

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STROJNÍ  
ÚSTAV TECHNIKY PROSTŘEDÍ

---

**UMISŤOVÁNÍ INDIKÁTORŮ  
NA OTOPNÁ TĚLESA**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**ZADÁNÍ  
DIPLOMOVÉ  
PRÁCE**

## **Souhrn**

Práce se zabývá umístováním indikátorů (elektronických, na principu odparu) na otopná tělesa a podrobnějším náhledem na metodu indikace denostupňovou metodou, jako prostředku pro rozdělování nákladů na vytápění. Doporučované umístování indikátorů normou ČSN EN 834, resp. 835, je posuzováno s výsledky získanými z naměřených dat náběhu, ustáleného stavu a chladnutí deskového otopného tělesa, pro dva různé způsoby napojení. Výše uvedená naměřená data byla pro účely této diplomové práce poskytnuta Ústavem techniky prostředí ČVUT v Praze. Vhodnost použití metody indikace na principu denostupňů je ověřována bilancí energetických toků ve vytápěném prostoru a následným zjednodušeným výpočtem vnitřní teploty vzduchu. V závěrečné části je pak podrobněji rozebrána česká a evropská legislativa a zjišťován jejich vzájemný soulad v oblasti této problematiky.

## **Summary**

My thesis is deals with placing of the electronic, evaporation-based indicators on radiators. The next is detail analysis of other different methods can be used for categorization of heating costs. Solutions recommended by the following standards ČSN EN 834 / ČSN EN 835 is compared with data collected for start – stable – cooling state of radiators for two different connections. The measured data were provided by Departement of environmental engineering UCT Prague solely for the purpose of this thesis. Convenience of the examined method is verified by energy flow in the heated space and consequently by simplified calculation of the temperature indoors. Final part of my thesis compares Czech and EU legislation related to this topic and there is uncovered what points both legislations are in accord with.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem: „Umístování indikátorů na otopná tělesa“ vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Jiřího Bašty, Ph.D., s použitím literatury, uvedené na konci mé diplomové práce v seznamu použité literatury.

V Praze 7. 7. 2016

Luboš Sviták

## Obsah

<b>1.</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Indikační metody</b> .....	<b>8</b>
2.1	Indikace s využitím denzitometrického principu .....	8
2.2	Indikace na principu odparu .....	10
2.3	Elektronická indikace .....	14
2.3.1	Teplota povrchu otopného tělesa snímaná čidlem .....	17
2.4	Indikace na principu denostupňů .....	18
<b>3.</b>	<b>Umísťování indikátorů</b> .....	<b>22</b>
3.1	Naměřené hodnoty použité pro výpočet.....	22
3.2	Střední povrchová teplota na otopném tělese .....	23
3.3	Vyhodnocení termogramů – teplota v bodě umístění indikátoru a střední povrchová teplota na OT.....	24
<b>4.</b>	<b>Indikace na principu denostupňů</b> .....	<b>32</b>
4.1	Model bytu.....	32
4.2	Výběr reprezentativních dní pro výpočet .....	32
4.3	Tepelné zisky (tepelná zátěž) a akumulace.....	33
4.4	Tepelné ztráty .....	36
4.5	Vyhodnocení výpočtů .....	37
<b>5.</b>	<b>Legislativa</b> .....	<b>43</b>
5.1	Směrnice jako normativní právní akt EU.....	44
5.2	Porovnání legislativy EU a ČR.....	45
5.2.1	Přístupy k rozúčtování.....	45
5.2.2	Přesnost započítávání individuální spotřeby .....	47
5.2.3	Porovnání zrušené vyhlášky č. 372/2001 Sb., a současně platné vyhlášky č. 269/2015 Sb. a jejich soulad s evropskou legislativou ..	50

5.3	Odlišné rozdělení nákladů na vytápění u dvou zcela identických nemovitostí .....	53
5.4	Nákladová efektivnost individuálních indikátorů pro rozdělování nákladů na vytápění.....	54
5.4.1	Indikátory jako nástroj na hospodaření teplem.....	57
<b>6.</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>58</b>
<b>7.</b>	<b>Seznam použité literatury.....</b>	<b>61</b>

## Soupis použitého značení

$A$	- volný průřez nad tekutinou	[mm <sup>2</sup> ]
$c$	- měrná tepelná kapacita	[J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$DD$	- číslo dne	[-]
$h$	- vzdálenost hladiny tekutiny od hrdla ampulky	[mm]
$I$	- intenzita větrání	[h <sup>-1</sup> ]
$K_a$	- konstanta ampulky	[mm]
$K_1$	- je konstanta odparu závislá na tlaku a tekutině	[g.mm <sup>-1</sup> .hod <sup>-1</sup> .K <sup>-0.81</sup> ]
$\dot{m}$	- hmotností průtok otopným tělesem	[kg.s <sup>-1</sup> ]
$MM$	- číslo měsíce	[-]
$P_D$	- parciální tlak sytých par odpařované tekutiny	[bar]
$\dot{Q}_{ak}$	- tepelný tok naakumulovaný do stavební konstrukce	[W]
$\dot{Q}_c$	- tepelná ztráta objektu	[W]
$\dot{Q}_l$	- tepelný zisk od osob	[W]
$\dot{Q}_{ot}$	- tepelný výkon otopného tělesa	[W]
$\dot{Q}_p$	- tepelná ztráta prostupem	[W]
$\dot{Q}_s$	- tepelný zisk od oslunění	[W]
$Q_{sp}$	- naměřená spotřeba tepla objektu	[J]
$\dot{Q}_{sp}$	- tepelný zisk od spotřebičů	[W]
$\dot{Q}_v$	- tepelná ztráta větráním	[W]
$\dot{Q}_z$	- tepelná ztráta prostupem a větráním	[W]
$S$	- obálková plocha budovy	[m <sup>2</sup> ]
$S$	- plocha ochlazovaných stěn	[m <sup>2</sup> ]
$S_{ot}$	- velikost teplosměnné plochy otopného tělesa	[m <sup>2</sup> ]
$t_e$	- teplota venkovního vzduchu	[°C]
$t_{em}$	- prům. venkovní teplota za otopné období	[°C]
$t_i$	- teplota vnitřního vzduchu	[°C]
$t_{im}$	- prům. vnitřní teplota vyt. prostoru za otopné období	[°C]
$t_{im}$	- vážený průměr teplot vnitřního vzduchu	[°C]
$t_{wm}$	- střední teplota otopné vody v tělese	[°C]
$t_{w1}$	- teplota přívodní vody do tělesa	[°C]

$t_{w2}$	- teplota vratné vody z tělesa	[°C]
$t_7$	- teplota venkovního vzduchu v 07.00 h	[°C]
$t_{14}$	- teplota venkovního vzduchu ve 14.00 h	[°C]
$t_{21}$	- teplota venkovního vzduchu ve 21.00 h	[°C]
$T$	- absolutní teplota tekutiny	[K]
$U$	- součinitel prostupu tepla	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$U_m$	- průměrný součinitel prostupu tepla	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$V$	- objem vzduchu v bytě	[m <sup>3</sup> ]
$\rho$	- hustota vzduchu	[kg.m <sup>-3</sup> ]
$\tau$	- délka zúčtovacího období	[s]



## 1. Úvod

V posledních letech je snahou Evropské unie co nejvíce snižovat spotřebu energií. Jedním z důvodů minimalizování spotřeby je i snaha o snížení externích (mimounijních) dodávek energií a oproštění tak EU od možného politického tlaku, který na ni může být z důvodu nedostatků vlastních energií vyvíjen. Evropská unie vydává v této oblasti předpisy, jako nástroje sloužící ke sjednocení přístupu svých členů k této problematice. Česká Republika je jejím členem, evropským právem je vázána a je tedy povinna její legislativu dodržovat. Jako jednu z možností kde je možné snižovat spotřebu energie, uvádí evropská legislativa mimo jiné i vytápění. Zmiňuje se o měřících tepla, popřípadě o indikátorech jako prostředcích umožňujících co nejpřesnější rozdělování nákladů na vytápění a zároveň pomocí nich zprostředkování konečnému zákazníkovi možnost kontroly odběru energie na vytápění již v průběhu její dodávky.

Práce se zabývá umístováním indikátorů na otopná tělesa a tzv. denostupňovou metodou jako prostředkem pro rozúčtování nákladů na vytápění. U elektronických indikátorů je porovnávána vhodnost jejich doporučeného umístování na otopná tělesa s polohou plynoucí z poskytnutých termogramů a následného výpočtu. Předpokládá se, že by se poloha bodu střední teploty na OT mohla pohybovat v blízkém okolí doporučeného umístování. U denostupňové metody je bilancí energetických toků ve vytápěném prostoru a následným výpočtem zjišťována její vhodnost pro rozúčtování nákladů na vytápění. Na závěr jsou porovnány legislativní předpisy EU a ČR a zhodnocen jejich vzájemný soulad.

## 2. Indikační metody

Ve většině případů zástavby ČR jsou dle [6] otopná tělesa v zúčtovací jednotce připojena na několik rozvodných potrubí, resp. na několik zón otopné soustavy, a tak nelze zajistit s přiměřenými náklady přímé měření tepla pro jednotlivé zúčtovací jednotky. Z tohoto důvodu se na jednotlivá otopná tělesa a následně zúčtovací jednotky používají pomůcky k určování poměrných hodnot, nazývané indikátory. Indikátory, stejně jako jiné indikační metody neměří fyzikální veličiny potřebné k získání údajů o spotřebovaném teple. Z těchto důvodů není indikátor měřidlo ve smyslu stanoveném pro měřidla podle zákona o metrologii, ale indikační metodou. Není tedy metodou umožňující měřit teplo. Vzhledem ke skutečnosti, že indikátor není měřidlo, ale pomůcka k určování poměrných hodnot, nevztahují se na něj příslušné předpisy o měřidlech a měření a jeho užité vlastnosti se řídí ČSN EN 834 a 835.

Pro potřeby rozúčtování nákladů na vytápění se v ČR používají čtyři druhy indikací.

- indikace s využitím denzitometrického principu
- indikace na principu odparu
- elektronická indikace
- indikace na principu denostupňů

V dalších podkapitolách jsou výše uvedené druhy indikací popsány podrobněji. I když se práce zabývá mimo jiné i umístováním indikátorů (elektronických a na principu odparu) a indikací na principu denostupňů, pro ucelení kapitoly je zde zmíněna také indikace s využitím denzitometrického principu.

### 2.1 Indikace s využitím denzitometrického principu

Indikátor obsahuje čidlo zabarvené excitací barevných center ve skle jaderným zářením. Zabarvení mizí časem tím rychleji, čím vyšší má čidlo teplotu. Zabarvení skla se měří citlivým elektronickým senzimetrem a tím se získá údaj úměrný časové integraci teploty místa, ve kterém bylo čidlo umístěno. Zjednodušeně lze říci, že se u denzitometrického indikátoru pracuje s optickou hustotou. Denzitometrický indikátor

však není součástí otopného tělesa, ale je instalován na vratné trubce těsně u otopného tělesa, kde neměří povrchovou teplotu trubky, nýbrž ta působí na čidlo jako integrační člen [6].

Řešení je založeno na velmi zjednodušené úvaze, že dodávka tepla za otopné období je rovna tepelným ztrátám objektu, a to ještě s tím, že je tepelná ztráta větráním promítnuta přímo do tepelné ztráty prostupem, jako její nedělitelná součást. Údaj indikátoru je tak zpracováván ve smyslu rovnice [6]

$$Q_{sp} = Q_c \cdot \tau = \sum U \cdot S \cdot (t_i - t_e) \cdot \tau,$$

kde

$Q_{sp}$	- naměřená spotřeba tepla objektu,	[J]
$Q_c$	- tepelná ztráta objektu,	[W]
$\tau$	- délka zúčtovacího období,	[s]
$U$	- součinitel prostupu tepla stavební konstrukce,	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$S$	- obálková plocha budovy,	[m <sup>2</sup> ]
$t_i$	- vnitřní výpočtová teplota,	[°C]
$t_e$	- venkovní oblastní výpočtová teplota.	[°C]

Je zřejmé, že tento předpoklad pro vyhodnocení nerespektuje proměnnost tepelné ztráty větráním, neboť není přímo uvažována (celková tepelné ztráta je dána součtem tepelné ztráty prostupem a větráním  $Q_c = Q_p + Q_v$ ) a metoda neuvažuje tepelné zisky od oslunění či vnitřní tepelné zisky, na které reaguje vyhláškou povinně zajišťovaná místní regulace, a které snižují požadovaný dodávaný výkon. Jinými slovy, tato metoda nerespektuje tepelnou bilanci vytápěného prostoru. Nejedná se tedy o metodu rozúčtování, která v rámci indikace vychází z platby za dodané teplo, ale o metodu vycházející z platby za zajištění služby dodržení požadované teploty, tj. vytvoření „tepelného komfortu“.

Vydeme-li z platby za dodané teplo, musíme znát či alespoň indikovat tepelný výkon instalovaných otopných těles v čase. Tepelný výkon otopného tělesa je dán rovnicí

$$\dot{Q}_{ot} = \dot{m} \cdot c \cdot (t_{w1} - t_{w2}) = U \cdot S_{ot} \cdot (t_{wm} - t_i),$$

kde

$\dot{Q}_{ot}$	- tepelný výkon otopného tělesa,	[W]
$\dot{m}$	- hmotností průtok otopným tělesem – proměnlivý,	[kg.s <sup>-1</sup> ]
$c$	- měrná tepelná kapacita – lze považovat za konstantu,	[J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$t_{w1}$	- teplota přívodní vody do tělesa – proměnlivá,	[°C]
$t_{w2}$	- teplota vratné vody z tělesa – proměnlivá,	[°C]
$U$	- součinitel prostupu tepla stěnou otopného tělesa – proměnlivý,	[W.m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> ]
$S_{ot}$	- velikost teplosměnné plochy otopného tělesa – konstantní,	[m <sup>2</sup> ]
$t_{wm}$	- střední teplota otopné vody v tělese – proměnlivá,	[°C]
$t_i$	- teplota vzduchu ve vytápěném prostoru – závislá na požadavku.	[°C]

Tato metoda využívá rovněž přibližnou závislost teploty vzduchu na teplotě vratné vody  $t_i = f(t_{w2})$  pro obecné výměníky tepla. I přes tuto skutečnost je z výše uvedených základních vztahů zřejmé, že je při znalosti teploty vratné vody nemožné správně určit či indikovat dodaný výkon otopným tělesem do vytápěného prostoru [6].

## 2.2 Indikace na principu odparu

Poměrové indikátory založené na principu odparu se používají k rozúčtování nákladů na jednotlivé spotřebitele již od dvacátých let minulého století. Do dnešní doby v jejich konstrukci a funkčnosti prakticky nedošlo k žádné změně až na výjimku záměny ampulky s tekutinou za kapiláru.

Indikátor na principu odparu má velmi jednoduchou konstrukci. Základním konstrukčním prvkem je ampulka s barevnou tekutinou, která se odpařuje. Náplní ampulky mohou být různé kapaliny, jako je například cyklohexanon nebo methylester

kyseliny benzoové [6]. Veškeré tyto kapaliny používané jako náplně v ampulích indikátorů jsou zcela zdravotně nezávadné, byť byly evidovány případy alergických reakcí (cca 1 %). Ampulka se upevňuje do zadního kovového dílu indikátoru. Kovový díl se vyrábí nejčastěji ze slitin hliníku, aby byl dobře tepelně vodivý. Rozměr i kontaktní plocha s otopným tělesem jsou velice malé. Zadní díl připevněný na tělese se zasazenou ampulkou je následně opatřen krytem, který může být kovový nebo plastový. Mezi krytem a kovovým dílem s ampulkou je volná mezera, tak aby mohlo docházet k proudění vzduchu uvnitř indikátoru a odparu kapaliny. Kryt indikátoru tedy funguje obdobně jako žebro a odvádí také část tepla indikátoru. Aby rozdíl teplot mezi stěnou ampulky a otopným tělesem v místě instalace indikátoru byl co nejmenší, je pro snížení přenosu tepla vybaven indikátor častěji plastovým krytem. Po upevnění krytu je indikátor zaplombován tak, aby uživatel nemohl provádět nežádoucí zásahy do indikátoru. Výrobci často používají barvy plomb shodné s barvami tekutin v ampulkách, takže nemůže docházet k jejich záměně [6]. Součástí indikátoru je stupnice, dle které se odečítá změna výšky hladiny v ampulce. Tato stupnice může být umístěna na krytu indikátoru nebo přímo na ampulce. Často se pro kontrolu používají dvě stupnice. První má dílky s různou velikostí (z důvodu změny rychlosti odparu s výškou náplně v ampulce) a druhá je kontrolní s rovnoměrně vzdálenými dílky.



**Obr. 2.1 Indikátor na principu odparu [15]**

Některé indikátory se od tohoto popisu liší různými drobnostmi. Indikátor může mít místo ampulky velice tenkou trubičku také ze skleněného materiálu – kapiláru.



