

**Popis metodiky výpočtu hodnocení energetické náročnosti budov podle vyhlášky 148/2007 Sb.**

Ing. Miroslav Urban, prof. Ing. Karel Kabele, CSc., Ing. Daniel Adamovský, PhD., Ing. Michal Kabrhel, PhD., Ing. Roman Musil

ČVUT v Praze, Stavební fakulta, katedra TZB, Thákurova 7 160 00 Praha 6  
e-mail: [miroslav.urban@fsv.cvut.cz](mailto:miroslav.urban@fsv.cvut.cz)

**Anotace:**

*Článek konkrétně přibližuje metodiku výpočtu energetické náročnosti budov podle vyhlášky 148/2007 Sb., která nahrazuje vyhlášku 291/2001 Sb. a je prováděcí vyhláškou k §6a zákona 406/2000 Sb. o hospodaření energií v pozdějším znění. Článek je úvodní informací k popisu metodiky, způsobu a principu výpočtu energetické náročnosti budov a slovně doprovází konkrétní výpočetní postup dosažení hodnotícího měřítka energetické náročnosti budovy.*

**PŘÍLOHA - NÁRODNÍ METODIKA VÝPOČTU ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY****Zdroj:**

- projekt ECZ6063 Metodika výpočtu k vyhlášce EPBD, zpracovatel: Enviros s.r.o.
- projekt CEA 2220046120 Národní metodika výpočtu energetické náročnosti budov – výpočetní nástroj, zpracovatel: ČVUT v Praze, Stavební fakulta, katedra TZB

Stacionární výpočet je prováděn pro jednotlivé časové úseky s délkou jednoho měsíce  $n$ , výjimečně celého topného období. Výpočetní postup je uveden v jednotkách SI a výsledná dodaná energie pro pokrytí dílčích potřeb je pro hodnocení energetické náročnosti uvedena v MJ/rok (zaokrouhlena na celé jednotky). Pro účely vykazování do protokolu a grafické znázornění průkazu energetické náročnosti se udává dodaná energie pro pokrytí dílčích potřeb v GJ/rok (zaokrouhlena na celé jednotky).

V evropských normách jsou obecně zavedeny tři soustavy rozměrů, jejichž užití musí být stanoveno na začátku každého výpočtu a s níž musí být také po celou dobu výpočtu uvažováno. Jmenovitě se jedná o soustavu vnitřních, celkových vnitřních a vnějších rozměrů (definice viz. norma ČSN EN ISO 13789: 2005). V národní metodice výpočtu je stanoveno užití systému vnějších rozměrů, při kterém jsou ztráty energie v místech tepelných mostů a tepelných vazeb z větších částí zahrnuty v tepelném toku přilehajících plošných konstrukcí a tedy i chyba vzniklá případným opomenutím či podhodnocením vlivu tepelných mostů a vazeb dosahuje nižších hodnot.

Okrajové podmínky vnitřního prostředí požadované pro danou zónu/budovu se stanoví podle požadavků vycházejících z legislativních předpisů a technických norem. Tyto okrajové podmínky pro výpočet jsou definovány v NKN pomocí standardizovaných profilů užívání. pro každý typ budovy jsou stanoveny standardizované podmínky užívání, podmínky vnitřního prostředí a venkovního prostředí podle platných národních norem a souvisejících legislativních předpisů a hygienických standardů (např. teplota, osvětlení, vlhkost, výměna vzduchu, větrání).

**1. POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ**

Pro vytápění a chlazené budovy se provádí výpočet spotřeby energie pro vytápění a výpočet spotřeby energie pro chlazení budovy. Výpočet energie na vytápění předpokládá respektování okrajových podmínek pro vytápění budovy, v případě chlazení budovy okrajových podmínek pro chlazení. Výpočet potřeby energie v budově nebo zóně budovy je proveden obálkovou metodou pro režim vytápění a chlazení podle příslušných technických norem<sup>1</sup>. Výpočet potřeby energie na vytápění, nebo chlazení je relevantní, pokud je v budově/zóně instalován energetický systém zajišťující krytí této potřeby. Potřeba energie na vytápění a chlazení se stanoví za těchto podmínek:

- a. měrný tepelný tok  $H$ , ve W/K, celkový tepelný tok  $Q_L$  (MJ) nebo celkový tepelný zisk  $Q_G$  (MJ), a veličiny pro jejich výpočet se stanoví podle příslušných technických norem<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Například ČSN EN ISO 13790, ČSN EN 12831, ČSN EN ISO 13370

<sup>2</sup> Například ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13370, ČSN EN ISO 102077

- b. výpočet se provádí v ustáleném teplotním stavu, dynamické vlastnosti jsou zahrnuty pomocí činitele využití tepelné kapacity budovy, účinností systémů technických zařízení budovy a účinností využití tepelných zisků;
  - c. výpočet se provádí samostatně pro každý časový výpočtový interval (měsíc) a pro každou zónu budovy;
  - d. zónou se rozumí každá část budovy, která je zásobována ze stejné skladby energetických systémů budovy, nebo má různé užívání v souladu se standardizovanými podmínkami vnitřního a venkovního prostředí a provozu stanovenými v platných technických normách a jiných předpisech;
  - e. pro hodnocení budovy se systémem chlazení nebo klimatizace musí být budova rozdělena na teplotní zóny tak, aby v jedné zóně nebyly současně obvodové konstrukce se severní a jižní orientací;
  - f. tepelný tok prostupem se stanoví za použití venkovních rozměrů konstrukcí ohraničujících zónu budovy, nebo budovu, tj. obalová plocha na systémové hranici budovy;
  - g. ve výpočtu měrného toku prostupem tepla  $H_T$  jsou tepelné mosty a tepelné vazby mezi konstrukcemi zahrnuty prostřednictvím přírážky, nebo přímým výpočtem;
  - h. prostup tepla do nevytápěných prostorů a přilehlé zeminy se v jednoduchém výpočtu může provést pomocí činitelů teplotních redukci  $b$  při uvažování součinitelů prostupu tepla  $U$  bez vlivu přilehlých prostředí;
  - i. měrný tepelný tok větráním  $H_V$  se stanoví jako součet tepelných toků mechanického a přirozeného větrání vnitřních prostorů;
  - j. vliv přídavné tepelné izolace výplní otvorů, noční chlazení větráním, chlazení či ohřev zemním výměníkem a zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu se zahrnuje do výpočtu prostřednictvím činitele teplotní korekce  $f_j$  nebo účinností technických zařízení energetických systémů budovy  $\eta_j$ ;
  - k. vnitřní tepelné zisky obsahují využitelné metabolické teplo normového počtu uživatelů, tepelné zisky z energetických systémů budovy, z osvětlovacích těles a vybavení posuzované zóny běžnými zařízeními charakteristickým pro daný provoz; dále se mohou započítat tepelné zisky z rozvodů, cirkulace a akumulace teplé vody a vytápění v budově, z pomocné energie;
  - l. solární tepelné zisky jsou započteny s vlivem korekčního činitele stínění (clonami, konstrukcemi, horizontem);
- a) celkové tepelné zisky v zóně jsou zahrnuty s vlivem účinnosti jejich využití pro určení potřeby energie na vytápění a chlazení zóny, nebo budovy.

*Komentář: Výpočetní postup stanovení potřeby energie na vytápění a chlazení vychází z intervalového výpočtu s intervalem výpočtu jednoho měsíce. Obecně pro výpočty budov, zejména s nízkou tepelnou setrvačností, se doporučuje použít detailnější výpočet se zjednodušeným hodinovým krokem výpočtu.*

*NKN pracuje na základě zjednodušeného hodinového kroku výpočtu, který respektuje databázový soubor klimatických dat zahrnujících hodnoty venkovních teplot pro příslušný měsíc a hodnoty sluneční radiace. NKN pracuje s databází klimatických hodnot využívající čtyři klimatické oblasti ČR podle ČSN 73 0540-3. Pro každou klimatickou oblast je vytvořen soubor 12 referenčních dnů s hodinovým průběhem (1 referenční den zastupuje 1 měsíc).*

*Pro vyčíslení hodnot dílčích potřeb energie pro vytápění a chlazení je pro zjednodušení použit termín „tepelný tok“, který v případě topného období a režimu vytápění představuje tepelný tok směrem z budovy (tepelná ztráta), v případě režimu chlazení tepelný tok směrem do budovy (tepelný zisk). Termín „tepelná ztráta“ je ve výpočetní metodice vztážen k tepelným ztrátám topného systému a systému pro přípravu teplé vody.*

*Použitím měsíční intervalové metody, případně se zpřesněním s hodinovým krokem výpočtu, se dosáhne dostatečně přesných výsledků vypočtené potřeby energie na vytápění pro výpočtové období jednoho roku. Možné nepřesnosti jsou eliminovány ročním výpočtovým obdobím pro stanovení potřeby energie. Měsíční intervalová metoda je metodou kvazistacionární, čili metodou, která uvažuje v každém výpočtovém intervalu stálé okrajové podmínky (pro redukovaný stav vytápění v noci a jiné teplotní režimy lze použít postup viz. např. ČSN EN ISO 13790). Dynamické vlivy změn denního průběhu teplot u měsíční intervalové metody ve výpočtovém intervalu jednoho měsíce nejsou uvažovány a vliv setrvačnosti budovy je zahrnut prostřednictvím tzv. stupně využití tepelných zisků a ztrát.*

### 1.1 POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Potřeba energie na vytápění se stanoví pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  ze vztahu:

$$Q_{\text{dem};H} = Q_{L,H} - \eta_{G,H} \cdot Q_{G,H} \quad (1)$$

kde je:

- $Q_{\text{dem};H}$  roční potřeba energie budovy na vytápění, (MJ);  
 $Q_{L,H}$  celkový tepelný tok v topném období, (MJ), stanoven podle 1.3;  
 $Q_{G,H}$  celkové tepelné zisky v topném období, (MJ), stanoveny podle 1.4;  
 $\eta_{G,H}$  stupeň využití tepelných zisků v režimu vytápění, (-), stanoven podle 1.4.6. Pro topné soustavy, které nejsou schopny využití tepelných zisků, je hodnota  $\eta_{G,H}$  rovna nule. Jedná se o soustavy, které nemají instalovanou regulaci umožňující pružnou reakci na změnu vnitřních teplot místností.

### 1.2 POTŘEBA ENERGIE NA CHLAZENÍ

Potřeba energie na chlazení se stanoví pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  ze vztahu:

$$Q_{\text{dem};C} = (1 - \eta_{G,C}) \cdot (Q_{G,C} - Q_{L,C}) \quad (2)$$

kde je :

- $Q_{\text{dem};C}$  roční potřeba energie budovy na chlazení, (MJ);  
 $Q_{L,C}$  celkový tepelný tok v chladicím režimu, (MJ), stanoven podle 1.3;  
 $Q_{G,C}$  celkové tepelné zisky v chladicím režimu, (MJ), stanoveny podle 1.4;  
 $\eta_{G,C}$  stupeň využití tepelných zisků v režimu chlazení, (-), stanoven podle 1.4.6.

### 1.3 TEPELNÝ TOK

Celkový tepelný tok  $Q_L$  tvoří:

- o celkový tepelný tok prostupem tepla  $Q_T$  (výpočet z měrného tepelného toku prostupem tepla  $H_T$ );
- o celkový tepelný tok větráním  $Q_V$  (výpočet z měrného tepelného toku větráním  $H_V$ ).

Celkový tepelný tok se stanoví pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  ze vztahu:

$$Q_L = Q_T + Q_V \quad (3)$$

kde je:

- $Q_L$  celkový tepelný tok, (MJ);  
 $Q_T$  celkový tepelný tok prostupem tepla, (MJ);  
 $Q_V$  celkový tepelný tok větráním, (MJ).

#### 1.3.1 CELKOVÝ TEPELNÝ TOK PROSTUPEM TEPLA

Celkový tepelný tok prostupem tepla se pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$Q_T = \sum_i \{H_{T,i} \cdot (\theta_i - \theta_{e,i})\} \cdot t \quad (4)$$

kde je:

$Q_T$	celkový tepelný tok prostupem tepla, (MJ);
$H_{T,i}$	měrný tepelný tok prostupem tepla konstrukcí $i$ přilehlé k prostoru(ům), prostředí nebo zóně(ám) s teplotou $\theta_{e,i}$ , (W/K), stanoven podle 1.3.2;
$\theta_i$	vnitřní výpočtová teplota v budově nebo v zóně budovy, (°C). Vnitřní výpočtová teplota se stanoví podle příslušných technických norem. <sup>3</sup> ;
$\theta_{e,i}$	teplota přilehlého prostoru, prostředí nebo zóny ke konstrukci $i$ , (°C); vnější teplota se stanoví podle příslušných technických norem; <sup>6</sup>
$t$	trvání výpočtového období, (Ms), pro účely vyhlášky lze použít hodnoty dle tab. 2.

Tab. 1 Přepoččet měsíců na megasekundy Ms

Měsíc	Počet dní	$t_h$	$t$	Měsíc	Počet dní	$t_h$	$t$
		hodiny	Ms			hodiny	Ms
Leden	31	744	2,6784	Červenec	31	744	2,6784
Únor	28	672	2,4192	Srpen	31	744	2,6784
Březen	31	744	2,6784	Září	30	720	2,592
Duben	30	720	2,592	Říjen	31	744	2,6784
Květen	31	744	2,6784	Listopad	30	720	2,592
Červen	30	720	2,592	Prosinec	31	744	2,6784

Komentář: Měrný tepelný tok prostupem tepla (větráním) je tepelný tok prostupem tepla (větráním) vztahený k jednotkovému teplotnímu rozdílu. V rovnici 7 představuje měrný tepelný tok prostupem tepla koeficient úměrnosti, „hnací“ sílu tvoří teplotní spád. .

### 1.3.2 MĚRNÝ TEPELNÝ TOK PROSTUPEM TEPLA

Měrný tepelný tok prostupem tepla se pro každou konstrukci  $i$ , každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$H_T = H_D + H_g + H_U \quad (5)$$

kde je:

$H_T$	měrný tepelný tok prostupem tepla mezi vytápěným (chlazeným) prostorem a vnějším prostředím obálkou budovy, (W/K);
$H_D$	přímý měrný tepelný tok prostupem tepla mezi vytápěným (chlazeným) prostorem a vnějším prostředím obálkou budovy, (W/K);
$H_g$	měrný tepelný tok prostupem tepla do přilehlé zeminy při ustáleném stavu, (W/K);
$H_U$	měrný tepelný tok prostupem tepla mezi vytápěným (chlazeným) prostorem a vnějším prostředím přes nevytápěné prostory, (W/K).

Komentář: **Měrný tepelný tok prostupem tepla** je jednotkový tepelný tok ve směru klesajícího teplotního gradientu, a to:

- o **přímým prostupem**. Vliv nesytemových tepelných mostů a vazeb (roh budovy, betonový překlad, aj.) je v této části měrného tepelného toku prostupem tepla zahrnut prostřednictvím navýšení hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$  jednotlivých konstrukcí  $U_{i,corr}$ . Ve výpočetním postupu lze také zohlednit snížený prostup tepla okenní konstrukcí vlivem přídavné konstrukce okenice – korigovaná hodnota  $U_{w+s}$ ;
- o **prostupem přes nevytápěné zóny**. Snížený měrný tepelný tok přes nevytápěné prostory do/z exteriéru je zohledněn prostřednictvím tzv. redukčního činitele pro nevytápěné prostory  $b$ . Redukční činitel pro nevytápěné prostory  $b$  zohledňuje odlišnost teploty nevytápěného prostoru od teploty venkovního prostředí. Výpočet měrného tepelného toku prostupem přes nevytápěné zóny je obdobný výpočtu měrného tepelného toku přímým prostupem, měrný tepelný tok přímým prostupem je však vynásoben odpovídající hodnotou redukčního činitele (hodnota  $b$  snižuje měrný tepelný tok přímým prostupem a je tedy menší než 1, v případě přímého prostupu tepla mezi interiérem a exteriérem je  $b = 1$ ). Hodnoty součinitele prostupu

<sup>3</sup> Například ČSN 73 0540-3

tepla  $U$  mohou být ve výpočtu opět korigovány přírážkami na nesystémové tepelné mosty a vazby, případně konstrukci okenice.

