

## Co by měli vlastníci bytů v domě Meruňková 2849/7, 2850/9, 2851/11 vědět o měření spotřeby tepla ?

### **Metody měření spotřeby tepla:**

#### **a) Kalorimetr**

Jedná se o metrologicky cejkovaný vodoměr se dvěma odporovými teplotními čidly a matematickým integračním členem. Jeho hlavní určení je k měření spotřeby tepla na patách objektů jako fakturační měřidlo. Pro měření v bytech je nevhodné a nepoužívá se, neboť u klasických stoupačkových systémů vytápění by se musel kalorimetr montovat na každé topné těleso, což by bylo finančně velmi náročné.

#### **b) Indikátory na principu změny optické hustoty**

Pro účely vyhodnocení spotřeby tepla se využívá vlastnosti úbytku denzity (optické hustoty) skla ozářeného kobaltovým radioaktivním zdrojem. Takto upravená tabule skla je rozřezána na jednotlivá "čidla" a vložena do vhodně upraveného pouzdra s teplotním můstkem pro přenos tepla z indikované plochy radiátoru. Úbytek denzity indikátoru - postupné zesvětlování - závisí na teplotě a čase. Je pochopitelné, že úbytek denzity začíná prakticky ihned po výrobě, je proto vhodné po montáži u zákazníka provést odečet počátečního stavu. Relativně levný indikátor (nejedná se o měřidlo), umístěný na otopném tělese (zpravidla na vratné trubce radiátoru), který je nutno po skončení topné sezóny sejmout, vyhodnotit pomocí denzitometru a pomocí výpočtových metod určit spotřebu tepla. Během topného období není k dispozici žádný údaj. Některé typy mají nomogram, z kterého lze zhruba odečíst okamžitou poměrnou spotřebu v závislosti na venkovní teplotě, jedná se však pouze o vizuální pomůcku, její údaj je orientační a nenahrazuje údaj o reálném náměru v daném okamžiku. Metoda též neřeší možnost provádění odečtů bez vstupu do bytů, což do budoucna nedává předpoklad levných služeb v souvislosti s rozúčtováním nákladů na teplo.

#### **c) Indikátory odpařovací** (např. odpařovací indikátor topných nákladů, firma Koncept Fast s.r.o., Ostrov)

Odpařovací indikátor je v principu zapouzdřená skleněná trubička (ampule), naplněná těžkoodpařitelnou kapalinou, upevněná na "určeném" místě každého otopného tělesa. V časové závislosti na teplotě radiátoru dochází k úbytku kapaliny, přičemž na konci topného období je nutno na všech indikátorech odečíst počet dílků, trubičku zapečetit a vyměnit za novou. Na stupnici může uživatel sledovat počet odpařených dílků, ten je však tak malý, že nelze tento údaj v kratším časovém období vyhodnotit. Jak již bylo řečeno, tyto indikátory integrují teplotu určitého místa radiátoru v čase a nereagují na prostupy tepla mezi byty a jednotlivými místnostmi. Proto jsou běžné případy, kdy v místnosti s vypnutým radiátorem je např. průměrná teplota +18°C a nulový náměr. Při zpracování údajů (odečtených dílků) se používá řada opravných koeficientů (koeficient polohy, výkonu tělesa, světové strany, přestupu tepla, montáže, zákrytu), které mají vyvážit nepřesnosti metody.

Rovněž tolerance odparu mezi jednotlivými indikátory je poměrně velká (až 20%). Významná chyba odečtu nastává i z důvodu velké teplotní roztažnosti kapaliny v indikátoru, kdy u horkého radiátoru a tedy i zahřátého indikátoru dochází ke změně počtu odpařených dílků ve prospěch uživatele. Experimentálně bylo ověřeno, že u konkrétního typu indikátoru tuzemské výroby došlo při zapnutí radiátoru na plný výkon ke změně indikace ze 3 dílků na 2,5 dílku. To představuje další možnou chybu náměru cca 15%. Odpařovací indikátory jsou zcela nevhodné pro moderní systémy vytápění, které vykazují v provozu nižší povrchové teploty topných těles. Odpar kapaliny se zvyšuje až při povrchových teplotách kolem 60°C. Radiátory regulované termostatickými hlavicemi vykazují ve větší části topného období povrchové teploty nižší. Odpařovací indikátory jsou levné a to bylo často bráno jako rozhodující kritérium pro jejich instalaci. Nákladný je však jejich provoz v souvislosti s pracným a časově náročným prováděním odečtů dílků na všech radiátorech, ručním přepisováním hodnot atd. Výsledky jsou k dispozici uživatelům dle místních zvyklostí až během měsíce května následujícího roku po skončení zúčtovacího období, což je bezpochyby pozdě. Základním