**Obr. 2.2 Indikátor na principu odparu – dvoukapilárový [15]**

U tohoto typu je pokles hladiny odpařené kapaliny zřetelnější a při jeho užití je odečet dílků přesnější. Další odlišnost může spočívat v umístění dvou ampulek v indikátoru. Po uplynulém zúčtovacím období se původní ampulka nevyjme z indikátoru, ale pouze se opatří zátkou, tak aby nadále nemohlo docházet k odparu. Po uzavření se vloží zpět do indikátoru vedle nové ampulky. U těchto indikátorů si tak snadno může uživatel porovnávat odpar v současném a minulém zúčtovacím období.

Rychlost odparu tekutiny, která tvoří náplň ampulky, není lineárně závislá na teplotě, neboť parciální tlak sytých par plnicích tekutin nevykazuje lineární závislost na teplotě. Parciální tlak sytých par běžně používaných jako náplně ampulek je několikanásobně nižší než parciální tlak vodních par. Díky nízkému parciálnímu tlaku sytých par i při relativně vysokých teplotách, kterých je možno na otopných tělesech dosáhnout, je tak zajištěno poměrně malé odpařování tekutiny. Můžeme také říci, že čím vyšší bude teplota náplně v ampulce, tím více se bude tekutina odpařovat (nelineárně). Odpar z hladiny tekutiny v ampulce je vyjádřen vztahem [6]

$$\dot{m} = K_1 \cdot \frac{A \cdot T^{0,81}}{h + K_a} \cdot \ln \frac{1}{1 - P_D}, \quad [\text{g} \cdot \text{h}^{-1}]$$

kde

$K_1$	- je konstanta odparu závislá na tlaku a tekutině,	$[\text{g} \cdot \text{mm}^{-1} \cdot \text{hod}^{-1} \cdot \text{K}^{-0,81}]$
$A$	- volný průřez nad tekutinou,	$[\text{mm}^2]$
$K_a$	- konstanta ampulky,	$[\text{mm}]$
$T$	- absolutní teplota tekutiny,	$[\text{K}]$
$h$	- vzdálenost hladiny tekutiny od hrdla ampulky,	$[\text{mm}]$
$P_D$	- parciální tlak sytých par odpařované tekutiny.	$[\text{bar}]$

Čím níže bude hladina odpařované tekutiny od hrdla ampulky a čím bude mít tekutina v ampulce nižší teplotu, tím pomaleji se bude náplň ampulky odpařovat.

Naprostá většina výrobců indikátorů na principu odparu vyrábí indikátory dle ČSN EN 835. Ta však není zmíněna v žádném zákoně, vyhlášce ani nařízení vlády a z toho důvodu není právně závazná. Norma ČSN EN 835 stanovuje požadavky na konstrukci, výrobu, instalaci funkci a vyhodnocování údajů indikátorů bez napájení elektrickou energií pracujících na principu odparu.

V rámci jedné zúčtovací jednotky smí být použit jen jeden typ indikátoru jednoho výrobce s jednotným vyhodnocovacím systémem a jednotnou charakteristikou. Každý indikátor musí být označen tak, aby byl identifikovatelný. Při použití jednotné stupnice indikátorů v zúčtovací jednotce musí být hodnoty odečtené z jednotlivých indikátorů korigovány. Celkový vyhodnocovací součinitel  $K$  převádí hodnoty odečtené z jednotlivých indikátorů na spotřební hodnoty ve vhodné formě pro rozúčtování nákladů na vytápění. Indikátory mohou být opatřeny také spotřební stupnicí, která je již korigována jednotlivými součiniteli  $K$  pro každé otopné těleso a odečtený údaj představuje přímo spotřební hodnotu. Spotřební stupnice pak musí být příslušnou hodnotou součinitele  $K$  označena. Součinitel  $K$  se skládá z dílčích součinitelů, které zohledňují součinitel pro tepelný výkon tělesa, součinitel pro tepelný styk, součinitel pro místnosti s nízkými projektovanými vnitřními teplotami, které se liší od

referenčních teplot vzduchu. Kvalitu tepelného styku mezi teplonosnou látkou v otopném tělese a náplní ampulky vyjadřuje hodnota  $c$ . Čím je hodnota  $c$  vyšší, tím je vyšší tepelný odpor mezi tekutinou v ampulce a teplonosnou látkou v otopném tělese.

Jako místo instalace indikátoru musí být dle ČSN EN 835 zvolena taková místa na povrchu otopného tělesa, na nichž je docilován po co největší podíl provozu dostačující závislost mezi údajem a dodávkou tepla. Zpravidla je to místo, na němž teplonosná látka dosáhla 25 % své celkové dráhy. Výška místa instalace leží u vertikálně protékaných otopných těles (článekových, trubkových, deskových) mezi 66 až 80 % celkové výšky otopného tělesa (měřeno zdola), vztaženo na střed indikátoru. S ohledem na nasazení termostatických ventilů otopných těles se jako místo instalace doporučuje 75 % celkové výšky otopného tělesa. Místo připevnění v horizontálním směru musí ležet ve středu popř. blízko středu celkové délky otopného tělesa. U otopných těles připojených centricky zdola, leží místo připevnění v 25 % délky tělesa. U velkých otopných těles (vztaženo na tepelný výkon nebo stavební délku) je přípustná instalace většího počtu indikátorů. Výjimky jsou přípustné ve zvláštních případech, jako např. u otopných těles o nízké stavební výšce. V rámci jedné zúčtovací jednotky musí být místo instalace stanoveno podle jednotných pravidel. Odchylka od výšky místa instalace nesmí překročit  $\pm 10$  mm [8].

### **2.3 Elektronická indikace**

První elektronické indikátory začaly nahrazovat indikátory založené na principu odparu začátkem osmdesátých let minulého století a konstrukčně z nich vycházely. Jejich nevýhodou však byla vysoká cena a špatné technické vlastnosti. Na konci osmdesátých let se na trhu objevila nová generace těchto indikátorů. Ta již byla postavena na principu jednočipových mikroprocesorů s nízkou spotřebou pomocné energie. Po dalším desetiletí se na trhu objevila třetí generace těchto indikátorů, která se vyznačovala nízkým počtem součástek, jednoduchostí, komunikačními možnostmi a nižší cenou než předešlé indikátory s pomocnou energií.



Rozměry elektronických indikátorů jsou obdobně malé jako u indikátorů založených na principu odparu tekutiny. Tyto indikátory měří snímanou teplotu polovodičovým čidlem, ukazují impulzy ve vnitřní paměti a jsou řízeny mikroprocesorem [6]. Naměřená hodnota se z těchto indikátorů odečítá ve většině případů na displeji. Některé indikátory umožňují snímání naměřených hodnot přenosným zařízením, které spolu s hodnotami při odečítání zaznamená i čas a identifikační číslo přístroje. Během zúčtovacího období má uživatel možnost displeji zjišťovat současný počet registrovaných dílků. Jednou z výhod elektronických indikátorů oproti indikátorům založených na principu odparu je možnost udržení k určitému počtu indikovaných dat a udržení této hodnoty v paměti. Na přístroj je pak možné zpětně odečíst podle dílků ke dni plánovaného odečtu. Další výhodou je pak nastavitelnost spouštěcí teploty, od které teprve začne indikátor pracovat. Za předpokladu nastavení správné spouštěcí teploty odpadá problém s tzv. odparem za studena, který je u indikátorů založených na principu odparu tekutiny kompenzován přeplněním ampulky. Elektronické indikátory se dají dělit do tří skupin dle počtu čidel na jednočidlové, dvoučidlové a trojčidlové.

Jenočidlové indikátory jsou vybaveny pouze jedním čidlem upevněným na otopném tělese, které integruje v čase posunutou úroveň povrchové teploty otopného tělesa a z ní odvozuje teplotu teplonosné látky v otopném tělese.

Dvoučidlové indikátory pracují se dvěma teplotními čidly. Jedno čidlo je umístěno v blízkosti povrchu otopného tělesa a snímá jeho posunutou povrchovou teplotu obdobně jako je tomu u jednočidlového indikátoru. Druhé čidlo snímá teplotu rádooby vytápěného prostoru nebo jinou teplotu, která je v definovaném vztahu k této teplotě. Druhá varianta použití tohoto indikátoru je obdobná jako u jednočidlového s tím rozdílem, že druhé čidlo je pouze rozběhové (startovací) a slouží jen k určení začátku a konce registrace dílků prvního čidla. Tyto indikátory se ve většině případů přepínají do jednosnímačové funkce a pracují jako jednočidlové indikátory.

Trojčidlový indikátor pracuje odlišně než jednočidlový a dvoučidlový. Tyto indikátory pracují na základě středního logaritmického teplotního spádu otopného tělesa. První snímač integruje posunutou teplotu vstupní teplonosné látky. Druhý snímač integruje posunutou teplotu teplonosné látky na výstupu z otopného tělesa. Třetí snímač

integruje teplotu vzduchu v bezprostřední blízkosti otopného tělesa, tj. hodnotově posunutou teplotu ve vytápěné místnosti obdobně jako druhé čidlo ve dvoučidlovém indikátoru. V praxi se tyto indikátory neosvědčily a používají se zcela výjimečně [6]. Norma ČSN EN 834 stejně jako norma ČSN EN 835 není právně závazná, i když se podle ní většina indikátorů napájených elektrickou energií vyrábí. Norma ČSN EN 834 [7] stanovuje požadavky na konstrukci, materiály, výrobu, instalaci, funkci a vyhodnocování údajů indikátorů napájených pomocnou energií.



**Obr. 2.3 Jednočidlový a dvoučidlový elektronický indikátor [15]**

V rámci jedné zúčtovací jednotky smí být osazen pouze jeden typ indikátoru stejného výrobce s jednotným vyhodnocovacím systémem. Každý indikátor musí být označen tak, aby byl identifikovatelný. Indikátor může udávat pouze dílky, které je nutno zkorigovat součinitelem  $K$  do vhodné formy pro rozúčtování nákladů pro vytápění. Jsou také programovatelné indikátory, u kterých je konstantu možné přímo zadat a na displeji je možné potom odečítat přímo hodnotu korigovanou součinitelem  $K$ . Hodnota součinitele  $K$  je definována obdobně jako je tomu u ČSN EN 835. V případě indikátorů napájených elektrickou energií, charakterizuje hodnota  $c$  tepelný styk mezi otopným tělesem a snímačem teploty.

Provozně důležitou hodnotou je teplota rozběhu. Teplota rozběhu je definována jako střední teplota teplonosné látky v otopném tělese, při které se počítadlo rozeběhne.

Pro indikátory, které nemají snímač snímající „teplotu vytápěného prostoru“, musí při  $c \leq 0,1$ , referenčním průtoku teploty látky a teplotě vzduchu v místnosti 20 °C s nejnižší projektovanou teplotou teploty látky 60 °C začít registrovat při spouštěcí teplotě  $t_z \leq 28$  °C. Pro otopné soustavy s nejnižší projektovanou teplotou teploty látky 60 °C a více platí jiná podmínka. Pro indikátory, které mají snímač teploty ve vytápěném prostoru, smí být spouštěcí teplota indikátoru nejvýše o 5 K vyšší než referenční teplota vzduchu. V rámci jedné zúčtovací jednotky smí být při rozdílných konstrukcích otopných těles maximální odchylka spouštěcích teplot indikátorů 10 %. Tato odchylka zároveň nesmí být vyšší než 5 K [7].

Životnost elektronických součástí se ze statistického hlediska chová dle křivky poruchovosti. Ta ukazuje, že k poruchám indikátorů dochází nejčastěji ze začátku jejich používání, kde má nejvíce vliv kvalita výroby a potom později ke konci jejich předpokládané životnosti vlivem stárnutí. Poruchy mezi těmito dvěma extrémy bývají velmi řídké a náhodné. Norma ČSN EN 834 se snaží chybám v prvním stádiu předcházet zkouškou stárnutí. Norma udává požadavek na to, aby i v dlouhodobém nasazení indikátoru včetně vlivu vybití baterie nebyly odchylky vyšší než dvojnásobek dovolené chyby. Kontrola funkce indikátoru je prováděna buď ověřením při každoroční obsluze indikátoru, nebo trvalým samočinným nulováním po celou dobu jejich provozu. Kontrola funkce musí být rovněž prokázána řádná funkce napájení, displeje, počítadla, snímačů a externích systémů přenosu signálu.

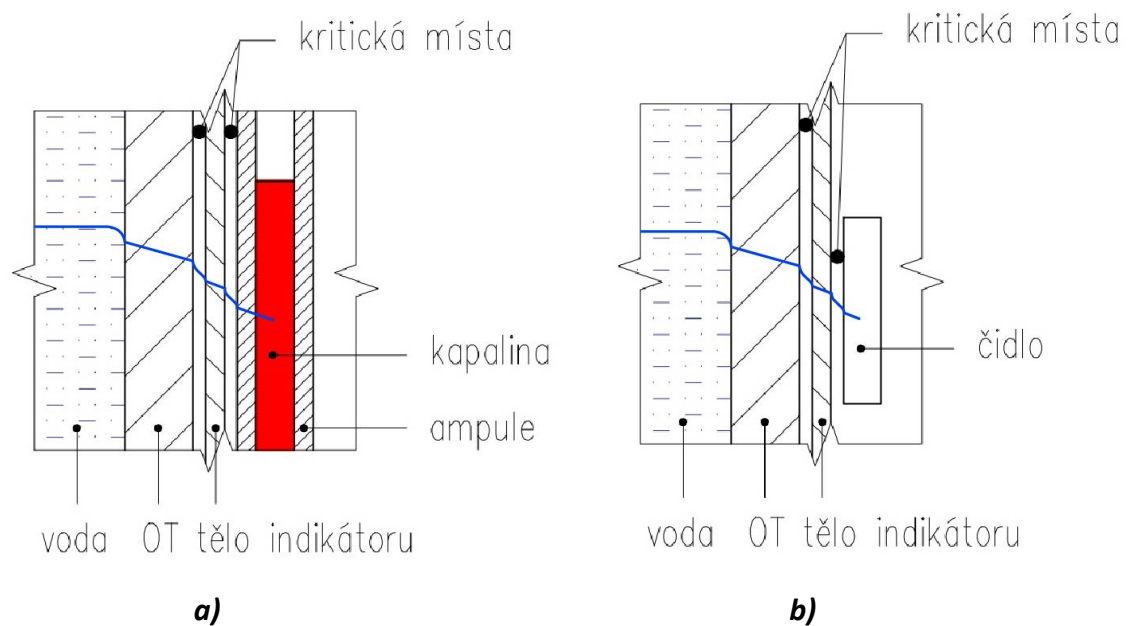
Přesné místo polohy snímače norma ČSN EN 834 neudává. Místo instalace snímače má být takové, kde je vztah mezi zaznamenaným údajem a tepelným výkonem otopného tělesa v dostatečně velkém provozním rozsahu a výrobce musí tuto skutečnost prokázat [7]. V praxi se snímače indikátorů napájených elektrickou energií umísťují na stejná místa, jako je tomu u indikátorů založených na principu odparu [6].

### **2.3.1 Teplota povrchu otopného tělesa snímaná čidlem**

Protože je indikátor umístěn na povrchu otopného tělesa, snímá tak jeho mírně zkreslenou povrchovou teplotu. Tepelný tok se sdílí přestupem z vody na vnitřní povrch tělesa, vedením stěnou otopného tělesa a nedokonalým stykem je sdílen do

těla indikátoru. Dále je na vnitřní straně indikátoru tepelný tok opět nedokonalým stykem sdílen vedením skleněnou ampulí do kapaliny. Problematickými místy jsou nedokonalé styky povrchů, ve kterých se tvoří nepatrné vzduchové mezery. Ty zapříčiňují vznik míst s vyšším tepelným odporem a s tím související horší sdílení tepla.

Totéž platí i u připevnění elektronických indikátorů, kdy je čidlem snímána povrchová teplota v důsledku stejné problematiky posunuta.



**Obr. 2.4 Prostup tepla z kapaliny otopného tělesa do indikátoru**

**a) indikátor na principu odparu**

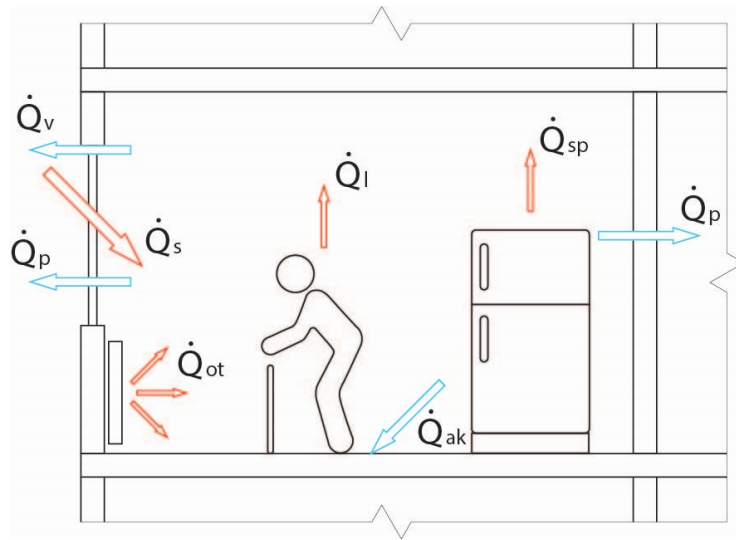
**b) elektronický indikátor**

## 2.4 Indikace na principu denostupňů

Tato metoda principiálně vychází z denostupňové metody, které sloužila a slouží projektantům k určování potřeby tepla a paliva na vytápění za otopné období u projektované otopné soustavy. Vychází z měření rozdílů teplot, tj. teploty vzduchu ve vytápěném prostoru a venkovní teploty vzduchu.

