



OPERAČNÝ PROGRAM  
KVALITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA



## **Odporúčania na spracovanie energetického auditu na výstavbu, modernizáciu a rekonštrukciu rozvodov tepla**

Príprava podkladových materiálov na implementáciu investičnej priority

4.5 Podpora využívania vysoko účinnej kombinovanej výroby tepla a elektrickej energie na  
základe dopytu po využiteľnom teple

a špecifického cieľa

4.5.1: Rozvoj účinnejších systémov centralizovaného zásobovania teplom založených na  
dopyte po využiteľnom teple

OPERAČNÉHO PROGRAMU KVALITA ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA (2014 – 2020)

## **Odporúčanie na spracovanie energetického auditu na výstavbu, modernizáciu a rekonštrukciu rozvodov tepla**

Cieľom spracovania energetického auditu na výstavbu, modernizáciu a rekonštrukciu rozvodov tepla, pri ktorej sa plánuje financovanie projektu z Operačného programu Kvalita životného prostredia (ďalej len „OP KŽP“) je posúdenie súčasného technického stavu existujúcich rozvodov tepla<sup>1</sup>, opis existujúceho stavu zariadení na premenu energie (výrobu tepla), ak je to relevantné, posúdenie, či distribúcia tepla je alebo po realizácii projektu bude zabezpečená prostredníctvom energeticky účinného centralizovaného zásobovania teplom a chladom<sup>2</sup>, opis projektového zámeru na výstavbu, modernizáciu a rekonštrukciu rozvodov tepla, analýzu navrhovaného projektu, stanovenie potenciálu úspor tepla znížením tepelných strát rozvodov tepla ako aj úspor primárnych energetických zdrojov (ďalej len „PEZ“) zvýšením účinnosti distribúcie tepla alebo zvýšením účinnosti zariadení na premenu energie a zníženia emisií skleníkových plynov vyjadrených ako ekvivalent emisií CO<sub>2</sub>, ekonomické a environmentálne vyhodnotenie navrhovaných opatrení a záverečné odporúčania.

Energetický audit je určený pre investora/prevádzkovateľa energeticky účinného systému centralizovaného zásobovania tepla (ďalej len „CZT“) pre potreby jeho rozhodovania o možnostiach realizácie navrhnutých opatrení a odporúčaní predovšetkým na prispôbenie rozvodov a zdrojov tepla dopytu po využiteľnom teple.

Energetický audit<sup>3</sup> musí byť vypracovaný odborne spôsobilou osobou, ktorá spĺňa požiadavky podľa § 12 zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len „zákon o energetickej efektívnosti“). Odborne spôsobilá osoba pri vypracovaní energetického auditu primerane použije všeobecne záväzné právne predpisy a technické predpisy<sup>4</sup>.

Pre potreby OP KŽP, **Špecifický cieľ: 4.5.1: Rozvoj účinnejších systémov centralizovaného zásobovania teplom založených na dopyte po využiteľnom teple**, aktivity A: **Výstavba, rekonštrukcia a modernizácia rozvodov tepla** sa písomná správa z energetického auditu vypracuje minimálne v nasledovnom rozsahu:

### **1. Identifikačné údaje**

Uvedú sa základné údaje o:

- a) žiadateľovi – právna forma, adresa, údaje o štatutárnom orgáne, identifikačné číslo (ak bolo pridelené), kontaktné údaje (telefón, elektronická adresa);
- b) spracovateľovi energetického auditu.

### **2. Predmet energetického auditu**

Uvedú sa základné údaje o predmete energetického auditu, a to najmä:

<sup>1</sup> Rozvod tepla je distribučná sieť tepla vrátane súvisiacich zariadení potrebných na distribúciu tepla z výrobných zariadení do priestorov odberateľov najmä potrubí, čerpadiel, odovzdávacích/výmenníkových staníc tepla, meracej a riadiacej techniky.

<sup>2</sup> Článok 2 bod 124 Nariadenia Komisie (EÚ) č. 651/2014 zo 17. júna 2014 o vyhlásení určitých kategórií pomoci za zlučiteľné s vnútorným trhom podľa článkov 107 a 108 zmluvy.

<sup>3</sup> § 2 písm. j) zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

<sup>4</sup> Napr. vyhláška Ministerstva hospodárstva SR č. 179/2015 Z. z. o energetickom audite, STN EN 16247-3 Energetické audity. Časť 3: Procesy (01 0390).

- a) účel spracovania energetického auditu<sup>5</sup>;
- b) identifikácia predmetu energetického auditu (umiestnenie predmetu auditu).

