}\text{C}$ ),
- ☐ množstvo slnečného žiarenia dopadajúceho na oslnenú plochu orientovanú na juh za deň alebo mesiac ( $\text{kWh/m}^2$ )
- ☐ uhol sklonu kolektorovej plochy ( $^{\circ}$ )
- ☐ dobu prevádzky v jednotlivých mesiacoch (hod),
- ☐ stupeň znečistenia atmosféry

## 3.1 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „A“

**Táto metóda výpočtu sa skladá z nasledujúcich krokov:**

- Použitie hodnôt účinnosti z protokolu o skúške podľa EN 12976-2;
- Stanoviť solárny výkon;
- Stanoviť prídavnú spotrebu príslušenstva solárneho tepelného systému;
- Vypočítať straty solárneho tepelného systému:
  - stanovenie straty solárneho zásobníka;
  - stanovenie tepelnej straty distribúciou medzi solárnymi kolektormi a doplnkovým zdrojom tepla;
- Vypočítať využiteľné tepelné straty solárneho tepelného systému:
  - stanovenie využiteľnej prídavnej spotreby;
  - stanovenie využiteľnej tepelnej straty solárneho zásobníka;
  - stanovenie využiteľnej tepelnej straty distribúciou medzi solárnym tepelným systémom a doplnkovým zdrojom tepla.

Táto metóda je zatiaľ platná len pre systémy na ohrev TV dodávajúce iba teplú vodu a ktoré boli testované podľa EN 12976-2.



## 3.1 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „A“

Celkové množstvo tepla potrebné na ohrev teplej vody vychádza z porovnávania teoretického množstva požadovanej potreby energie v jednotlivých mesiacoch, teda sa určí **priemerná potreba tepla** distribučného systému, ktorá je východným parametrom pre určenie tepelnej energie zo solárneho termálneho systému.

**Teoretický tepelná energia zo solárneho systému** sa určí podľa vzťahu:

$$Q_{\text{sol,out,an}} = f_{\text{sol}} * Q_{\text{sol,us,an}} \quad (\text{kWh, J})$$

kde:

- $f_{\text{sol}}$  - korekčný faktor podielu teoretickej a skutočnej potreby tepla na ohrev vody v priebehu roka, stanovuje sa interpoláciou z protokolu o skúške (%),
- $Q_{\text{sol,us,an}}$  - skutočná ročná potreba tepla na ohrev teplej vody v systéme (kWh, MJ).

## 3.1 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „A“

**Tepelný energetický zisk kolektorovej plochy** je určený klimatickými údajmi danej lokality a dĺžkou prevádzky systému v priebehu roka

**Mesačný tepelný energetický zisk** je vypočítaný proporcionálne vzhľadom na intenzitu slnečného žiarenia v priebehu roka a doby prevádzky systému:

$$Q_{\text{sol,out,m}} = (I_{\text{month}} * t_{\text{month}}) / (I_{\text{annual}} * t_{\text{annual}}) * Q_{\text{sol,out,an}} \quad (\text{kWh,J})$$

kde:

- |                     |                                                                                          |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| $I_{\text{month}}$  | - je priemerná intenzita slnečného žiarenia počas odbobia využívania ( $\text{W/m}^2$ ), |
| $t_{\text{month}}$  | - dĺžka mesiaca, (28 dní=672 hod., 30 dní=720 hod., 31 dní=744 hod.),                    |
| $I_{\text{annual}}$ | - priemerná intenzita slnečného žiarenia počas roka ( $\text{W/m}^2$ ),                  |
| $t_{\text{annual}}$ | - dĺžka roka (hod.), (1 rok=8760 hodín).                                                 |

## 3.1 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „A“

**Ročný energetický zisk solárneho systému**

Podiel solárneho systému na pokrytie potreby tepla na ohrev TV a jeho skutočný tepelný energetický zisk je závislý od aktuálnej potreby tepla:

$$Q_{\text{sol,out,an}} = Q_{\text{sol,us,an}} - Q_{\text{bu,sol,int}} \quad (\text{kWh, J})$$

kde:

$Q_{\text{sol,us,an}}$  - skutočná ročná potreba tepla na ohrev teplej vody v systéme (kWh, MJ).