Tato metoda nepatří k rozúčtovacím metodám používajícím indikátory na otopných tělesech. Obdobně jako u denzitometrické metody se jedná o metodu, u které se

rozúčtování za dodané teplo odvíjí od zabezpečení projektované vnitřní teploty místnosti a tím poskytnutí služby jakého si „tepelného komfortu“ [6].



**Obr. 2.5 Bilance vytápěného prostoru**

Dle obr. 2.5 lze popsat bilanci energetických toků ve vytápěném prostoru následovně.

$$\dot{Q}_{ot} + \dot{Q}_s + \dot{Q}_l + \dot{Q}_{sp} - (\dot{Q}_p + \dot{Q}_v) - \dot{Q}_{ak} = 0, \quad [\text{W}]$$

kde

$\dot{Q}_s$  - tepelný zisk od oslunění, [W]

$\dot{Q}_{ot}$  - tepelný výkon OT, [W]

$\dot{Q}_l$  - tepelný zisk od osob, [W]

$\dot{Q}_{sp}$  - tepelný zisk od spotřebičů, [W]

$\dot{Q}_p$  - tepelná ztráta prostupem, [W]

$\dot{Q}_v$  - tepelná ztráta větráním, [W]

$\dot{Q}_{ak}$  - tepelný tok naakumulovaný do stavební konstrukce. [W]

Jestliže součet tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním je roven celkové tepelné ztrátě

$$\dot{Q}_p + \dot{Q}_v = \dot{Q}_z \quad [\text{W}]$$

a součet tepelných zisků od oslunění, od osob a od spotřebičů je roven celkovému tepelnému zisku

$$\dot{Q}_s + \dot{Q}_l + \dot{Q}_{sp} = \dot{Q}_i, \quad [\text{W}]$$

můžeme pak přepsat bilanci vytápěného prostoru do zjednodušeného tvaru

$$\dot{Q}_{ot} + \dot{Q}_i - \dot{Q}_z - \dot{Q}_{ak} = 0. \quad [\text{W}]$$

Jak již bylo zmíněno výše, metoda indikace na principu denostupňů vychází z denostupňové metody. Ta využívá pro výpočet přibližné potřeby tepla za otopné období vztah

$$Q_d = 24 \cdot 3600 \cdot \dot{Q}_z \cdot \frac{d \cdot (t_{im} - t_{em})}{t_i - t_e} \cdot e_i \cdot e_t \cdot e_d, \quad [\text{W}]$$

kde

$\dot{Q}_z$  - tepelná ztráta prostupem a větráním, [W]

$t_{im}$  - průměrná vnitřní teplota vytápěného prostoru za otopné období, [°C]

$t_{em}$  - průměrná venkovní teplota za otopné období. [°C]

Je vidět, že nejdůležitějšími veličinami pro indikaci dle denostupňové metody je celková tepelná ztráta, průměrná vnitřní a venkovní teplota za otopné období.

Jednou z nevýhod této metody je skutečnost, že tepelná ztráta větráním, která je součástí celkové tepelné ztráty, nedokáže respektovat odlišné hodnoty intenzit větrání v bytech. Jako příklad uvažujme dva naprosto totožné byty, které budou od sebe odlišné pouze v tom, že jeden bude po rekonstrukci s plastovými okny a druhý, starý s netěsnými okny. Hodnota spárové průvzdušnosti a s ní spojená tepelná ztráta větrání, je u starých oken vyšší. Otopné těleso tedy bude dodávat do bytu se starými okny více tepla, ale platba za dodanou energii bude (za předpokladu stejné vnitřní teploty vzduchu) u obou bytů stejná. Podobná situace nastane v případě dvou úplně shodných bytů, s odlišným přístupem uživatelů k provětrávání bytu čerstvým vzduchem.

Další nedostatek se objeví v momentě, kdy si ze zjednodušeného tvaru rovnice bilance vytápěného prostoru vyjádříme celkovou tepelnou ztrátu.

$$\dot{Q}_{ot} + \dot{Q}_i - \dot{Q}_z - \dot{Q}_{ak} = 0 \quad \rightarrow \quad \dot{Q}_z = \dot{Q}_{ot} + \dot{Q}_i - \dot{Q}_{ak} \quad [\text{W}]$$

Je vidět, že celková tepelná ztráta není rovna pouze výkonu otopného tělesa, ale je ovlivňována vnitřními a vnějšími tepelnými zisky a akumulací tepla do materiálů ve vytápěném prostoru. Tím se tedy dostává do rozporu se základním principem, na kterém je tato indikační metoda založena.

Velkou roli na teplotu v místnosti mohou mít právě tepelné zisky. V okrajových měsících otopného období může dojít dokonce k situaci, kdy tepelné zisky převýší celkovou tepelnou ztrátu a teplota vzduchu ve vytápěném prostoru začne stoupat nad projektovanou vnitřní teplotu. Termostatická hlavice zareaguje a způsobí uzavření přívodu otopné vody do otopného tělesa, které následně přestane dodávat do vytápěného prostoru tepelný výkon. Teplotní čidlo však registruje zvýšenou teplotu vzduchu a spotřebiteli je tak započítáván odběr tepla, i když otopné těleso ve skutečnosti žádné teplo do vytápěného prostoru nedodává.

Tato metoda tak paradoxně znevýhodňuje byty, ve kterých je tepelná ztráta menší (vlivem menší intenzity větrání, zateplené byty, byty s více těsnými okny). U nich se ve větší míře projeví váha tepelných zisků.

### 3. Umístování indikátorů

#### 3.1 Naměřené hodnoty použité pro výpočet

Hodnoty pro výpočet byly naměřeny v laboratoři Techniky prostředí ČVUT v Praze. Měřen byl náběh a ustálený stav deskového otopného tělesa 10 – 500 x 1000 se dvěma různými způsoby napojení. Prvním bylo jednostranné napojení OT shora dolů, druhým pak oboustranné napojení shora dolů. Hodnoty pro chladnutí byly zjišťovány pouze pro OT napojené jednostranně shora dolů, jelikož způsob napojení nemá při chladnutí tělesa zásadní vliv na rozložení teplotních polí na povrchu otopného tělesa. Teplota otopné vody na vstupu do OT se v ustáleném stavu, při průměrném průtoku otopné vody 0,046 m<sup>3</sup>/h, pohybovala okolo 75 °C, resp. 65 °C na výstupu, a to v obou případech napojení, při průměrné teplotě kulového teploměru 20,5 °C. Detailnější rozpis zjištěných veličin a parametrů OT jsou uvedeny v tab. 3.1 až 3.5.

**Tab. 3.1 Teploty při náběhu otopného tělesa pro oba způsoby napojení**

Náběh			Způsob napojení					
			Jednostranné shora dolů			Oboustranné shora dolů		
			Start	Konec	Průměr	Start	Konec	Průměr
Teplota vzduchu	t <sub>i</sub>	[°C]	20,2	20,5	20,35	19	19,2	19,1
Teplota kulového teploměru	t <sub>R</sub>	[°C]	19,5	19,7	19,6	19,2	19,2	19,2
Střední radiační teplota	t <sub>r</sub>	[°C]	18,8	19	18,9	19,4	19,2	19,3

**Tab. 3.2 Teploty při chladnutí otopného tělesa**

Chladnutí			Způsob napojení		
			Jednostranné shora dolů		
			Start	Konec	Průměr
Teplota vzduchu	t <sub>i</sub>	[°C]	20,6	20,7	20,7
Teplota kulového teploměru	t <sub>R</sub>	[°C]	19,7	20,5	20,1
Střední radiační teplota	t <sub>r</sub>	[°C]	18,9	20,3	19,6



**Tab. 3.3 Hodnoty veličin zjištěné v ustáleném stavu pro jednostranné napojení**

Ustálený stav			Způsob napojení							
			Jednostranné shora dolů							
Čas	t	[min]	0	5	10	15	20	25	30	Průměr
Teplota otopné vody na vstupu	$t_{w1}$	[°C]	75	75	75,1	75	75	75	74,9	75
Teplota otopné vody na výstupu	$t_{w2}$	[°C]	65	65	65,1	65,1	65	64,8	64,8	65
Teplota vzduchu	$t_i$	[°C]	21,1	21,1	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
Teplota kulového teploměru	$t_g$	[°C]	20,4	20,4	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Střední radiační teplota	$t_r$	[°C]	19,8	19,8	19,7	19,9	19,9	19,9	19,9	19,8
Objemový průtok	V	[m <sup>3</sup> /h]	0,047	0,047	0,047	0,047	0,045	0,045	0,045	0,046

**Tab. 3.4 Hodnoty veličin zjištěné v ustáleném stavu pro oboustranné napojení**

Ustálený stav			Způsob napojení					
			Oboustranné shora dolů					
Čas	t	[min]	0	5	10	15	20	Průměr
Teplota otopné vody na vstupu	$t_{w1}$	[°C]	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8	74,8
Teplota otopné vody na výstupu	$t_{w2}$	[°C]	64,5	64,6	64,6	64,5	64,5	64,5
Teplota vzduchu	$t_i$	[°C]	19,8	19,8	19,9	19,9	20	19,9
Teplota kulového teploměru	$t_g$	[°C]	19,9	19,9	20	20	20,1	20
Střední radiační teplota	$t_r$	[°C]	20	20	20,1	20,1	20,2	20,1
Objemový průtok	V	[m <sup>3</sup> /h]	0,047	0,046	0,045	0,045	0,045	0,046

**Tab. 3.5 Jmenovité hodnoty otopného tělesa**

Jmenovité hodnoty otopného tělesa			
Výkon	$Q_n$	[W]	514
Teplota otopné vody na vstupu	$t_{w1n}$	[°C]	75
Teplota otopné vody na výstupu	$t_{w2n}$	[°C]	65
Teplota vzduchu	$t_{in}$	[°C]	20
Hmotnostní průtok	$m_n$	[kg/s]	0,012
Objemový průtok	$V_n$	[m <sup>3</sup> /h]	0,045
Emisivita	$\epsilon$	[-]	0,93
Exponent	n	[-]	1,3068
Plocha	$S_L$	[m <sup>2</sup> ]	1,128

Všechny hodnoty z tab. 3.1 až 3.5 mi byly poskytnuty pro další vyhodnocení vzhledem k tématu mé diplomové práce Ústavem techniky prostředí ČVUT v Praze.

### 3.2 Střední povrchová teplota na otopném tělese

K měření povrchové teploty otopného tělesa byla použita termovizní kamera FLIR ThermaCAM S65 s rozlišením 320 x 240 pixelů a pro zobrazení naměřených hodnot do uživatelského rozhraní byl zvolen program ThermaCam Researcher Pro 2.10.

Objektiv termokamery promítá dopadající tepelné záření analyzovaného povrchu na tzv. detektor záření, kde dochází k měření jeho intenzity. Tato informace je následně digitalizována a převedena ve výsledný snímek, který se nazývá termogram. Termogram je složen z pixelů, jejichž barevné odstíny představují konkrétní hodnoty povrchových teplot. Jednomu zobrazenému pixelu pak odpovídá ve skutečnosti určitá plocha, která je dána rozlišením kamery a vzdáleností jejího umístění od zkoumaného povrchu. Jednou ze sledovaných veličin je střední povrchová teplota. Tu počítá program sám. Je dána součtem teplot odpovídajících jednotlivým pixelům v množině a následným vydělením jejich počtem. Pro její určení je nutné v programu co nejpřesněji ohraničit uzavřenou křivkou množinu pixelů zobrazující otopné těleso.

Střední povrchová teplota otopného tělesa byla zjišťována ve všech případech měření pouze v 50 % délky otopného tělesa a ve vertikální ose. Časové intervaly pro zjišťování teplot na povrchu tělesa byly voleny podle rychlosti změny sledované teploty. Interval byl tím kratší, čím rychleji se měnila hodnota sledované veličiny. V tab. 3.6 jsou uvedeny použité časové intervaly pro jednotlivá měření.

**Tab. 3.6 Zvolené časové intervaly**

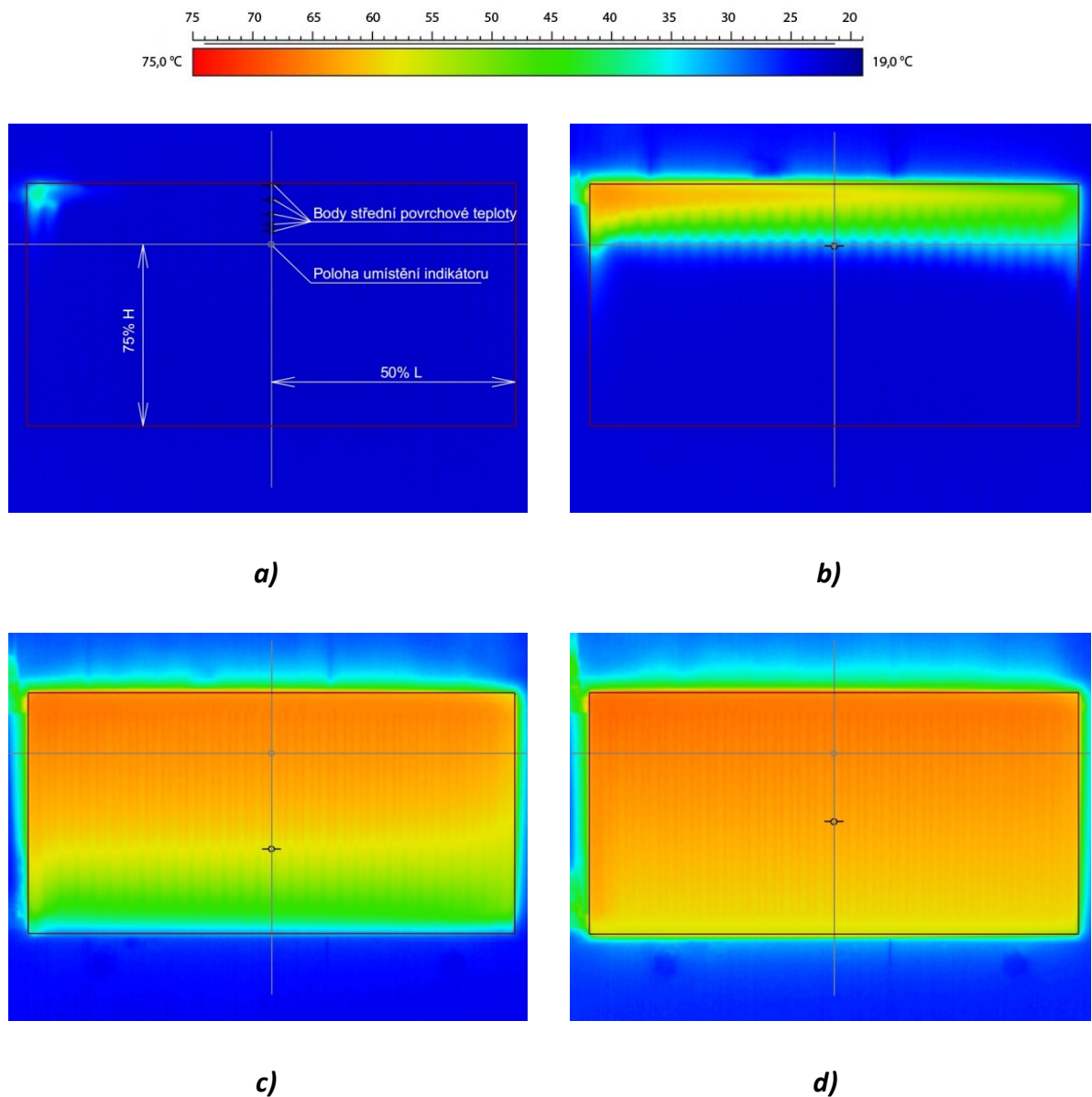
Chladnutí		Náběh	
Časový interval	Trvání	Časový interval	Trvání
[min]	[h.min]	[s]	[min:s]
1	0.00 - 0.35	10	0:00 - 5:00
5	0.35 - 1.20	30	5:00 - 12:30
20	1.20 - 2.40		

### 3.3 Vyhodnocení termogramů – teplota v bodě umístění indikátoru a střední povrchová teplota na OT

Na obr. 3.1 a) až 3.3 d) jsou zobrazeny termogramy náběhu a chladnutí OT v čase. Tmavý obrys ohraničuje tvar otopného tělesa. Bod kde se protínají dvě šedé přímky, představuje normou doporučovanou polohu umístění indikátoru. Černý bod, popř. body, označují místo střední povrchové teploty na otopném tělese.

Pro názornost byly vybrány stavy, které jsou pro sledování vývinu teplot zajímavé. Obrázky a) a d) znázorňují stav na začátku, resp. konci měření. Ostatní termogramy pak stav, kdy se poloha střední povrchové teploty na otopném tělese nejvíce přiblížila bodu umístění indikátoru, resp. nejnižší poloze střední povrchové teploty na OT.