nedostatkem odpařovacích indikátorů však je již zmíněná technická nevhodnost tohoto řešení z hlediska prostupů tepla v tuzemské panelové výstavbě. V předchozích letech byly prováděny ve spolupráci s ČVUT-FSI přepočty a praktická měření v panelovém objektu SBD Vyšehrad - VVÚ-ETA (99 b.j.). Pro měření byla navozena situace, kdy v jednom bytě byly vypnuty radiátory a v okolních bytech byla udržována teplota 23°C. V bytě s uzavřenými radiátory byla dosažena teplota 18°C při venkovní teplotě +4°C. Z porovnání a z výpočtů vyplynulo, že indikátory v bytě s vypnutými radiátory nemohou integrovat žádný tepelný výkon, přestože je do bytu dodáváno cca 80% tepla prostupem stěnami ze sousedních bytů. Toto teplo ovšem zaplatí uživatelé sousedních bytů, z nichž je chladnějším bytem teplo odebíráno, neboť indikátory na jejich radiátorech zaregistrují vyšší tepelný výkon.

**d) Indikátory elektronické** (např. poměrové indikátory VIPA C a VIPA CT, firma VIPA CZ s.r.o., Liberec)

Pro tyto indikační pomůcky platí obecně téměř vše, co je uvedeno v kapitole o odpařovacích indikátorech, tedy zejména problematika prostupů tepla, která je zde ještě více zvýrazněna, jak uvidíme dále. Za mnohem vyšší cenu tak uživatel získává co do metody indikace stejné zařízení. Přidanou hodnotou je zde vyšší komfort obsluhy, odstranění tzv. studeného odparu v době mimo topnou sezónu, odstranění chyby indikace z důvodů teplotní roztažnosti kapaliny, odstranění chybného odečtu při chybném úhlu pohledu (paralaxy) a pominutí diskutabilního názoru na zdravotní závadnost odpařované kapaliny. Indikátor integruje teplotu radiátoru v čase, výsledkem indikace je tedy opět určitý počet dílků za topnou sezónu, které po "úpravě" korekčními koeficienty slouží jako základ k poměrovému rozdělení nákladů na teplo pro jednotlivé uživatele. K dispozici pro čtení hodnot je display, dražší typy umožňují dálkový odečet pomocí radiového signálu bez vstupu do bytů. Technicky se jedná o zmodernizovanou variantu odpařovacích indikátorů. Jsou citlivější, počet naměřených "elektronických dílků" je mnohem vyšší než u odpařovacích indikátorů. Umožňují uložení naměřených dílků do paměti v určený čas, čímž odpadá obvyklé zkreslení dané časovou náročností provedení odečtů všech indikátorů. Některé typy umožňují automatické vypnutí v letním období, čímž se eliminují chyby, které způsobuje tzv. "studený odpar" u odpařovacích indikátorů. Problematická bývá někdy tzv. startovací teplota. Není nutná jejich výměna po provedení odečtů, v paměti zůstávají hodnoty až za dvě minulá měřená období, které lze na displeji zobrazit. Ovlivnění za provozu uživatelem je u některých typů obtížnější nežli u odpařovacích indikátorů. Provoz je zajištěn baterií s dlouhou životností, zpravidla 6 - 10 let, při selhání baterie však dochází ke ztrátě dat. Cena nové baterie se může přiblížit ceně nového indikátoru, což v důsledku velmi prodraží provozní náklady těchto pomůcek. Negativní vlastnosti z hlediska prostupů tepla mezi byty jsou stejné jako u odpařovacích indikátorů, v tomto ohledu platí totéž, co u odpařovacích indikátorů. Naopak vyšší citlivost u těchto indikátorů způsobuje neúměrné a fyzikálně nezdůvodnitelné rozdíly v náměrech. I po opravě náměrů korekčními koeficienty dosahovaly platby za teplo "nejdražšího" bytu až desetinasobku oproti "nejlevnějšímu" bytu. Při trvale vypnutém radiátoru je pochopitelně náměr nulový a nula násobená jakýmkoliv koeficientem je stále nula. Uživatel s nulovými náměry tak zaplatí pouze základní složku, přitom průměrná teplota v takovém bytě může být při vhodné poloze v objektu 18°C - 19°C, což může být přijatelná hodnota vzhledem k zanedbatelným platbám za teplo rozúčtovaným podle těchto náměrů. O to více pak nespravedlivě zaplatí uživatelé bytů, kteří topí.