$Q_{\text{bu,sol,int}}$  - potrebná doplnková energia dodaná iným zdrojom (kWh)

## 3.1 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „A“

Vlastná spotreba energie na pohon čerpadiel a MaR:

$$W_{\text{sol,aux}} = Q_{\text{par}} / 3,6 \quad (\text{kWh})$$

kde:

$Q_{\text{par,i}}$  - ročná prídavná energetická spotreba čerpadiel a MaR určená interpoláciou (kWh)

## 3.2 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „B“

Výpočet na základe funkčného diagramu - metóda F-Chart

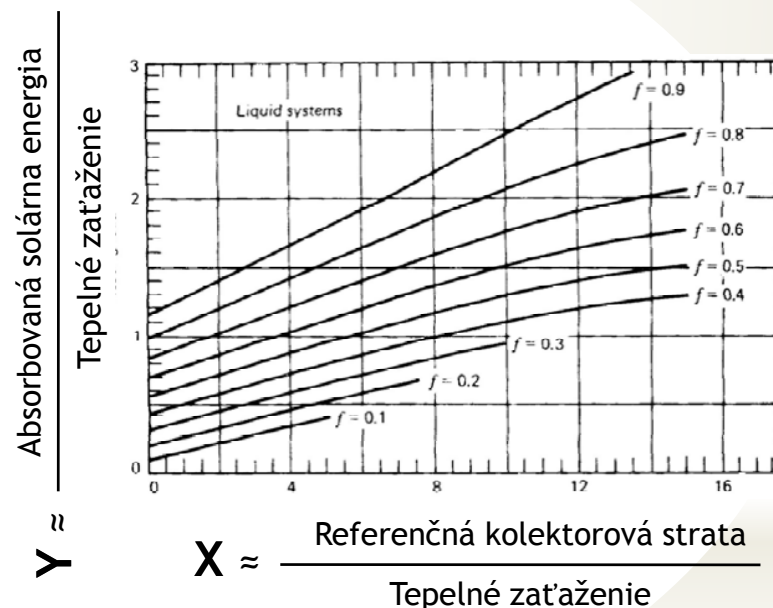
$$f = \frac{Q_{sol,out,m}}{Q_{sol,us,m}} = \frac{\text{Výkon STS}}{\text{Tepelné zaťaženie}} \quad [-]$$

$$Q_{sol,out,m} = (aY + bX + cY^2 + dX^2 + eY^3 + fX^3) \cdot Q_{sol,us,m} \quad [\text{kWh}]$$

$$f = \frac{Q_{sol,out,m}}{Q_{sol,us,m}} = aY + bX + cY^2 + dX^2 + eY^3 + fX^3 \quad [-]$$

$$Q_{sol,us,m} \geq Q_{sol,out,m} \geq 0$$

$$\text{Tepelný príkon} \geq \text{Výkon STS} \geq 0$$



**f** - nový korekčný faktor - hodnota definovaná v prílohe normy B.1. [-]

## 3.2 METODIKA HODNOTENIA TEPELNÝCH SOLÁRNYCH SYSTÉMOV - METÓDA „B“

Skutočný tepelný energetický zisk solárneho termálneho systému  $Q_{sol,out,m}$  je nutné vypočítať pre jednotlivé mesiace na základe korelačných koeficientov  $a, b, c, d, e$  podľa tab. 1 a výpočtových faktorov  $X$  a  $Y$  vzhľadom na spôsob ohrevu vody.