Norma ČSN EN 835 uvádí instalovat indikátory na principu odparu u vertikálně protékaných otopných těles (článekových, trubkových, deskových) mezi 66 až 80 % celkové výšky otopného tělesa (měřeno zdola), vztaženo na střed indikátoru. S ohledem na nasazení termostatických ventilů otopných těles se jako místo instalace doporučuje 75 % celkové výšky otopného tělesa. Místo připevnění v horizontálním směru musí ležet ve středu popř. blízko středu celkové délky otopného tělesa [8]. Norma ČSN EN 834, která se zabývá elektronickými indikátory, předepisuje místo instalace snímače takové, kde je vztah mezi zaznamenaným údajem a tepelným výkonem otopného tělesa v dostatečně velkém provozním rozsahu a výrobce musí tuto skutečnost prokázat [7]. V praxi se snímače indikátorů napájených elektrickou energií umísťují na stejná místa, jako je tomu u indikátorů založených na principu odparu.



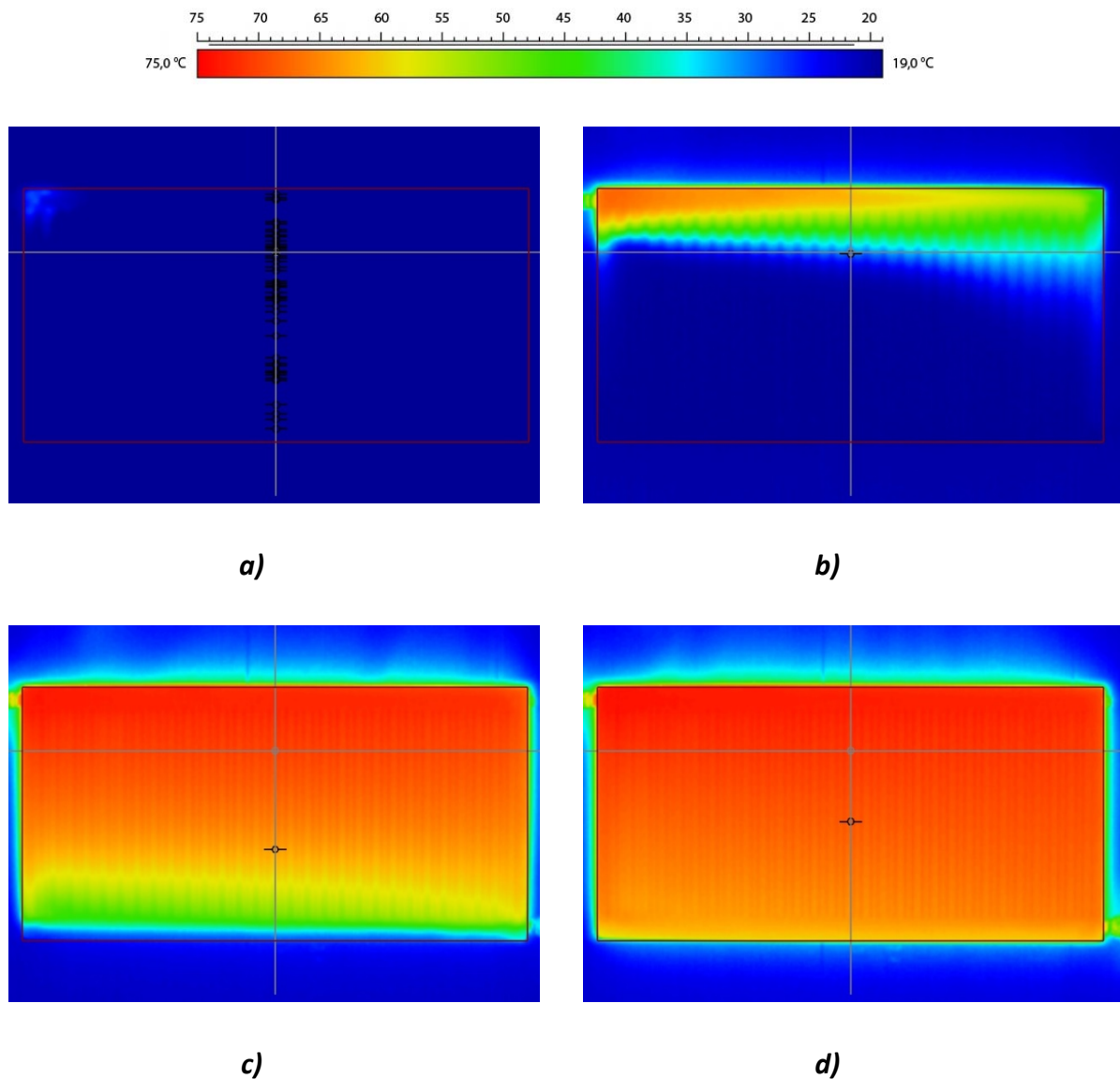
**Obr. 3.1** Termogramy náběhu deskového otopného tělesa 10 – 500 x 1000 (jednostranné napojení) s vyznačenou polohou umístění indikátoru a bodem(y) střední povrchové teploty [ $t_m$ ]

a) v čase 0:10 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 22,1$  °C

b) v čase 1:20 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 30,8$  °C

c) v čase 5:00 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 62,3$  °C

d) v čase 12:30 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 68,3$  °C



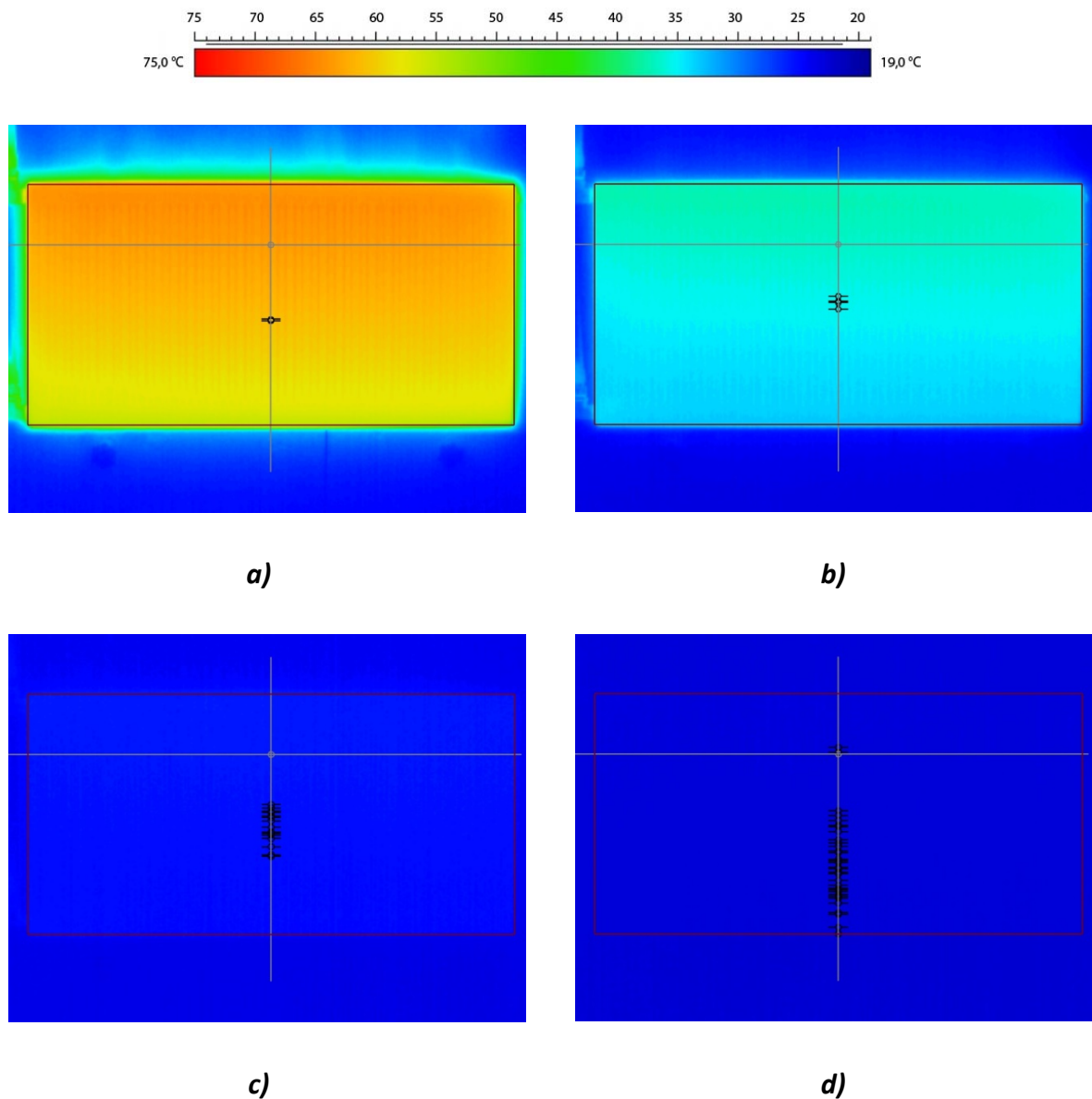
**Obr. 3.2 Termogramy náběhu deskového otopného tělesa 10 – 500 x 1000 (oboustranné napojení) s vyznačenou polohou umístění indikátoru a bodem(y) střední povrchové teploty [ $t_m$ ]**

**a) v čase 0:10 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 19,2 \text{ °C}$**

**b) v čase 1:30 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 28,0 \text{ °C}$**

**c) v čase 5:30 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 62,9 \text{ °C}$**

**d) v čase 12:30 [min:s] od začátku měření -  $t_m = 68,4 \text{ °C}$**



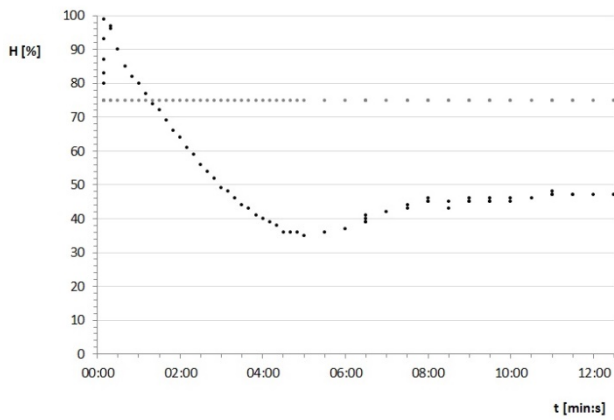
**Obr. 3.3 Termogramy chladnutí deskového otopného tělesa 10 – 500 x 1000 (jednostranné napojení) s vyznačenou polohou umístění indikátoru a bodem(y) střední povrchové teploty [ $t_m$ ]**

**a) v čase 0:01 [h:min] od začátku měření -  $t_m = 66,4$  °C**

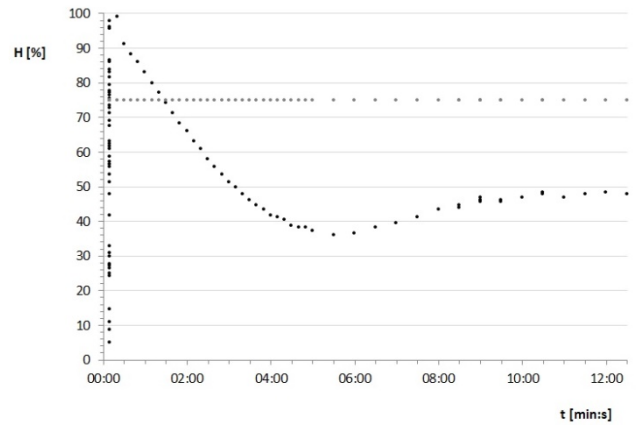
**b) v čase 0:30 [h:min] od začátku měření -  $t_m = 37,0$  °C**

**c) v čase 1:40 [h:min] od začátku měření -  $t_m = 24,1$  °C**

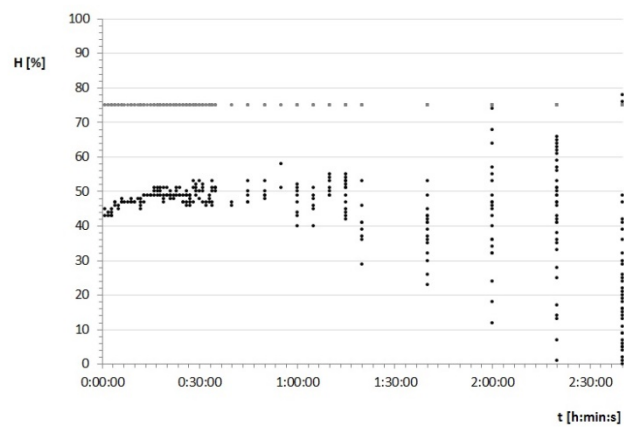
**d) v čase 2:40 [h:min] od začátku měření -  $t_m = 22,6$  °C**



**a)**



**b)**



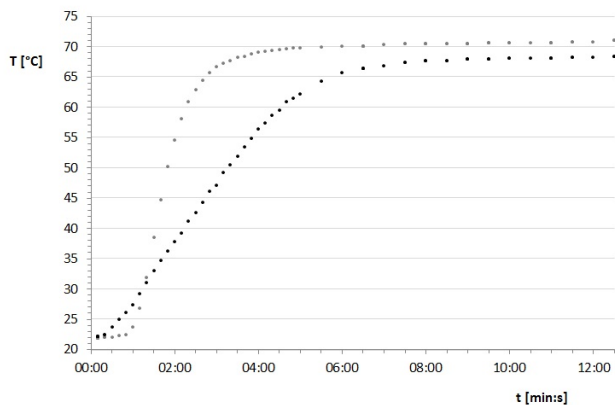
**c)**

**Obr. 3.4 Poměrná vzdálenost bodu střední povrchové teploty od spodního okraje OT (černě) a povrchové teploty v bodě umístění indikátoru (šedě)**

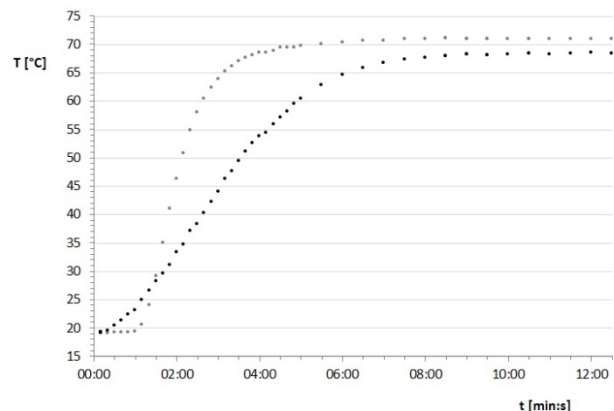
**a) náběh, jednostranné napojení**

**b) náběh, oboustranné napojení**

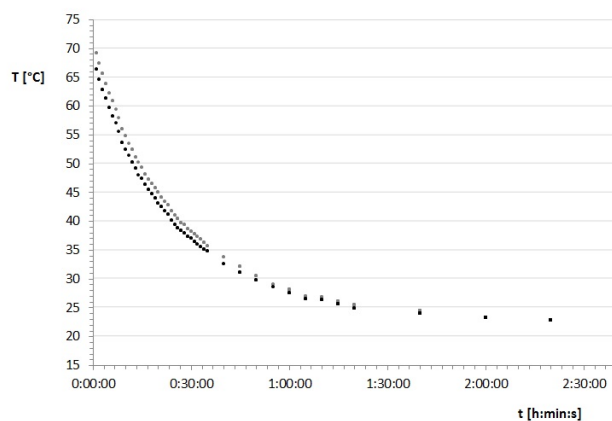
**c) chladnutí, jednostranné napojení**



**a)**



**b)**



**c)**

**Obr. 3.5 Časový průběh střední povrchové teploty v polovině délky OT (černě) a povrchové teploty v bodě umístění indikátoru (šedě)**

**a) náběh, jednostranné napojení**

**b) náběh, oboustranné napojení**

**c) chladnutí, jednostranné napojení**

Na obr. 3.4 a) až 3.5 c) jsou zobrazeny všechny hodnoty z termogramů pořízených dle intervalů z tab. 3.6. Z obr. 3.4 a), b) je patrné, že ani v jednom z těchto případů neodpovídá doporučené umístění indikátoru na otopném tělese bodu se střední povrchovou teplotou, až na dvě výjimky. První nastává na počátku měření, kdy přívodní



voda nedokáže v dostatečné míře ovlivnit teplotu vody ve zbytku otopného tělesa a tím pádem se střední povrchová teplota vyskytuje na více místech po výšce OT. Druhý případ je pak v čase mezi 1:10 a 1:20. Další situace kdy se střední povrchová teplota OT blíží bodu umístění indikátoru, nastává při chladnutí OT viz obr. 3.4 c), jestliže se teplota vody v otopném tělese začne přibližovat teplotě vzduchu, který je tělesem obklopen. Téměř ve všech případech se bod umístění indikátoru neshoduje s polohou středí povrchové teploty na OT.

Na obr. 3.5 a, b) je vidět, že průběh teploty v bodě umístění indikátoru a střední povrchové teploty na OT jsou rozdílné. Teplota v bodě umístění indikátoru je nižší než střední povrchová teplota OT jen při náběhu a to do času cca 1,5 min od začátku náběhu. Ve zbytku doby náběhu a po celý čas chladnutí OT je pak teplota v bodě umístění indikátoru vyšší.