Podívejme se blíže na výsledky rozúčtování pomocí elektronických indikátorů z pohledu vyhlášky č.372/2001 Sb., §4, odst.4, který předepisuje, že rozdíly v nákladech na vytápění nesmí překročit hodnotu ±40% oproti průměru v zúčtovací jednotce. Z pohledu fyzikálního je toto rozmezí více než dostatečné. Po přepočtu na dosahované teploty se povolené (a reálné) rozpětí pohybuje od cca. 13,6°C v nedotápaném bytě do cca. 26,4°C v přetápaném bytě. Těchto krajních mezí nelze skutečně trvale dosahovat, je zde tedy jistá rezerva. Protože radiátorové indikátory neregistrují výslednou teplotu v bytě, nýbrž teplotu radiátoru, není vzhledem k tomuto legitimnímu požadavku vyhlášky korektně proveditelné žádné rozúčtování metodou odpařovacích a elektronických indikátorů na radiátorech. Vědí to i firmy, které vyúčtování těmito indikátory provádějí a proto se objevilo tolik negativních stanovisek ke zmíněnému paragrafu a tlaky na jeho zrušení. Bohužel původní záměr zákonodárců se minul účinkem, protože rozúčtovatelé zavedli další opravný koeficient, který vysoké

platby sníží a nízké zvýší, čímž se soubor výsledků uměle vměstná do dovoleného rozmezí při zachování celkových nákladů za objekt.

**e) Indikátory elektronické dvoučidlové** (např. elektronický indikátor VIPA EC, firma VIPA CZ s.r.o., Liberec nebo elektronický indikátor topných nákladů, firma Koncept Fast s.r.o., Ostrov)

Poslední z kategorie radiátorových indikátorů jsou elektronické radiátorové indikátory s přívlástkem dvoučidlové. Na první pohled se tento indikátor liší tím, že kromě teploty určitého místa radiátoru snímá i druhou teplotu, řekněme teplotu blízkou okolní teplotě radiátoru, neboť vzdálenost druhého snímače od radiátoru je dána konstrukcí indikátoru a pochopitelně je velmi malá a lze ji počítat v milimetrech. Tzv. jednočidlový indikátor registruje pouze teplotu radiátoru v místě upevnění, přesto vám nikdo neodpoví na otázku jak dlouho a jak "teplý" byl radiátor podle indikovaného počtu dílků. Závislost konečného počtu dílků na teplotě a čase nelze zpětně ověřit, ani vyhodnotit. U dvoučidlového indikátoru vstupuje do indikace ještě druhá hodnota, snímaná čidlem, které jak již bylo řečeno snímá teplotu v blízkém okolí radiátoru. Mikroprocesor indikátoru z těchto dvou hodnot vytváří opět dílky. Matematický vztah pro výpočet těchto dílků je dán rozdílem hodnoty čidla teploty radiátoru a čidla druhé teploty. Rozdíl je u některých typů rovnou násoben konstantami, které zohledňují výkon, velikost radiátoru a způsob montáže. V případě náhlých změn teploty na druhém čidle, např. při průvanu, zakrytí indikátoru apod. dojde k tomu, že indikátor snímá pouze jednočidlově. Toto opět vnáší mnoho neznámých do výsledného počtu indikovaných dílků. Další postup se nijak neliší od ostatních indikátorů - odečet dílků, oprava náměrů korekcemi na polohu místnosti (přítomnost této korekce jasně vypovídá o tom, že druhé čidlo nijak nepřispívá k objektivitě měření) a případná kontrola na povolené rozpětí plateb dle vyhlášky č. 372/2001 Sb. Nevyhoví-li výsledky, aplikuje se další korekční přepočít. Je tedy nasnadě uvedené shrnout a učinit závěr. Dvoučidlové indikátory integrují teplotu radiátoru, která je rozdílově korigována údajem druhého čidla, rozdíl může být korigován opravnými konstantami přímo v mikroprocesoru nebo až při zpracování výsledků. Výsledkem matematické operace procesoru je určitý počet dílků. Korekcí údajem druhého čidla se výsledek spíše komplikuje, neboť nelze zpětně vyhodnotit jak výsledný počet dílků vznikl. Druhý snímač neměří teplotu místnosti, ale teplotu blízkou okolí radiátoru. Nelze získat hodnoty, kterými by bylo možno doložit průběh teploty v místnosti v čase. Umístění indikátoru na radiátoru nelze definovat z důvodu pohyblivého teplotního středu otopného tělesa. Údaj druhého čidla není při určitém režimu vyhodnocován (změny teplot v okolí druhého snímače), potom tedy mikroprocesor vyhodnocuje pouze teplotu radiátoru - je téměř nemožné hodnotit všechny možné varianty, které v praxi mohou nastat. Při výpočtu jsou opět použity opravné koeficienty.