### 3. Podklady

- a) podklady objednávateľa/investora napr. projektová dokumentácia, technicko-ekonomické podklady, ďalšie technicky a energeticky významné dokumenty (podklady o výrobe a distribúcii tepla, energetické bilancie za obdobie predchádzajúcich minimálne 3 rokov<sup>6</sup>, povolenie na podnikanie v tepelnej energetike a pod.);
- b) podklady získané pri obhliadke na mieste (vlastné kontrolné merania, fotodokumentácia a iné).

### 4. Opis súčasného stavu

Na základe posúdenia systému CZT a technických vlastností rozvodov tepla, podľa možnosti doloženého meraním, sa uvedú:

- a) identifikačné údaje o systéme CZT (prevádzkovateľ/vlastník zariadení na premenu energie, prevádzkovateľ/vlastník rozvodov tepla, odberatelia tepla z rozvodu tepla vrátane charakteru odberu napr. priemyselný, sezónny a pod.);
- b) údaje o zariadeniach na premenu energie (výrobu tepla) minimálne v rozsahu potrebnom na posúdenie splnenia podmienky energeticky účinného systému CZT;
- c) údaje o rozvodoch tepla (prevádzkovateľ/vlastník rozvodov, spôsob prevádzky, celková dĺžka rozvodov, materiálová charakteristika);
  - parametre energetického média (menovité, minimálne, maximálne);
  - dimenzie a dĺžky rozvodov;
  - použitý materiál (potrubie, izolácia);
  - prenosový výkon;
  - funkčná schéma zapojenia;
  - technický stav;
  - spôsob uloženia;
  - vybavenie meracou a riadiacou technikou;
  - aktuálnosť príslušnej technickej dokumentácie;
  - iné.

### 5. Základné údaje o energetických vstupoch a výstupoch

Podľa údajov z fakturačných alebo prevádzkových meradiel, na základe vyúčtovacích faktúr dodávateľov energie alebo iným spôsobom, ktorý energetický audítor v správe opíše, sa podľa jednotlivých rokov (posledné minimálne 3 kalendárne roky) pred vykonaním energetického auditu uvedú údaje o:

- a) vyrobenom a predanom teple celkom za posledné minimálne tri kalendárne roky<sup>7</sup>;
- b) účinnosť zariadení na premenu energie<sup>8</sup>;

<sup>5</sup> Uvedie sa, či energetický audit navrhuje opatrenia na úsporu energie, na základe ktorých bude následne vypracovaný projekt realizácie výstavby, modernizáciu a rekonštrukcie rozvodov tepla, alebo či energetický audit posudzuje opatrenie, ktoré je rozpracované v projekte realizácie výstavby, modernizáciu a rekonštrukcie rozvodov tepla.

<sup>6</sup> Na účely výpočtu ukazovateľov O0037 a O0038 sa používajú údaje od 1 do 5 rokov pred predpokladanou dobou realizácie projektu.

<sup>7</sup> § 2 písm. j) zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

<sup>8</sup> Ak nie je k dispozícii reálna účinnosť zariadení na premenu energie, použije sa minimálna prevádzková účinnosť podľa vyhlášky MH SR č. 88/2015 Z. z., ktorou sa ustanovuje rozsah hodnotenia, spôsob výpočtu a hodnoty energetickej účinnosti zdrojov a rozvodov energie. Ak sa teplo do rozvodov tepla dodáva z viacerých zariadení na premenu energie,

- c) posúdenie splnenia podmienky energeticky účinného systému CZT);
- d) stratách pri distribúcii tepla (vrátane spôsobu výpočtu);
- e) účinnosť distribúcie tepla.

## 6. Opis projektového zámeru

Minimálny rozsah:

- základné údaje o predloženom projekte (vymedzenie trasy tepelných rozvodov, ktoré budú predmetom projektu);
- posúdenie projektového zámeru (naplnenie cieľov projektu, vyhodnotenie rozpočtu projektu, posúdenie dopadu projektu na životné prostredie).

## 7. Analýza navrhovaného projektového zámeru

- a) opis stavby, stavebných objektov, prevádzkových súborov;
- b) opis technického riešenia;
- c) technické riešenie navrhovaných rozvodov tepla;
- d) investičná náročnosť projektového zámeru.