Tab. B.1 Korelačné výpočtové faktory pre STS podľa spôsobu ohrevu TV/Príloha B.1/

| Korelačné faktory      | a     | b      | c      | d      | e      | $f_c$ |
|------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Zásobníkový ohrev vody | 1,029 | -0,065 | -0,245 | 0,0018 | 0,0215 | 0     |
| Priamy ohrev vody      | 0,863 | -0,147 | -0,263 | 0,008  | 0,029  | 0,025 |

# METODIKA HODNOTENIA STS - METÓDA „B“

Výpočtové faktory X a Y sú závislé na veľkosti kolektorovej plochy, druhu kolektora, konštrukčného a materiálového riešenia jednotlivých vrstiev kolektorov, a od typu absorpčnej a izolačnej vrstvy, ktoré sú definované celkovým súčiniteľom prechodu tepla a na počte hodín prevádzky v danom mesiaci.

$$X = \frac{\text{Referenčná kolektorová strata} \cdot A \cdot U_{\text{loop}} \cdot \eta_{\text{loop}} \cdot \Delta\Theta \cdot f_{\text{st}} \cdot t_m}{\text{Tepelné zaťaženie} \cdot (Q_{\text{sol,us,m}} \cdot 1\,000)} \quad (-) \text{ [rov. 12]}$$

$$Y = \frac{\text{Absorbovaná solárna energia} \cdot A \cdot \text{IAM} \cdot \eta_0 \cdot \eta_{\text{loop}} \cdot I_m \cdot t_m}{\text{Tepelné zaťaženie} \cdot (Q_{\text{sol,us,m}} \cdot 1\,000)} \quad (-) \text{ [rov. 15]}$$

|                       |   |                                                                                                         |                         |
|-----------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| A                     | - | apertúrna plocha kolektora podľa EN 12975-2                                                             | (m <sup>2</sup> )       |
| U <sub>loop</sub>     | - | súčiniteľ prechodu tepla kolektorového okruhu (kolektor a potrubia)                                     | (W/(m <sup>2</sup> .K)) |
| η <sub>loop</sub>     | - | účinnosť kolektorového okruhu so zohľadnením vplyvu výmenníka tepla                                     | (-)                     |
| η <sub>0</sub>        | - | účinnosť kolektora pri nulovej strate                                                                   | (-)                     |
| ΔΘ                    | - | teplotný rozdiel                                                                                        | (K)                     |
| f <sub>st</sub>       | - | korekčný faktor objemu zásobníka vody                                                                   | (-)                     |
| t <sub>m</sub>        | - | počet hodín v mesiaci                                                                                   | (hod)                   |
| Q <sub>sol,us,m</sub> | - | skutočná mesačná potreba tepla, tepelný príkon STS                                                      | (kWh)                   |
| IAM                   | - | modifikátor uhla dopadu na kolektor = K <sub>50</sub> (τα)                                              | (-)                     |
| I <sub>m</sub>        | - | priemerná hodinová intenzita slnečného žiarenia na kolektorovej ploche v posudzovanom období - Tab. B.3 | (W/m <sup>2</sup> )     |

## 3.2 METODIKA HODNOTENIA STS - METÓDA „B“

### Výpočet faktoru X

$$U_{\text{loop}} = a_1 + a_2 \cdot 40 + U_{\text{loop,p}} / A \quad (\text{W/m}^2/\text{K})$$

$$U_l = \frac{\pi}{\frac{1}{2 \cdot \lambda_{\text{pipe}}} \cdot \ln\left(\frac{d_{\text{ext,pipe}}}{d_{\text{int,pipe}}}\right) + \frac{1}{2 \cdot \lambda_{\text{insu}}} \cdot \ln\left(\frac{d_e}{d_{\text{ext,pipe}}}\right) + \frac{1}{\alpha \cdot d_e}} \quad (\text{W/m/K})$$

$$U_{\text{loop,p}} = U_l \cdot L \quad (\text{W/K})$$

- |                     |   |                                                                                                                   |
|---------------------|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $a_1$               | - | súčiniteľ tepelných strát solárneho kolektora vzťahnutý na apertúrnú plochu podľa EN 12975-2                      |
| $a_2$               | - | teplotná závislosť koeficientu tepelnej straty solárneho kolektora vzťahnutá na apertúrnú plochu podľa EN 12975-2 |
| $U_{\text{loop,p}}$ | - | celkový súčiniteľ tepelnej straty všetkých potrubných rozvodov kolektorového okruhu                               |
| $L$                 | - | dĺžka všetkých potrubných rozvodov kolektorového okruhu                                                           |