**f) Denostupňová metoda měření spotřeby tepla** (systém GRAD 2000, firma SMS s.r.o., Teplice)

Na rozdíl od ostatních metod indikace spotřeby tepla v bytech, které jsme se snažili stručně popsat v předchozích kapitolách, denostupňová (nebo též gradenová) metoda pracuje na zcela jiném principu. Měří se přímo výsledný tepelný stav bytu jako výsledek služby vytápění. Dodávku tepla je zcela legitimní považovat za službu, jejímž cílem je dosáhnout určité požadované tepelné pohody v jednotlivých místnostech. Tepelnou pohodu si nastavuje sám uživatel, nejlépe pomocí ventilů s termostatickými hlavicemi. Denostupňové systémy, tedy i GRAD 2000, vyhodnocují tepelný tok mezi vnitřním prostředím bytu a venkovním prostředím. Tím, že metoda měří výsledný tepelný stav bytu v čase, platí vždy bez výjimky, že uživatelé stejně velkých bytů při stejné dosahované teplotě zaplatí stejnou částku za teplo, bez ohledu na polohu bytu v domě a bez ohledu na to, že nepříznivě situované byty (pod střechou, na štítě, apod.) mají daleko vyšší nároky na potřebu dodaného tepla pro dosažení dané teploty. Naopak výhodně situované byty dosahují daleko snáze požadované tepelné pohody, neboť mají nízké tepelné ztráty vzhledem k tomu, že sousedí s jinými vytápěnými byty. Z uvedeného vyplývá, že denostupňová metoda automaticky zohledňuje nevýhodně situované byty a co je nejdůležitější - registruje prostupy tepla mezi místnostmi a jednotlivými byty. Tzn., že uživatel, který vypne radiátory a nechá se nepřímo vytápět sousedy, toto teplo také zaplatí a nikoliv sousedé, kteří by jej zaplatili v případě použití radiátorových indikátorů. Díky této vlastnosti není potřeba používat při rozúčtování nákladů na teplo žádné opravné koeficienty. Rovněž požadavek vyhlášky č.372/2001 Sb. na povolené rozpětí plateb od průměru je zde bez problémů splněn.

Algoritmus výpočtu spotřeby tepla je velmi jednoduchý a lze jej snadno kontrolovat. Vzhledem k tomu, že denostupňový systém GRAD 2000 ukládá do paměti průběhy teplot v bytech a průběh venkovní teploty za celý rok, není problém použít tato data pro řešení případných reklamací nebo jako podklad pro vypracování auditu bytového domu, neboť je k dispozici záznam skutečného rozložení teplot v domě. Nejvýznamnější vlastnosti denostupňové metody:

- centrální sběr dat bez vstupu do bytů
- možnost odečtu kdykoliv během topné sezóny
- programová ochrana proti ovlivnění uživatelem
- nízké ceny poskytovaných služeb vzhledem k nízké potřebě pracovní síly při odečtech a zpracování dat
- nízké provozní náklady

Samozřejmě i denostupňová metoda skrývá určitá úskalí v podobě možných chyb měření. Tyto chyby se správnou terminologií nazývají nejistoty měření. Předepisujeme, že nejistoty denostupňové metody jsou v porovnání s nejistotami indikace radiátorových indikátorů zcela zanedbatelné.

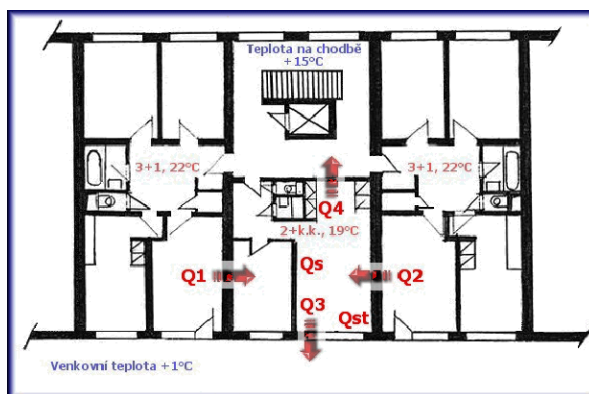
### Prostupy tepla mezi byty

Jak jsme již zmiňovali na jiném místě, prostupy tepla mezi byty v tuzemské panelákové výstavbě jsou velmi významným činitelem, který nelze ignorovat. Právě neměřené prostupy mezi byty způsobují největší problémy při rozúčtování nákladů na teplo a jsou zdrojem mnoha reklamací při rozúčtování prováděném pomocí jakýchkoli radiátorových indikátorů. Připomeňme, že vyhláška MMR ČR č. 372/2001 Sb. nově zavedla maximální povolený rozptyl mezi platbami jednotlivých bytů za spotřebované teplo v rámci jednoho domu, ovšem ani tato snaha neřeší primární příčinu nespravedlivých plateb za teplo. Původním záměrem autorů vyhlášky bylo to, že pokud rozúčtování nevyhoví novým požadavkům, je nutné prohlásit použitou metodu za chybnou a hledat příčiny na základě fyzikálních a technických rozborů. Jak je ovšem pro naše právní prostředí typické, firmy provádějící vyúčtování, si vysvětlily plnění zákona po svém a pod záštitou Asociace rozúčtovatelů nákladů na teplo a vodu zavedly další opravné koeficienty, které "srovnávají" platby za teplo do povoleného pásma. Takové vyúčtování postrádá jakoukoliv oporu ve fyzikálních zákonitostech.