- o **prostupem přes konstrukce přilehlé k zemině a zeminou obklopující budovu.** Postup pro určení měrného tepelného toku do přilehlé zeminy je určen v normě ČSN EN ISO 13370. Norma popisuje zcela nové přístupy k vyčíslení tepelného toku zeminou, přičemž rozlišuje tři druhy podlah, jmenovitě podlahu na terénu, zvýšenou podlahu a podlahu nad suterénem. Vliv napojení stěnové konstrukce na podlahu (tepelná vazba) a vliv přídavné okrajové izolace je zahrnut prostřednictvím tzv. lineárního činitele prostupu tepla.;
- o **z/do přilehlé zóny vytápěné (chlazené) na jinou teplotu.** Je nutné stanovit, zda-li dochází k teplotnímu spolupůsobení mezi zónami či nikoli. Jestliže dochází k vzájemné teplotní interakci zón, musí být určeny mezizónové hodnoty měrného tepelného toku prostupem (větráním)<sup>4</sup>. Hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$  mohou být opět korigovány přírážkami na přítomnost konstrukcí okenic ( $U_{w+s}$ ) a nesystémových tepelných mostů a vazeb  $U_{i,corr}$ .

Měrný tepelný tok prostupem tepla  $H_T$  je vztažen k prostupu tepla:

- o **plošnou konstrukcí** – charakterizována plochou (doporučena soustava vnějších rozměrů) a součinitelem prostupu tepla  $U^5$ . Pravidelně se vyskytující systémové tepelné mosty (lineární i bodové, např. krokve u krovu, hmoždinky zateplovacího systému) musí být zohledněny již v samotné hodnotě součinitele prostupu tepla  $U$  (např. metoda dle Fokina);
- o **lineárním tepelným mostem / tepelnou vazbou** – tj. ojedinělé, náhodné a nesystémové tepelné mosty a tepelné vazby s konstantním průřezem v jednom směru. Tepelná vazba představuje tepelný most, který vzniká v důsledku napojení či rozhraní dvou konstrukcí (napojení stropní konstrukce a obvodové konstrukce, detail u základu aj.). Tepelnou vazbu na rozdíl od tepelného mostu nelze jednoznačně přiřadit k jediné konstrukci. Tepelná vazba ovlivňuje tepelně technické vlastnosti svým působením až v rámci celého obvodového pláště budovy. Tento lineární tepelný most je charakterizován tzv. lineárním činitelem prostupu tepla.
- o **bodovým tepelným mostem** - tj. ojedinělými a nesystémovými tepelnými mosty, které nemají v žádném směru konstantní průřez. Bodový tepelný most je charakterizován tzv. bodovým činitelem prostupu tepla.

#### PŘÍMÝ PROSTUP TEPLA MEZI VNITŘNÍM A VNĚJŠÍM OKOLÍM

Měrný tepelný tok přímým prostupem tepla mezi vnitřním a vnějším prostředím se pro každou konstrukci  $i$  a okenní konstrukci  $i_w$ , každé zóny budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$H_D = \sum_i A_i \cdot U_{i,corr} + \sum_{i_w} A_{i_w} \cdot U_{w,corr} \quad (6)$$

kde je:

$$U_{w,corr} = U_{w+s} \cdot f_s + U_w \cdot (1 - f_s)$$

$$U_{i,corr} = U_i + \Delta U_{tb}$$

kde je:

$H_D$	měrný tepelný tok přímým prostupem mezi vytápěným (chlazeným) prostorem a vnějším prostředím obálkou budovy, (W/K);
$A_i$	plocha konstrukce $i$ obálky budovy, (m <sup>2</sup> );
$A_{i_w}$	plocha okenní konstrukce $i_w$ obálky budovy, (m <sup>2</sup> );
$U_i$	součinitel prostupu tepla konstrukcí $i$ obálky budovy se započtením vlivu systémových tepelných mostů, (W/m <sup>2</sup> K);
$U_{i,corr}$	součinitel prostupu tepla konstrukcí $i$ obálky budovy se započtením vlivu nesystémových tepelných mostů, (W/m <sup>2</sup> K);
$\Delta U_{tb}$	konstantní hodnota prostupu tepla, (W/m <sup>2</sup> K), hodnota do výpočtu zahrnuje vliv nesystémových tepelných mostů. Pro účely vyhlášky $\Delta U_{tb} = 0,1$ W/m <sup>2</sup> K;

<sup>4</sup> například ČSN EN ISO 13790

<sup>5</sup> například pro „nadzemní“ plošné konstrukce ČSN EN ISO 6946, konstrukce v kontaktu se zeminou ČSN EN ISO 13370, okenní konstrukce ČSN EN ISO 10077



$U_w$	součinitel prostupu tepla okna bez okenice, (W/m <sup>2</sup> K);
$U_{w,corr}$	redukovaný součinitel prostupu tepla okna s okenicí, (W/m <sup>2</sup> K);
$U_{w+s}$	součinitel prostupu tepla okna a okenice dohromady, (W/m <sup>2</sup> K);
$f_s$	podíl akumulovaného teplotního rozdílu, (-), odvozený z hodinové polohy okenice a hodinového rozvrhu požadované vnitřní teploty.

*Komentář: Hodnoty součinitele prostupu tepla  $U$  jsou korigovány na přítomnost nesystémových tepelných mostů (vazeb) a okenic. V součiniteli prostupu tepla okenní konstrukce lze zohlednit přídatný tepelný odpor okenice (tepelný odpor vzduchové vrstvy mezi okenní konstrukcí a okenicí a odpor samotné okenice). Podíl akumulovaného teplotního rozdílu  $f_s$  představuje časový podíl, kdy je uplatněn tepelný odpor jak okenní konstrukce, tak i tepelný odpor vzduchové vrstvy a okenice samotné. Ve zbývajícím časovém úseku ( $1 - f_s$ ) je uplatněn pouze tepelný odpor okenní konstrukce.*

Obecně lze tepelné mosty a vazby zohlednit při výpočtu tepelného toku prostřednictvím:

- o **lineárního činitele prostupu tepla**. Zdrojem hodnot lineárního činitele mohou být:
  - katalog orientačních hodnot lineárních činitelů prostupu tepla<sup>6</sup>;
  - detailní modelování pomocí numerických metod<sup>7</sup>.
- o **procentuelní přírážky** - procentuální přírážka u nízkoenergetické výstavby dosahuje velmi nízkých hodnot (např. 10% přírážka u hodnoty  $U = 0,180 \text{ W/m}^2\text{K}$  představuje přírážku  $\Delta U_{tb} = 0,018 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- o **konkrétní přírážky** - norma ČSN 730540: 2005 stanoví hodnoty expertního odhadu průměrného vlivu nesystémových tepelných vazeb na hodnotu součinitele prostupu tepla konstrukce. Pro účely vyhlášky je vliv nesystémových tepelných mostů a vazeb zahrnut pomocí konkrétní přírážky  $\Delta U_{tb} = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ , která dle ČSN 730540 odpovídá budově s běžně řešenými tepelnými vazbami (standardní řešení).

### 1.3.3 CELKOVÝ TEPELNÝ TOK VĚTRÁNÍM

Celkový tepelný tok větráním se pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$Q_v = \sum_i \{H_{v,i} \cdot (\theta_i - \theta_{e,i})\} \cdot t \quad (7)$$

kde je:

$Q_v$	celkový tepelný tok větráním, (MJ);
$H_{v,i}$	měrný tepelný tok větráním konstrukcí $i$ k přilehlému prostoru(ům), prostředí nebo zóně(ám) s teplotou $\theta_{s,i}$ , (W/K), stanoven podle 1.3.4;
$\theta_i$	vnitřní výpočtová teplota v budově nebo v zóně budovy, (°C). Vnitřní výpočtová teplota je zadána dvěma vstupními hodnotami, pro režim vytápění a režim chlazení; tyto teploty jsou zadány podle příslušných technických norem <sup>6</sup> ;
$\theta_{e,i}$	výpočtová venkovní teplota proudu vzduchu konstrukcí $i$ vstupujícího do budovy nebo do zóny budovy větráním nebo infilrací, (°C), hodnoty jsou zadány podle příslušných technických norem <sup>6</sup> ;
$t$	trvání výpočtového období, hodnoty stanoveny podle tab. 2, (Ms).

*Komentář: Měrný tepelný tok větráním je vztažen k výměně vzduchu mezi posuzovaným prostorem a okolním prostředím (intenzita výměny, množství větracího vzduchu na osobu), která se stanoví podle příslušných technických norem a právních předpisů. V této fázi výpočtu nejsou prozatím uvažovány účinnosti systémů snižujících popř. zvyšujících potřebu energie. Do rovnice 10 jsou dosazeny hodnoty vnitřní a venkovní výpočtové teploty příslušející danému intervalu výpočtu; vliv rekuperace, cirkulačního vzduchu aj. je zahrnut až v následujících fázích výpočtu při stanovení spotřeby energie v budově.*

<sup>6</sup> například ČSN EN ISO 14683 (norma uvádí zjednodušené postupy určení tepelných toků lineárními tepelnými mosty, součástí normy je katalog orientačních hodnot lineárních činitelů prostupu tepla)

<sup>7</sup> například ČSN EN ISO 10211

### 1.3.4 MĚRNÝ TEPELNÝ TOK VĚTRÁNÍM

Měrný tepelný tok větráním se stanoví jako součet infiltrace, přirozeného a nuceného větrání pro každou zónu budovy  $z$  a pro každou konstrukci  $i$  podle:

$$H_{V,i} = b \cdot f_{\text{vent}} \cdot \rho_a \cdot c_a \cdot V_{V,i} \quad (8)$$

kde je:

- $H_{V,i}$  měrný tepelný tok větráním proudem vzduchu  $i$  s přívodní teplotou  $\theta_{si}$ <sup>8</sup>, (W/K);  
 $V_{V,i}$  objemový tok vzduchu v klimatizovaném prostoru, (m<sup>3</sup>/s);  $V_{V,i}$  se stanoví podle příslušných technických norem<sup>5</sup> a právních předpisů<sup>9</sup>;  
 $\rho_a$  hustota vzduchu, (kg/m<sup>3</sup>);  
 $c_a$  měrná tepelná kapacita vzduchu, (Wh/kgK);  
 $f_{\text{vent}}$  opravný součinitel pro případ, že výměna vzduchu konstrukcí  $i$  probíhá jen pokud je budova užívána, (-). Pro účely této vyhlášky je součinitel  $f_{\text{vent}} = 1,0$  pro infiltraci a přirozené větrání, a menší než 1,0 pro mechanické větrání, kdy je součinitel roven podílu doby kdy je budova v užívání;  
 $b$  redukční činitel pro nevytápěné prostory, (-)<sup>10</sup>. Činitel se určuje pouze v případech, pokud je zóna provětrávána vzduchem z přilehlé neklimatizované zóny.

### 1.4 TEPELNÉ ZISKY PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ A CHLAZENÍ

Celkové tepelné zisky  $Q_G$  tvoří:

- o celkové vnitřní tepelné zisky  $Q_i$ ;
- o celkové sluneční tepelné zisky  $Q_S$ .

Celkové tepelné zisky  $Q_G$  se pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$Q_G = Q_i + Q_S \quad (9)$$

kde je:

- $Q_G$  celkové tepelné zisky, (MJ);  
 $Q_i$  součet vnitřních tepelných zisků za dané výpočtové období, (MJ), stanoveno podle 1.4.1;  
 $Q_S$  součet slunečních tepelných zisků za dané výpočtové období, (MJ), stanoveno podle 1.4.4.

#### 1.4.1 TEPELNÉ ZISKY Z VNITŘNÍCH ZDROJŮ TEPLA

Vnitřní tepelné zisky pro účely vyhlášky tvoří zisky od:

- o metabolického tepla uživatelů a obyvatelů budovy;
- o tepelného výkonu spotřebičů;
- o osvětlovacích zařízení.

Pro účely vyhlášky nejsou uvažovány zisky od potrubí topné soustavy a soustavy teplé vody. Tyto zahrnuje účinnost jednotlivých částí systémového řešení. Účinnosti v tomto smyslu vyjadřují nevyužitelnou energii, která se neprojevívá do výsledné energetické bilance budovy.

<sup>8</sup> pro označení přívodní teploty proudu vzduchu  $i$  byl v tomto kontextu zvolen index  $s$ , z angl. supply = přívod, dodávka

<sup>9</sup> Například Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.

<sup>10</sup> Například ČSN EN ISO 13789: 2005

Pro každou zónu budovy  $z$ , každé výpočtové období  $n$  a všechny vnitřní zdroje tepla  $k$  v hodnocené klimatizované zóně a vnitřní zdroje tepla  $l$  v přilehlé neklimatizované zóně (index U, angl. unconditioned) se tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla stanoví ze vztahu:

$$Q_i = \sum_k Q_{i,k} + \sum_l (1 - b_l) \cdot Q_{i,u,l} \quad (10)$$

kde je:

$$Q_{i,k} = \Phi_{i,\text{mean},k} \cdot t_{\text{use}}$$

$$Q_{i,u,l} = \Phi_{i,\text{mean},u,l} \cdot t_{\text{use}}$$

kde je:

$Q_i$	součet všech vnitřních tepelných zisků během hodnoceného měsíce nebo období, (MJ);
$Q_{i,k}$	teplo ze zdroje vnitřních tepelných zisků $k$ v hodnocené klimatizované zóně během hodnoceného měsíce nebo období, (MJ);
$Q_{i,u,l}$	teplo ze zdroje vnitřních tepelných zisků $l$ v přilehlém neklimatizovaném prostoru, během hodnoceného měsíce nebo období, (MJ);
$b_l$	redukční činitel pro přilehlý neklimatizovaný prostor se zdrojem vnitřních tepelných zisků $l$ , (-), stanovený podle příslušných technických norem <sup>14</sup> ;
$\Phi_{i,\text{mean},k}$	časově průměrný měrný tepelný výkon ze zdroje vnitřních tepelných zisků $k$ , (W), stanoven podle 1.4.2 a 1.4.3;
$\Phi_{i,\text{mean},u,l}$	časově průměrný měrný tepelný výkon ze zdroje vnitřních tepelných zisků $l$ v přilehlém neklimatizovaném prostoru, (W), stanoven podle 1.4.2 a 1.4.3;
$t_{\text{use}}$	délka hodnoceného měsíce nebo období kdy je zóna v užívání, hodnoty stanoveny podle tab. 2, (Ms).