Na první pohled by se tedy mohlo zdát, že indikátor bude snímat výrazně jinou hodnotu střední povrchové teploty OT. Střední povrchová teplota OT je v bodě umístění indikátoru vyšší než průměrná, ale čidlo bude ve skutečnosti kvůli nedokonalému styku povrchů snímat teplotu nižší. Do jaké míry bude indikace a následně i výpočet pro přerozdělování nákladů na vytápění ovlivněn, záleží na výrobci indikátoru a jeho schopnosti co nejpřesněji určit jak výrazně bude zkreslená povrchová teplota snímaná indikátorem ovlivněna problematickými místy nedokonalého styku povrchů, oproti skutečné povrchové teplotě v bodě umístění indikátoru.

## **4. Indikace na principu denostupňů**

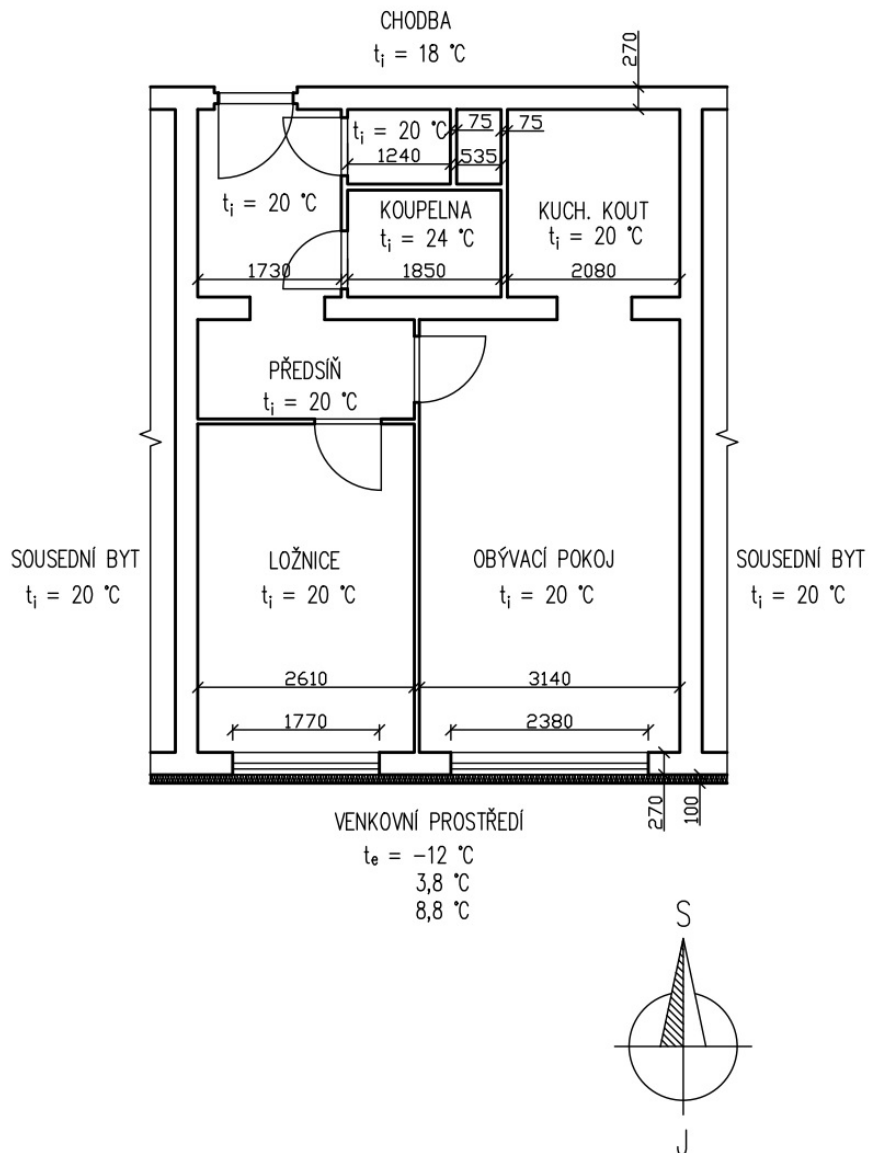
Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.4, indikace na principu denostupňů nerespektuje bilanci vytápěného prostoru. Na následujícím příkladu typického bytu panelového domu jsou pomocí bilance nastíněny situace, které mohou nastat ve vytápěném prostoru během otopného období.

### **4.1 Model bytu**

Pro posouzení byl vybrán model typického bytu 2kk zatepleného panelového domu o celkové ploše 45 m<sup>2</sup>. Umístění bytu v panelovém domě je takové, že z obou stran, nad i pod ním jsou sousední byty s totožnou vnitřní teplotou vzduchu jako u posuzovaného modelu. Průteplivé konstrukce jsou orientovány jižním směrem. Okna jsou zdvojená s osazenými vnitřními žaluziemi. Nosné stěny bytu jsou železobetonové, vyzděné příčky pak z YTONGových tvárnic. V bytě se nachází vstupní síň, koupelna, WC, kuchyňský kout, obývací pokoj, ložnice a chodba viz obr. 4.1.

### **4.2 Výběr reprezentativních dní pro výpočet**

Pro výpočet byly vybrány tři reprezentativní dny. U dvou z nich se průměrná denní teplota nejvíce blížila průměrné měsíční teplotě v daném měsíci. Tyto dny se nacházejí v krajnějších měsících otopného období (listopad, duben). Tepelné zisky od oslunění mohou být v těchto dnech výrazné a mohou mít v konečném důsledku zásadní vliv na zvýšení teploty uvnitř místnosti. Třetí reprezentativní den byl zvolen takový, kdy se průměrná denní venkovní teplota nejvíce blížila venkovní výpočtové teplotě.



**Obr. 4.1** Půdorys modelu bytu

### 4.3 Tepelné zisky (tepelná zátěž) a akumulace

Pro určení intenzity sluneční radiace byla možnost výběru mezi vygenerovanými daty z programu TRNSYS a výpočtem dle ČSN 73 0548 [10]. Norma je určena k výpočtu tepelné zátěže klimatizovaných prostorů a umožňuje výpočet maximální tepelné zátěže a tudíž i maximální intenzity sluneční radiace pro reprezentativní den v měsíci. Program TRNSYS se používá především pro dynamickou analýzu energetických systémů staveb. Jím vygenerovaná data odpovídají více skutečným hodnotám v průběhu roku.

Jelikož cílem výpočtu nebylo hledání extrémních stavů vnitřního prostředí v obytném prostoru, ale spíše jeho běžné stavy, byla proto použita data z programu TRNSYS. Pro vygenerování dat byla zvolena lokace Praha.

Dále byly z programu pro výpočet použity hodinové venkovní teploty vzduchu, z nichž byly stanoveny průměrné denní venkovní teploty dle [16]

$$t_{ed} = \frac{t_7 + t_{14} + 2 \cdot t_{21}}{4}, \quad [^{\circ}\text{C}]$$

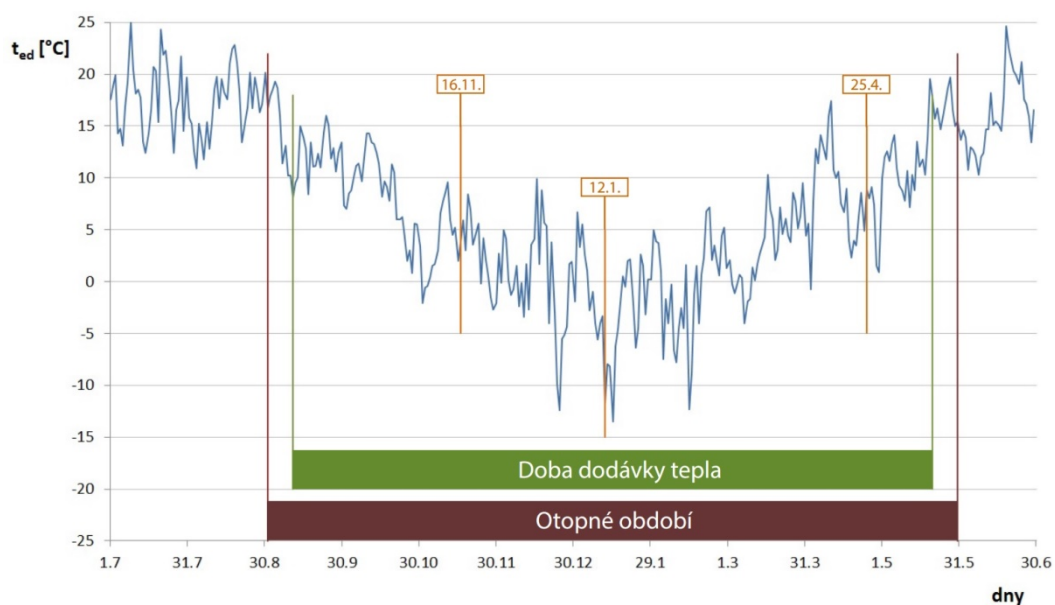
kde

$t_7$  - teplota venkovního vzduchu v 07.00 h, [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_{14}$  - teplota venkovního vzduchu ve 14.00 h, [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_{21}$  - teplota venkovního vzduchu ve 21.00 h. [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Hodnoty takto získaných průměrných denních teplot byly posuzovány s průměrnými měsíčními venkovními teplotami. Den, ve kterém se jeho průměrná denní venkovní teplota nejvíce blížila vypočtené hodnotě průměrné venkovní měsíční teplotě, byl vybrán jako reprezentativní, viz obr. 4.2.



#### **Obr. 4.2 Vybrané dny pro výpočet**

Celková tepelná zátěž byla pak počítána dle ČSN 73 0548 s výjimkou již výše zmíněné intenzity sluneční radiace a nově solární geometrie. Ve výpočtu bylo nutné znát solární geometrii i pro jiný den než 21. v měsíci, pro který norma geometrii uvádí. Proto byl pro určení deklinace vybrán vzorec z ČSN 73 0581 [11], který umožňuje výpočet deklinace pro každý den v roce.

$$\delta = 23,45^\circ \cdot \sin(0,98 \cdot DD + 29,7 \cdot MM - 109^\circ), \quad [^\circ]$$

kde

*DD* - číslo dne, [-]

*MM* - číslo měsíce. [-]

Norma uvažuje při určování tepelných zisků od oslunění i se stíněním okenního výklenku. Ten však není z důvodu obtížnosti výpočtu v analýze zahrnut, protože snahou bylo pouze orientačně nastínit teploty vzduchu v místnosti v měsících, kdy je teplota venkovního vzduchu vyšší a tepelné zisky již nezanedbatelné. Dále bylo snahou prostřednictvím vnitřní teploty vzduchu poukázat na nedostatky v přerozdělování nákladů na vytápění, při použití indikace založené na principu denostupňové metody. Výpočet akumulace byl dle ČSN 73 0548. Norma přistupuje k výpočtu akumulace tak, že snižuje maximální hodnotu tepelných zisků od oslunění, a to pěti procenty z hmotnosti obvodových stěn, vynásobených maximálním přípustným překročením požadované teploty v prostoru. Výpočet akumulace je tudíž také značně zjednodušený a navíc připouští zvýšení teploty uvnitř prostoru, která by měla být pro možnost výpočtu vnitřní teploty modelového bytu konstantní. Je tedy vidět, že konečné hodnoty vypočítaných teplot během charakteristických dnů budou jen velmi zhruba nastiňovat skutečné teplotní podmínky v prostoru bytu. Pro správný výpočet akumulace by bylo vhodné použít simulační program, ale vzhledem k tomu, že výpočet vnitřní teploty má dále posloužit pouze pro nastínění a ke snadnějšímu pochopení problému, byla pro „nástin“ hodnoty akumulace použita norma ČSN 73 0548. Použité hodnoty tepelných zisků a jejich rozvržení v čase od osob a spotřebičů jsou uvedeny v tab. 4.1.

**Tab. 4.1 Tepelné zisky od osob a spotřebičů a jejich rozvržení v čase**

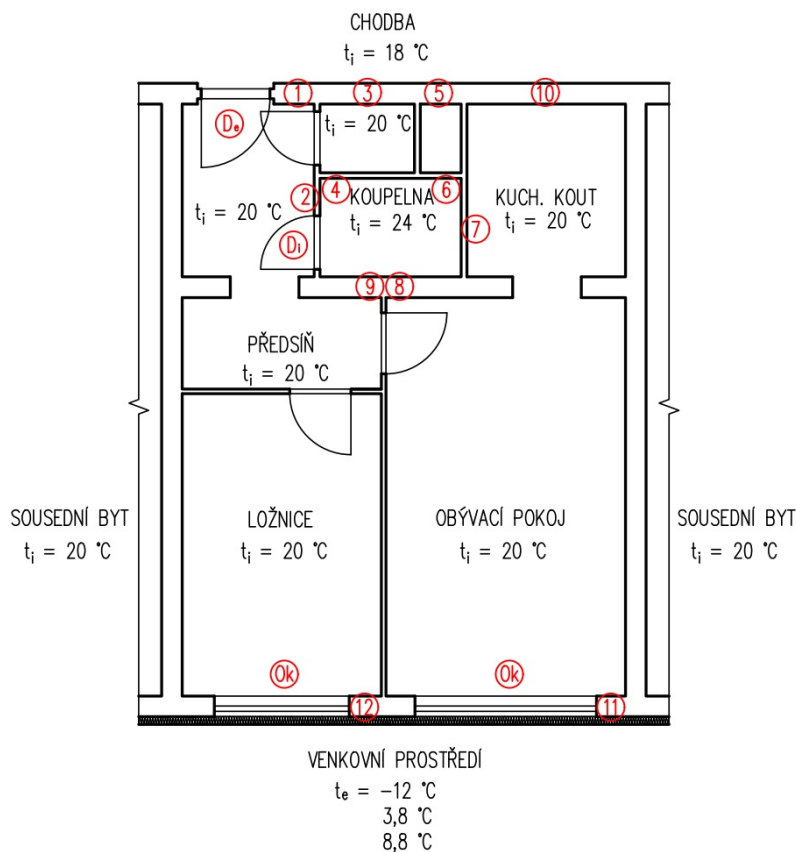
Čas		LCD monitor	Počítač	Lednice	LCD televizor	Osoby
Od	Do	Tepelný zisk				
[h]	[h]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
0	9	0	0	0	0	0
10	18	30	90	30	100	198
19	24	0	0	0	0	0

#### 4.4 Tepelné ztráty

Výpočet tepelných ztrát prostupem i větráním byl proveden dle dnes již neplatné normy ČSN 06 0210 [9]. Na obr. 4.3 je vidět označení konstrukcí použitých v modelu a v tab. 4.2, pak jejich součinitele prostupu tepla. Hodnota intenzity větrání byla zvolena pro všechny místnosti konstantní  $I = 0,5 \text{ h}^{-1}$ .

**Tab. 4.2 Součinitele prostupu tepla konstrukcemi**

Označení stěny	Druh stěny	Součinitel prostupu tepla
		U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
1;3;5;9;10	A	2,14
2;4;6;7;8	B	1,185
11;12	C	0,328
D <sub>i</sub>	Dveře vnitřní	2,6
D <sub>e</sub>	Dveře venkovní	2
Ok	Okno	1,1



**Obr. 4.3 Označení jednotlivých konstrukcí**

#### 4.5 Vyhodnocení výpočtů

Ve vybraných dnech byla po hodinových intervalech vypočítána tepelná zátěž, tepelné ztráty a akumulace v prostoru modelového bytu. Teplota vnitřního vzduchu byla získána z rovnice bilance energetických toků v prostoru.

$$\dot{Q}_{ot} + \dot{Q}_s + \dot{Q}_l + \dot{Q}_{sp} - (\dot{Q}_p + \dot{Q}_v) - \dot{Q}_{ak} = 0 \quad [\text{W}]$$

Jestliže je ve vytápěném prostoru součet tepelné ztráty a akumulace vyšší než tepelných zisků, musí otopné těleso dodávat do vytápěného prostoru teplo, aby byl splněn požadavek vnitřní projektované teploty vzduchu. V případě, že součet všech tepelných zisků převyšuje tepelnou ztrátu a akumulaci, uzavře se prostřednictvím termostatické hlavice přívod otopné vody do OT a začne se zvyšovat teplota vzduchu nad projektovanou teplotu místnosti. Pro tento stav je výkon OT ve vytápěném prostoru roven nule a rovnice přechází do tvaru

$$\dot{Q}_s + \dot{Q}_l + \dot{Q}_{sp} - (\dot{Q}_p + \dot{Q}_v) - \dot{Q}_{ak} = 0. \quad [\text{W}]$$

U vzorce pro výpočet vnitřní teploty vzduchu, vycházející z dosazené bilanční rovnice uvedené na další straně, se na její levé straně objevuje mimo jiné i upravený vztah tepelné ztráty prostupem tepla stěnami modelu bytu

$$U_m \cdot S \cdot (t_i - t_e) = \dot{Q}_p, \quad [\text{W}]$$

kde součin  $U_m \cdot S$  [ $\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$ ], vyjadřuje jakou si měrnou tepelnou ztrátu prostupem. Hodnotu tohoto součinu bylo potřeba znát, aby mohla být použita do vzorce pro výpočet vnitřní teploty vzduchu. Tento součin byl získán ze vztahu, který vychází z předpokladu, že tepelná ztráta prostupem bytu vypočítaná dle ČSN 06 0210 je rovna součinu průměrné hodnoty součinitele prostupu tepla ochlazovaných stěn bytu, ploše těchto stěn a rozdílu váženého průměru vnitřní teploty vzduchu podle objemu místností a venkovní teploty vzduchu.