Denostupňová metoda dokáže prostupy tepla registrovat, neboť je měřen výsledný tepelný stav bytu v závislosti na venkovní teplotě - tedy v podstatě tepelný tok. Problém neměřených prostupů tepla zde odpadá a rozúčtování nákladů na teplo lze z tohoto důvodu považovat za velmi objektivní.

Podívejme se nyní na praktický příklad stanovení tepelné bilance skutečných bytů, tak jak byl experimentálně proveden v jednom bytovém domě (SBD Vyšehrad - VVÚ-ETA, 99 bytových jednotek). Na následujícím obrázku je znázorněna půdorysná situace, kde v bytě 2+k.k. byly dlouhodobě uzavřeny ventily na radiátorech a ve všech okolních bytech byla udržována teplota na hodnotě  $+22^{\circ}\text{C}$ . Venkovní teplota byla  $+1^{\circ}\text{C}$  a teplota na chodbě se schodištěm byla  $+15^{\circ}\text{C}$ . Ve sledovaném bytě 2+k.k. byla dosažena dlouhodobě při daných podmínkách teplota  $+19^{\circ}\text{C}$ .

Tepelné zisky bytu 2+k.k. při vypnutých radiátorech jsou tvořeny prostupy tepla  $Q_1$ ,  $Q_2$  a  $Q_s$  (strop a podlaha) ze sousedních bytů s vyšší teplotou a tepelným ziskem ze stoupaček  $Q_{st}$ . Tepelné ztráty bytu 2+k.k. představují šipky  $Q_3$  a  $Q_4$  směrem do chladnějšího prostředí a infiltrace okny.



Jednotlivé hodnoty tepelných zisků a ztrát si nyní vyčíslíme. Zjednodušená tepelná bilance vychází ze vzorce:

$$Q = k \cdot S \cdot (t_2 - t_1), \text{ kde}$$

$Q$  = teplo (W)

$k$  = součinitel prostupu tepla ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ )

$S$  = teplotoměrná plocha ( $\text{m}^2$ )

$t_2 - t_1$  = rozdíl teplot ( $^\circ\text{C}$ )

Vstupní hodnoty konstant jsou v následujících tabulkách:

Tabulka 1 - koeficienty prostupu tepla ( $\text{W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$ ):

příčky mezi byty	strop, podlaha	vnější plášť	příčka do chodby	okna	dveře
2,32	2,25	0,62	4,6	2,8	3,0

Tabulka 2 - rozměry a plochy ( $\text{m}, \text{m}^2$ ):

	příčky mezi byty	strop, podlaha	vnější plášť, příčka chodby	okna	dveře	stoupačky
rozměr:	6,5 x 2,65	6,5 x 6,0	6,0 x 2,65	(1,5x1,5)+(1,8x1,5)	2x0,9	průměr 0,019
plocha:	17,225	39,0	15,9	4,95	1,8	0,158

Tabulka 3 - výpočet tepelných zisků bytu 2+k.k.:

Příčky mezi byty	$Q_1+Q_2 = 2 \times 17,225 \times 2,32 \times (22 - 19)$	239,8 W
Strop, podlaha	$Q_s = 2 \times 39 \times 2,25 \times (22 - 19)$	526,5 W
Stoupačka ( $260\text{W/m}^2$ )	$Q_{st} = 0,158 \times 260$	41,1 W
Zpátečka ( $170\text{W/m}^2$ )	$Q_{st} = 0,158 \times 170$	26,9 W
<b>Suma tepelných zisků</b>	$Q = Q_1 + Q_2 + Q_s + Q_{st} + Q_{zp}$	<b>834,3 W</b>

Tabulka 4 - výpočet tepelných ztrát bytu 2+k.k.:

Vnější stěna	$Q_3 = 0,62 \times (15,9 - 4,95) \times (19 - 1)$	122,2 W
Stěna do chodby	$Q_4 = 4,6 \times (15,9 - 1,8) \times (19 - 15)$	259,4 W
Okna	$Q_o = 2,8 \times 4,95 \times (19 - 1)$	249,5 W
Dveře	$Q_d = 3 \times 1,8 \times (19 - 15)$	21,6 W
Infiltrace	$Q_i = 180 \text{ W}$	180,0 W
<b>Suma tepelných ztrát</b>	$Q = Q_3 + Q_4 + Q_o + Q_d + Q_i$	<b>832,7 W</b>