## 8. Energetické bilancie a dosiahnuteľné úspory

- a) Vyčíslenie úspor energie zvýšením účinnosti zariadenia na premenu energie (ak relevantné)<sup>9</sup>.
- b) Vyčíslenie úspor tepla znížením tepelných strát rozvodov/zvýšením účinnosti distribúcie tepla (napr. podľa prílohy č. 4). Pri stanovení úspor sa vychádza z priemerných strát tepla pri distribúcii za posledné 3 roky<sup>10</sup>. Straty pri distribúcii tepla sú stanové ako rozdiel medzi množstvom tepla dodaným do rozvodu tepla [MWh] a množstvom využiteľného tepla z rozvodu tepla [MWh]. Priemerné ročné straty nových rozvodov sú vyčíslené na základe ich dimenzií a k tomu prislúchajúcich dĺžok, merných strát na jednotku dimenzie a dĺžky, priemerného ročného rozdielu vnútornej a vonkajšej teploty a predpokladaného ročného prevádzkového času.
- c) Vyčíslenie úspor tepla naviazaného na zníženie strát vody v systéme, ak relevantné.
- d) Vyčíslenie úspor elektriny pri čerpacej práci, ak relevantné.
- e) Vyčíslenie úspor PEZ ako rozdiel medzi spotrebou PEZ pred realizáciou projektu a po realizácii projektu na účely ukazovateľa O0038 (napr. podľa Prílohy č. 1 Príspevok projektu k plneniu ukazovateľov Operačného programu Kvalita životného prostredia).
- f) Posúdenie, či systém CZT po realizácii projektového zámeru splní podmienky energeticky účinného systému CZT (napr. podľa Prílohy č. 2 Splnenie podmienky energeticky účinného centrálneho zásobovania teplom a chladom).

## 9. Ekonomické vyhodnotenie

Ekonomická analýza zahŕňa jednoduchú dobu návratnosti, reálnu dobu návratnosti, čistú súčasnú hodnotu a vnútorné výnosové percento<sup>11</sup>.

---

vypočíta sa účinnosť zariadení na premenu energie ako vážený priemer v závislosti od množstva tepla dodaného do rozvodu tepla.

<sup>9</sup> Napr. ak sa k rozvodu tepla pripojí zariadenie na premenu energie, pri ktorom sa využívaním tepla zvýši účinnosť tohto zariadenia.

<sup>10</sup> § 2 písm. j) zákona č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

<sup>11</sup> Napr. Príloha č. 3 k vyhláške MH SR č. 179/2015 Z. z.

## **10. Environmentálne vyhodnotenie**

Vyčíslenie rozdielu emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia a emisií skleníkových plynov ako ekvivalent CO<sub>2</sub> medzi súčasným stavom a predpokladaným stavom po realizácii projektového zámeru.

## **11. Záver**

Uvedie sa záverečné hodnotenie predmetu energetického auditu.

Minimálne údaje z výsledkov spracovania energetického auditu sa uvedú v sumarizačnom liste podľa Prílohy č. 3 Sumarizačný list energetického auditu.

V prílohe energetického auditu sa uvedie situačný plán projektu.

## Príspevok projektu k plneniu ukazovateľov Operačného programu Kvalita životného prostredia

Na účely plnenia ukazovateľov je systém centralizovaného zásobovania teplom (ďalej aj „CZT“) súbor technických zariadení na premenu energie a distribúciu tepla, ktoré sú navzájom tepelne prepojené a používajú sa na dodávku využiteľného tepla odberateľom (tepelne prepojený systém), vrátane súvisiacich zariadení potrebných na distribúciu tepla od zariadení na premenu energie (výrobu tepla/chladu) do priestorov (zariadení) odberateľa. Ak ide o tepelne prepojený systém, ktorý pozostáva z jednotlivých navzájom hydraulicky oddelených okruhov, môže sa každý hydraulický okruh považovať za samostatný systém centralizovaného zásobovania teplom.

### Ukazovateľ O0037

V zmysle Prílohy č. 1 k Metodickému pokynu CKO č. 17 Číselník merateľných ukazovateľov v platnom znení (<http://www.partnerskadohoda.gov.sk/metodicke-pokyny-cko/>) je pre ukazovateľ „O0037 – Počet systémov centralizovaného zásobovania teplom s vyššou účinnosťou“ uvedená nasledujúca definícia/metóda výpočtu:

**„Počet systémov centralizovaného zásobovania teplom s vyššou energetickou účinnosťou premeny energie alebo vyššou účinnosťou distribúcie tepla v porovnaní s účinnosťou pred realizáciou úsporných opatrení.“**