$$\dot{Q}_p = U_m \cdot S \cdot (t_{im} - t_e) \rightarrow U_m \cdot S = \frac{\dot{Q}_p}{(t_{im} - t_e)}, \quad [\text{W}]$$

kde

$\dot{Q}_p$	- tepelná ztráta prostupem (dle ČSN 06 0210)	[W]
$U_m$	- průměrný součinitel prostupu tepla,	[W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
S	- plocha ochlazovaných stěn,	[m <sup>2</sup> ]
$t_{im}$	- vážený průměr teplot vnitřního vzduchu,	[°C]
$t_e$	- teplota venkovního vzduchu.	[°C]

Pro tepelnou ztrátu větráním byl použit vztah

$$\dot{Q}_v = \frac{I}{3600} \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e), \quad [\text{W}]$$

kde

I	- intenzita větrání,	[h <sup>-1</sup> ]
---	----------------------	--------------------



$V$	- objem vzduchu v bytě,	$[m^3]$
$\rho$	- hustota vzduchu,	$[kg \cdot m^{-3}]$
$c$	- měrná tepelná kapacita vzduchu,	$[J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}]$
$t_i$	- teplota vnitřního vzduchu,	$[^{\circ}C]$
$t_e$	- teplota venkovního vzduchu.	$[^{\circ}C]$

Po dosazení do bilanční rovnice

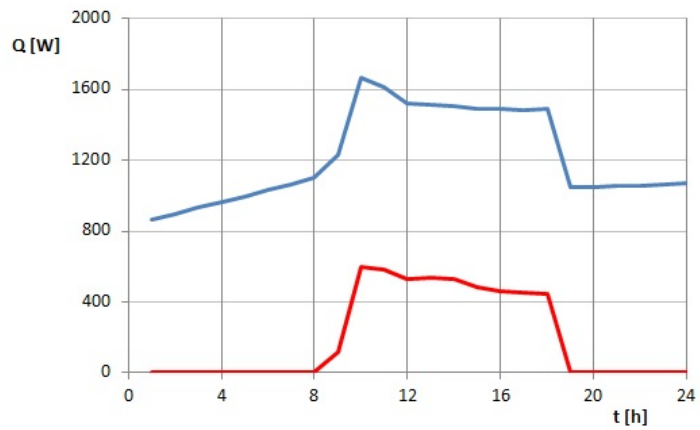
$$U_m \cdot S \cdot (t_i - t_e) + \frac{I}{3600} \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot (t_i - t_e) = \dot{Q}_s + \dot{Q}_l + \dot{Q}_{sp} - \dot{Q}_{ak} \quad [W]$$

a drobné úpravě

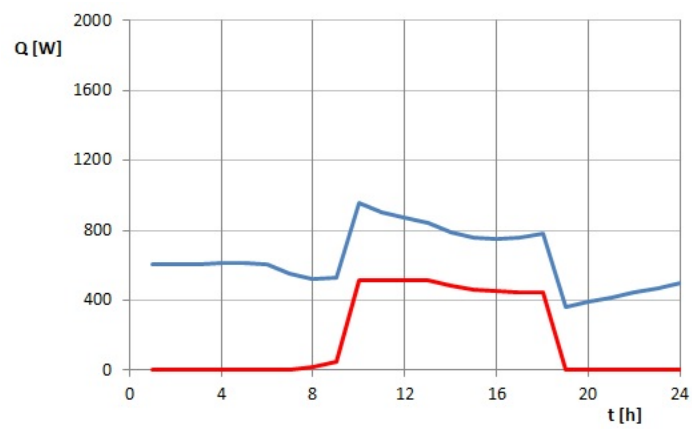
$$t_i = t_e + \frac{\dot{Q}_s + \dot{Q}_l + \dot{Q}_{sp} - \dot{Q}_{ak}}{U_m \cdot S + \frac{I}{3600} \cdot V \cdot \rho \cdot c}, \quad [^{\circ}C]$$

dostaneme vztah pro výpočet vnitřní teploty vzduchu. Jak již bylo zmíněno v kapitole 4.3, vzhledem k výše uvedeným zjednodušením, nelze považovat výsledné hodnoty průběhu vnitřní teploty vzduchu v modelovém bytě v reprezentativních dnech za přesné. Slouží spíše pro názornost a lepší vysvětlení dané problematiky.

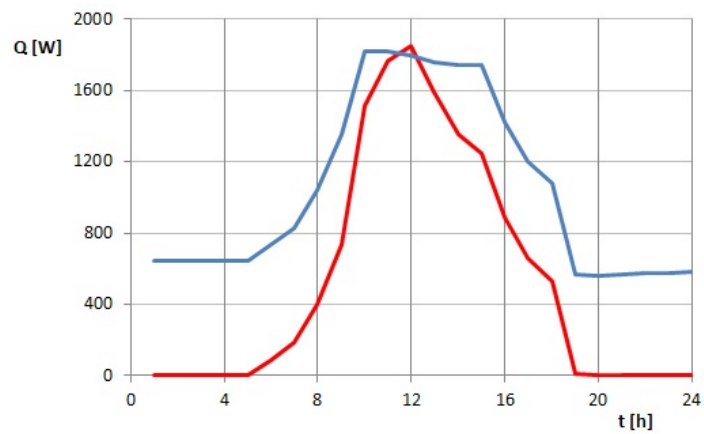
Na obr. 4.4 a, b, c) jsou zobrazeny průběhy závislostí celkových tepelných zisků (červeně) a celkových tepelných ztrát spolu s akumulací (modře) v reprezentativních dnech pro model bytu. Na obr. 4.5 a, b, c) pak závislost rozdílu mezi tepelnými zisky a tepelnými ztrátami spolu s akumulací. Nadnulová hodnota představuje výkon dodávaný do místnosti převyšující tepelné ztráty spolu s akumulací.



a)



b)



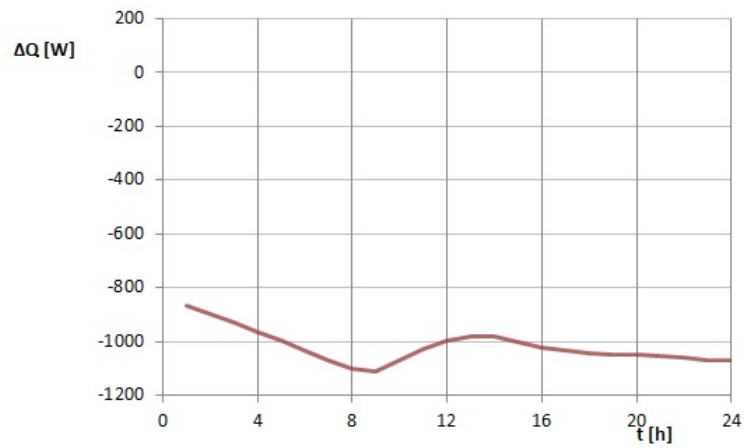
c)

**Obr. 4.4 Průběhy tepelných zisků a tepelných ztrát s akumulací pro**

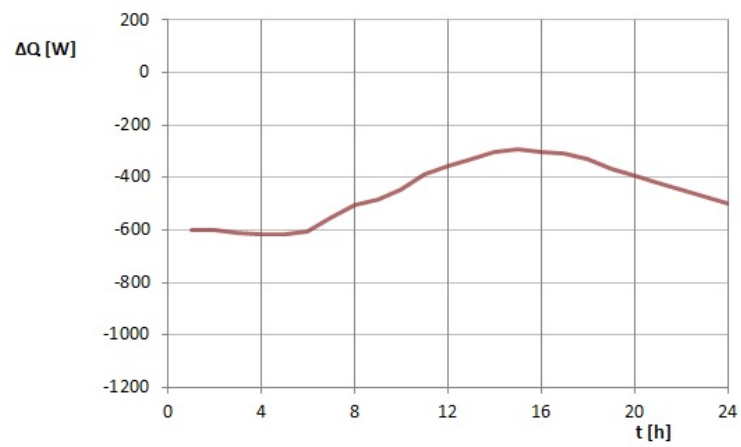
**a) 12. 1.**

**b) 16. 11.**

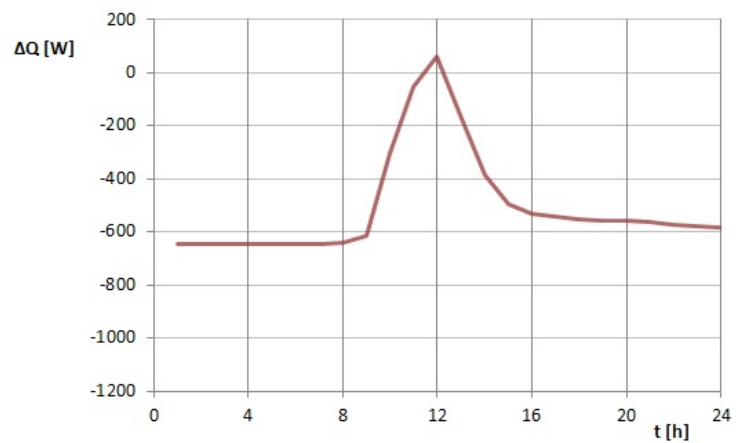
**c) 25. 4.**



**a)**



**b)**



**c)**

**Obr. 4.5 Grafy rozdílů celkových tepelných zisků a tepelných ztrát s akumulací pro**

**a) 12. 1.**

**b) 16. 11.**

**c) 25. 4.**

Na obr. 4.4 a, b, c) je vidět, že v průběhu všech tří reprezentativních dní nedodává do vytápěného prostoru výkon pouze otopné těleso, ale mají zde zastoupení v určité míře i tepelné zisky. Výkon otopného tělesa, který je potřebný do vytápěného prostoru dodat, odpovídá rozdílu mezi modrou a červenou křivkou. Ve dnech 12. 1. a 16. 11. musí dodávat těleso výkon do vytápěného prostoru celý den, ale v posledním ze tří reprezentativních dní dochází dokonce k situaci, kdy tepelné zisky tepelnou ztrátou s akumulací převýší. Teplota vzduchu v místnosti pak začne stoupat nad projektovanou vnitřní teplotu vzduchu. Tím nejen že dochází k „přetápění“ místnosti, ale v případě indikace na principu denostupňové metody bude uživatel v této chvíli platit za „teplo“, které do vytápěného prostoru vůbec otopné těleso nedodalo. Z tohoto případu je patrné, že se tedy nemůže jednat o platbu za dodané teplo, ale za službu vytvoření jakého si tepelného komfortu. Tím, že dochází k platbě za poskytnutí tepelného komfortu, nespĺňuje tato indikační metoda požadavek legislativy Evropské unie na platbu za dodávku tepla. Tento způsob indikace by měl být používán zcela výjimečně, a to u stávajících otopných systémů, kde nemohou být instalovány měřiče tepla nebo elektronické indikátory na otopné plochy, jako je například podlahové, stropní vytápění aj.

## 5. Legislativa

Trendem poslední doby je snižování provozní energetické náročnosti budov. Evropská unie a s ní spojené vlády členských zemí se snaží zajistit nízkou spotřebu energie v budovách vydáváním nových legislativních předpisů.

Podle zjištění provedených v zemích Evropské unie, se spotřebuje cca 40 % z celkového množství vyrobené energie v zemích EU na zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí v budovách a z toho na vytápění je to cca 28 %, jak uvádí [6]. Zahraniční zkušenosti ukazují, že bytový fond představuje výrazný zdroj úspor energie. Uvádí se možnost snížení spotřeby energie na vytápění v budovách o 20 až 30 % ze současné spotřeby energie na vytápění. Tato zjištění se již nejen v zahraničí, ale i v ČR projevují v cíleném úsilí o úspory energie. Důkazem tomu jsou různé dotační programy SFŽP jako například Zelená úsporám.

Evropská unie se snaží tento trend optimalizovat a důsledkem toho vydává různé směrnice mimo jiné zaměřené i na snižování energetické náročnosti budov. Doposud byly vydány následující dokumenty:

- Směrnice EP a RADY č. 91/2002/EU o energetické náročnosti budov,
- Směrnice EP a RADY č. 31/2010/EU o energetické náročnosti budov,
- Směrnice EP a RADY č. 2009/28/EU o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů,
- Směrnice EP a RADY č. 2012/27/EU o energetické účinnosti.

V roce 2000 byl parlamentem ČR vydán zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií. Tento zákon byl již několikrát novelizován. Novela zákona zavádí zcela nové pojmy jako „výstavba budov s téměř nulovou spotřebou energie“ a navrhování budov podle kritérií na „nákladově optimální úrovni“. Budova s téměř nulovou spotřebou energie je budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů.

Splnění požadavků EU na výstavbu budov s minimální spotřebou energie v uvedených termínech znamenalo provedení revize celé řady legislativních předpisů. Jedná se zejména o revizi vyhlášky MPO ČR č. 148/2007 Sb., která vyšla k 1. dubnu 2013 ve

znění vyhlášky č. 78/2013 Sb. a celé řady dalších předpisů. Nákladově optimální úroveň požadavků se rozumí požadavky na energetickou náročnost budovy nebo jejích stavebních a technických prvků, která vede k nejnižším nákladům na investice v oblasti užití energií, na údržbu, provoz a likvidaci budov nebo jejich prvků v průběhu odhadovaného životního cyklu.

Certifikace energetické náročnosti budov má za cíl změnit současný stav ve spotřebě energie v budovách. Cílem povinné certifikace je snížit spotřebu energie a poskytnout vlastníkům a provozovatelům budov informace o provozní energetické náročnosti budov a možnost provedení vzájemného porovnání jednotlivých budov.

Energetická náročnost budov je definována jako vypočtené množství energie spojené s užíváním budovy, zejména na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení.

## **5.1 Směrnice jako normativní právní akt EU**

Pro přiblížení důležitosti směrnice jako normativního právního aktu EU, je zde uveden výňatek z jejího popisu dle [14].

Směrnice je závazná pro každý stát, kterému je určena, pokud jde o výsledek, jehož má být dosaženo, přičemž volba formy a prostředků se ponechává vnitrostátním orgánům. Výsledku směrnice (tedy harmonizace vnitrostátních úprav) je dosaženo tehdy, když každý stát zajistí řádné (obsahově správné a včasné) promítnutí obsahu směrnice do vnitrostátního transpozičního opatření, zajistí jeho řádnou aplikaci a vymahatelnost a oznámí transpoziční opatření Komisi. Uvážení členských států formy a prostředků transpozičního předpisu je pro směrnici typické, avšak je omezeno minimálními požadavky transpozice. Transpoziční opatření musí přesně odrážet obsah směrnice, způsob transpozice musí být jasný, přesný a transparentní a transpoziční opatření musí mít formu obecně závazného předpisu.

## 5.2 Porovnání legislativy EU a ČR

Česká Republika jako jeden z členů EU je povinna řídit se jejími legislativními předpisy. V oblasti zásobování teplem jde mimo jiné o směrnici 93/76/EHS k omezení emisí CO<sub>2</sub> efektivním využíváním energií nebo o směrnici Evropského parlamentu a rady 2006/32/ES a současně již zmiňovaná platná 2012/27/EU o energetické účinnosti, o změně směrnic 2009/125/ES a 2010/30/EU a o zrušení směrnic 2004/8/ES a 2006/32/ES.

### 5.2.1 Přístupy k rozúčtování

Ve Směrnici 2012/27/EU je z hlediska měření, indikace a rozúčtování nákladů na teplo pro vytápění nejdůležitější kapitola II a její článek 9 až 12 [5].

#### *Článek 9*

##### *Měření*

- 1. Členské státy zajistí, aby pokud je to technicky možné, finančně únosné a úměrné potenciálním úsporám energie, byli koneční zákazníci pro elektřinu, zemní plyn, dálkové vytápění, dálkové chlazení a užitkovou teplou vodu vybaveni individuálními měřiči za konkurenceschopné ceny, které přesně zobrazují skutečnou spotřebu energie konečného zákazníka a poskytují informace o skutečné době použití.*

Část odstavce, která se týká vybavenosti individuálními měřiči je v české legislativě více méně splněna, neboť je téměř každý objekt osazen tzv. fakturačními měřidly. Avšak ve formulaci „které přesně zobrazují skutečnou spotřebu energie konečného zákazníka“ je uvedeno „pokud je to technicky možné, finančně únosné a úměrné potenciálním úsporám energie“, což je dle [6] v ČR u převažujících dvoutrubkových vertikálních otopných soustav těžko technicky možné.