## 3.2 METODIKA HODNOTENIA STS - METÓDA „B“

### Výpočet faktoru X

$$\Delta\Theta = \theta_{\text{ref}} - \theta_{\text{e,avg}} \quad (\text{K})$$

$$\theta_{\text{ref}} = 11.6 + 1.18\theta_w + 3.86\theta_{\text{cw}} - 1.32\theta_{\text{e,avg}} \quad (^\circ\text{C})$$

- $\theta_{\text{ref}}$  - referenčná teplota závislá od typu aplikácie a zásobníka TV  
 $\theta_{\text{e,avg}}$  - priemerná vonkajšia teplota vzduchu počas uvažovaného obdobia (mesačne) - tab. B.2  
 $\theta_w$  - požadovaná teplota teplej vody, rovná 40 °  
 $\theta_{\text{cw}}$  - hlavná teplota prívodu vody vid' Tab. B.2.

Tab. 2 – Teploty  $\theta_{\text{cw}}$  a  $\theta_{\text{e,avg}}$  pre referenčné miesta /Príloha B.4 - tab B.2/

| Miesto / klíma                                       | $\theta_{\text{cw}} [^\circ\text{C}]$ | $\theta_{\text{e,avg}} [^\circ\text{C}]$ |            |            |             |             |              |              |             |              |             |             |             |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|------------|------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                      |                                       | Jan                                      | Feb        | Mar        | Apr         | May         | June         | July         | Aug         | Sept         | Oct         | Nov         | Dec         |
| Athens                                               | 17,8                                  | 9,3                                      | 9,8        | 11,7       | 15,5        | 20,2        | 24,6         | 27           | 26,6        | 23,3         | 18,3        | 14,4        | 11,1        |
| Birmingham                                           | 3,2                                   | 3,2                                      | 5,3        | 7,6        | 10,7        | 14          | 15,8         | 15,5         | 13,3        | 10,1         | 6,1         | 4,3         | 9,1         |
| Carpentras                                           | 13,5                                  | 5,5                                      | 5,8        | 9,8        | 11,3        | 15,1        | 18,9         | 22,9         | 21,3        | 18,4         | 13,9        | 8,7         | 5,4         |
| Davos                                                | 5,4                                   | -5,1                                     | -5         | -1,6       | 1,5         | 6,1         | 8,9          | 12,5         | 11,8        | 8,9          | 5,3         | 0,7         | -3,4        |
| Stockholm                                            | 8,5                                   | -2,8                                     | -3         | 0,1        | 4,6         | 10,7        | 15,6         | 17,2         | 16,2        | 11,9         | 7,5         | 2,6         | -1          |
| Wurzburg                                             | 10                                    | 0,6                                      | 1,1        | 5,6        | 8,3         | 13,3        | 16,7         | 18,3         | 18,3        | 15           | 9,4         | 4,4         | 1,7         |
| Zurich                                               | 9,7                                   | 0,1                                      | 0,5        | 4,8        | 8           | 12,5        | 15,2         | 18,8         | 18,1        | 14,5         | 9,9         | 4,1         | 1,6         |
| <b>Bratislava (SK) → priemer Wurzburg and Zurich</b> | <b>9,85</b>                           | <b>0,35</b>                              | <b>0,8</b> | <b>5,2</b> | <b>8,15</b> | <b>12,9</b> | <b>15,95</b> | <b>18,55</b> | <b>18,2</b> | <b>14,75</b> | <b>9,65</b> | <b>4,25</b> | <b>1,65</b> |
| Copenhagen (DK) → average Stockholm and Wurzburg     | 10                                    | -1,1                                     | -0,95      | 2,85       | 6,45        | 12          | 16,15        | 17,75        | 17,25       | 13,45        | 8,45        | 3,5         | 0,35        |