*Komentář: V celkové bilanci jsou zohledněny vnitřní tepelné zisky produkované zdroji  $k$  přímo ve vytápěné či chlazené zóně a zdroji  $l$  v neklimatizovaných přilehlých zónách. Tepelné zisky produkované v neklimatizované zóně vedou k navýšení vnitřní teploty v přiléhající zóně a zaslouží se tímto o snížení prostupu tepla přes nevytápěnou zónu (popř. o zvýšení tepelné zátěže chlazeného prostoru).*

Průměrný tepelný výkon všech vnitřních tepelných zdrojů se stanoví pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  ze vztahu:

$$\Phi_i = \Phi_{\text{OCC,mean}} + \Phi_{\text{APP,mean}} + \Phi_{\text{LI,mean}} \quad (11)$$

kde je:

$\Phi_i$	součet všech průměrných tepelných výkonů z vnitřních tepelných zdrojů, (W);
$\Phi_{\text{OCC,mean}}$	průměrný tepelný výkon od osob, (W), stanovený podle 1.4.2;
$\Phi_{\text{APP,mean}}$	průměrný tepelný výkon od spotřebičů, (W), stanovený podle 1.4.2;
$\Phi_{\text{LI,mean}}$	průměrný tepelný výkon od osvětlení, (W), stanovený podle 1.4.3.

#### 1.4.2 METABOLICKÉ TEPLA OD UŽIVATELŮ A UVOLNĚNÉ TEPLA ZE SPOTŘEBIČŮ

Průměrný tepelný výkon od uživatelů se pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$\Phi_{\text{OCC,mean}} = f_{\text{OCC}} \cdot q_{\text{OCC}} \cdot A_{\text{gross}} \quad (12)$$

kde je:

$\Phi_{\text{OCC,mean}}$	průměrný tepelný výkon od osob, (W);
$f_{\text{OCC}}$	časový podíl v době užívání budovy, kdy jsou osoby přítomny, (-);
$q_{\text{OCC}}$	průměrná měrná produkce tepla od osob vztážená k celkové podlahové ploše zóny, hodnota bere v úvahu i faktor současnosti, (W/m <sup>2</sup> );
$A_{\text{gross}}$	celková podlahová plocha zóny, (m <sup>2</sup> ).



Průměrný tepelný výkon od spotřebičů se pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$\Phi_{APP,mean} = f_{APP} \cdot q_{APP} \cdot A_{gross} \quad (13)$$

kde je:

- $\Phi_{APP,mean}$  průměrný tepelný výkon od spotřebičů, (W);  
 $f_{APP}$  časový podíl v době užívání budovy, kdy jsou spotřebiče zapnuty, (-), pro účely vyhlášky postačují hodnoty podle tab. 3;  
 $q_{APP}$  průměrná měrná produkce tepla ze spotřebičů na celkovou podlahovou plochu zóny, ( $W/m^2$ ), pro účely vyhlášky postačují hodnoty podle tab. 3;  
 $A_{gross}$  celková podlahová plocha zóny, ( $m^2$ ).

Tab. 2 Časový podíl doby provozu  $f_{APP}$  a průměrná měrná produkce tepla od spotřebičů  $q_{APP}$

Typ budovy	$f_{APP}$	$q_{APP}$
	-	$W/m^2$
Administrativní	0,20	15
Zdravotní středisko	0,20	15
Vzdělávací zařízení	0,15	5
Nemocnice	0,50	8
Restaurace	0,25	10
Obchodní	0,25	10
Výrobní	0,20	5
Hotel	0,50	4
Vězeňská	0,50	4
Sportovní zařízení	0,25	4

Pro účely vyhlášky se pro hodnocení bytových budov stanoví tepelný výkon od osob a spotřebičů ze vztahu:

$$(\Phi_{OCC,mean} + \Phi_{APP,mean}) = f_{APP+OCC} \cdot q_{APP+OCC} \cdot A_{gross} \quad (14)$$

kde je:

- $(\Phi_{OCC,mean} + \Phi_{APP,mean})$  průměrný tepelný výkon od osob a spotřebičů, (W);  
 $f_{APP+OCC}$  časový podíl, kdy jsou osoby přítomny a spotřebiče zapnuty, (-);  
 $q_{APP+OCC}$  průměrná měrná produkce tepla od osob a ze spotřebičů na celkovou podlahovou plochu zóny, ( $W/m^2$ ), pro účely vyhlášky lze použít hodnoty podle tab. 4;  
 $A_{gross}$  celková podlahová plocha zóny, ( $m^2$ ).

Tab. 3 Měrná produkce tepla od spotřebičů a obyvatel  $q_{APP+OCC}$

Typ budovy	$q_{APP+OCC}$
	$W/m^2$
Bytová	6

### 1.4.3 TEPELNÉ ZISKY Z OSVĚTLENÍ

Spotřeba energie na osvětlení je určena spotřebou elektřiny (viz. příloha 6). Měrný tepelný výkon ostatních osvětlovacích těles (dekorativní osvětlení, místní přídavné osvětlení atd.) není započten, protože není součástí standardního osvětlení zóny nebo budovy.

Pro každou zónu budovy  $z$  a každé výpočtové období  $n$  se průměrný tepelný výkon z osvětlení stanoví ze vztahu:

$$\Phi_{LI,mean} = f_{e,r,LI} \cdot \Phi_{LI,n} \quad (15)$$

kde je:

- $\Phi_{LI,mean}$  průměrný tepelný výkon z osvětlení, (W);  
 $f_{e,r,LI}$  podíl spotřeby energie, kdy teplo není odvedeno ze zóny odsávacím ventilátorem (uvolněné teplo z osvětlení odvedené v průběhu doby, kdy je zóna chlazena představuje využitelnou tepelnou ztrátu), (-);  
 $\Phi_{LI,n}$  průměrný příkon elektřiny na osvětlení v uvažovaném výpočtovém období  $n$ , (W).

*Komentář: U svítidel se předpokládá, že se celý jejich elektrický příkon přemění na tepelnou energii. U klasických žárovek, u kterých účinnost dosahuje pouhých 3 – 5 %, tzn. méně než 5 % elektrické energie je přeměněno na světelnou energii, tento předpoklad téměř zcela odpovídá skutečnosti.*

Spotřeba elektřiny se pro každé uvažované výpočtové období  $n$  stanoví podle:

$$\Phi_{LI,n} = \frac{(1 + d_{LI,n}) \cdot W_{light}}{t_{h,y}} \cdot 1000 \quad (16)$$

kde je:

- $\Phi_{LI,n}$  průměrný příkon elektřiny na osvětlení v uvažovaném výpočtovém období, (W);  
 $d_{LI,n}$  kolísání spotřeby elektřiny s ohledem na roční průměr pro každé uvažované výpočtové období  $n$ , (-). Pro účely vyhlášky lze použít pro nepřetržitě užívaný objekt, který nemá podíl sdruženého umělého osvětlení, hodnoty  $d_{LI,n}$  podle tab. 5;  
 $W_{light}$  roční spotřeba elektřiny na osvětlení se stanoví podle příslušných technických norem<sup>11</sup>, (kWh/rok);  
 $t_{h,y}$  počet hodin v roce, (hod.); rovná se  $t_{h,y} = 8760$  hod. Tato hodnota je uvedena pro přepočtení roční spotřeby elektřiny na osvětlení z kWh/rok na W v uvažovaném výpočtovém období  $n$ .

**Tab. 4 Národní měsíční hodnoty parametru  $d_{LI,n}$**

Měsíc	$d_{LI,n}$	Měsíc	$d_{LI,n}$
Leden	-0,9	Červenec	-0,94
Únor	-0,91	Srpen	-0,93
Březen	-0,92	Září	-0,91
Duben	-0,93	Říjen	-0,91
Květen	-0,94	Listopad	-0,89
Červen	-0,94	Prosinec	-0,88

*Komentář: Faktor  $d_{LI,n}$  zohledňuje kolísání nabídky denního světla v průběhu roku (př. v měsíci lednu menší nabídka denního světla než v červenci).*

Roční spotřeba elektřiny na osvětlení se stanoví ze vztahu:

<sup>11</sup> Například EN 15193-1:2005.

$$W_{\text{light}} = 6A_{\text{gross}} + \frac{t_u \sum P_n}{1000} \quad (17)$$

kde je:

$W_{\text{light}}$	roční spotřeba elektřiny na osvětlení, (kWh/rok);
$A_{\text{gross}}$	celková podlahová plocha zóny, (m <sup>2</sup> );
$t_u$	účinné využití osvětlení za rok, (hod.);
$P_n$	celkový instalovaný příkon osvětlení v zóně, (W).

*Komentář: Člen (6.A<sub>gross</sub>) představuje v rov. 20 odhad spotřeby energie pro nouzové a záložní osvětlení (roční spotřeba energie pro nouzové a záložní osvětlení vztážená na 1 m<sup>2</sup> užité plochy je 6 kWh/m<sup>2</sup>/rok). Druhý člen ve vzorci představuje **užitný** příkon osvětlení za rok tj. se zohledněním doby užívání prostor, nabídky přirozeného světla v průběhu dne aj.*

Skutečné časové využití za rok se stanoví ze vztahu:

$$t_u = t_D \cdot F_D \cdot F_O + t_N \cdot F_O \quad (18)$$

kde je:

$t_u$	účinné využití osvětlení za rok, (hod.);
$t_D$	doba využití za denního světla za rok, (hod.). Pro účely vyhlášky lze použít hodnoty z tab. 6 nebo hodnoty stanovené měřením podle příslušných technických norem;
$t_N$	doba využití bez denního světla za rok, (hod.). Pro účely vyhlášky lze použít hodnoty z tab. 6 nebo hodnoty stanovené měřením podle příslušných technických norem;
$F_D$	činitel závislosti na denním světle, (-). Pro účely této vyhlášky lze použít hodnoty z tab. 7 nebo hodnoty stanovené měřením podle příslušných technických norem;
$F_O$	činitel obsazenosti, (-). Pro účely vyhlášky lze použít hodnoty z tab. 8 nebo hodnoty stanovené měřením podle příslušných technických norem.

*Komentář: Činitel závislosti na denním světle  $F_D$  představuje potenciál snížení potřeby energie na osvětlení (pro budovu bez oken a jiného přístupu denního světla je  $F_D = 1$ ). Součinitel  $F_D$  zohledňuje skutečnost, že část požadované míry osvětlení je zajištěna přirozeným světlem.*

*Koeficienty  $t_D$  a  $t_N$  jsou odhadem doby užívání prostor v průběhu dne ( $t_D$ ) a noci ( $t_N$ ) za rok.*

**Tab. 5 Roční počet hodin činnosti s přihlédnutím k typu budovy**

Typ budovy	Roční počet hodin činnosti		
	$t_D$	$t_N$	$t_{\text{total}}$
Administrativní	2 250	250	2 500
Vzdělávací	1800	200	2 000
Nemocnice	3 000	2 000	5 000
Hotely	3 000	2 000	5 000
Restaurace	1250	1 250	2 500
Sportovní zařízení	2 000	2 000	4 000
Obchod a služby	3 000	2 000	5 000
Výrobní prostory	2 500	1 500	4 000

**Tab. 6 Vliv denního světla v budovách s regulací osvětlení**

Vliv denního světla		
Typ budovy	Způsob ovládání	$F_D$
Administrativní, sportovní zařízení, výrobní prostory	Ruční	1,0
	Stmívání fotobuňkou – stálá osvětlenost	0,9
	Stmívání fotobuňkou – stálá osvětlenost se snímáním denního světla	0,8
Hotely, Restaurace,	Ruční	1,0

<b>Obchod a služby</b>	<b>Stmívání fotobuňkou – stálá osvětlenost</b>	<b>0,9</b>
<b>Nemocnice a vzdělávání</b>	<b>Ruční</b>	<b>1,0</b>
	<b>Stmívání fotobuňkou – stálá osvětlenost</b>	<b>0,9</b>
	<b>Stmívání fotobuňkou – stálá osvětlenost se snímáním denního světla</b>	<b>0,7</b>
<b>Obytné budovy</b>	<b>Ruční</b>	<b>1,0</b>
	<b>Stmívání fotobuňkou – stálá osvětlenost</b>	<b>0,9</b>
	<b>Stmívání fotobuňkou – stálá osvětlenost se snímáním denního světla</b>	<b>0,8</b>

Uvedené hodnoty platí pro alespoň 60% instalovaného osvětlení řízeného uvedeným typem ovládání

Tab. 7 Vliv obsazenosti pro budovy s ovládáním osvětlení

Vliv obsazenosti		
Typ budovy	Způsob ovládání	F <sub>o</sub>
Administrativní a vzdělávací objekty	Ruční	1,0
	Automatické pro ≤ 60% zapojeného příkonu	0,9
Restaurace, obchod a služby, Sportovní zařízení, výrobní prostory	Ruční	1,0
Hotely	Ruční	0,7
Nemocnice	Ruční (z části automatické ovládání)	0,8
Obytné budovy	Ruční	1,0

Uvedené hodnoty platí pro automatické ovládání s čidlem na přítomnost zřízené alespoň jedno na vnitřní prostor a ve velkých prostorech nejméně jedno na 30 m<sup>2</sup>

#### 1.4.4 SLUNEČNÍ TEPELNÉ ZISKY

Sluneční zisky průsvitnými prvky jsou dány orientací, souborem vlastností (propustnost slunečního záření - g) a celkovou sběrnou plochou daného prvku. Dále jsou solární zisky závislé na časově proměnlivých faktorech - klimatických podmínkách a pozici slunce. Výpočty jsou prováděny podle příslušných technických norem<sup>12</sup>.

Pro každou zónu budovy z a každé výpočtové období *n* se solární zisky stanoví ze vztahu:

$$Q_s = Q_{s,k} + \sum_j [(1 - b_l) \cdot Q_{s,u,l}] + \sum_s Q_{s,s} \quad (19)$$

kde je:

$$Q_{s,k} = \sum_k [I_{s,k} \cdot F_{s,o,k} \cdot A_{s,k}]$$

$$Q_{s,u,l} = \sum_j [I_{s,l} \cdot F_{s,o,l} \cdot A_{s,l}]_u$$

kde je:

- Q<sub>s</sub>** součet slunečních tepelných zisků během posuzovaného měsíce nebo období, zahrnující také působení slunečních tepelných zisků *i* v přilehlém neklimatizovaném prostoru, (MJ);
- Q<sub>s,k</sub>** součet slunečních tepelných zisků během posuzovaného měsíce nebo období v samotné posuzované klimatizované zóně, (MJ);
- Q<sub>s,u,l</sub>** součet slunečních tepelných zisků během posuzovaného měsíce nebo období v přilehlém neklimatizovaném prostoru *l*, (MJ);
- b<sub>l</sub>** redukční činitel pro přilehlé neklimatizované prostory *l* se slunečními tepelnými zisky Q<sub>s,u,l</sub>, (-), stanoví se podle příslušných technických norem<sup>14</sup>;

<sup>12</sup> Například ČSN EN 14438.