- 3. Pokud jsou vytápění a chlazení budovy nebo dodávka teplé vody zajišťovány ze sítě dálkového vytápění nebo z ústředního zdroje zásobujícího více budov, nainstaluje se měřič tepla nebo teplé vody na výměník tepla nebo do odběrného*

*místa. V budovách s více bytovými jednotkami a ve víceúčelových budovách s ústředním zdrojem vytápění a chlazení nebo s dodávkami ze sítě dálkového vytápění nebo z ústředního zdroje zásobujícího více budov se rovněž nainstalují do 31. prosince 2016 individuální měřiče spotřeby, aby bylo možné měřit spotřebu tepla nebo chlazení nebo teplé vody u každé jednotky, je-li to technicky proveditelné a nákladově efektivní. Pokud použití individuálních měřičů není technicky proveditelné nebo není nákladově efektivní, použijí se pro měření spotřeby tepla na každém radiátoru individuální indikátory pro rozdělování nákladů na vytápění, pokud dotyčný stát neprokáže, že instalace těchto indikátorů by nebyla nákladově efektivní. V těchto případech lze zvážit alternativní nákladově efektivní metody měření spotřeby tepla. Členské státy mohou v zájmu zajištění transparentnosti a přesnosti započítávání individuální spotřeby zavést transparentní pravidla pro rozdělování nákladů na spotřebu tepla nebo teplé vody v budovách s více bytovými jednotkami, které jsou zásobovány ze sítě dálkového vytápění nebo chlazení, nebo v nichž převažují systémy vlastního společného vytápění nebo chlazení. Tato pravidla podle potřeby obsahují pokyny týkající se způsobu rozdělování nákladů na teplo nebo teplou vodu využitých:*

- a) jako užitková teplá voda;*
- b) jako teplo vyzařované ze zařízení v budově a k vytápění společných prostor (v případě, že schodiště a chodby jsou vybaveny radiátory);*
- c) k vytápění bytů.*

Evropská legislativa tedy mluví o měření spotřeby tepla a tedy o platbě za dodané teplo.

Naproti tomu v české legislativě se v zákoně č. 67/2013 Sb. [2], kterým se upravují některé otázky související s poskytováním plnění spojených s užíváním bytů a nebytových prostorů v domě s byty v § 1, odst. (1), říká: „Tento zákon upravuje některé otázky související s poskytováním plnění spojených s užíváním bytů



*a nebytových prostorů v domě s byty (dále jen „služby“) a postup při určování záloh za služby, rozúčtování, vyúčtování a vypořádání nákladů na služby.“*

Je tedy patrné, že se jednoznačně jedná o oblast služeb. Navazující paragrafy 3 a 6 jsou pak v přímém rozporu s požadovanou legislativou EU, tj. s požadavkem platby za dodané teplo. V § 3, odst. (1) se píše:

*„Službami jsou zejména dodávka tepla a centralizované poskytování teplé vody, dodávka vody a odvádění odpadních vod, provoz výtahu, osvětlení společných prostor v domě, úklid společných prostor v domě, odvoz odpadních vod a čištění jímek, umožnění příjmu rozhlasového a televizního signálu, provoz a čištění komínů a odvoz komunálního odpadu“.*

A dále pak § 6 odst. (1):

*„Náklady na dodávku tepla a centralizované poskytování teplé vody se rozúčtují na základě ujednání poskytovatele služeb se všemi nájemci v domě, u družstevních bytů na základě ujednání družstva se všemi nájemci v domě, kteří jsou zároveň členy družstva, u společenství ujednáním všech vlastníků jednotek. Změna způsobu rozúčtování nákladů na dodávku tepla a centralizované poskytování teplé vody je možná vždy až po uplynutí účtovacího období“.*

ČR tedy zvolila v rámci plnění Evropské směrnice platbu za službu.

V případě platby za službu, tj. za službu vzhledem k možnosti zajištění a vytvoření jakého si tepelného komfortu ve vytápěném prostoru se vychází ze zcela jiného rámce, než je tomu u platby za dodané teplo. Typickým příkladem uplatnění platby za službu a nikoli za dodané teplo je využití indikační metody na principu denostupňů a denzitometrického principu.

### **5.2.2 Přesnost započítávání individuální spotřeby**

Do konce loňského roku (2015) se zabývala problematikou měření a indikace tepla pro vytápění a rozúčtování nákladů vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 372/2001 Sb.

ze dne 12. října 2001, kterou se stanovovala pravidla pro rozúčtování nákladů na tepelnou energii na vytápění a nákladů na poskytování teplé užitkové vody mezi konečné spotřebitele [1]. Tato vyhláška byla zrušena ke dni 1. 1. 2016 vyhláškou Ministerstva pro místní rozvoj č. 269/2015 Sb. o rozúčtování nákladů na vytápění a společnou přípravu teplé vody pro dům [4].

Za zmínku stojí především § 3 této vyhlášky a zejména jeho odstavce (1) a (2) [4].

- (1) *Základní složka nákladů na vytápění v zúčtovací jednotce činí 30 % až 50 % a zbytek nákladů tvoří spotřební složku. Výši základní složky určí poskytovatel služeb.*
- (2) *Rozdíly v nákladech na vytápění připadající na 1 m<sup>2</sup> započitatelné podlahové plochy nesmí překročit u příjemců služeb, kde jsou instalována měřidla podle zákona o metrologii nebo zařízení pro rozdělování nákladů na vytápění, v zúčtovací jednotce hodnotu o 20 % nižší a hodnotu o 100 % vyšší oproti průměru zúčtovací jednotky v daném zúčtovacím období. Pokud dojde k překročení přípustných rozdílů, provede poskytovatel služeb úpravu výpočtové metody u příjemců služeb, u nichž došlo k překročení některé stanovené hranice. U ostatních příjemců služeb se vychází pouze z náměrů měřidel podle zákona o metrologii nebo zařízení pro rozdělování nákladů na vytápění. Poskytovatel služeb provede úpravu výpočtové metody takto*
  - a) *hodnota nákladu na vytápění příjemce služeb, jehož rozdíl překročil stanovenou limitní hodnotu, vztažená na 1 m<sup>2</sup> započitatelné podlahové plochy příjemce služeb, se upraví na limitní přípustnou hodnotu nákladů na vytápění na 1 m<sup>2</sup> započitatelné plochy, tedy 80 % průměrné hodnoty za zúčtovací jednotku, v případech, kdy nebyla dodržena spodní hranice 20 %, nebo 200 % průměrné hodnoty za zúčtovací jednotku v případech, kdy nebyla dodržena horní hranice 100 %,*
  - b) *upravený náklad na vytápění příjemců služeb je pak násobkem výměry započitatelné podlahové plochy a hodnoty upravené a*

- c) *takto stanovená upravená hodnota nákladů na vytápění příjemce služeb se odečte od celkové částky nákladů na vytápění a zůstatek se rozdělí mezi ostatní příjemce služeb podle zákona, dokud všichni příjemci služeb nevyhoví stanovené přípustné odchylce rozdílu v nákladech na vytápění připadající na 1 m<sup>2</sup> započitatelné podlahové plochy v zúčtovací jednotce v daném zúčtovacím období.*

Tím, že je pro výpočet nákladů na vytápění použita základní složka, jejíž hodnota se dle zákona č. 104/2015 Sb. odvíjí od poměru započitatelné podlahové plochy bytu nebo nebytového prostoru k celkové započitatelné podlahové ploše bytů a nebytových prostorů v zúčtovací jednotce, se česká legislativa dostává do rozporu s evropskou (2012/27/EU – čl. 9, odst. (3)), která uvádí, že členské státy mohou v zájmu zajištění transparentnosti a přesnosti započítávání individuální spotřeby zavést transparentní pravidla pro rozdělování nákladů na spotřebu tepla. Dle EU by měla platba za teplo vycházet z náměru indikátorů. Zavedením základní složky (a tím potlačení váhy naměřených hodnot spotřeby energie indikátory) pak ale dochází spíše ke zkreslení nákladů na vytápění, než k jejich zpřesnění.

Odstavec (2) jenom podtrhuje nesoulad s evropskou legislativou a zavedením spodní a horní hranice překročení průměrných nákladů na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy bytu nebo nebytového prostoru opět rozhodně nenapomáhá ke správnému určení nákladů na vytápění. Dochází tak místo ke zpřesňování platby za skutečně odebranou energii za vytápění spíše k jakému si jejímu „průměrování“ a platbě za vytvoření tepelného komfortu.

V případě, že by příjemci služby vycházelo rozúčtování za platbu na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy bytu nebo nebytového prostoru menší o více než 20 % resp. větší o více než 100 % proti průměru zúčtovací jednotky v daném zúčtovacím období, bude jako základ pro výpočet nákladů počítáno jen s hodnotou přesně o 20 % menší resp. přesně o 100 % větší, než je průměr zúčtovací jednotky v daném zúčtovacím období. Lze tedy říci, že tato vyhláška dokonce ještě znevýhodňuje příjemce služeb, kteří by měli eventuální snahu šetřit teplem, proti těm, kteří teplem „plýtvají“.

### 5.2.3 Porovnání zrušené vyhlášky č. 372/2001 Sb., a současně platné vyhlášky

#### č. 269/2015 Sb. a jejich soulad s evropskou legislativou

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, vyhláška č. 372/2001 Sb., kterou se stanovovala pravidla pro rozúčtování na tepelnou energii na vytápění a nákladů na poskytování teplé užitkové vody mezi konečné spotřebitele, byla dne 1. 1. 2016 nahrazena vyhláškou č. 269/2015 Sb. o rozúčtování nákladů na vytápění a společnou přípravu teplé vody pro dům. V průběhu doby platnosti již zrušené vyhlášky č. 372/2001 Sb., doznala evropská legislativa řady změn, díky kterým se s ní dostal tento právní předpis do rozporu. Vyhláška č. 372/2001 Sb. byla svojí podstatou spřažena se stále platným zákonem č. 67/2013 Sb., kterým se upravují některé otázky související s poskytováním plnění spojených s užíváním bytů a nebytových prostorů v domě s byty. Hlavním jejich pojítkem bylo pojetí dodaného tepla jako služby, což bylo ale zároveň v rozporu s legislativou EU. Této „degradaci“ tepla na službu také obsah vyhlášky č. 372/2001 principiálně odpovídal. Za zmínku stojí § 4 [1] Rozúčtování nákladů na tepelnou energii na vytápění v zúčtovací jednotce, kde mimo jiné stálo:

- (1) *Náklady na tepelnou energii na vytápění v zúčtovací jednotce za zúčtovací období rozdělí vlastník na složku základní a spotřební. Základní složka činí 40 % až 50 % a zbytek nákladů tvoří spotřební složku.*
- (2) *Základní složku rozdělí vlastník mezi konečné spotřebitele podle poměru velikosti započítatelné podlahové plochy bytu nebo nebytového prostoru k celkové započítatelné podlahové ploše bytů a nebytových prostorů v zúčtovací jednotce.*
- (3) *Spotřební složku rozdělí vlastník mezi konečné spotřebitele úměrně výši náměru měřičů tepelné energie nebo indikátorů vytápění a použití korekcí a výpočtových metod, které zohledňují rozdílnou náročnost vytápěných místností na dodávku tepelné energie danou jejich polohou.*
- (4) *Rozdíly v nákladech na vytápění připadající na 1 m<sup>2</sup> započítatelné plochy nesmí překročit u konečných spotřebitelů s měřením či indikací v zúčtovací jednotce hodnotu 40 % oproti průměru zúčtovací jednotky v daném zúčtovacím období.*

*Pokud dojde k překročení přípustných rozdílů, provede vlastník úpravu výpočtové metody stanovené v odstavci 3.*

Dá se tedy konstatovat, že vyhláška v prvním odstavci rozdělovala náklady na tepelnou energii v určitém poměru na dvě složky. V dalších dvou je podrobněji popisovala a v posledním vytvořila „korekci“ při určitém překročení nákladů na vytápění připadající na 1 m<sup>2</sup> započitatelné podlahové plochy. Základní složkou spolu s „korekcí“ byly znehodnocovány naměřené hodnoty dodaného tepla a ve své podstatě docházelo k jejich zkreslování, dalo by se říci k určitému průměrování. To ale odporovalo evropským předpisům požadujícím co nejpřesnější platbu za skutečně odebrané teplo.

S jistým napětím a očekáváním se tedy čekalo do minulého roku (2015), kdy byly schváleny dva legislativní předpisy, které měly „doladit“ pojetí v přístupu k rozúčtování nákladů na vytápění.

Jako o stěžejní změně, která se dala očekávat vzhledem k výše zmíněným nedostatkům, se dá hovořit o přehodnocení pojetí principu rozúčtování nákladů na vytápění, a to z platby za službu na platbu za teplo v zákoně č. 67/2013 Sb. Dále pak o zrušení základní složky a „korekce“ ve vyhlášce č. 372/2001 Sb., což by vedlo ke zpřesnění platby za skutečně dodané teplo.

Jako první byl vydán dne 10. dubna 2015 zákon č. 104/2015 Sb. [3], jímž se mimo jiné změnil zákon č. 67/2013 Sb., kterým se upravují některé otázky související s poskytováním plnění spojených s užíváním bytů a nebytových prostorů v domě s byty. Úpravy nebo změny doznaly § 2, 6, 8, 13, 14. Na očekávanou změnu hlavního principu, kterým by bylo překvalifikování dodávky tepla ze služby na skutečnou dodávku tepla, ale nedošlo. Samozřejmě že když nedošlo ke změně pojetí v hlavním a stěžejním principu hodnocení dodávky tepla v zákoně č. 67/2013 Sb., nedošlo ke změně tohoto principu ani ve druhém nově vydaném předpisu. Tou je vyhláška č. 269/2015 Sb. ze dne 30. září 2015 o rozúčtování nákladů na vytápění a společnou přípravu teplé vody pro dům, která zrušila vyhlášku č. 372/2001 Sb. Jednou z částí, o kterých se chci zmínit je § 3 Rozúčtování nákladů na vytápění v zúčtovací jednotce. V ní se mimo jiné píše:

- (1) *Základní složka nákladů na vytápění v zúčtovací jednotce činí 30 % až 50 % a zbytek nákladů tvoří spotřební složku. Výši základní složky určí poskytovatel služeb.*
- (2) *Rozdíly v nákladech na vytápění připadající na 1 m<sup>2</sup> započitatelné podlahové plochy nesmí překročit u příjemců služeb, kde jsou instalována měřidla podle zákona o metrologii nebo zařízení pro rozdělování nákladů na vytápění, v zúčtovací jednotce hodnotu o 20 % nižší a hodnotu o 100 % vyšší oproti průměru zúčtovací jednotky v daném zúčtovacím období. Pokud dojde k překročení přípustných rozdílů, provede poskytovatel služeb úpravu výpočtové metody u příjemců služeb, u nichž došlo k překročení některé stanovené hranice. U ostatních příjemců služeb se vychází pouze z náměrů měřidel podle zákona o metrologii nebo zařízení pro rozdělování nákladů na vytápění. Poskytovatel služeb provede úpravu výpočtové metody takto*
- a) *hodnota nákladu na vytápění příjemce služeb, jehož rozdíl překročil stanovenou limitní hodnotu, vztažená na 1 m<sup>2</sup> započitatelné podlahové plochy příjemce služeb, se upraví na limitní přípustnou hodnotu nákladů na vytápění na 1 m<sup>2</sup> započitatelné plochy, tedy 80 % průměrné hodnoty za zúčtovací jednotku, v případech, kdy nebyla dodržena spodní hranice 20 %, nebo 200 % průměrné hodnoty za zúčtovací jednotku v případech, kdy nebyla dodržena horní hranice 100 %,*
- b) *upravený náklad na vytápění příjemců služeb je pak násobkem výměry započitatelné podlahové plochy a hodnoty upravené a*
- c) *takto stanovená upravená hodnota nákladů na vytápění příjemce služeb se odečte od celkové částky nákladů na vytápění a zůstatek se rozdělí mezi ostatní příjemce služeb podle zákona, dokud všichni příjemci služeb nevyhoví stanovené přípustné odchylce rozdílu v nákladech na vytápění připadající na 1 m<sup>2</sup> započitatelné podlahové plochy v zúčtovací jednotce v daném zúčtovacím období.*

V nově platné vyhlášce č. 269/2015 Sb. byly proti zrušené vyhlášce č. 372/2001 Sb. provedeny určité změny, jako je zvětšení procentuálního rozmezí u základní složky nebo zmírnění výše zmíněné „korekce“. Zvětšení procentuálního rozmezí u základní složky a „korekce“ by měly mít sice za následek určité zpřesnění v rozúčtování nákladů na vytápění, avšak princip platby za teplo v duchu služby zůstal nezměněn. Nová vyhláška tedy neodpovídá právním předpisům EU a tudíž spolu se zákonem č. 104/2015 Sb. umožňuje poskytovateli služeb využívat pro rozúčtování nákladů na vytápění i takové indikační metody spolu s jejich indikačními prvky, které by při respektování evropské legislativy nemohly být u současných příjemců služeb vůbec instalovány.

### **5.3 Odlišné rozdělení nákladů na vytápění u dvou zcela identických**

#### **nemovitostí**

Vyhláškou Ministerstva pro místní rozvoj č. 296/2015 Sb. ze dne 30. září 2015, o rozúčtování nákladů na vytápění a společnou přípravu teplé vody pro dům je v § 2 Vymezení pojmů napsáno:

- b) vytápěním ústřední vytápění pomocí otopné soustavy ovlivňující zúčtovací jednotku, kterou prochází, napojené na společný zdroj tepla; vytápěním není vytápění bytů a nebytových prostorů prostřednictvím samostatných etážových okruhů zásobovaných teplem z vlastních zdrojů tepla, používajících různé druhy paliv nebo elektřinu, ani vytápění prostřednictvím uzavřených okruhů, do nichž se dodává a měří teplo na základě smlouvy dodavatele přímo s příjemcem služeb.*

V případě, že budou dva totožné bytové domy, kde na vstupu do každého bytu s horizontálním otopným okruhem bude osazen měřič tepla, může dojít k situaci, že náměry na měřících tepla budou posuzovány zcela rozdílným přístupem. Jestliže bude uzavřena smlouva o dodávce a odběru tepla s poskytovatelem služeb (např. vlastníkem celé nemovitosti - bytového domu), bude se na jednotlivé měřiče vztahovat vyhláška č. 296/2015 Sb. a naměřené údaje budou dále korigovány podle

§ 4, této vyhlášky. To je však v rozporu se směrnicí EU. Avšak v případě, že smlouva o dodávce a odběru tepla bude uzavřena přímo s příjemcem služeb (např. vlastníkem bytu), nebude se na něj tato vyhláška vztahovat a naměřené údaje budou považovány za fakturační.