Účinnosť premeny energie sa určí pre zariadenie na premenu energie podľa nasledujúcej rovnice:

$$\eta_{ZPE} = \frac{E_{VYSTUP}}{E_{VSTUP}}$$

alebo

$$\eta_{ZPE\%} = 100\% \times \frac{E_{VYSTUP}}{E_{VSTUP}}$$

kde

$\eta_{ZPE}$	[-]	účinnosť zariadenia na premenu energie
$\eta_{ZPE}$	[%]	účinnosť zariadenia na premenu energie
$E_{VYSTUP}$	[MWh/rok]	množstvo využiteľnej energie na výstupe zo zariadenia na premenu energie
$E_{VSTUP}$	[MWh/rok]	množstvo energie na vstupe do zariadenia na premenu energie

Zariadením na premenu energie je zariadenie, v ktorom sa energia dodaná do zariadenia na premenu energie premieňa na teplo a/alebo inú, využiteľnú formu energie. Zariadením na premenu energie je napríklad parný kotol, horúcovodný kotol, teplovodný kotol, zariadenie na kombinovanú výrobu elektriny a/alebo mechanickej energie a tepla, tepelné čerpadlo, slnečný

kolektor a pod. Energia obsiahnutá v palive, ktoré sa dodáva do zariadenia na premenu energie sa určí z množstva paliva a výhrevnosti paliva (tzv. dolná výhrevnosť paliva).

Účinnosť distribúcie tepla systému CZT sa určí podľa nasledujúcej rovnice:

$$\eta_{DT} = \frac{Q_{VYSTUP}}{Q_{VSTUP}}$$

alebo

$$\eta_{DT\%} = 100\% \times \frac{Q_{VYSTUP}}{Q_{VSTUP}}$$

kde

$\eta_{DT}$	[-]	účinnosť distribúcie tepla
$\eta_{DT\%}$	[%]	účinnosť distribúcie tepla
$Q_{VYSTUP}$	[MWh/rok]	množstvo tepla dodané z rozvodu tepla
$Q_{VSTUP}$	[MWh/rok]	množstvo tepla dodané do rozvodu tepla

Na účely určenia účinnosti pred realizáciou úsporných opatrení sa pre existujúce zariadenia na premenu energie alebo distribúciu tepla použijú ročné priemerné hodnoty z 1 až 5 rokov pred realizáciou opatrení.

Projekt prispieva k plneniu ukazovateľa O0037, ak

1.  $(\eta_{ZPE(PO)} - \eta_{ZPE(PRED)}) > 0$  alebo
2.  $(\eta_{DT(PO)} - \eta_{DT(PRED)}) > 0$

kde

$\eta_{ZPE(PRED)}$	[-]	účinnosť zariadenia na premenu energie pred realizáciou úsporných opatrení (projektu)
$\eta_{ZPE(PO)}$	[-]	účinnosť zariadenia na premenu energie po realizácii úsporných opatrení (projektu)
$\eta_{DT(PRED)}$	[-]	účinnosť distribúcie tepla pred realizáciou úsporných opatrení (projektu)
$\eta_{DT(PO)}$	[-]	účinnosť distribúcie tepla po realizácii úsporných opatrení (projektu)

### **Ukazovateľ O0038**

V zmysle Prílohy č. 1 k Metodickému pokynu CKO č. 17 Číselník merateľných ukazovateľov v platnom znení (<http://www.partnerskadohoda.gov.sk/metodicke-pokyny-cko/>) a je pre ukazovateľ „O0038 – Úspora PEZ v systémoch CZT“:

**„Rozdiel spotreby primárnych energetických zdrojov v systémoch centralizovaného zásobovania teplom pred realizáciou úsporných opatrení a po realizácii týchto opatrení prepočítaný na priemerné ročné množstvo dodaného tepla. Podľa charakteristiky CZT sa použijú priemerné hodnoty pre ročné množstvo dodaného tepla 1 až 5 rokov pred realizáciou opatrení.“**

Úspora primárnych energetických zdrojov sa určí, ak sa plánujú úsporné opatrenia na zvýšenie účinnosti:

— len zariadenia na premenu energie

$$U_{PEZ} = \frac{(\eta_{ZPE(PO)} - \eta_{ZPE(PRED)}) \times Q_{VYSTUP(PRED)}}{\eta_{DT(PRED)} \times \eta_{ZPE(PO)} \times \eta_{ZPE(PRED)}}$$

— len zariadenia na distribúciu tepla

$$U_{PEZ} = \frac{(\eta_{DT(PO)} - \eta_{DT(PRED)}) \times Q_{VYSTUP(PRED)}}{\eta_{DT(PRED)} \times \eta_{DT(PO)} \times \eta_{ZPE(PRED)}}$$