# METODIKA HODNOTENIA STS - METÓDA „B“

Tab. A.2 – Systémové vlastnosti pre výpočet výkonu STS /Príloha A/

| Solárny kolektor                  | kolektorový okruh           | solárny zásobník |
|-----------------------------------|-----------------------------|------------------|
| A (m <sup>2</sup> )               | $\eta_{loop}$ (0,8 al. 0,9) | V (litrov)       |
| $\eta_0$                          | $P_p$ (W)                   | $f_{st}$         |
| IAM                               |                             |                  |
| $U_{loop}$ (W/(m <sup>2</sup> K)) |                             |                  |

$$f_{st} = (V_{ref} / V_{sol})^{0.25}$$

$V_{ref}$  - referenčný objem zásobníka  
75 l/m<sup>2</sup> sol. kolektora

$V_{sol}$  - aktuálny objem zásobníka  
50-200 l/m<sup>2</sup> sol. kolektora

## Charakteristické vlastnosti solárnych kolektorov:

|            |                                                           |                         |
|------------|-----------------------------------------------------------|-------------------------|
| A          | - plocha apertúry kolektora,                              | (m <sup>2</sup> )       |
| $\eta_0$   | - účinnosť kolektora pri nulovej strate,                  | (-)                     |
| IAM        | - modifikátor uhla dopadu na kolektor = $K50(\tau\alpha)$ | (-)                     |
| $U_{loop}$ | - súčiniteľ prechodu tepla kolektorového okruhu           | (W/(m <sup>2</sup> .K)) |

## Charakteristické vlastnosti kolektorového okruhu:

|               |                                                                       |     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| $\eta_{loop}$ | - účinnosť kolektorového okruhu so zohľadnením vplyvu výmenníka tepla | (-) |
| $P_p$         | - celkový nominálny príkon čerpadla                                   | (W) |

## Charakteristické vlastnosti solárneho zásobníka:

|          |                                        |     |
|----------|----------------------------------------|-----|
| V        | - objem zásobníka                      | (l) |
| $f_{st}$ | - korekčný koeficient objemu zásobníka | (-) |

## 3.2 METODIKA HODNOTENIA STS - METÓDA „B“

### Výpočet faktoru Y

#### Prídavná spotreba energie čerpadlami

$$W_{sol,aux,m} = P_{aux,nom} \cdot t_{aux,m} / 1000 \quad [\text{kWh}]$$

- $P_{aux,nom}$  - Celkový menovitý príkon čerpadiel, t.j. výkon uvedený na štítku čerpadla. Pre viac stupňové čerpadlá, príkon zodpovedá typickému prevádzkovému modelu.
- $t_{aux,nom}$  - čas prevádzky čerpadla v priebehu mesiaca [h]. Ročný prevádzkový čas je 2000 h podľa EN 12976. Mesačná doba prevádzky je určená ročným prevádzkovým časom vzťahnutým na mesačnú distribúciu solárneho žiarenia.