#### **5.4 Nákladová efektivnost individuálních indikátorů pro rozdělování nákladů na vytápění**

Ve Směrnici 2012/27/EU je mimo jiné uvedeno:

##### *Článek 9*

##### *Měření*

*3. ... V budovách s více bytovými jednotkami a ve víceúčelových budovách s ústředním zdrojem vytápění a chlazení nebo s dodávkami ze sítě dálkového vytápění nebo z ústředního zdroje zásobujícího více budov se rovněž nainstalují do 31. prosince 2016 individuální měřiče spotřeby, aby bylo možné měřit spotřebu tepla nebo chlazení nebo teplé vody u každé jednotky, je-li to technicky proveditelné a nákladově efektivní. Pokud použití individuálních měřičů není technicky proveditelné nebo není nákladově efektivní, použijí se pro měření spotřeby tepla na každém radiátoru individuální indikátory pro rozdělování nákladů na vytápění, pokud dotýčný stát neprokáže, že instalace těchto indikátorů by nebyla nákladově efektivní. V těchto případech lze zvážit alternativní nákladově efektivní metody měření spotřeby tepla. ...*

Píše se zde o nainstalování individuálních měřičů spotřeby popřípadě individuálních indikátorů pro rozdělování nákladů na vytápění a to v obou případech za předpokladu, je-li to technicky proveditelné a nákladově efektivní.

V různých studiích diskutovaných s vedoucím práce a v poslední době i v několika pilotních zahraničních projektech [12, 13], kdy bylo instalováno individuální měření spotřeby tepla či indikátory na otopných tělesech, se prokázalo minimálně počáteční snížení spotřeby energie. Toto snížení je výsledkem změn v návycích konečných



spotřebitelů, projevujících se na základě dostupných informací o naměřených či indikovaných hodnotách. Tato změna chování však není z hlediska spotřebitelů plošná.

Informace o potenciálních úsporách jde ruku v ruce s posouzením nákladové efektivity jednotlivých měření a indikací. V některých členských státech, na základě posouzení nákladové efektivity jednotlivých měření a indikací, dospěli k negativnímu hodnocení, v jiných k pozitivnímu. Tam, kde dospěli k negativnímu hodnocení nákladové efektivity jednotlivých měření a indikací, upozornili na nutnost zkrácení doby návratnosti investic, aby investice do jednotlivých metod měření a indikace spotřeby měření tepla na vytápění mohla být přínosem pro konečného spotřebitele.

Například studie ve Finsku prokázala, že individuální indikátory by byly považovány za nákladově efektivní pouze tehdy, pokud by obyvatelé svým chováním ušetřili více než 45 % tepelné energie v bytových domech a 30 % u řadových domků. To znamená, že ve Finsku jsou u 99 % stávajících bytových domů tak vysoké náklady na individuální měření nebo indikace, že je není možné pokrýt prostřednictvím úspor energie typicky dosažené změnami v chování uživatelů. Podle Finska je nákladově efektivnější investovat do zařízení a vyvážení otopného systému a sítě, což přinese úsporu nákladů s větší jistotou než zařízení, které mají vliv na systém nepřímo.

V [6] bylo zjišťováno ekonomické zhodnocení instalace indikace spotřeby tepla. Do výpočtu byly zahrnuty následující podmínky:

- a) Investiční náklady na indikační metodu
- b) Provozní náklady na provádění odečtu (přenosu) a zpracování dat
- c) Životnost indikačního zařízení
- d) Spotřeba tepla
- e) Cena tepla a její předpokládaný vývoj

Pro vyhodnocení efektivity indikačních metod, byly vybrány dvě následující metody

- 1) Instalace dvoučidlových elektronických indikátorů, kde byla uvažována průměrná cena indikátoru vč. instalace 500 Kč/ks a na náklady na odečet a zpracování dat 110 Kč/ks.rok

2) Instalace metody na principu denostupňů, kde byla uvažována průměrná cena indikátoru (čidla) vč. instalace 900 Kč/ks a na náklady na odečet a zpracování dat 120 Kč/ks.rok

Vstupní parametry byly následující:

- Bytová jednotka 3+1 – tj. 3 obytné místnosti pro instalaci čidel venkovní teploty
- Celkem 4 otopná tělesa na bytovou jednotku (tj. 4 indikátory)
- Roční spotřeba tepla bytové jednotky byla uvažována 10, 20 a 30 GJ/rok
- Cena za odebrané teplo byla od 450,- do 700,- Kč/GJ
- Životnost instalovaného způsobu indikace je uvažována 10 let

Do výpočtu byly zahrnuty možné úspory na spotřebě tepla po zavedení indikace ve výši 3, 6 a 9 %, což by odpovídalo (za předpokladu stejné potřeby tepla v bytové jednotce) trvalému snížení průměrné vnitřní teploty bytu o cca 0,5; 1; a 1,5 K.

Výsledky ukázaly následující:

- Doba návratnosti při instalaci indikátorů je kratší než doba návratnosti při instalaci indikace na principu denostupňové metody při stejné spotřebě tepla na vytápění
- S klesající spotřebou tepla se prodlužuje doba návratnosti investice
- Při spotřebě tepla 10 GJ/rok a potenciální úspoře tepla 3 % se v obou případech instalace zdá být nevýhodná, protože návratnost investice daleko přesahuje uvažovanou životnost indikačního zařízení

Závěr z posledních dvou bodů je velice důležitý pro případné instalace indikačních zařízení do budov, které spadají do hodnocení nízkoenergetického, pasivního domu nebo domu s téměř nulovou spotřebou energie. U těchto budov bude s největší pravděpodobností velmi výjimečně prokázána energetická návratnost instalace jakékoliv indikační metody při uvažované životnosti instalačního zařízení 10 let. V takovýchto případech bude ležet doba návratnosti daleko za předpokládanou dobou životnosti.

#### **5.4.1 Indikátory jako nástroj na hospodaření teplem**

V [6] byly posuzovány 4 panelové domy ve stejné lokalitě v Praze, kdy vždy dva z nich tvořily jeden blok. Všechny byly postaveny ve stejném období (1991) a byly srovnatelné před provedením různých opatření, která nebyla prováděna současně. Během několika let pozorování bylo možné sledovat, jaký vliv na úsporu tepla tato technologická opatření mají. Mezi prováděnými opatřeními byla instalace termostatických hlavic a indikátorů, výměna oken, zateplení střechy a zateplení fasády.

Výsledkem tohoto pozorování se došlo k závěru, že teorie o zařazení indikátorů jako nástroje na hospodaření teplem není správná, jelikož trendy i posuny křivek v grafu porovnání spotřeby tepla jednotlivých objektů nenasvědčovaly tomu, že by indikátory byly tím prvkem, který má na uvedené změny průběhů křivek tepla vliv. Dále bylo konstatováno, že stabilní výsledky mají pouze technická opatření, na které nemá vliv lidský faktor.

Jestliže by se toto zjištění dalo považovat za všeobecně platné, pak se nabízí otázka, jestli má vůbec cenu investovat prostředky do indikátorů, které mají na změnu v konečné spotřebě tepla jen nepatrný vliv, anebo raději volit jiná opatření, vedoucí k výraznějším a prokazatelnějším úsporám tepla.

Trendem posledních let je mimo jiné i neustále se snižující podíl tepla potřebného na vytápění, k teplu potřebnému na ohřev teplé vody v budovách. Myslím si, že jednou z cest, kterou by bylo možné se vydat, a následkem které by mohlo být dosaženo výraznějších úspor v potřebě tepla nejen pro domácnosti, by mohlo být například využití zařízení pro zpětné získávání tepla z odpadních vod.

## 6. Závěr

V práci byla posuzována vhodnost umístování indikátorů na otopná tělesa a denostupňová metoda jako nástroj k přerozdělování nákladů na vytápění. Dále pak porovnání právních předpisů EU a ČR.

Z naměřených hodnot pozorovaného OT lze říci, že při daných podmínkách střední teplota povrchu otopného tělesa v naprosté většině naměřených hodnot neodpovídala bodu umístování indikátoru v praxi. Teplota v bodě běžného umístování indikátoru v praxi byla vyšší, než střední teplota povrchu tělesa. To by v konečném důsledku mohlo mít vliv i na nesprávné přerozdělování nákladů na vytápění. Vzhledem k omezenému počtu dat však není možné získané výsledky pro umístování indikátorů globalizovat. Bylo by zapotřebí získat data z různých druhů a typů otopných ploch a zároveň i větší škálu teplotních spádů.

Dále bylo prokázáno, že indikační metoda na principu denostupňů nerespektuje energetickou bilanci vytápěného prostoru a nedokáže zohledňovat tepelné zisky vytápěného prostoru. Konečnému uživateli se tak do rozúčtování za dodanou energii vytápěním započítávají i jiné energie, než které do vytápěného prostoru dodala otopná soustava. Vzhledem k tomu, že tato metoda platbu za dodané teplo nerespektuje, a je tedy v rozporu s evropskou legislativou, neměla by být (až na výjimky) jako prostředek pro přerozdělování nákladů na vytápění využívána.

V porovnání právních předpisů EU a ČR bylo objeveno hned několik nesrovnalostí. Jako první a zřejmě i nejdůležitější rozpor je přístup v platbě za dodanou energii. Zatímco legislativa EU nařizuje platbu, která bude co nejpřesněji odpovídat dodanému teplu, náš právní systém hovoří o dodané energii za vytápění jako o službě a navíc rozděluje rozúčtování na dvě složky (základní a spotřební), čímž dochází ke zkreslení údajů o dodané energii, což je opět v rozporu s evropskou legislativou. Z uvedeného vyplývá, že naše legislativa neodpovídá požadavkům té evropské i v hodně zásadních směrech. Jelikož je ČR členem EU, měla by se evropským právem řídit. V roce 2015 byly schváleny dva předpisy a to zákon č. 104/2015 Sb. a vyhláška č. 269/2015 Sb., které měly vyladit naše předpisy s evropskými. Z mého pohledu však i přes jisté „vylepšení“

nedošlo z fyzikálního hlediska k obsahově uspokojivým změnám v naší legislativě, a to i přesto, že se o nesouladu s evropskými předpisy vědělo.

Zarážející pak je, jak je možné, že se v naší legislativě i přes „veškerou“ snahu osob podílejících se na harmonizaci předpisů, nepodařilo podchytit a odstranit nedostatek v základním a zároveň stěžejním principu v přístupu k rozúčtování nákladů na vytápění. Jednou z možností je, že si neshody dotyční nevšimli a nařízení EU porušili nevědomě, druhou možností pak je, že nařízení EU porušili záměrně, např. za přispění určité zájmové skupiny lidí. Jednou takovou by mohli být výrobci nebo distributoři takových druhů indikátorů, jejichž princip indikace by po správné synchronizaci naší legislativy s evropskou, přestal splňovat požadavky na jejich instalaci.

Ať je důvod neshody předpisů jakýkoliv, měla by být snaha opětovně se pokusit v co nejbližší možné době tento nesoulad odstranit a zabránit tak případným sankcím za strany EU vůči ČR.

Jednou z dalších slabin našich předpisů je, že umožňují změnit přístup v principu na přerozdělování nákladů na vytápění pouze na základě smlouvy s rozdílným odběratelem (vlastník nemovitosti nebo přímo vlastník bytu).

Hodně podstatnou se jeví zmínka evropských předpisů o nákladové efektivnosti měřičů tepla a indikátorů. V ČR je v bytové zástavbě většina otopných soustav vertikálních. V případě jejich rekonstrukcí na horizontální otopné soustavy a možnosti instalace měřičů tepla se včasná návratnost investic v konkrétním případě dle [X] neprokázala. Tím pádem se jako další možnost jeví použití indikátorů. Analýza [X] ukázala, že návratnost investice při použití indikátorů závisí na množství uspořené energie a spotřebě tepla objektu. U budov s nízkou spotřebou energie (nízkoenergetické domy, pasivní domy a domy s téměř nulovou spotřebou energie) se však návratnost investice do indikátorů zdá být při jejich současných cenách nemožná. Tím že Evropská legislativa požaduje na straně jedné maximální úspory energií a na straně druhé nutí členské státy k instalaci měřičů tepla či indikátorů, dostává sebe samou do slepé uličky, jelikož návratnost investic se tím stává jak v případě měřičů tepla, tak v případě indikátorů při jejich současných cenách nereálnou. Investice by se mohla stát návratnou například u budov s vyšší spotřebou energie, u kterých se v blízké

budoucnosti neuvažuje o technologických opatřeních vedoucích k zásadnímu poklesu spotřeby energie nebo u budov historických, kde jsou zmíněné úpravy nemožné apod. Stálo by za zamyšlení, zda neprovést v tomto směru v evropské legislativě nějaké korekce, které by tento nedostatek odstranily.

Jedním z posledních důležitých zjištění bylo, že zařazení indikátorů jako nástroje na hospodaření teplem není správná a že stabilní výsledky pro úsporu tepla mají pouze technická opatření, na které nemá vliv lidský faktor.

Závěrem můžu konstatovat, že umístování indikátorů na otopná tělesa, jako prostředku pro snižování nákladů za dodané teplo, se zdá z globálního pohledu, vzhledem k cenám indikátorů a ke stále rostoucí snaze o co nejlepší tepelně-technické vlastnosti budov, neekonomické. Navíc bylo prokázáno, že instalace indikátorů nemá v konečném důsledku na úsporu tepla výraznější vliv. Bylo by proto vhodnější případné finance investovat do technických opatření, která prokazatelně k úsporám tepla ve vytápění vedou. Jestliže by nastala situace, kdy by se zdálo, že již byla všechna dostupná technická opatření vedoucí k maximálním možným úsporám tepla na vytápění (avšak při současném zachování zákonem stanoveného stavu vnitřního prostředí) vyčerpána, naskýtá se ještě možnost dotknout jiné oblasti, pomocí které by se daly náklady na dodané teplo snížit, jako např. využití zpětného získávání tepla z odpadních vod.

## 7. Seznam použité literatury

1. Vyhláška č. 372/2001 Sb., kterou se stanoví pravidla pro rozúčtování nákladů na tepelnou energii na vytápění a nákladů na poskytování teplé užitkové vody mezi konečné spotřebitele. In: *Sbírka zákonů*. 12. 10. 2001
2. Zákon č. 67/2013 Sb., kterým se upravují některé otázky související s poskytováním plnění spojených s užíváním bytů a nebytových prostorů v domě s byty. In: *Sbírka zákonů*. 14. 03. 2013.
3. Zákon č. 104/2015 Sb., kterým se mění zákon č. 67/2013 Sb., kterým se upravují některé otázky související s poskytováním plnění spojených s užíváním bytů a nebytových prostorů v domě s byty, a zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů*. 04. 05. 2015.
4. Vyhláška č. 269/2015 Sb., o rozúčtování nákladů na vytápění a společnou přípravu teplé vody pro dům. In: *Sbírka zákonů*. 16. 10. 2015.
5. Směrnice 2012/27/EU, o změně směrnic 2009/125/ES a 2010/30/EU a o zrušení směrnic 2004/8/ES a 2006/32/ES. In: *Úřední věstník Evropské unie*. 25. 10. 2012.
6. VAVŘIČKA, R. BAŠTA, J. a GALÁD, V. *Analýza proveditelnosti instalace měřících zařízení dodaného tepla*. Pro MPO v září 2015; č. 830-8301534B001.
7. ČSN EN 834 *Indikátory pro rozdělování nákladů na vytápění místností otopnými tělesy – Indikátory napájené elektrickou energií*. Srpen 2014.
8. ČSN EN 835 *Indikátory pro rozdělování nákladů na vytápění místností otopnými tělesy – Indikátory bez napájení elektrickou energií pracující na principu odparu kapaliny*. Září 1995.

9. ČSN 06 0210 *Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění*. Květen 1994.
10. ČSN 73 0548 *Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostor*. Leden 1985.
11. ČSN 73 0581 *Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot*. Zář 2009.
12. Energy Efficiency Directive: Cost Effectiveness of Individual Metering/Billing. University of Coimbra. 10. 04. 2014
13. Levine, M., Ürge-Vorsatz, D.: *Residential and Commercial Buildings*. Bnd. 6, New York 2004.
14. SVOBODA, P. *Úvod do evropského práva*. Vyd. 4. V Praze: Beck, 2011. 362 s. 978-80-7400-334-9.
15. Veřejně dostupné obrázky z internetu
16. Vyhláška č. 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími dodávku tepelné energie konečným spotřebitelům. In: Sbírka zákonů. 31. 7. 2007