— zariadenia na premenu energie a zariadenia na distribúciu tepla

$$U_{PEZ} = \frac{(\eta_{DT(PO)} \times \eta_{ZPE(PO)} - \eta_{DT(PRED)} \times \eta_{ZPE(PRED)}) \times Q_{VYSTUP(PRED)}}{\eta_{DT(PRED)} \times \eta_{DT(PO)} \times \eta_{ZPE(PRED)} \times \eta_{ZPE(PO)}}$$

kde

$U_{PEZ}$	[MWh/rok]	úspora primárnych energetických zdrojov v systémoch CZT
$Q_{VYSTUP(PRED)}$	[MWh/rok]	množstvo tepla dodané z rozvodu tepla pred realizáciou úsporných opatrení (projektu)
$\eta_{ZPE(PRED)}$	[-]	účinnosť zariadenia na premenu energie pred realizáciou úsporných opatrení (projektu)
$\eta_{ZPE(PO)}$	[-]	účinnosť zariadenia na premenu energie po realizácii úsporných opatrení (projektu)
$\eta_{DT(PRED)}$	[-]	účinnosť distribúcie tepla pred realizáciou úsporných opatrení (projektu)
$\eta_{DT(PO)}$	[-]	účinnosť distribúcie tepla po realizácii úsporných opatrení (projektu)



## Príloha č. 2

### Splnenie podmienky energetickej účinnosti centralizovaného zásobovania teplom a chladom

Odborne spôsobilá osoba posúdi, či systém centralizovaného zásobovania teplom (ďalej len „CZT“) spĺňa požiadavky uvedené v článku 2 bod 124 Nariadenia Komisie (EÚ) č. 651/2014 zo 17. júna 2014 o vyhlásení určitých kategórií pomoci za zlučiteľné s vnútorným trhom podľa článkov 107 a 108 zmluvy:

„Energeticky účinné centralizované zásobovanie teplom a chladom“ je systém centralizovaného zásobovania teplom a chladom, ktorý zodpovedá definícii účinného centralizovaného zásobovania teplom a chladom uvedenej v článku 2 ods. 41 a 42 smernice 2012/27/EÚ. Definícia zahŕňa zariadenia na výrobu tepla/chladu a sieť (vrátane súvisiacich zariadení) potrebnú na distribúciu tepla/chladu z výrobných zariadení do priestorov odberateľov;“

Podľa článku 2 ods. 41 a 42 smernice 2012/27/EÚ<sup>12</sup> o energetickej efektívnosti sa pre systémy CZT uplatňujú nasledujúce definície:

- „účinné centralizované zásobovanie teplom a chladom“ je systém centralizovaného zásobovania teplom alebo chladom, ktorý využíva aspoň 50 % energie z obnoviteľných zdrojov, 50 % odpadového tepla, 75 % tepla z kombinovanej výroby alebo 50 % kombinácie energie a tepla z týchto zdrojov<sup>13</sup>;
- „účinné vykurovanie a chladenie“ je spôsob vykurovania a chladenia, ktorým sa v porovnaní so základným scenárom zachytávajúcou obvyklú situáciu merateľne zníži vstup primárnej energie potrebnej na dodanie jednej jednotky energie dodanej v rámci príslušného vymedzenia systému, a to nákladovo efektívnym spôsobom, ktorý sa posúdi analýzou nákladov a prínosov podľa tejto smernice, pričom sa zohľadňuje energia potrebná na ťažbu, premenu, dopravu a distribúciu;

<sup>12</sup> Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2012/27/EÚ z 25. októbra 2012 o energetickej efektívnosti, ktorou sa menia a dopĺňajú smernice 2009/125/ES a 2010/30/EÚ a ktorou sa zrušujú smernice 2004/8/ES a 2006/32/ES.