#### Závěr:

Jak je patrné z výpočtů, tepelné zisky z okolních bytů a ze stoupaček pokryjí celkové tepelné ztráty bytu 2+k.k. s vypnutými radiátory při zachování vnitřní teploty bytu  $+19^\circ\text{C}$  a při venkovní teplotě  $+1^\circ\text{C}$ . Tyto zisky v případě použití radiátorových indikátorů (lhotejno zda odpařovacích či elektronických) představují neměřené teplo, které uživatel bytu 2+k.k. nezaplatí. Naopak toto teplo zaplatí uživatelé okolních bytů, pro které je teplo  $Q_1$ ,  $Q_2$  a  $Q_s$  tepelnou ztrátou a které bude zaregistrováno na jejich indikátorech, přestože jej předají sousednímu bytu 2+k.k. Toto je hlavní příčinou fyzikálně nezdůvodnitelných rozdílů v platbách za teplo při použití radiátorových indikátorů.

Při použití denostupňového systému měření spotřeby tepla zaplatí uživatel bytu 2+k.k. odpovídající platbu za teplo vzhledem k dosahované teplotě  $+19^\circ\text{C}$ . Jestliže v sousedním stejně velkém bytě ve vyšším patře bude předpokládána teplota  $+22^\circ\text{C}$  (tedy rozdíl mezi byty je  $+3^\circ\text{C}$ ), potom rozdíl v platbách za teplo těchto dvou stejných bytů může být maximálně 15% až 21% podle fyzikálního pravidla, že  $1^\circ\text{C}$  navíc představuje zvýšení nákladů na teplo o cca. 5% až 7%.

## GRAD 2000 - princip systému

Zařízení GRAD 2000 používá pro určování spotřeby tepla bytech principu Grad – den, neboli denostupěň. Denostupěňová metoda je obecně používanou a příslušnými normami definovanou metodou pro určování a výpočty spotřeb tepla v obytných budovách. Úroveň vytápění se hodnotí dodavatelem tepla rovněž pomocí denostupěňů, které jsou vyjádřením počtu dnů vytápění, venkovní teploty a vnitřní projektové teploty, zpravidla 20°C.

Měřením se nepokoušíme zjistit transport energie, nýbrž tepelný komfort. Ten se použije jako základ pro rozdělení nákladů. Každý uživatel bytu pak zaplatí za tepelnou pohodu, kterou užívá. Systém GRAD 2000 integruje rozdíl vnější a vnitřní teploty v bytě – tzn. tepelný tok. V každém bytě je v referenčním místě, teplotním středu, umístěno čidlo. Na něm se metodou váženého průměru odráží změny teplot v jednotlivých místnostech. Čidlo je umístěno zpravidla v prostoru, ve kterém není osazeno otopné těleso, jehož provoz by mohl měření ovlivňovat. Pro měření venkovní teploty je instalováno vnější teplotní čidlo. Centrální jednotka systému shromažďuje po celý den naměřené údaje a na konci dne vypočítá pro každý byt průměrnou hodnotu rozdílů vnitřních a venkovních teplot z jednotlivých měření. Tato hodnota udává počet denostupěňů za jeden den pro každý byt a liší se u jednotlivých bytů podle tepelné pohody, neboli podle dosahované teploty v bytě. Venkovní teplota je pochopitelně pro všechny byty stejná. Po celé měřené období se denní hodnoty denostupěňů sčítají, výsledkem je tedy suma denostupěňů pro každý byt za celé měřené období.

*Příklad: byt se stálou teplotou 20°C, při venkovní stálé teplotě 5°C, bude mít za jeden den 20-5=15 denostupěňů, byt s teplotou 23°C bude mít za tentýž den 23-5=18 denostupěňů (venkovní teplota je pro všechny byty stejná). Hodnoty se denně pro každý byt sčítají. Tyto součty jsou na konci topného období směrodatné pro zjištění nákladů na teplo pro každého nájemníka. V našem příkladu by tedy první byt měl za celý měsíc 15x31=465D° a druhý byt 18x31=558D° (předpokládáme konstantní teploty po celý měsíc pro snazší pochopení). Všimněte si, že hodnota u druhého bytu je o 20% vyšší nežli u prvního, což potvrzuje fyzikální pravidlo, že nárůst teploty o 1°C v bytě zvyšuje náklady na teplo o 5-7%. Rozdíl teplot mezi byty v příkladu je 3°C.*

Měření teplot v bytech probíhá v intervalu jednou za tři sekundy. Z těchto hodnot je systémem integrován počet denostupěňů pro každý byt. Navíc je do paměti systému ukládáno za každý den 12 hodnot vnějších a vnitřních teplot pro každý byt. Jsou to mimo jiné i hodnoty teplot naměřené v 7:00, 13:00 a 21:00 hod. Tyto hodnoty vnějších a vnitřních teplot jsou směrodatné pro určení průměrné denní teploty dle ČSN pro účely vytápění. Uvedená metodika vychází z návrhu Českého metrologického ústavu a naměřené hodnoty jsou uznávány jako podklad pro případné soudní spory s dodavatelem tepla.