$Q_{s,s}$	součet slunečních tepelných zisků během posuzovaného měsíce nebo období v přilehlých zimních zahradách <sup>13</sup> , které ústí do zóny z, (MJ); stanoví se podle příslušných technických norem; <sup>5</sup>
$F_{s,o,k}$	korekční činitel stínění účinné solární sběrné plochy od vnějších překážek, (-), stanoví se podle příslušných technických norem; <sup>5</sup>
$F_{s,o,l}$	korekční činitel stínění účinné solární sběrné plochy od vnějších překážek pro sluneční tepelné zisky v přilehlých neklimatizovaných prostorech l, (-), stanoví se podle příslušných technických norem; <sup>5</sup>
$A_{s,k}$	účinná solární sběrná plocha s určenou orientací a sklonem v posuzované klimatizované zóně z, (m <sup>2</sup> ), stanovena podle 1.4.5;
$A_{s,l}$	účinná solární sběrná plocha s určenou orientací a sklonem pro sluneční tepelné zisky v přilehlých neklimatizovaných prostorech l, (m <sup>2</sup> ), stanovena podle 1.4.5;
$I_{s,k}$	sluneční záření, celková dopadající energie slunečního záření během výpočtového období na m <sup>2</sup> sběrné plochy k, s danou orientací a sklonem, (MJ/m <sup>2</sup> ), stanoví se podle příslušných technických norem; <sup>6</sup>
$I_{s,l}$	sluneční záření, celková dopadající energie slunečního záření během výpočtového období na m <sup>2</sup> sběrné plochy v přilehlém neklimatizovaném prostoru l, (MJ/m <sup>2</sup> ), stanoví se podle příslušných technických norem. <sup>6</sup>

*Komentář: Hodnoty korekčního činitele stínění  $F_{s,o,k}$  se pohybují v intervalu od 0 do 1 a představují redukční činitel dopadajícího slunečního záření. Korekční činitel stínění<sup>14</sup> bere v úvahu zastínění sběrné plochy k od okolních budov, terénu, stromoviny, slunolamy, „zapuštění“ okna vzhledem k rovině fasády aj. Zastínění sběrné plochy od pohyblivých stínících prvků je zohledněno pomocí korekčního činitele stínění  $F_{sh,g}$  (rovnice 23).*

#### 1.4.5 ÚČINNÁ SBĚRNÁ PLOCHA ZASKLENÝCH PLOCH

Účinná sběrná plocha zasklených ploch se stanoví ze vztahu:

$$A_s = F_{sh,g} \cdot g_g \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} \quad (20)$$

kde je:

$A_s$	účinná solární sběrná plocha s určenou orientací a sklonem v posuzované zóně z, (m <sup>2</sup> );
$A_{w,p}$	celková plocha průsvitného prvku (například plocha okna) včetně rámu, (m <sup>2</sup> );
$F_F$	korekční činitel rámu zasklení průsvitného prvku, (-), podíl průsvitné plochy a celkové plochy zaskleného prvku, pro účely této vyhlášky lze předpokládat konstantní hodnoty 0,3 pro vytápění a 0,2 pro chlazení);
$g_g$	celková propustnost slunečního záření průsvitnou částí prvku, (-), hodnota je charakterizována typem okna;
$F_{sh,g}$	korekční činitel stínění pohyblivých stínících prvků, (-).

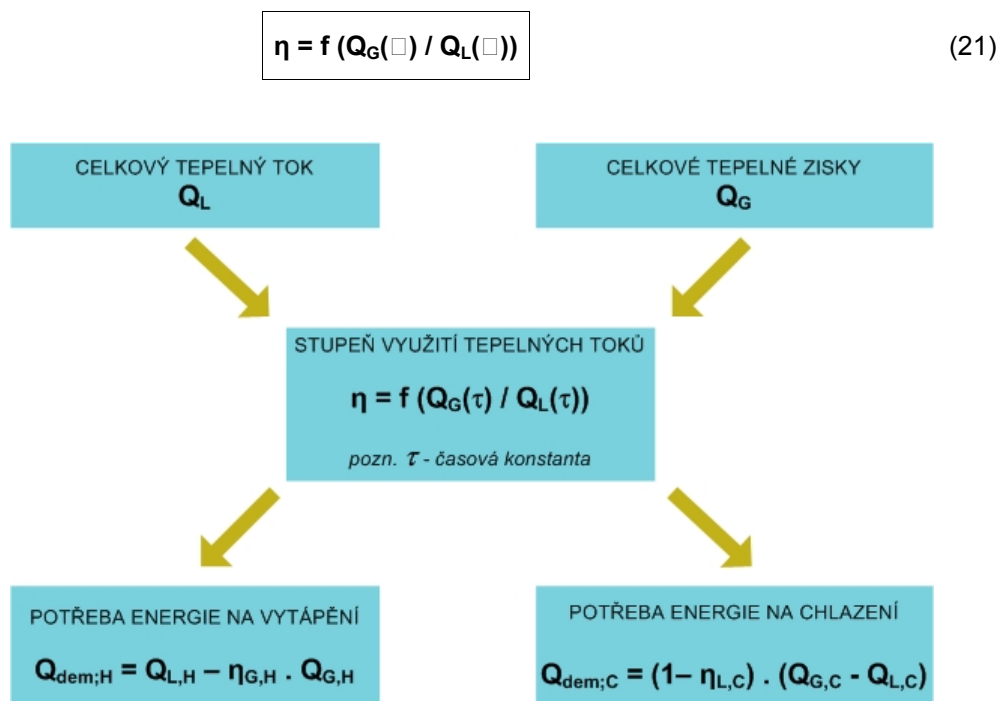
#### 1.4.6 DYNAMICKÉ PARAMETRY

Pro účely této kapitoly se potřebou energie na vytápění budovy rozumí množství tepla odvedeného za daný časový úsek mimo systémovou hranici budovy. Tepelnými zisky se rozumí tepelná energie vznikající v budově činností osob, z vybavení, zařízení a osvětlení budovy a přivedená do budovy za daný časový úsek z okolního prostředí prostřednictvím solární radiace. Energetické ztráty energetických systémů nejsou do celkové bilance zahrnuty, tyto jsou zahrnuty prostřednictvím účinnosti daného energetického systému. Účinnost vyjadřuje nevyužitelnou energii, která se neprojevuje do výsledné energetické bilance budovy.

<sup>13</sup> pro označení slunečních tepelných zisků v přilehlých zimních zahradách byly zvoleny dva indexy s angl. solar = sluneční, sunspace = zimní zahrada

<sup>14</sup> například ČSN EN ISO 12831, ČSN EN ISO 13790

Dynamický vliv tepelných zisků je ve výpočtu zahrnut prostřednictvím tzv. stupně využití tepelných toků. Stupeň využití tepelných toků je definován pomocí poměru celkovou tepelnou bilancí, zahrnující tepelné ztráty prostupem a větráním za daný časový úsek a zónu, nebo budovu a celkové tepelné zisky za daný časový úsek a zónu, nebo budovu. Účinnost využití tepelných zisků určuje výši toků (zisků, ztrát), která je využitelná vzhledem k celkové energetické bilanci posuzované budovy, nebo zóny.



Obr. 5 Princip výpočtu potřeby energie v zóně.

#### STUPEŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ PRO VYTÁPĚNÍ

Pro každý měsíc  $n$  a pro každou zónu budovy  $z$  se stanoví ze vztahu:

$$\gamma_H = Q_{G,H} / Q_{L,H} \quad (22)$$

jestliže  $\gamma_H \neq 1$ :  $\eta_{GH} = (1 - \gamma_H^{a_H}) / (1 - \gamma_H^{a_H+1})$

jestliže  $\gamma_H = 1$ :  $\eta_{GH} = a_H / (a_H + 1)$

kde je:

- $\eta_{GH}$  stupeň využití tepelných zisků pro vytápění, (-);
- $\gamma_H$  poměr tepelných zisků a celkových tepelných toků v topném režimu, (-);
- $Q_{L,H}$  celkový tepelný tok v topném režimu, (MJ), stanoven podle 1.3;
- $Q_{G,H}$  celkové tepelné zisky v topném režimu, (MJ), stanoveny podle 1.4;
- $a_H$  číselný parametr závislý na časové konstantě  $\tau_H$ , (-), stanovený podle vztahu:  

$$a_H = a_{0,H} + (\tau_H / \tau_{0,H})$$

kde je:

- $a_{0,H}$  referenční číselný parametr, (-), pro účely vyhlášky stanovený podle tab. 9;
- $\tau_H$  časová konstanta budovy nebo zóny budovy, (hod.), stanovená podle 1.5;
- $\tau_{0,H}$  referenční časová konstanta, (hod.), pro účely této vyhlášky lze použít hodnoty podle tab. 9.

Hodnoty  $a_{0,H}$  a  $\tau_{0,H}$  závisí na době, kdy je zóna budovy využívána. Stanoví se podle tab. 9 nebo z časového obsazení  $f_{OCC}$  podle 1.4.2.



Tab. 8 Hodnoty numerických parametrů  $a_{0,H}$  a referenční časové konstanty  $\tau_{0,H}$ 

Typ budovy		$a_{0,H}$	$\tau_{0,H}$
Trvale vytápěné budovy (více než 12 h denně), jako jsou obytné budovy, hotely, nemocnice, ubytovny a výchovná zařízení	Měsíční výpočetní metoda	1,0	15
Budovy vytápěné jen přes den (méně než 12 h denně), jako jsou školy, administrativní budovy, továrny a obchody		0,8	70

## STUPEŇ VYUŽITÍ TEPELNÝCH ZISKŮ PRO CHLAZENÍ

Pro každý měsíc  $n$  a pro každou zónu budovy  $z$  se stanoví ze vztahu:

$$\gamma_H = Q_{G,H} / Q_{L,H} \quad (23)$$

$$\begin{aligned} \text{jestliže } \lambda_C \neq 1: & \quad \eta_{G,C} = (1 - \lambda_C^{a_C}) / (1 - \lambda_C^{a_C+1}) \\ \text{jestliže } \lambda_C = 1: & \quad \eta_{G,C} = a_C / (a_C + 1) \end{aligned}$$

kde je:

- $\eta_{G,C}$  stupeň využití tepelných zisků pro chlazení, (-);
- $\lambda_C$  poměr tepelných zisků a tepelných ztrát v chladícím režimu, (-);
- $Q_{L,C}$  celkový tepelný tok v chladícím režimu, (MJ), stanoven podle 1.3;
- $Q_{G,C}$  celkové tepelné zisky v chladícím režimu, (MJ), stanoveny podle 1.4;
- $a_C$  číselný parametr závislý na časové konstantě  $\tau_C$ , (-), stanovený podle vztahu:  

$$a_C = a_{0,C} + (\tau_C / \tau_{0,C})$$

kde je:

- $a_{0,C}$  referenční číselný parametr, (-), pro účely vyhlášky stanovený podle tab. 10;
- $\tau_C$  časová konstanta budovy nebo zóny budovy, (hod.), stanovená podle 1.5;
- $\tau_{0,C}$  referenční časová konstanta, stanovená podle tab. 10, v hod.

Hodnoty  $a_{0,C}$  a  $\tau_{0,C}$  závisí na době, kdy je zóna budovy využívána. Stanoví se podle tab. 10 nebo z časového obsazení  $f_{OCC}$  podle 1.4.2.

Tab. 9 Hodnoty numerických parametrů  $a_{0,C}$  a referenční časové konstanty  $\tau_{0,C}$ 

Typ budovy		$a_{0,C}$	$\tau_{0,C}$
Trvale chlazené budovy (více než 12 h denně), jako jsou obytné budovy, hotely, nemocnice, ubytovny a výchovná zařízení	Měsíční výpočetní metoda	1,0	15
Budovy chlazené jen přes den (méně než 12 h denně), jako jsou školy, administrativní budovy, továrny a obchody		1,0	15

## 1.5 ČASOVÁ KONSTANTA BUDOVY V TOPNÉM A CHLADÍCÍM REŽIMU

## ČASOVÁ KONSTANTA BUDOVY V TOPNÉM REŽIMU

$$\tau_H = (C_m / 3,6) / H_H \quad (24)$$

kde je:

- $\tau_H$  časová konstanta budovy nebo zóny budovy  $z$  v topném režimu, (hod.);
- $C_m$  vnitřní tepelná kapacita budovy, (kJ/K), pro účely vyhlášky stanovena zjednodušeně podle tab. 11;
- $H_H$  měrný tepelný tok budovy v topném režimu, (W/K), stanovený součtem  $H_T$  a  $H_V$  určených podle 1.3.2 a 1.3.4.

Tab. 10 - Vnitřní tepelná kapacita pro vybrané konstrukce

Vnitřní tepelná kapacita budovy	$C_m$
Konstrukce lehká – měrná hmotnost do 600 kg/m <sup>3</sup>	180
Konstrukce střední – měrná hmotnost > 600 kg/m <sup>3</sup>	324
Konstrukce těžká – měrná hmotnost > 1000 kg/m <sup>3</sup>	468

*Komentář: Stupeň využití tepelných zisků resp. tepelných ztrát je přímo vztažen k tepelné setrvačnosti budovy. Vychází z vnitřní tepelné kapacity budovy. Časová konstanta představuje dobu reakce na změnu okolních podmínek a odvíjí se od hodnoty vnitřní tepelné kapacity budovy, které byly odhadnuty a rozděleny pro tři typy konstrukcí.*

#### ČASOVÁ KONSTANTA V CHLADÍCÍM REŽIMU

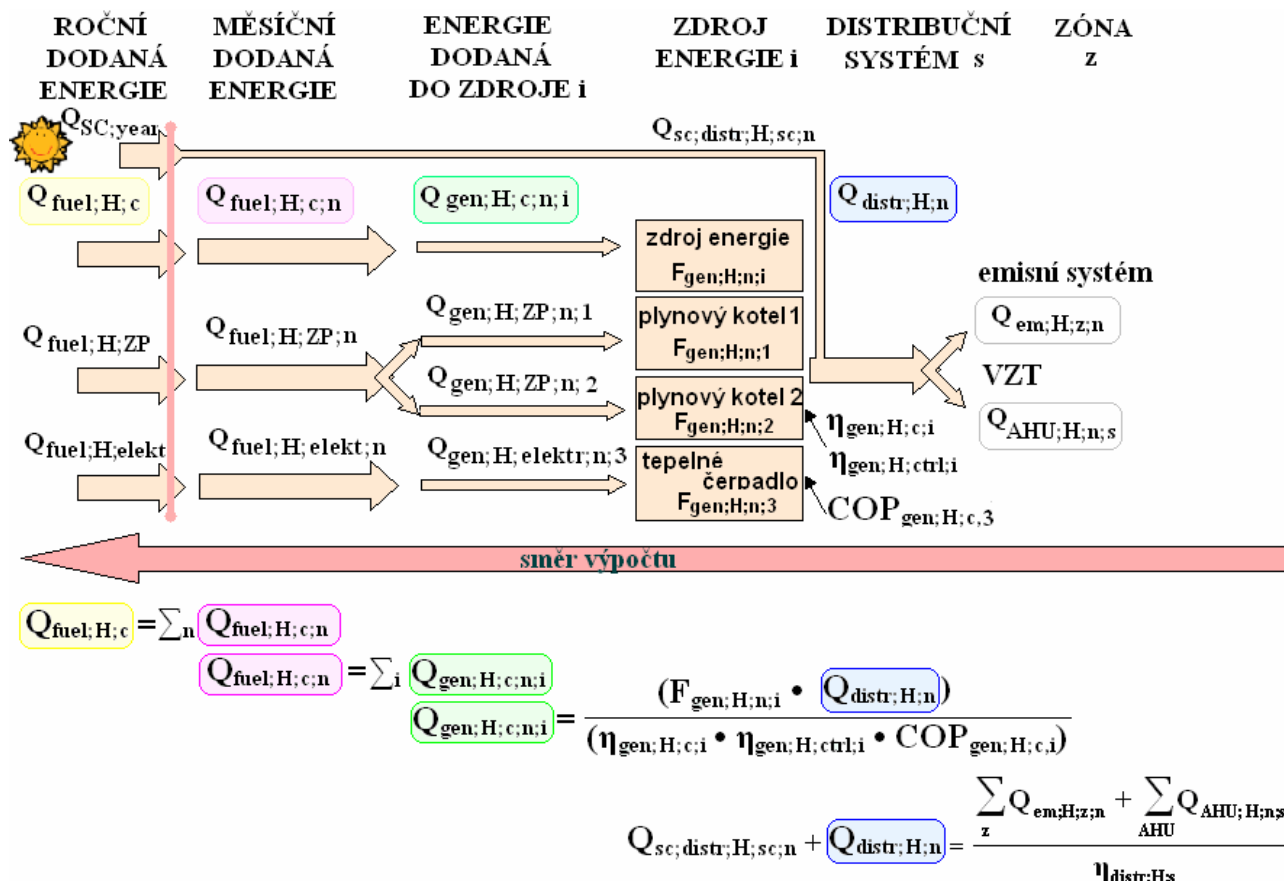
$$\tau_c = (C_m / 3,6) / H_c \quad (25)$$

kde je:

- $\tau_c$  časová konstanta budovy nebo zóny budovy v chladícím režimu, (hod.);  
 $C_m$  vnitřní tepelná kapacita budovy, (kJ/K), pro účely vyhlášky stanovena zjednodušeně podle tab. 11;  
 $H_c$  měrný tepelný tok budovy v chladícím režimu, (W/K), stanovený součtem  $H_T$  a  $H_V$  určených podle 1.3.2 a 1.3.4.