<sup>13</sup> PRACOVNÝ DOKUMENT ÚTVAROV KOMISIE – Usmernenie k smernici 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, ktorou sa menia a dopĺňajú smernice 2009/125/ES a 2010/30/EÚ a ktorou sa zrušujú smernice 2004/8/ES a 2006/32/ES  
Článok 14: Podpora efektívnosti vo vykurovaní a chladení - COURTESY TRANSLATION OF SWD(2013) 449 FINAL – čl. A bod 4: „Účinné vykurovanie a chladenie zahŕňa najmä využívanie tepla z kombinovanej výroby a obnoviteľných zdrojov energie, rekuperáciu odpadového tepla z priemyselných procesov na uspokojenie dopytu po vykurovaní alebo chladení a vo všeobecnosti všetky možnosti vykurovania a chladenia, pri ktorých sa dosahujú úspory primárnej energie v porovnaní so základným scenárom. Preto predstavuje komplexnú koncepciu, ktorá zahŕňa všetky možnosti vykurovania a chladenia v súlade so všeobecnou definíciou energetickej účinnosti v smernici.“

## SUMARIZAČNÝ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

<b>Predmet energetického auditu</b>					
<b>Stručná charakteristika projektu na výstavbu, modernizáciu a rekonštrukciu rozvodov tepla</b>					
Celková dĺžka rozvodov tepla, ktoré budú predmetom projektu [m]					
Počet technických zariadení, ktoré budú doplnené, modernizované, rekonštruované					
<b>Návrh opatrení na výstavbu, modernizáciu a rekonštrukciu rozvodov tepla</b>					
<b>Zariadenia na premenu energie</b>		Úspora PEZ	Investičný náklad		
		[kWh/rok]	[EUR]		
Spolu					
<b>Rozvody tepla</b>		Úspora PEZ	Investičný náklad		
		[kWh/rok]	[EUR]		
Spolu					
<b>Celkové úspory PEZ a investičné náklady</b>					
<b>Energetické hodnotenie</b>					
		Pred realizáciou projektu	Po realizácii projektu	Úspora [MWh/rok]	Úspora [%]
Spotreba PEZ				x	x
Úspora PEZ v systémoch CZT		[MWh/rok]	x	x	
<b>Environmentálne hodnotenie</b>					
Znečisťujúce látky a skleníkové plyny	Emisný faktor <sup>14</sup>	Pred realizáciou projektu	Po realizácii projektu	Úspora [t/rok]	Úspora [%]
	[kg/m.j.]	[t]	[t]	[t]	[%]
ročná produkcia emisií CO					
ročná produkcia TZL					
ročná produkcia emisií SO <sub>2</sub>					
ročná produkcia emisií NO <sub>x</sub>					
	-				
ročná produkcia emisií CO <sub>2</sub>					

<sup>14</sup> Emisný faktor uvedie energetický audítor na základe lokálnych podmienok.

### Ekonomické hodnotenie

Investičný náklad na realizáciu opatrení		
ročná úspora nákladov na PEZ	[EUR]	
zníženie nákladov na opravy a údržbu	[EUR]	
čistá súčasná hodnota	[EUR]	
doba hodnotenia	[rok]	
jednoduchá doba návratnosti investície	[rok]	
diskontovaná doba návratnosti investície	[rok]	
vnútorná miera výnosnosti	[%]	

### Vyčíslenie úspor tepla znížením tepelných strát rozvodov tepla zvýšením účinnosti distribúcie tepla.

Úspora tepla znížením tepelných strát rozvodov tepla sa vypočíta z rozdielu tepelných strát pred a po realizácii úsporných opatrení v časovom intervale kalendárny rok podľa vzorca

$$U_{T,dis} = Q_{T,dis,abs.(PRED)} - Q_{T,dis,abs.(PO)}$$

kde

$Q_{T,dis,abs.(PRED)}$	[MWh/rok]	absolútna tepelná strata rozvodu tepla pred realizáciou úsporných opatrení,
$Q_{T,dis,abs.(PO)}$	[MWh/rok]	absolútna tepelná strata rozvodu tepla po realizácii úsporných opatrení.

Keď je merané množstva tepla na vstupe a výstupe z rozvodu tepla (použijú sa priemerné údaje minimálne za posledné tri roky) priemerná absolútna tepelná strata rozvodu tepla pred realizáciou úsporných opatrení sa vypočíta podľa vzorca

$$Q_{T,dis,abs} = Q_{VSTUP} - Q_{VYSTUP}$$

kde

$Q_{T,dis,abs}$	[MWh/rok]	absolútna tepelná strata rozvodu tepla v časovom intervale kalendárny rok,
$Q_{VSTUP}$	[MWh/rok]	množstva tepla na vstupe do rozvodu tepla,
$Q_{VYSTUP}$	[MWh/rok]	množstva tepla na výstupe do rozvodu tepla.