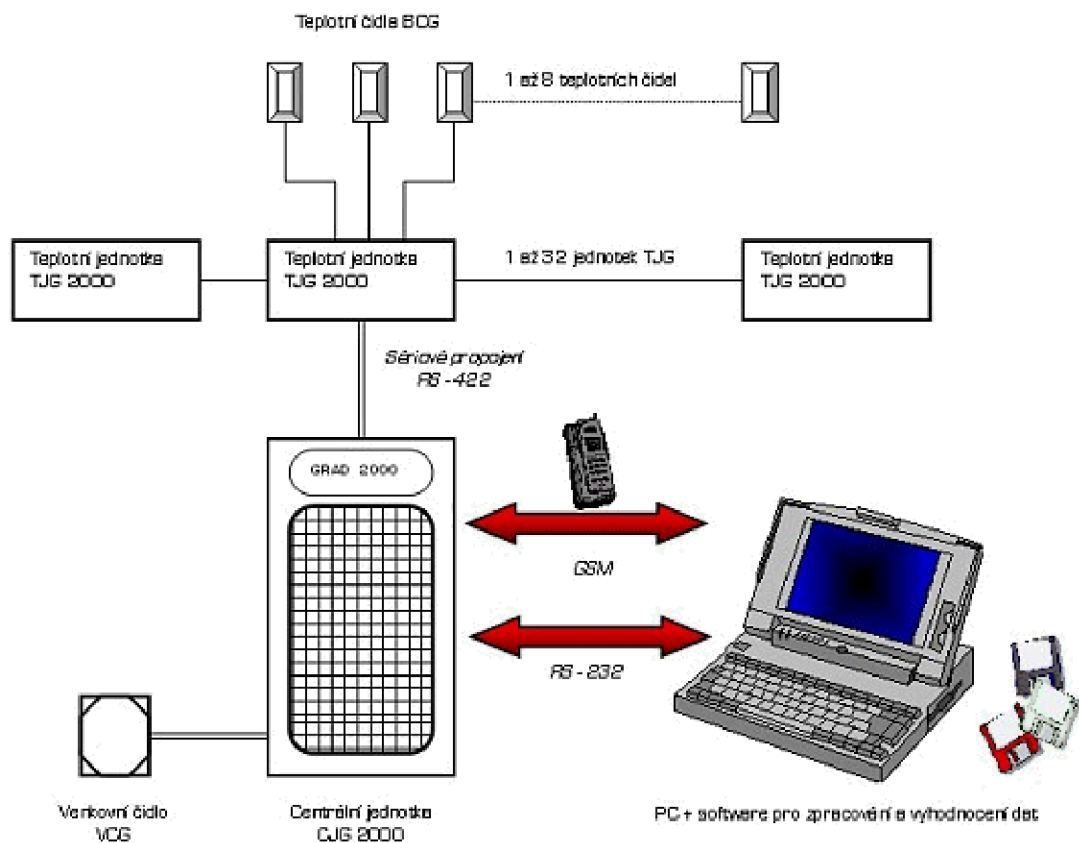
Systém již ve svém principu registruje prostupy tepla mezi byty, tzn., že i nepoctivec, který vypne radiátory a nechá se vytápět okolními byty, zaplatí za teplo dodané, byť od sousedů. Automaticky jsou v měření zohledňovány i krajní štítové, přízemní a podstřešní byty. Odečty se provádí bez obtěžování uživatelů, je možné je provádět klasicky jednou ročně nebo podle přání častěji. Systém má zaprogramované průběhy přirozených křivek chladnutí a při každém měření provádí automaticky testování, které ihned odhalí pokus o ovlivnění čidla. Na centrální jednotce je pak hlášena chyba s uvedením času a datumu, kdy k události došlo a s vyhodnocením zda se jedná o poruchu nebo zásah uživatele. Poruchu na čidle je možno signalizovat sirénou vestavěnou v centrální jednotce. Rovněž byt s teplotou nižší než 13°C je signalizován jako „porucha“. Tyto stavy se v praxi vyskytují (opuštěný štítový byt s vypnutými radiátory při nízkých venkovních teplotách) a jsou hlavní příčinou vzniku plísní v bytech.