## 2. DODANÁ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Dodaná energie na vytápění představuje celkovou spotřebu energie kryjící potřebu energie na vytápění budovy, nebo zóny budovy. Spotřeba energie přímo závisí na standardizovaném způsobu užívání budovy (provozní doba užívání, provozní doba energetických systémů, požadavky na vnitřní prostředí, apod.) a na skladbě energetických systémů zajišťujících krytí potřeby energie na vytápění. Energetické systémy jsou charakterizovány pomocí účinnosti vyjadřujících výrobu, distribuci a předání energie v konečném místě potřeby v rámci daných energetických systémů. Účinnost  $\eta$  dané části energetického systému vytápění v tomto smyslu vyjadřuje nevyužitelnou energii, která se ovšem neprojevuje do výsledné energetické bilance budovy v podobě (např. v podobě tepelných zisků). Dodaná energie na systémové hranici budovy představuje celkovou energii určenou ke krytí potřeby energie na vytápění s ohledem na výše uvedené podmínky.



Obr. 1 Schéma výpočtu dílčí energie na vytápění. Do budovy je na její systémovou hranici dodávána dílčí energie na vytápění  $Q_{fuel,H;c}$ , která je přeměněna ve zdroji  $i$  a následně rozvedena do jednotlivých zón  $z$ . Zdrojem pro přeměnu energie na vytápění je například tepelné čerpadlo, plynový kotel nebo výměňková stanice pro ústřední topení. Do každého zdroje vstupuje jeden energonositel  $c$  (zemní plyn, elektrina, aj.). Výstup energie ze zdroje  $Q_{distr,H;n;s}$  je dodáván do distribučního systému budovy  $s$ . Rozvodný systém  $s$  předává energii do vzduchotechnických jednotek  $Q_{AHU,H;n;s}$  a systémů sdílení energie  $Q_{em,H;z;n}$  v různých zónách budovy.

## 2.1 DODANÁ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Dodaná energie na vytápění se pro každý energonositel  $c$  stanoví ze vztahu:

$$Q_{fuel,H;c} = \sum_n Q_{fuel,H;c;n} \quad (26)$$

kde je:

$Q_{fuel,H;c}$  roční dodaná energie na vytápění energonositelem  $c$ , (MJ/rok);

$Q_{fuel,H;c;n}$  dodaná energie na vytápění energonositelem  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Dodaná energie na vytápění se pro každý energonositel  $c$  a výpočtové období  $n$  stanoví ze vztahu:

$$Q_{fuel,H;c;n} = \sum_i Q_{gen,H;c;n,i} \quad (27)$$

kde je:

$Q_{fuel,H;c;n}$  dodaná energie na vytápění energonositelem  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{fuel,H;c;n,i}$  dodaná energie na vytápění energonositelem  $c$  v měsíci  $n$  pro zdroj energie  $i$ , (MJ/měsíc).

Je-li zdrojem tepla KVET, předpokládá se, že teplo na vytápění je přednostně dodáváno z KVET ( $Q_{\text{gen};H;c;n;i}$ ). Dodaná energie pro provoz jednotky KVET je stanovena v příloze 10.

Dodaná energie za měsíc  $n$  se pro každý zdroj tepelné energie  $i$  stanoví podle vztahu:

$$Q_{\text{gen};H;c;n;i} = (Q_{\text{distr};H;n} \cdot F_{\text{gen};H;n;i}) / (\eta_{\text{gen};H;c;i} \cdot \eta_{\text{gen};H;\text{ctrl};i} \cdot \text{COP}_{\text{gen};H;c,i}) \quad (28)$$

kde je:

$Q_{\text{gen};H;c;n;i}$  dodaná energie na vytápění energonositelem  $c$  v měsíci  $n$  pro zdroj energie  $i$ , (MJ/měsíc);

$Q_{\text{distr};H;n}$  tepelná energie dodaná do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$F_{\text{gen};H;n;i}$  měsíční podíl tepelné energie dodané do distribučního systému  $s$  zdrojem energie  $i$ , (-). Pro všechny zdroje  $i$  v systému je  $\sum_i F_{\text{gen};H;n;i} = 1$ . Součinitel  $F_{\text{gen};H;n;i}$  určuje podíl dodávky tepelné energie ze zdroje do distribučního systému. Tento podíl je stanoven v rámci předběžných výpočtů;

$\eta_{\text{gen};H;c;i}$  účinnost výroby energie zdrojem  $i$ , stanovená hodnota podle příslušné vyhlášky<sup>15</sup>; (-). Pokud je zdrojem energie tepelné čerpadlo, pak  $\eta_{\text{gen};H} = 1$ ;

$\eta_{\text{gen};H;\text{ctrl};i}$  účinnost regulace zdroje energie  $i$ , (-). Pro účely vyhlášky lze použít hodnoty z tab. 12. Pokud je zdrojem energie tepelné čerpadlo, pak  $\eta_{\text{gen};H;\text{ctrl}} = 1$ ;

$\text{COP}_{\text{gen};H;c,i}$  poměr mezi tepelným výkonem a příkonem zdroje tepla na bázi tepelného čerpadla  $i$  poháněného elektrickou energií nebo plynem, (-). Zdroje tepla nepracující na bázi tepelného čerpadla mají koeficient  $\text{COP}_{\text{gen};H;c,i} = 1$ . Hodnota poměru  $\text{COP}_{\text{gen};H;c,i}$  se stanoví pro účely vyhlášky podle tab. 13.

Tab. 11 Účinnost regulace zdroje energie  $\eta_{\text{gen};H;\text{ctrl}}$

Typ regulace	$\eta_{\text{gen};H;\text{ctrl}}$
Ruční	0,95
Automatická	0,97

Tab. 12 Příklady hodnoty  $\text{COP}_{\text{gen};H;c,i}$  pro systémy s tepelným čerpadlem

Tepelný zdroj - teplota primárního média (°C)	Teplotní úroveň potřeby tepla					
	$\theta_{\text{supp}} < 35 \text{ °C}$		$35 \text{ °C} \leq \theta_{\text{supp}} < 45 \text{ °C}$		$45 \text{ °C} \leq \theta_{\text{supp}} < 55 \text{ °C}$	
	EHP	GHP	EHP	GHP	EHP	GHP
Země (0°C) / vzduch(7°C)	3,4	1,6	3,8/4,9	1,5	2,5/3,2	1,4
Odpadní teplo (20°C)	6,1	2,6	5,1	2,2	4,4	2,0
Podzemní voda (10°C)	4,7	2,1	5,3	1,9	3,5	1,8
Povrchová voda (5°C)	4,1	1,9	4,5	1,8	2,9	1,7

kde: EHP – tepelné čerpadlo poháněné elektřinou

GHP – tepelné čerpadlo poháněné plynem

$\theta_{\text{supp}}$  – je teplota topné vody dodávané z tepelného čerpadla do topného systému.

## 2.2 SPOTŘEBA ENERGIE DISTRIBUTIVNÍHO TOPNÉHO SYSTÉMU

Pro každý topný rozvodný systém  $s$ , zóny  $z$  a instalované VZT jednotky se stanoví:

$$Q_{\text{distr};H;n;s} = \frac{\sum_z Q_{em;H;z;n} + \sum_{AHU} Q_{AHU;H;n;s}}{\eta_{\text{distr};H;s}} - Q_{SC;\text{distr};H;SC;n} \quad (29)$$

kde je:

<sup>15</sup> Například vyhláška č. 150/2001 Sb., kterou se stanoví minimální účinnost užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie, nařízení vlády č. 25/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na účinnost nových teplovodních kotlů spalujících kapalná nebo plyná paliva.

- $Q_{\text{distr};H;n;s}$  tepelná energie dodaná do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);
- $Q_{\text{em};H;z;n}$  tepelná energie dodaná do systému sdílení energie v měsíci  $n$  z distribučního systému  $s$  do zóny  $z$ , (MJ/měsíc);
- $Q_{\text{AHU};H;n;s}$  tepelná energie dodaná VZT jednotkami v měsíci  $n$  z distribučního systému  $s$  do zóny  $z$ , (MJ/měsíc);
- $Q_{\text{SC};\text{distr};H;sc;n}$  příspěvek solárního systému  $sc$  k dodávce tepla v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc); stanoveno podle přílohy 8;
- $\eta_{\text{distr};H;s}$  účinnost distribučního systému  $s$ , (-).

*Komentář: Do systémů sdílení tepla (index em) a vzduchotechnických zařízení (index AHU) je energie dodávána distribučním systémem  $s$  a do výpočtu vstupuje faktor účinnosti distribučního systému. Část potřeby energie na vytápění může být kryta dodávkou ze solárního systému (index SC). Podpora OZE (příspěvek solárního systému k dodávce tepla v rov. 42) se ve výpočtu projeví odečtením vyrobené využitelné energie prostřednictvím OZE od příslušné celkové energetické bilance.*

### 2.3 SPOTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Pro všechny zóny  $z$  vytápěné topným systémem  $s$  v měsíci  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{em};H;z;n} = Q_{\text{dem};H;z;n} / \eta_{\text{em};H;s} \quad (30)$$

kde je:

- $Q_{\text{em};H;z;n}$  dodávka tepla do zóny  $z_s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);
- $Q_{\text{dem};H;z;n}$  potřeba tepla v zóně  $z_s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);
- $\eta_{\text{em};H;s}$  účinnost sdílení tepla systému  $s$ , (-).

### 2.4 SPOTŘEBA TEPELNÉ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ VZT JEDNOTKAMI

Dodávka tepla pro všechny VZT jednotky systému  $s$  do zóny  $z$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{H;AHU;z;n} = \sum_{AHU} Q_{H;AHU;n} \quad (31)$$

Dodávka tepla VZT jednotkou se pro všechny měsíce  $n$  stanoví ze vztahu:

$$Q_{H;AHU;n} = H_{AHU} \cdot (\theta_{\text{supp};n} - \theta_e) \cdot f_{\text{vent}} \cdot t \quad (32)$$

kde je:

- $Q_{H;AHU;zs;n}$  dodávka tepla do VZT jednotky v měsíci  $n$  napájené ze systému  $s$  do zóny  $z$ , (MJ/měsíc);
- $Q_{H;AHU;n}$  dodávka tepla VZT jednotkou v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);
- $H_{AHU}$  měrná tepelná ztráta VZT jednotky, (W/K);
- $t$  trvání výpočtového období, (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;
- $f_{\text{vent}}$  časový podíl spuštěného mechanického větrání během užívání budovy, (-);
- $\theta_e$  průměrná venkovní teplota v měsíci  $n$ , (°C);
- $\theta_{\text{supp};n}$  přívodní teplota vzduchu do zóny  $z$  (včetně tepelného zisku z provozu ventilátoru) v měsíci  $n$ , (°C), viz. 1.3.3.

Měrná tepelná ztráta VZT jednotek v měsíci  $n$  je stanovena podle vztahu:

$$H_{AHU;n} = \rho_a \cdot c_a \cdot V_{V,AHU;n} \cdot (1 - \eta_{hr}) \cdot (1 - f_{\text{recirc}}) \quad (33)$$

kde je:

$H_{AHU;n}$	měrná tepelná ztráta VZT jednotky, (W/K);
$\rho_a$	hustota vzduchu, ( $\text{kg/m}^3$ );
$c_a$	měrná tepelná kapacita vzduchu, (J/kgK);
$V_{V,AHU;n}$	měrný tok vzduchu VZT jednotkou v měsíci $n$ , ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
$\eta_{hr}$	účinnost systému zpětného získávání tepla VZT systému, (-);
$f_{recirc}$	činitel recirkulace VZT systému, (-). <sup>12</sup>

Měrný tok vzduchu VZT jednotkou je stanoven podle vztahu:

$$V_{V, AHU;n} = \sum_z V_{V,mech;z;n} \quad (34)$$

$$V_{V,mech;z;n} = V_{V,mech;AHU;n} \cdot f_{c;vent} \quad (35)$$

kde je:

$V_{V,mech;z;n}$  hlavní měrný tok vzduchu zónou  $z$  z důvodu mechanického větrání v měsíci  $n$ , viz. 1.3.4 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$V_{V,mech;AHU;n}$  hlavní měrný tok vzduchu zónou  $z$  z důvodu mechanického větrání v měsíci  $n$ , viz. 1.3.4 ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$f_{c;vent}$  korekční podíl z důvodu ovládání na větrací jednotce, která redukuje dodávku venkovního vzduchu, (-). Hodnotu lze pro účely vyhlášky stanovit z tab. 14.

**Tab. 13 - Opatření snižující dodávku venkovního vzduchu pro větrací jednotky**

Větrací systém s instalovaným ovládáním	$f_{c;vent}$
Ovládání snižující tok vzduchu nejméně na 80% maximální kapacity	0,8
Ovládání snižující tok vzduchu nejméně na 60% maximální kapacity	0,6
Ovládání snižující tok vzduchu nejméně na 40% maximální kapacity	0,4
Všechny ostatní případy	1

### 3. DODANÁ ENERGIE NA CHLAZENÍ A ODVLHČOVÁNÍ

Dodaná energie na chlazení a odvlhčování představuje celkovou spotřebu energie kryjící potřebu energie na chlazení a odvlhčování budovy, nebo zóny budovy. Spotřeba energie přímo závisí na standardizovaném způsobu užívání budovy (provozní doba užívání, provozní doba energetických systémů, požadavky na vnitřní prostředí, apod.) a na skladbě energetických systémů zajišťujících krytí potřeby energie na chlazení a odvlhčování. Energetické systémy jsou charakterizovány pomocí účinnosti vyjadřujících výrobu, distribuci a předání energie v konečném místě potřeby v rámci daných energetických systémů. Účinnost  $\eta$  dané části energetického systému na chlazení a odvlhčování v tomto smyslu vyjadřuje nevyužitelnou energii, která se ovšem neprojeví do výsledné energetické bilance budovy v podobě (např. v podobě tepelných zisků). Dodaná energie na systémové hranici budovy představuje celkovou energii určenou ke krytí potřeby energie na chlazení a odvlhčování s ohledem na výše uvedené podmínky.