Absolútne tepelné straty pri distribúcií tepla všetkých potrubí  $j$  v časovom intervale kalendárny rok, po realizácii úsporných opatrení a tiež v prípadoch pred a po realizácii úsporných opatrení v prípadoch:

- keď množstvo tepla na vstupe a výstupe z rozvodu tepla nie je merané (napr. keď sa jedná o čiastkovú rekonštrukciu trasy rozvodu tepla),
- rozvodov tepla na distribúciu teplej úžitkovej vody (pri výpočte sa uvažuje iba so stratami rozvodov teplej úžitkovej vody od miesta jej prípravy po odberné miesto na vstupe do objektu spotreby)

sa vypočítajú ako

$$Q_{T,dis,abs} = \sum_j \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an}$$

kde

$\Psi_L$	[W/m.K]	lineárny stratový súčiniteľ prechodu tepla,
$\theta_m$	[°C]	stredná teplota teplotonosnej látky,

$\theta_i$	[°C]	teplota okolitého prostredia potrubia,
$L$	[m]	dĺžka potrubia,
$j$	[-]	index označujúci potrubia s rovnakými okrajovými podmienkami,
$t_{op,an}$	[h/rok]	počet prevádzkových hodín v časovom intervale kalendárny rok.

Pri výpočte ročných tepelných strát sa doporučuje vykonať výpočet zvlášť pre zimné (vykurovacie obdobie) a letné obdobie.

V prípadoch keď nie je známa teplota okolitého prostredia na základe merania, môžu sa použiť nasledovné predefinované hodnoty:

- pri podzemných potrubíach uložených v prechodných kanáloch 30°C, počas celého roka
- pri podzemných potrubíach uložených v neprechodných kanáloch 20 °C, počas celého roka
- pri bezkanálovom uložení sa použije stredná teplota zeminy 10 °C a pri prevádzke rozvodu tepla iba v zimnom období 5 °C,
- pri nadzemnom uložení potrubia sa použije priemerná vonkajšia teplota, počas hodnoteného obdobia.

Z dôvodu zjednodušenia výpočtu lineárneho stratového súčiniteľa prechodu tepla môže sa materiál potrubia zanedbať. Lineárny stratový súčiniteľ prechodu tepla izolovaných potrubí s nadzemným uložením alebo v podzemných prechodných a neprechodných kanáloch s celkovým súčiniteľom prestupu tepla, ktorý zahŕňa prúdenie a sálanie s vonkajším prostredím sa určí ako

$$\Psi_L = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_D} \ln \frac{D_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \cdot D_a}}$$

kde

$D_a$	[m]	vonkajší priemer potrubia s tepelnou izoláciou,
$d_i$	[m]	vonkajší priemer potrubia bez tepelnej izolácie,
$\lambda_D$	[W/m.K]	tepelná vodivosť tepelnej izolácie,
$h_a$	[W/m <sup>2</sup> .K]	celkový súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu potrubia (prúdením a sálaním), pričom pri výpočte sa môže použiť predefinovaná hodnota 13 [W/m <sup>2</sup> .K].

V potrubíach uložených v zemi sa lineárny súčiniteľ prechodu tepla určí ako

$$\Psi_L = \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_D} \ln \frac{D_a}{d_i} + \frac{1}{2\lambda_E} \ln \frac{4.z}{D_a}}$$

kde

$D_a$	[m]	vonkajší priemer potrubia s tepelnou izoláciou,
$d_i$	[m]	vonkajší priemer potrubia bez tepelnej izolácie,
$\lambda_D$	[W/m.K]	tepelná vodivosť tepelnej izolácie,
$\lambda_z$	[W/m.K]	súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy, pri výpočte sa môže použiť hodnota v rozmedzí 1,5 – 2 (W/mK u vlhkej zeminy (pre suchý piesok okolo 1,0 (W/mK)
$\lambda_D$	[W/m.K]	tepelná vodivosť tepelnej izolácie,
$z$	[m]	hĺbka osi potrubia pod povrchom

Ak majú časti potrubia rovnaký lineárny stratový súčiniteľ prechodu tepla, rovnakú strednú teplotu teplonosnej látky, a rovnakú teplotu vonkajšieho prostredia tepelné straty sa dajú vyjadriť podľa vzorca

$$Q_{T,dis,an} = \sum_j q_{T,dis,j} \cdot L_j \cdot t_{op,an}$$

kde  $q_{T,dis}$  je merná dĺžková tepelná strata potrubia, vo [W/m] ktorá závisí od  $\Psi, \theta_m, \theta_i$ .