#### Tepelné straty solárneho zásobníka

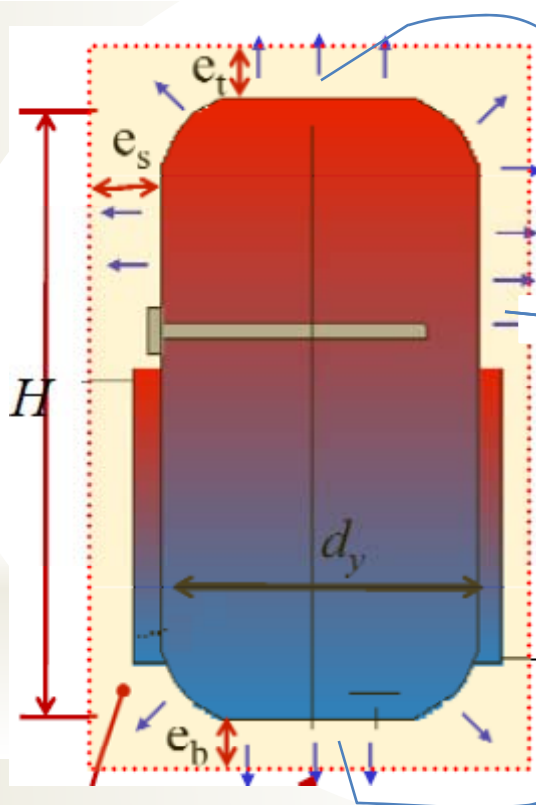
$$Q_{W,sol,st,ls,m} = U_{st} \cdot (\theta_{set\ point} - \theta_{a,avg}) \cdot (Q_{W,sol,out,m} / Q_{W,sol,us,m}) \cdot t_m / 1000 \quad [\text{kWh}]$$

- $t_m$  - dĺžka mesiaca v hodinách
- $\theta_{set,point}$  - žiadaná teplota teplej vody
- $\theta_{e,avg}$  - priemerná vonkajšia teplota vzduchu, pre zásobník umiestnený v interiéri = 20 °C
- $Q_{W,sol,out,m}$  - mesačný tepelný výkon STS v kWh
- $Q_{W,sol,us,m}$  - mesačný tepelný príkon do STS v kWh

## 3.2 METODIKA HODNOTENIA STS - METÓDA „B“

### Výpočet faktoru Y

$$U_{st} = 0.16 \cdot V_{sol}^{0.5} \quad [\text{W/K}] \quad - \text{Celkový súčiniteľ tepelnej straty zásobníka}$$



$$\frac{\frac{\pi}{4}(d_y + e_s)^2}{\frac{e_t}{\lambda} + \frac{1}{a_{top}}} \quad \text{W/K}$$

$$\frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_y + 2e_s}{d_y} + \frac{1}{a_{side}}} H \quad \text{W/K}$$

$$\frac{\frac{\pi}{4}(d_y + e_s)^2}{\frac{e_b}{\lambda} + \frac{1}{a_{bot}}} \quad \text{W/K}$$

$d_y$   
 $H$   
 $a_{top}, a_{bot}, a_{side}$   
 $e_t, e_s, e_b$   
 $\lambda$

- vonkajší rozmer zásobníka TV
- výška zásobníka TV
- koeficient prechodu tepla
- hrúbka izolácie zásobníka
- tepelná vodivosť izolácie zás.

## 4. VÝPOČET ÚSPOR PRE STS

Na zistenie výsledného vplyvu STS na EHB, t.j. na zistenie úspor vďaka inštalácii solárneho tepelného systému, musia byť vykonané dva výpočty podľa prílohy D:

- C0: Výpočet spotreby primárnej energie v budove, bez solárneho tepelného systému;
- C1: Výpočet spotreby primárnej energie budovy so solárnym tepelným systémom.

Úspory energie vďaka inštalácii STS sú určené ako primárna spotreba energie budovy bez solárneho systému (C0) mínus spotreba primárnej energie budovy so solárnym systémom (C1):

$$S_{\text{sol}} = C0 - C1$$

## 5. EKONOMICKÉ HODNOTENIE ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV NA BÁZE OZE

Energeticko - ekonomické hodnotenie solárneho energetického systému je uvedené v **STN EN 15459 - Energetická hospodárnosť budov**. Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách.

Výsledkom výpočtu EHB pre miesto spotreby V + TV je celková merná potreba energie na vykurovanie a prípravu teplej vody pre danú plochu objektu za vykurovacie obdobie so zahrnutím tepelných ziskov zo solárneho systému. Táto vypočítaná celková hodnota zaradí danú budovu podľa prílohy č.3 Vyhlášky č.311/2009 Z.z., s uvedeným systémom vykurovania do príslušnej energetickej triedy.