#### 3.1 DODANÁ ENERGIE NA CHLAZENÍ

Pro každý energonositel  $c$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{fuel;c;c} = \sum_n Q_{fuel;C;c;n} \quad (36)$$

kde je:

$Q_{fuel;C;c}$  roční dodaná energie na chlazení pro každý energonositel  $c$ , (MJ/rok);

$Q_{fuel;C;c;n}$  dodaná energie na chlazení pro každý energonositel  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Pro každý energonositel  $c$  a výpočtové období  $n$  se stanoví ze vztahu:



$$Q_{\text{fuel};C;c;n} = \sum_i Q_{\text{gen};C;c;n;i} \quad (37)$$

kde je:

$Q_{\text{fuel};C;c;n}$  dodaná energie na chlazení pro každý energonositel  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{\text{gen};C;c;n;i}$  dodaná energie na chlazení energonositele  $c$  v měsíci  $n$  pro zdroj energie  $i$ , (MJ/měsíc).

Pokud je zdrojem chladu systém absorpčního chlazení spotřebovávající teplo z KVET, předpokládá se, že teplo je přednostně dodáváno z KVET ( $Q_{\text{gen};H;c;n;i}$ ). Dodaná energie pro provoz jednotky KVET je stanovena příloze 10.

Dodaná energie za měsíc  $n$  pro každý zdroj chladu  $i$  je stanovena vztahem:

$$Q_{\text{gen};C;c;n;i} = (Q_{\text{distr};C;n} \cdot F_{\text{gen};C;n;i}) / \text{COP}_{\text{gen};C;c,i} \quad (38)$$

kde je:

$Q_{\text{gen};C;c;n;i}$  dodaná energie na chlazení pro každý energonositel  $c$  v měsíci  $n$  pro zdroj chladu  $i$ , (MJ/měsíc);

$Q_{\text{distr};C;n}$  chladicí energie dodaná do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$F_{\text{gen};C;n;i}$  měsíční podíl chladu dodaného do distribučního systému  $s$  dodané zdrojem chladu  $i$ , (-); pro všechny zdroje  $i$  v systému  $s$  je  $\sum_i F_{\text{gen};C;n;i} = 1$ ;

$\text{COP}_{\text{gen};C;c,i}$  poměr mezi chladícím výkonem a příkonem zdroje chladu  $i$  (-). Hodnoty koeficientu  $\text{COP}_{\text{gen};C;c,i}$  jsou pro účely vyhlášky stanoveny v tab. 15.

Tab. 14 - Příklady hodnot  $\text{COP}_{\text{gen};C}$  pro zdroje chlazení

Zdroj dodávky chladu	$\text{COP}_{\text{gen};C}$
<b>Kompresorové chlazení - nepřímé zpětné chlazení vodou</b>	
Pístový a scroll kompresor (15 – 1 500 kW)	3,7
Šroubový kompresor (200 – 2 000 kW)	4,5
Turbokompresor (500 – 8 000 kW)	5,1
<b>Kompresorové chlazení - přímé zpětné chlazení vzduchem</b>	
Pístový a scroll kompresor (15 – 1 500 kW)	2,9
Šroubový kompresor (200 – 2 000 kW)	3,3
<b>Přímé chlazení vzduchu v zóně - kompaktní systémy (&lt;15 kW)</b>	
Kompaktní okenní klimatizátor	2,6
Split systém	2,7
Multi-Split systém	2,8
<b>Přímé chlazení vzduchu v zóně (&gt;10 kW)</b>	
VRV systém s proměnným průtokem chladiva	33,5
Absorpční chlazení	0,7

### 3.2 SPOTŘEBA ENERGIE CHLADÍČÍHO DISTRIBUČNÍHO SYSTÉMU

Spotřeba energie pro každý rozvodný systém chladu  $s$ , všechny zóny  $z$  a instalované VZT jednotky se stanoví podle vztahu:

$$Q_{\text{distr};C;s;n} = (\sum_z Q_{\text{em};C;z;n} + \sum_{\text{AHU}} Q_{\text{AHU};C;n;s}) / \eta_{\text{distr};C;s} \quad (39)$$

kde je:

$Q_{\text{distr};C;s;n}$  chladicí energie dodaná do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc). Člen  $Q_{\text{distr};C;s;n}$  je možno rozdělit na citelnou a vázanou část;

$Q_{\text{em};C;z;n}$  chladicí energie dodaná do systému sdílení energie v měsíci  $n$  z distribučního systému  $s$  do zóny  $z$ , (MJ/měsíc). Člen  $Q_{\text{em};C;z;n}$  má pouze citelnou část;

$Q_{AHU;C;n;s}$  chladicí energie a energie potřebná k odvlhčení dodaná VZT jednotkami v měsíci  $n$  z distribučního systému  $s$  do zóny  $z$ , (MJ/měsíc). Člen  $Q_{AHU;C;n;s}$  je možno rozdělit na citelnou a vázanou část, viz. 3.4.

$\eta_{distr;C;s}$  účinnost distribučního systému  $s$ , (-).

### 3.3 SPOTŘEBA ENERGIE NA CHLAZENÍ

Spotřeba energie pro všechny zóny  $z_s$  napojené na chladicí systémem  $s$  v měsíci  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{em;C;zs;n} = Q_{dem;C;zs;n} / \eta_{em;C;s} \quad (40)$$

kde je:

$Q_{em;C;zs;n}$  dodávka chladu do zóny  $z_s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{dem;C;zs;n}$  potřeba chladu v zóně  $z_s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$\eta_{em;C;s}$  účinnost sdílení chladu systému  $s$ , (-).

### 3.4 SPOTŘEBA ENERGIE PRO CHLAZENÍ A ODVLHČOVÁNÍ VZT JEDNOTKAMI

Spotřeba energie na chlazení pro každé výpočtové období v měsíci  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{AHU;C;n} = Q_{C;AHU;sens;n} + Q_{C;AHU;lat;n} \quad (41)$$

kde je:

$Q_{AHU;C;n}$  dodávka chladu do VZT jednotky v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{AHU;C;sens;n}$  citelná část dodávky chladu v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{AHU;C;lat;n}$  vázaná část dodávky chladu v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Citelná část dodávky chladu VZT jednotkami systému  $s$  do zóny  $z_s$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{AHU;C;sens;n} = H_{AHU;n} \cdot [\theta_e - (\theta_{supp;n} - \Delta\theta_{fans})] \cdot f_{vent} \cdot t \quad (42)$$

kde je:

$Q_{AHU;C;sens;n}$  citelná část dodávky chladu v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$H_{AHU;n}$  měrná tepelná ztráta VZT jednotky, (W.K<sup>-1</sup>);

$t$  trvání výpočtového období, (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;

$f_{vent}$  časový podíl spuštěného mechanického větrání během užívání budovy, (-);

$\theta_e$  průměrná venkovní teplota v měsíci  $n$ , (°C);

$\theta_{supp;n}$  přívodní teplota vzduchu do zóny  $z$  (včetně tepelného zisku z provozu ventilátoru) v měsíci  $n$ , (°C), viz. 1.3.3;

$\Delta\theta_{fans}$  zvýšení teploty z důvodu uvolnění tepla z ventilátorů, (°C).

Měrná tepelná ztráta VZT jednotek v chladícím režimu v měsíci  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$H_{AHU;C} = \rho_a \cdot c_a \cdot V_{V,AHU;n} \quad (43)$$

kde je:

$H_{AHU;C;n}$  měrná tepelná ztráta VZT jednotky v chladícím režimu, (W/K);

$\rho_a$  hustota vzduchu, (kg/m<sup>3</sup>);

$c_a$  měrná tepelná kapacita vzduchu, (J/kg<sup>1</sup>K<sup>1</sup>);

$V_{V,AHU;n}$  měrný tok vzduchu VZT jednotkou v chladícím režimu v měsíci  $n$ , (m<sup>3</sup>/s<sup>1</sup>), viz. 2.4.

Vázaná část dodávky chladu VZT jednotkami systému  $s$  do zóny  $z_s$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{AHU;C;lat;n} = \rho_a \cdot V_{V,AHU;n} (X_{e;n} - X_{supp;n}) a \cdot f_{vent} \cdot t \quad (44)$$

kde je:

$Q_{AHU;C;lat;n}$	vázaná část dodávky chladu v měsíci $n$ , (MJ/měsíc);
$\rho_a$	hustota vzduchu, ( $\text{kg/m}^3$ );
$V_{V,AHU;n}$	měrný tok vzduchu VZT jednotkou v chladícím režimu v měsíci $n$ , ( $\text{m}^3/\text{s}^1$ ), viz. 2.4;
$X_{supp;n}$	měrná vlhkost dodávaného vzduchu při teplotě $\theta_{supp;n}$ , ( $\text{g/kg}^1$ suchého vzduchu). Měrná vlhkost dodávaného vzduchu ( $X_{supp;n}$ ) je pro účely této metodiky stanovena s relativní vlhkostí téměř 100%;
$X_{e;n}$	průměrná měrná vlhkost okolního prostředí v měsíci $n$ , ( $\text{g/kg}^1$ suchého vzduchu);
$a$	výparné teplo při $17,5^\circ\text{C}$ ( $l = 2459 \text{ J/g}$ ), ( $\text{J/g}$ );
$t$	trvání výpočtového období, (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;
$f_{vent}$	časový podíl spuštěného větrání, (-).

Korelace mezi teplotou dodávaného vzduchu ( $\theta_{supp;n}$ ) a  $X_{supp;n}$  při tlaku vzduchu 101,3 kPa (pro teploty mezi  $10^\circ\text{C}$  a  $20^\circ\text{C}$ ) je pro účely vyhlášky dána vztahem:

$$X_{supp;n} = a + b \cdot \theta_{supp;n} \quad (45)$$

kde je:

$X_{supp;n}$	měrná vlhkost dodávaného vzduchu při teplotě $\theta_{supp;n}$ , ( $\text{g/kg}$ suchého vzduchu);
$\theta_{supp;n}$	teplota dodávky vzduchu v měsíci $n$ , ( $^\circ\text{C}$ ).
$a = 0,2$	
$b = 0,71$	

#### 4. DODANÁ ENERGIE NA ZVLHČOVÁNÍ

Dodaná energie na zvlhčování představuje celkovou spotřebu energie kryjící potřebu energie zajišťující úpravu vlhkostních parametrů v budově, nebo zóny budovy. Spotřeba energie přímo závisí na standardizovaném způsobu užívání budovy (provozní doba užívání, provozní doba energetických systémů, požadavky na vnitřní prostředí, apod.) a na skladbě energetických systémů zajišťujících požadavek na úpravu vlhkostních parametrů v budově. Energetické systémy jsou charakterizovány pomocí účinnosti vyjadřujících výrobu, distribuci a předání energie v konečném místě potřeby v rámci daných energetických systémů. Účinnost  $\eta$  dané části energetického systému na zvlhčování v tomto smyslu vyjadřuje nevyužitelnou energii, která se ovšem neprojeví do výsledné energetické bilance budovy v podobě (např. v podobě tepelných zisků výroby, nebo distribuční části). Dodaná energie na systémové hranici budovy představuje celkovou energii určenou ke krytí potřeby energie na zvlhčování s ohledem na výše uvedené podmínky.

##### 4.1 DODANÁ ENERGIE NA ZVLHČOVÁNÍ

Pro každý energonositel  $c$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{fuel;Hum;c} = \sum_n Q_{fuel;Hum;c;n} \quad (46)$$

kde je:

$Q_{fuel;Hum;c}$	je roční dodaná energie na zvlhčování pro každý energonositel $c$ , (MJ/rok);
$Q_{fuel;Hum;c;n}$	dodaná energie na zvlhčování pro každý energonositel $c$ v měsíci $n$ , (MJ/měsíc).

Pro každý energonositel  $c$  a výpočtové období  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{fuel;Hum;c;n} = \sum_s \sum_i Q_{gen;Hum;c;n;i;s} \quad (47)$$

kde je:

- $Q_{\text{fuel;Hum;c;n}}$  dodaná energie na zvlhčování pro každý energonositel  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{gen;Hum;c;n;i;s}}$  dodaná energie na zvlhčování pro energonositel  $c$  v měsíci  $n$  pro zdroj vlhkosti  $i$  pro rozvodný systém  $s$ , (MJ/měsíc).

Pro každý zvlhčovací systém  $s$  a každý energonositel  $c$  je dodaná energie stanovena ze vztahu:

$$Q_{\text{gen;Hum;c;n;i;s}} = Q_{\text{distr;Hum;n;s}} / \eta_{\text{gen;Hum;c;i}} \quad (48)$$

kde je:

- $Q_{\text{gen;Hum;c;n;i;s}}$  dodaná energie na zvlhčování pro energonositel  $c$  v měsíci  $n$  pro zdroj vlhkosti  $i$  pro rozvodný systém  $s$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{distr;Hum;n;s}}$  energie dodaná do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc), stanovena podle 4.2;  
 $\eta_{\text{gen;Hum;i}}$  účinnost zdroje zvlhčování  $i$ , (-).

#### 4.2 SPOTŘEBA ENERGIE ZVLHČOVACÍHO DISTRIBUČNÍHO SYSTÉMU

Spotřeba energie pro dodávku vlhkosti do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , pro všechny instalované VZT jednotky distribučního systému  $s$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{distr;Hum;n;s}} = \sum_{\text{AHUHum}} Q_{\text{AHU;Hum;n;s}} / \eta_{\text{distr;Hum;s}} \quad (49)$$

kde je:

- $Q_{\text{distr;Hum;n;s}}$  dodaná energie na zvlhčování do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{AHU;Hum;n;s}}$  dodaná energie na zvlhčování pro každou VZT jednotku se zvlhčováním připojenou k zóně  $z_s$  spojenou se systémem  $s$ , (MJ/měsíc);  
 $\eta_{\text{distr;Hum;s}}$  účinnost rozvodu zvlhčovacím systémem  $s$ , (-), typické hodnoty jsou stanoveny pro účely této vyhlášky pomocí následujících předpokladů:  
 - pokud jsou všechna místa dodávky vlhkosti umístěna méně než 3 m od zdroje zvlhčování, potom platí  $\eta_{\text{distr;Hum;s}} = 1,0$ ;  
 - pokud je jedno nebo více míst dodávky vlhkosti umístěno dále než 3 m od zdroje vlhkosti a rozvodný systém je parní, potom platí  $\eta_{\text{distr;Hum;s}} = 0,7$ .

#### 4.3 SPOTŘEBA ENERGIE NA ZVLHČOVÁNÍ

Spotřeba energie pro všechny zóny  $z$  napojené na zvlhčovací systém  $s$  v měsíci  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{AHU;Hum;s;n}} = \rho_a \cdot V_{V;\text{AHU;n}} (X_{\text{supp;n}} - X_{e;n}) \cdot a \cdot f_{\text{vent}} \cdot t \cdot (1 - \eta_{\text{humr;AHU}}) \quad (50)$$

kde je:

- $Q_{\text{AHU;Hum;s;n}}$  dodaná energie na zvlhčování pro každou VZT jednotku se zvlhčováním, (MJ/měsíc);  
 $\rho_a$  hustota vzduchu, ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ );  
 $V_{V;\text{AHU;n}}$  měrný tok vzduchu VZT jednotkou v chladícím režimu v měsíci  $n$ , ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ );  
 $X_{\text{supp;n}}$  měrná vlhkost dodávaného vzduchu při teplotě  $\theta_{\text{supp;n}}$  ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchého vzduchu);  
 $X_{e;n}$  průměrná měrná vlhkost okolního prostředí v měsíci  $n$ , ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  suchého vzduchu);  
 $a$  výparné teplo při  $17,5^\circ\text{C}$  ( $=2459$ ), ( $\text{J} \cdot \text{g}^{-1}$ );  
 $t$  trvání výpočtového období, (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;  
 $f_{\text{vent}}$  časový podíl spuštěného větrání, (-);  
 $\eta_{\text{humr;AHU}}$  účinnost zpětného získávání vlhkosti ve VZT jednotce, (-).