Zjednodušeným spôsobom sa môžu tepelné straty existujúcich rozvodov tepla s nadzemným uložením alebo v podzemných prechodných a neprechodných kanáloch, vypočítať podľa nasledujúceho vzorca

$$Q_{T,dis,abs} = \sum_j \frac{\pi}{\frac{1}{2\lambda_{mp}} \ln \frac{d_{a,j}}{d_{i,j}} + \frac{1}{h_a \cdot d_{a,j}}} \cdot t_{op,an} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot \frac{100 - \xi_{iz}}{100} \cdot L_j$$

kde

$d_a$	[m]	vonkajší priemer potrubia,
$d_i$	[m]	vnútorný priemer potrubia,
$h_a$	[W/m <sup>2</sup> .K]	celkový súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu potrubia (prúdením a sálaním), pričom pri výpočte sa môže použiť špecifikovaná hodnota 12 [W/m <sup>2</sup> .K], pri potrubíach uložených v kanáloch a pri nadzemných potrubíach 18 [W/m <sup>2</sup> .K],
$\lambda_{mp}$	[W/m.K]	tepelná vodivosť steny potrubia,
$t_{op,an}$	[h/rok]	počet prevádzkových hodín v časovom intervale kalendárny rok,
$\theta_m$	[°C]	stredná teplota teplonosnej látky,

$\theta_i$	[°C]	teplota okolitého prostredia,
$\xi_{iz}$	[%]	účinnosť izolácie vyjadrená v percentách
j	[-]	index označujúci potrubia s rovnakými okrajovými podmienkami.

Účinnosť izolácie sa vypočíta podľa vzorca

$$\xi_{iz} = 100 \cdot \frac{q_{T,izol} - q_T}{q_{T,izol}}$$

kde

$q_{T,izol}$	[W/m]	merná tepelná strata nezaizolovaného potrubia,
$q_T$	[W/m]	merná tepelná strata zaizolovaného potrubia.

Podľa obdobia výstavby rozvodov tepla, môžu sa použiť nasledovné účinnosti tepelných izolácií:

- a) do roku 1970  $\xi_{iz} = 75\%$ ,
- b) od roku 1970 do roku 1980  $\xi_{iz} = 80\%$ ,
- c) od roku 1980 do roku 1995  $\xi_{iz} = 85\%$ ,

Pri vyčíslení tepelných strát existujúcich rozvodov tepla, lineárny súčiniteľ prechodu tepla (stratový súčiniteľ vo [W/m.K] ), sa môže určiť podľa nasledovných tabuliek v závislosti od obdobia výstavby a spôsobu uloženia rozvodov.

Pre rozvody tepla uložené v podzemných prechodných a neprechodných kanáloch.

Menovitý priemer / obdobie výstavby	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	DN 450	DN 500
do roku 1970	0,344	0,432	0,493	0,615	0,776	0,906	1,165	1,424	1,715	2,010	2,504	2,970	3,261	3,726	4,190	4,657
od roku 1970 do roku 1980	0,275	0,346	0,394	0,492	0,621	0,725	0,932	1,139	1,372	1,608	2,003	2,376	2,609	2,981	3,352	3,726
od roku 1980 do roku 1995	0,206	0,259	0,296	0,369	0,466	0,544	0,699	0,854	1,029	1,206	1,502	1,782	1,956	2,235	2,514	2,794

Pre nadzemné rozvody tepla.

Menovitý priemer / obdobie výstavby	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100	DN 125	DN 150	DN 200	DN 250	DN 300	DN 350	DN 400	DN 450	DN 500
do roku 1970	0,476	0,598	0,682	0,851	1,074	1,254	1,613	1,971	2,374	2,781	3,465	4,110	4,512	5,155	5,797	6,444
od roku 1970 do roku 1980	0,381	0,479	0,545	0,681	0,859	1,004	1,290	1,577	1,899	2,225	2,772	3,288	3,610	4,124	4,637	5,155
od roku 1980 do roku 1995	0,285	0,359	0,409	0,511	0,644	0,753	0,968	1,183	1,425	1,669	2,079	2,466	2,707	3,093	3,478	3,866

Lineárny stratový súčiniteľ prechodu tepla nových predizolovaných potrubí sa použije podľa technických listov výrobcu potrubia resp. pri výmene alebo doplnení tepelnej izolácie sa určí výpočtom, na základe technických parametrov použitej izolácie.

V energetickom audite je potrebné vhodnou tabuľkovou formou uviesť základné technické údaje (dimenzie a dĺžky) existujúcich rozvodov – stav pred a po realizácii úsporných opatrení a relevantné vstupné údaje na základe ktorých boli vyčíslené tepelné straty rozvodov tepla.