Princip měření ve své podstatě umožňuje provádět vyúčtování pouze přímou spotřební složkou. Základní složka ve výši min. 40% nákladů dle podlahové plochy bytu se ustanovuje především z důvodů používání odpařovacích či jiných radiátorových indikátorů, čímž se snaží autoři vyhlášky zohlednit prostupy tepla mezi byty. Bylo však prokázáno, že i při vypnutých radiátorech je do bytu dodáváno až 80% tepla. GRAD 2000 prostupy tepla registruje a proto dělení na spotřební a základní složku nemá v případě měření tímto systémem opodstatnění a naopak by výsledky měření a vyhodnocení spotřeby tepla znehodnocovalo.

## GRAD 2000 - schéma systému

Na obrázku je patrné schéma systému GRAD 2000 a princip zapojení. Obecně platí, že pro každý měřený byt je zpravidla použito jedno bytové čidlo, pro každých osm bytů je nutná jedna teplotní jednotka. Do centrální jednotky je možno zapojit max. 32 teplotních jednotek, tedy 256 bytů.

Komunikace s počítačem (notebookem) pro přenos dat probíhá pomocí připojeného kabelu na sériovém portu RS 232 nebo dálkově pomocí sítě GSM, v tom případě musí být v centrální jednotce instalován GSM datový modem.



## Bytové čidlo BCG 2000

Bytové čidlo je snímačem teploty pro teplotní jednotku. Teplotně závislým prvkem je termistor s jmenovitým odporem 20 kOhm. Čidlo je umístěno ve skřínce z plastické hmoty, řešené tak, aby byl dobrý přístup vzduchu k teplotně závislému prvku. Propojení s teplotní jednotkou je provedeno stíněným kabelem, který se připojuje rychloupínacími svorkami Wago. Předpokládané uchycení na stěnu je pomocí hmoždinek a vrtů.

Bytové čidlo slouží k měření průměrné vnitřní teploty v bytě. Umisťuje se do referenčního místa s průměrnou teplotou v bytě. Průměrná teplota je dána váženým průměrem teplot jednotlivých místností měřeného bytu, tzn., že naměřená hodnota zahrnuje nejen teplotu, ale i objem vytápěných místností. Čidlo se obecně umisťuje v místnosti bez otopného tělesa, což bývá ve většině případech předsín bytu. V dispozičně složitějších bytech z hlediska půdorysu a rozmístění jednotlivých vytápěných místností je možné použít více čidel, takové případy se však běžně nevyskytují. Montáž čidla ve výšce cca 30 cm pod stropem je volena z toho důvodu, aby čidlo nebylo ovlivňováno průvanem event. pohybem osob v místnosti. Tato výška je hardwarově korigována, takže čidlo poskytuje údaj, jako by bylo umístěno ve výšce 1m na úrovni podlahy, což odpovídá předepsaným podmínkám pro měření vnitřní teploty v bytě. Jakékoli změny teploty na čidle, které neodpovídají přirozeným křivkám chladnutí a oteplení jsou ihned hlášeny jako chyba a jsou vyhodnoceny centrální jednotkou. Toto slouží jako dostatečná ochrana proti nepoctivým uživatelům, kteří by chtěli čidlo ovlivnit. V případě poruchy čidla je pro daný byt systémem dopočítávána průměrná hodnota



denostupňů, je-li porucha zaviněná uživatelem bytu, je možno provést penalizaci ve smyslu platné legislativy - vyhlášky č. 372/2001 Sb. Přesnost měření se pohybuje řádově v desetinách °C.

**Bytové čidlo BCG 2000**



**Technické parametry BCG 2000**

Rozměry skříňky čidla	65 x 35 x 33 mm
Hmotnost	0,03 kg
Jmenovitý odpor (25°C)	13,77 kOhm
Rozsah pracovních teplot	+5°C až +35°C
Relativní vlhkost	80% při 40°C
Zaměnitelnost čidla	v rozsahu 16°C až 30°C ± 0,5°C
mimo tento rozsah	± 1°C

**Zdroj:**

SMS s.r.o., Teplice (Servisní a marketingové služby datových systémů spol. s r.o. Teplice)

<http://www.sams.cz/>

VIPA CZ s.r.o., Liberec (Systém měření a výpočtu úhrady za vytápění)

<http://www.vipa.cz/>

Koncept Fast s.r.o., Ostrov (Měření, regulace a rozúčtování spotřeby tepla, TUV a SV)

<http://www.konceptfast.cz/>

Zpracoval:

Ing. František Knížek, 11. května 2008

E-mail: [qknizek@quick.cz](mailto:qknizek@quick.cz)

**Tento dokument** (ve formátu MS Word 6.0/7.0 a PDF 4.0) **naleznete zde:**

<http://web.quick.cz/qknizek/spolecen/default.htm>