## 5. DODANÁ ENERGIE NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Dodaná energie na přípravu teplé vody představuje celkovou spotřebu energie kryjící potřebu energie na přípravu teplé vody v budově, nebo zóny budovy. Spotřeba energie přímo závisí na standardizovaném způsobu užívání budovy (provozní doba užívání, provozní doba energetických systémů, požadavky na vnitřní prostředí, apod.) a na skladbě energetických systémů zajišťujících přípravu teplé vody v budově. Energetické systémy jsou charakterizovány pomocí účinnosti vyjadřujících výrobu, distribuci a předání energie v konečném místě potřeby v rámci daných energetických systémů. Účinnost  $\eta$  dané části energetického systému na přípravu teplé vody v tomto smyslu vyjadřuje nevyužitelnou energii, která se ovšem neprojeví do výsledné energetické bilance budovy v podobě (např. v podobě tepelných zisků výroby, nebo distribuční části). Dodaná energie na systémové hranici budovy představuje celkovou energii určenou ke krytí potřeby energie na přípravu teplé vody s ohledem na výše uvedené podmínky.

Dodaná energie na přípravu teplé vody se stanoví za těchto podmínek:

- množství připravované teplé vody, její teplota a další veličiny pro výpočet dodané energie na její ohřev  $Q_{\text{fuel;DHW}}$ , (GJ), musí být stanoveny podle příslušných technických norem,
- spotřeba energie se stanoví pro jednotlivé energonositele;
- výpočet se provádí samostatně pro každý časový výpočtový interval (měsíc) pro celou budovu,

### 5.1 DODANÁ ENERGIE NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Dodaná energie na přípravu teplé vody se pro každý energonositel  $c$  stanoví:

$$Q_{\text{fuel;DHW};c} = \sum_n Q_{\text{fuel;DHW};c;n} \quad (51)$$

kde je:

- $Q_{\text{fuel;DHW};c}$  roční dodaná energie na přípravu teplé vody energonositele  $c$ , (MJ/rok);  
 $Q_{\text{fuel;DHW};c;n}$  dodaná energie na přípravu teplé vody energonositele  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Dodaná energie na přípravu teplé vody se stanoví pro každý energonositel  $c$  a výpočtové období  $n$  ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel;DHW};c;n} = \sum_i Q_{\text{gen;DHW};c;n;i} \quad (52)$$

kde je:

- $Q_{\text{fuel;DHW};c;n}$  dodaná energie na přípravu teplé vody energonositele  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{gen;DHW};c;n;i}$  dodaná energie na přípravu teplé vody energonositele  $c$  v měsíci  $n$  pro systém  $i$ , (MJ/měsíc). Pokud je zdrojem tepla KVET, předpokládá se, že teplo na přípravu teplé vody je přednostně dodáváno z KVET ( $Q_{\text{gen;DHW};c;n;i}$ ). Dodaná energie pro provoz jednotky KVET je stanovena podle přílohy 10.

Dodaná energie za měsíc  $n$  se pro každý instalovaný zdroj přípravy teplé vody  $i$  stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{gen;DHW};c;n;i} = (Q_{\text{distr;DHW};n} \cdot F_{\text{gen;DHW};n;i}) / (\eta_{\text{gen;DHW};i} \cdot \text{COP}_{\text{gen;H};c,i}) \quad (53)$$

kde je:

- $Q_{\text{gen;DHW};c;n;i}$  dodaná energie na přípravu teplé vody energonositele  $c$  v měsíci  $n$  pro systém přípravy  $i$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{distr;DHW};n}$  dodávka energie v teplé vodě do distribučního systému  $s$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $\eta_{\text{DHW};\text{gen};i}$  účinnost systému přípravy teplé vody  $i$ , (-);  
 $F_{\text{gen;DHW};n;i}$  měsíční podíl spotřeby energie na přípravu teplé vody dodaná zdrojem systému  $i$ , (-), pro všechny zdroje  $i$  v systému je  $\sum_i F_{\text{gen;DHW};n;i} = 1$ ;

**COP<sub>gen;H;c;i</sub>** koeficient provozu zdroje tepla na bázi tepelného čerpadla *i* (-), zahrnující vliv akumulčních zásobníků na účinnost celého systému. Systémy přípravy teplé vody bez systému na bázi tepelného čerpadla mají koeficient COP<sub>gen;H;c;i</sub>=1. Pokud je tepelné čerpadlo instalováno, hodnota součinitele COP<sub>gen;H;c;i</sub> se stanoví pro účely této vyhlášky podle tab. 13.

## 5.2 SPOTŘEBA ENERGIE DISTRIBUČNÍHO SYSTÉMU PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Dodávka energie do distribučního systému přípravy teplé vody v měsíci *n* se stanoví ze vztahu podle:

$$Q_{\text{distr;DHW};n} = (Q_{\text{em;DHW};n} / \eta_{\text{distr;DHW}}) - Q_{\text{SC;distr;DHW;sc};n} \quad (54)$$

kde je:

**Q<sub>distr;DHW;n</sub>** dodávka energie v teplé vodě do distribučního systému teplé vody v měsíci *n*, (MJ/měsíc);

**Q<sub>em;DHW;n</sub>** dodávka energie v teplé vodě do emisního systému v měsíci *n*, (MJ/měsíc);

**Q<sub>SC;distr;DHW;sc;n</sub>** příspěvek solárních kolektorů k dodávce teplé vody v měsíci *n*, (MJ/měsíc), stanoven podle přílohy 8;

**η<sub>distr;DHW</sub>** účinnost distribučního systému přípravy teplé vody, (-). Pro účely vyhlášky lze účinnost distribučního systému přípravy teplé vody stanovit v rozmezí 0,2 – 0,5.

## 5.3 SPOTŘEBA ENERGIE PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Pro celou budovu se dodávka energie pro přípravu teplé vody v měsíci *n* stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{em;DHW};n} = Q_{\text{dem;DHW};n} / \eta_{\text{em;DHW}} \quad (55)$$

kde je:

**Q<sub>em;DHW;n</sub>** dodávka energie v teplé vodě v měsíci *n*, (MJ/měsíc);

**Q<sub>dem;DHW;n</sub>** potřeba energie v teplé vodě v celé budově v měsíci *n*, (MJ/měsíc);

**η<sub>em;DHW</sub>** účinnost v místě spotřeby (na výtoku) systému dodávky teplé vody, (-).

## 5.4 POTŘEBA ENERGIE V TEPLÉ VODĚ

Potřeba teplé vody pro celou budovu se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{dem;DHW};n} = [V_{\text{DHW}} \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_{\text{DHW};h} - \theta_{\text{DHW};c})] / n_t \quad (56)$$

kde je:

**Q<sub>dem;DHW;n</sub>** potřeba teplé vody v budově v měsíci *n*, (MJ/měsíc);

**V<sub>DHW</sub>** množství roční spotřeby teplé vody (o teplotě ve zdroji přípravy), (m<sup>3</sup>/rok), výpočet podle příslušných technických norem<sup>16</sup>;

**ρ<sub>w</sub>** hustota vody, (kg/m<sup>3</sup>);

**c<sub>w</sub>** měrná tepelná kapacita vody, (J/kgK);

**θ<sub>DHW;h</sub>** teplota teplé vody (ve zdroji přípravy), (°C);

**θ<sub>DHW;c</sub>** teplota studené vody (roční průměr), (°C);

**n<sub>t</sub>** počet výpočtových period (měsíců), (-).

## 6. DODANÁ ENERGIE NA OSVĚTLENÍ

Jednou ze základních agencií, které utváří kvalitu interního mikroklimatu je míra osvětlení hodnoceného prostoru. Při návrhu osvětlení prostoru je nutné vzít v úvahu požadovanou intenzitu

<sup>16</sup> Například ČSN 06 0320, kap. 7.3.



osvětlení, prostorové i časové rozložení světelného toku a celkovou dobu expozice prostoru. V každém výpočtovém intervalu  $n$  musí být do budovy dodána energie pro zajištění optimální a požadované míry osvětlení prostoru (hygienické a technické předpisy např. NV č. 178/2001 Sb., ČSN EN 12464-1, ČSN 73 0580-1, ČSN EN 12464-1 aj.).

Podrobné výpočetní vztahy pro výpočet tepelných zisků z osvětlení jsou uvedeny v příloze 1.

Dodaná energie na osvětlení se stanoví za těchto podmínek:

- dodaná energie na osvětlení  $Q_{\text{fuel;Light;E}}$  (MJ), a podklady pro její výpočet, musí být stanoveny podle příslušných technických norem,
- do využitelných vnitřních tepelných zisků se započítává i teplo z osvětlovacích těles, s uvažováním účinnosti využití tepelných zisků,
- výpočet se provádí v ustáleném teplotním stavu, dynamické vlastnosti se zahrnují účinností využití tepelných zisků,
- výpočet tepelných zisků se provádí s rozlišením na stejné časové intervaly pro všechny zóny budovy,
- vstupní údaje se stanoví z ročních hodnot průměrem pro požadovaný interval,
- potřeba energie na osvětlení se stanoví jednoduchým výpočtem z číselného ukazatele potřeby energie na osvětlení na jednotku celkové podlahové plochy nebo podrobnějším výpočtem z instalovaného výkonu.

Roční dodaná energie na osvětlení je stanovena ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel;light;E}} = \sum_n Q_{\text{fuel;light;E;n}} \quad (57)$$

kde je:

- $Q_{\text{fuel;Light;E}}$  roční dodaná energie na osvětlení, (MJ/rok);  
 $Q_{\text{fuel;Light;E;n}}$  dodaná energie na osvětlení v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Dodaná energie na osvětlení v měsíci  $n$  je stanovena ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel;Light;E;n}} = \Phi_{\text{L};n} \cdot t_n \quad (58)$$

kde je:

- $Q_{\text{fuel;Light;E;n}}$  dodaná energie na osvětlení v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $\Phi_{\text{L};n}$  průměrný příkon elektriny na osvětlení v měsíci  $n$ , (W); určena součtem přes všechny zóny  $\Phi_{\text{L};n}$ , stanoven podle 1.4.3;  
 $t_n$  trvání výpočtového období v měsíci  $n$ , (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2.

## 7. POMOCNÁ ENERGIE

Pro účely vyhlášky se stanovuje spotřeba pomocné energie pro systém vytápění, chlazení, větrání a přípravy teplé vody.

### 7.1 DODANÁ POMOCNÁ ENERGIE

Dodaná pomocná energie zahrnuje pouze elektrickou energii. Roční dodaná pomocná energie se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel;Aux}} = \sum_n Q_{\text{fuel;Aux;n}} \quad (59)$$

kde je:

- $Q_{\text{fuel;Aux}}$  roční dodaná pomocná energie, (MJ/rok);  
 $Q_{\text{fuel;Aux;n}}$  dodaná pomocná energie v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Dodaná pomocná energie je stanovena jako součet jednotlivých složek. Dodaná pomocná energie v měsíci  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel};\text{Aux};n} = Q_{\text{Aux};\text{H};n} + Q_{\text{Aux};\text{C};n} + Q_{\text{Aux};\text{DHW};n} + Q_{\text{Aux};\text{Fans};n} \quad (60)$$

kde je:

- $Q_{\text{fuel};\text{Aux};n}$  dodaná pomocná energie v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{Aux};\text{H};n}$  potřeba pomocné energie na vytápění v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{Aux};\text{C};n}$  spotřeba pomocné energie na chlazení v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{Aux};\text{DHW};n}$  spotřeba pomocné energie na přípravu teplé vody v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $Q_{\text{Aux};\text{Fans};n}$  spotřeba pomocné energie na mechanické větrání v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

## 7.2 SPOTŘEBA POMOCNÉ ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Spotřeba na čerpací práci ve výpočtovém období  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{Aux};\text{H};n} = t_n \cdot f_{\text{H};n} \cdot P_{\text{pump};\text{H}} \cdot f_{\text{c};\text{H}} \quad (61)$$

kde je:

- $Q_{\text{Aux};\text{H};n}$  spotřeba pomocné energie na vytápění v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $t_n$  trvání výpočtového období v měsíci  $n$ , (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;  
 $f_{\text{H};n}$  podíl provozní doby čerpadel topné soustavy v měsíci  $n$ , (-);  
 $P_{\text{pump};\text{H}}$  instalovaný elektrický příkon čerpadel topného systému, (W);  
 $f_{\text{c};\text{H}}$  váhový činitel regulace čerpadel topného systému, (-), pro účely vyhlášky hodnoty stanoveny podle tab. 16.

**Tab. 15 - Váhový činitel regulace čerpadel  $f_{\text{c};\text{H}}$  a  $f_{\text{c};\text{C}}$**

Typ čerpadel	$f_{\text{c};\text{H}}$ , $f_{\text{c};\text{C}}$
Jednootáčkové	1,00
Tříotáčkové	0,68
S proměnnými otáčkami	0,54

## 7.3 SPOTŘEBA POMOCNÉ ENERGIE NA CHLAZENÍ

Spotřeba na čerpací práci ve výpočtovém období  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{Aux};\text{C};n} = t_n \cdot f_{\text{C};n} \cdot P_{\text{pump};\text{C}} \cdot f_{\text{c};\text{C}} \quad (62)$$

kde je:

- $Q_{\text{Aux};\text{C};n}$  spotřeba pomocné energie na chlazení v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $t_n$  trvání výpočtového období v měsíci  $n$ , (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;  
 $f_{\text{C};n}$  podíl provozní doby čerpadel chladicí soustavy v měsíci  $n$ , (-);  
 $P_{\text{pump};\text{C}}$  instalovaný elektrický příkon čerpadel chladicího systému, (W);  
 $f_{\text{c};\text{C}}$  váhový činitel regulace čerpadel chladicího systému, (-), pro účely této vyhlášky hodnoty stanoveny podle tab. 16.

## 7.4 SPOTŘEBA POMOCNÉ ENERGIE NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Spotřeba na čerpací práci ve výpočtovém období  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{Aux};\text{DHW};n} = t_n \cdot f_{\text{DHW};n} \cdot P_{\text{pump};\text{DHW}} \cdot f_{\text{c};\text{DHW}} \quad (63)$$

kde je:

- $Q_{\text{Aux};\text{DHW};n}$  spotřeba pomocné energie na přípravu teplé vody v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $t_n$  trvání výpočtového období v měsíci  $n$ , (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;

$f_{DHW;n}$	podíl provozní doby čerpadel soustavy teplé vody v měsíci $n$ , (-);
$P_{pump;DHW}$	instalovaný elektrický příkon čerpadel systému přípravy a cirkulace teplé vody, (W);
$f_{c;DHW}$	váhový činitel regulace čerpadel systému teplé vody, (-).

### 7.5 SPOTŘEBA POMOCNÉ ENERGIE NA MECHANICKÉ VĚTRÁNÍ

Spotřeba pomocné energie ve výpočtovém období  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{Aux;Fans;n} = P_{fans} \cdot t_n \cdot f_{vent} \cdot f_{c;vent} \quad (64)$$

$$P_{fans} = e_{vent} \cdot V_{V,AHU;n} \quad (65)$$

kde je:

$Q_{Aux;Fans;n}$	spotřeba pomocné energie na mechanické větrání v měsíci $n$ , (MJ/měsíc);
$P_{fans}$	instalovaný elektrický příkon ventilátorů, (W);
$t_n$	trvání výpočtového období v měsíci $n$ , (Ms), hodnoty stanoveny podle tab. 2;
$f_{vent}$	časový podíl spuštěného větrání, (-);
$f_{c;vent}$	váhový činitel regulace pohonu ventilátorů větracího systému, (-), pro účely této vyhlášky hodnoty stanoveny podle tab. 17;
$e_{vent}$	měrná spotřeba elektřiny ventilátorů, ( $Ws \cdot m^{-3}$ ), pro účely vyhlášky hodnoty stanoveny podle tab. 18;
$V_{V,AHU;n}$	jmenovitý průtok vzduchu klimatizační jednotkou v topném nebo chladicím režimu v měsíci $n$ , ( $m^3 \cdot s^{-1}$ ), výpočet podle 2.4.

Tab. 16 - Váhový činitel regulace pohonu ventilátorů (příklad)

Typ pohonu	$f_{c;vent}$
Jednootáčkový pohon	1,00
Tříotáčkový pohon	0,68
Pohon s proměnnými otáčkami	0,54

Tab. 17 - Měrná spotřeba ventilátorů (příklad)

Ventilační systém	$e_{vent}$
Pouze mechanický odtah	1,2
Mechanický přívod, případně v kombinaci s mechanickým odtahem, bez přívodu chladicího vzduchu	2
Ostatní případy	3

### 8. SYSTÉM ZE SOLÁRNÍMI KOLEKTORY

Údaje pro intenzitu sluneční radiace jsou stanoveny na národní úrovni podle příslušných technických norem<sup>4</sup>.

Roční množství dopadajícího slunečního záření na všechny solární kolektory v hodnocené budově je stanoveno ze vztahu:

$$Q_{SC;year} = \sum_{sc} \sum_n Q_{SC;sc;n} \quad (66)$$

kde je:

$Q_{SC;year}$	roční dopadající sluneční záření na všechny solární kolektory, (MJ/rok);
$Q_{SC;sc;n}$	dopadající sluneční záření na solární kolektor $sc$ v měsíci $n$ , (MJ/měsíc).

Množství měsíčního dopadajícího slunečního záření na solární kolektor  $sc$  je stanoveno ze vztahu:

$$Q_{SC;sc;n} = A_{col} \cdot I_{sol;n} \cdot F_s \quad (67)$$

kde je:

- $Q_{SC;sc;n}$  dopadající sluneční záření na solární kolektor  $sc$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $A_{col}$  plocha kolektoru, ( $m^2$ );  
 $I_{sol;n}$  průměrné dopadající sluneční záření na  $m^2$  plochy s danou orientací a sklonem v měsíci  $n$ , (MJ/( $m^2 \cdot$  měsíc)), určeno podle příslušných technických norem<sup>6</sup>;  
 $F_s$  korekční činitel stínění, (-).

Pokud je kolektor připojen do obou systémů (příprava teplé vody a vytápění), je systém přípravy teplé vody preferován, podle:

$$Q_{SC;distr;DHW;sc;n} = f_{SC;DHW;sc;n} \cdot Q_{SC;sc;n} \cdot \eta_{SC;sc} \quad (68)$$

$$Q_{SC;distr;H;sc;n} = f_{SC;H;sc;n} \cdot Q_{SC;sc;n} \cdot \eta_{SC;sc} \quad (69)$$

kde je:

- $Q_{SC;distr;DHW;sc;n}$  dodávka energie ze solárního kolektoru  $sc$  do systému přípravy teplé vody v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc); tato hodnota vstupuje do výpočtu podle 5.2;  
 $Q_{SC;distr;H;sc;n}$  dodávka energie ze solárního kolektoru  $sc$  do topného systému v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc); tato hodnota vstupuje do výpočtu podle 2.2;  
 $f_{SC;DHW;sc;n}$  podíl využití energie ze solárního kolektoru  $sc$  pro přípravu teplé vody v měsíci  $n$ , (-);  
 $f_{SC;H;sc;n}$  podíl využití energie ze solárního kolektoru  $sc$  na vytápění v měsíci  $n$ , v (-);  
 $Q_{SC;sc;n}$  dopadající sluneční záření na solární kolektor  $sc$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc), viz. vzorec výše.  
 $\eta_{SC;sc}$  účinnost použitého systému podle typu každého solárního kolektoru  $sc$ , (-).

Měsíční podíly  $f_{SC;DHW;sc}$  a  $f_{SC;H;sc}$  závisí na požadované potřebě tepla a tepla dostupného ze solárního kolektoru.

## 9. ZISK ENERGIE Z FOTOVOLTAICKÝCH ČLÁNKŮ

Fotovoltaické články snižují spotřebu dodané elektřiny hodnocené budovy. Roční výroba elektřiny z fotovoltaických článků se stanoví ze vztahu:

$$Q_{PV;E} = \sum_n Q_{PV;E;n} \quad (70)$$

kde je:

- $Q_{PV;E}$  roční výroba elektřiny z fotovoltaických článků, (MJ/rok);  
 $Q_{PV;E;n}$  výroba elektřiny z fotovoltaických článků v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Množství vyrobené elektřiny pro každý fotovoltaický článek  $i$  a výpočtové období  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{PV;E;n} = \sum_n \sum_i A_{PV;i} \cdot F_{PV;i} \cdot I_{sol;n;i} \cdot F_{s;i} \quad (71)$$

kde je:

- $Q_{PV;E;n}$  výroba elektřiny z fotovoltaického článku v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);  
 $A_{PV;i}$  plocha fotovoltaického článku  $i$ , ( $m^2$ );  
 $F_{PV;i}$  činitel využití tepelných zisků (účinnost systému) článku  $i$ , (kWh/MJ);  
 $I_{sol;n;i}$  dopadající sluneční záření na fotovoltaický článek  $i$  s danou orientací a sklonem, na plochu  $m^2$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc  $\cdot$   $m^2$ );

$F_{s,i}$  korekční činitel stínění kolektoru  $i$ , (-). Korekční činitel stínění je stanoven podle příslušných technických norem<sup>4</sup>.

## 10. KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTŘINY A TEPLA

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla v KVET spotřebovává palivo primárně pro výrobu tepelné energie, navíc je vyráběna elektřina. Vyrobená elektřina je užita ke snížení množství dodávky elektřiny z elektrizační sítě na systémové hranici budovy.

KVET dodává tepelnou energii do topného systému, pro absorpční chlazení nebo do systému přípravy teplé vody nebo kombinaci těchto systémů, viz. 10.3.

### 10.1 DODANÁ ENERGIE PRO PROVOZ KVET

Pro každý energonositel  $c$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel;CHP;H;c}} = \sum_n Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n}} \quad (72)$$

kde je:

$Q_{\text{fuel;CHP;H;c}}$  roční dodaná energie pro KVET pro každý energonositel  $c$ , (MJ/rok);

$Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n}}$  dodaná energie pro KVET pro každý energonositel  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Pro každý energonositel  $c$  a výpočtové období  $n$  se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n}} = \sum_i Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n;i}} \quad (73)$$

kde je:

$Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n}}$  dodaná energie pro KVET pro každý energonositel  $c$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n;i}}$  dodaná energie pro KVET v měsíci  $n$  pro jednotku  $i$ , (MJ/měsíc).

Dodaná energie pro KVET  $i$  v měsíci  $n$  je stanovena ze vztahu:

$$Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n;i}} = Q_{\text{heat;CHP;n;i}} / \eta_{\text{CHP;H;i}} \quad (74)$$

kde je:

$Q_{\text{fuel;CHP;H;c;n;i}}$  dodaná energie pro KVET v měsíci  $n$  pro jednotku  $i$ , (MJ/měsíc), je vstupem pro stanovení dodané energie na vytápění podle 2.1;

$Q_{\text{heat;CHP;n;i}}$  výroba tepelné energie v měsíci  $n$  v KVET  $i$ , (MJ/měsíc);

$\eta_{\text{CHP;H;i}}$  účinnost výroby tepelné energie v KVET  $i$ , (-), pro účely této vyhlášky hodnoty stanoveny podle tab. 19.

### 10.2 ROČNÍ MNOŽSTVÍ VYROBENÉ ELEKTRICKÉ ENERGIE V KVET

Roční množství vyrobené elektřiny v KVET se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{CHP;E}} = \sum_n Q_{\text{CHP;E;n}} \quad (75)$$

kde je:

$Q_{\text{CHP;E}}$  roční množství vyrobené elektřiny z KVET, (MJ/rok);

$Q_{\text{CHP;E;n}}$  množství vyrobené elektřiny z KVET v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc).

Měsíční množství vyrobené elektřiny z KVET se stanoví ze vztahu:

$$Q_{\text{CHP;E;n}} = \sum_i Q_{\text{CHP;E;n;i}} \quad (76)$$

kde je:

$Q_{\text{CHP};E;n}$  množství vyrobené elektřiny z KVET v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{\text{CHP};E;n;i}$  množství vyrobené elektřiny z KVET v měsíci  $n$ , z KVET  $i$ , (MJ/měsíc).

Elektřina vyrobená z KVET  $i$  v měsíci  $n$  je stanovena ze vztahu:

$$Q_{\text{CHP};E;n;i} = Q_{\text{fuel};\text{CHP};H;c;n;i} \cdot \eta_{\text{CHP};E;i} \quad (77)$$

kde je:

$Q_{\text{CHP};E;n;i}$  elektřina vyrobená z KVET  $i$ , v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc);

$Q_{\text{fuel};\text{CHP};H;c;n;i}$  spotřeba dodaného paliva v měsíci  $n$ , pro KVET  $i$ , (MJ/měsíc)

$\eta_{\text{CHP};E;i}$  účinnost výroby elektřiny z KVET  $i$ , (-). Účinnost výroby elektřiny z KVET je založena na provozních údajích nebo jmenovitých hodnotách typových jednotek. Pokud není účinnost výroby elektřiny z KVET známa, pro účely této vyhlášky se stanoví indikativní hodnoty účinnosti podle tab. 19.

Tab. 18 Indikativní hodnoty účinnosti pro různé druhy KVET

	Plynový spalovací motor	Naftový spalovací motor	Mikroturbína	Stirlingův motor	Palivový článek
Elektrická účinnost (při jmenovitém zatížení)	0,21 – 0,38	0,30 – 0,40	0,13 – 0,32	0,10 – 0,25	0,25 – 0,50
Tepelná účinnost (při jmenovitém zatížení)	0,45 - 0,61	0,50 – 0,60	0,52 – 0,66	0,61 – 0,95	0,35 – 0,70
Celková účinnost (při jmenovitém zatížení)	0,73 – 0,95	0,78 – 0,95	0,70 – 0,90	0,83 – 1,05	0,75 – 0,95

### 10.3 TEPELNÝ VÝKON KVET

Tepelný výkon KVET je ohraničen maximální potřebou tepla v budově ve výpočtovém období  $n$ . Výpočet vylučuje provoz KVET s mařením tepla.

KVET zásobuje tepelnou energií jeden nebo více rozvodných systémů s zóny nebo budovy. Tepelný výkon KVET  $Q_{\text{heat};\text{CHP};n;i}$  v měsíci  $n$  je případně rozdělen mezi vytápění, na absorpční chlazení nebo přípravu teplé vody podle vzorce:

$$Q_{\text{heat};\text{CHP};n;i} = Q_{\text{gen};H;n;k} + Q_{\text{gen};\text{DHW};n;\text{dhw}} + Q_{\text{gen};C;n;c} \quad (78)$$

kde je:

$Q_{\text{heat};\text{CHP};n;i}$  výroba tepelné energie v měsíci  $n$  v KVET  $i$ , (MJ/měsíc)

$Q_{\text{gen};H;n;k}$  celková dodávka tepla z KVET  $i$  do topného systému  $k$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc). Je počítána jako dodaná energie ve formě tepla. Výpočet  $Q_{\text{gen};H;n;k}$  je stanoven podle 2.1;

$Q_{\text{gen};C;n;c}$  celková dodávka tepla z KVET  $i$  do absorpčního chladičského systému  $k$  v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc). Je počítána jako dodaná energie ve formě tepla do absorpčního chladiče.  $Q_{\text{gen};C;n;c}$  je stanovena podle 2.1;

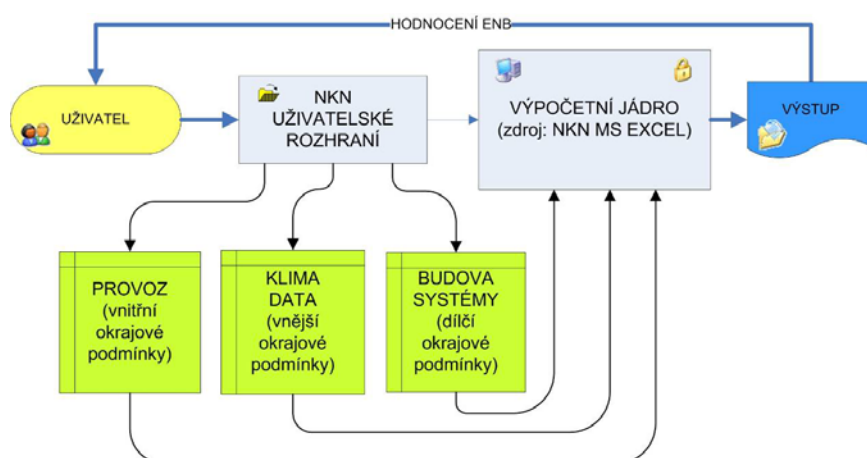
$Q_{\text{gen};\text{DHW};n;\text{dhw}}$  celková dodávka tepla z KVET  $i$  do systému přípravy teplé vody v měsíci  $n$ , (MJ/měsíc). Je počítána jako dodaná energie ve formě tepla. Výpočet  $Q_{\text{gen};\text{DHW};n;\text{dhw}}$  je stanoven podle 5.1.



## 11. NÁRODNÍ KALKULAČNÍ NÁSTROJ

### 11.1 FUNKČNÍ ALGORITMUS VÝPOČTU ENB – VÝPOČETNÍ NÁSTROJ NKN

Na základě uvedené národní metodiky výpočtu ENB je sestaven podrobný funkční algoritmus pro praktické ověření ve pomoci výpočtového nástroje. Funkčního algoritmu plně zohledňuje požadavky na výpočet dané směrnicí EPBD, národními právními a technickými normami, které byly zmíněny v předešlé části. Zároveň algoritmus představuje matematicky a logicky správnou formulaci těchto požadavků a principů. Výpočetní nástroj slouží jako demonstrace funkčnosti popsaného výpočtu a představuje základ sjednocené výpočetní jádro a pomůcku pro užívání odbornou veřejností, především však energetickými auditory a osobami oprávněnými zpracovávat průkaz ENB. Výpočetní nástroj provádí hodnocení energetické náročnosti budov podle národní metodiky a je vytvořen jako pilotní pomůcka pro výpočet energetické náročnosti budov ve smyslu zpracování průkazu energetické náročnosti budov ve formě protokolu průkazu ENB a grafického znázornění průkazu ENB. Ověřuje správnou interakci mezi navrhovanými výpočtovými kroky, které v této kombinaci dosud nebyly použity, dále ověřuje podmínkové vazby mezi jednotlivými kroky ve výpočtu.



Obr. 6 Základní princip výpočetního nástroje NKN pro hodnocení ENB