

Klady a zápory poměrového měření

Doc. Ing. Josef Patočka, CSc.

Odborná skupina pro rozúčtování

Rozúčtováním úhrady rozumíme rozdělení celkové částky za vytápění domu na jednotlivé byty. Kriteřiem pro rozúčtování tzn., získání podílu bytu na nákladech domu může být v jednodušším případě jen velikost bytu a z toho plynoucí stejná úhrada za jednotkovou plochu bytu, nebo ve složitějším případě je kromě velikosti bytu respektováno ekonomické nakládání uživatele bytu s teplem. V tomto případě je cena za vytápění jednotkové plochy bytu rozdílná. Již při tomto prvotním rozdělení je zřejmá jednoduchost a snadná kontrolovatelnost rozúčtování jen podle velikosti bytu. Toto rozdělení celkové částky je dosud prováděno a neodporuje žádné vyhlášce. Nevýhodou je, že není motivující k jakékoliv úspoře tepla a dlouhodobé pootevření okna je zpravidla jediným „regulačním“ zásahem ke snížení teploty. Rozdělení celkové úhrady respektující jednotlivá úsporná opatření v bytech vyžaduje relativně nízké investiční náklady v porovnání s reálně ověřenými úsporami tepla, které jsou v rozsahu 20 ÷ 30 % i více. Dům s nedokonalou regulací dodávky tepla do jednotlivých místností, kde intenzita vytápění se odvíjí od nejstudenějších místností má zpravidla po zavedení poměrového měření nejvyšší dosažené úspory. Dosud nejspolehlivější a nejlevnější systém umožňující úhradu za vytápění, respektující nejen velikost bytu ale i ekonomické nakládání jednotlivých uživatelů bytů s teplem je poměrové měření skládající se z indikátoru umístěného na vhodném místě každého otopného tělesa a systému zpracování údajů získaných těmito indikátory.

Poměrové měření se zásadním způsobem liší od všech technických měření prováděných nejen v bytové oblasti, ale obecně v celé technické praxi. Zatímco měříme ve všech případech vždy jednoznačně definovaný předmět měření, např. el. energii, plyn, průtok vody, atd., vyžaduje poměrové měření nejprve fyzikální definici předmětu poměrového měření, bez kterého nelze jakékoliv poměrové měření důvěryhodně aplikovat. Na druhé straně jde jen o určení podílu z předem známé a dané hodnoty, kterou je celková částka za vytápění domu tzn., že je předem známá částka, ke které součet úhrad za jednotlivé byty musí vést. Chyba náměru indikátoru, resp. chyba systému rozúčtování ve své součtové podobě se vždy rovná nule. Může se jako chyba projevit pouze mezi jednotlivými byty navzájem. Z toho vyplývá, že chybný náměr případně výpočet vede pouze k vzájemné chybě mezi byty, nevede tudíž k chybě domu jako celku. Nepředstavuje vztah mezi dodavatelem a odběratelem tepla, ani vztah mezi rozúčtovatelskou firmou a domem. Může se však projevit mezi rozúčtovatelskou firmou a jednotlivými uživateli bytů, zejména v případech, kdy majitel domu, vedení družstva nebo sdružení vlastníků zároveň je také uživatelem bytu, tj. podílníkem na celkové úhradě za vytápění. Různé systémy poměrového měření jsou k takovému rozúčtování vedoucí až ke zneužívání poměrového měření různě náchylné. Všude tam, kde náměry indikátorů neodpovídají fyzikální podstatě a definici předmětu poměrového měření, lze různým systémem koeficientů zpravidla používaných ve výpočtech mimo dosah uživatele bytu buď rozúčtování dovést do žádoucích a fyzikální podstatě odpovídajících dimenzí, nebo rozúčtování podřídit účelové manipulaci bez možnosti jakékoliv kontroly uživatelem bytu.

Utajované náměry indikátorů

Z diskuzí, dotazů a námitek proti poměrovému měření vyplynula zarážející skutečnost popírající fyzikální podstatu poměrového měření. Jednotlivý uživatel bytu sice ví, kolik dílků jeho indikátor načelí v každé místnosti, zná i součtovou hodnotu bytu, ale tím jeho kontrola spočívající v porovnání náměru v ostatních bytech končí. V případech, kdy se setkáváme s tvrzením, že se jedná o citlivá osobní data, je nutné si položit otázku vedoucí ke smyslu a účelu takového utajování zejména v případech, kdy náměry indikátorů jsou v rozporu s fyzikální podstatou a možností poměrového měření. Dobrým vodítkem pro rozsah náměrů může být vyhláška č. 372/2001 Sb. udávající v § 4 odst. 4 maximální podíl úhrady v intervalu $\pm 40\%$ od průměrné úhrady za jednotkovou plochu. Podíl krajních hodnot bude $140\% / 60\% = 2,33$. Důvěryhodný podíl náměrů by tuto hodnotu neměl překročit. Pokud se však podíváme na náměry indikátorů aplikovaných podle importované normy ČSN EN 834, činí tento podíl mnohonásobně vyšší hodnoty a bez dodatečných úprav ať matematických nebo fyzikálních prostřednictvím různých koeficientů by tyto náměry vedly k fyzikálně nezdůvodnitelným rozdílům v podílu úhrady jednotlivých bytů.

Jednou z příčin výraznějších rozdílů mezi náměry těchto indikátorů je rozdíl mezi průměrnou teplotou otopného tělesa a teplotou v místě instalace indikátorů. Místo střední teploty je proměnné v závislosti na intenzitě průtoku vody otopným tělesem. U intenzivně využívaného otopného tělesa se místo střední teploty blíží geometrickému výškovému středu, u zavíraného otopného tělesa se místo střední teploty posouvá k horní hraně otopného tělesa. Vzniklou chybu náměru tvoří rozdíl mezi místem instalace indikátoru (75 % stavební výšky otopného tělesa) a střední teplotou otopného tělesa znázorněnou krátkou vodorovnou čarou.

Další příčinou je relativně vysoká spouštěcí teplota indikátorů v rozsahu 26 ÷ 36 °C podle typu indikátoru. Tím se pro místnosti (byty) provozované s výrazně nebo úplně zavřenými otopnými tělesy ztrácí pro nízké teploty rozlišovací schopnost.

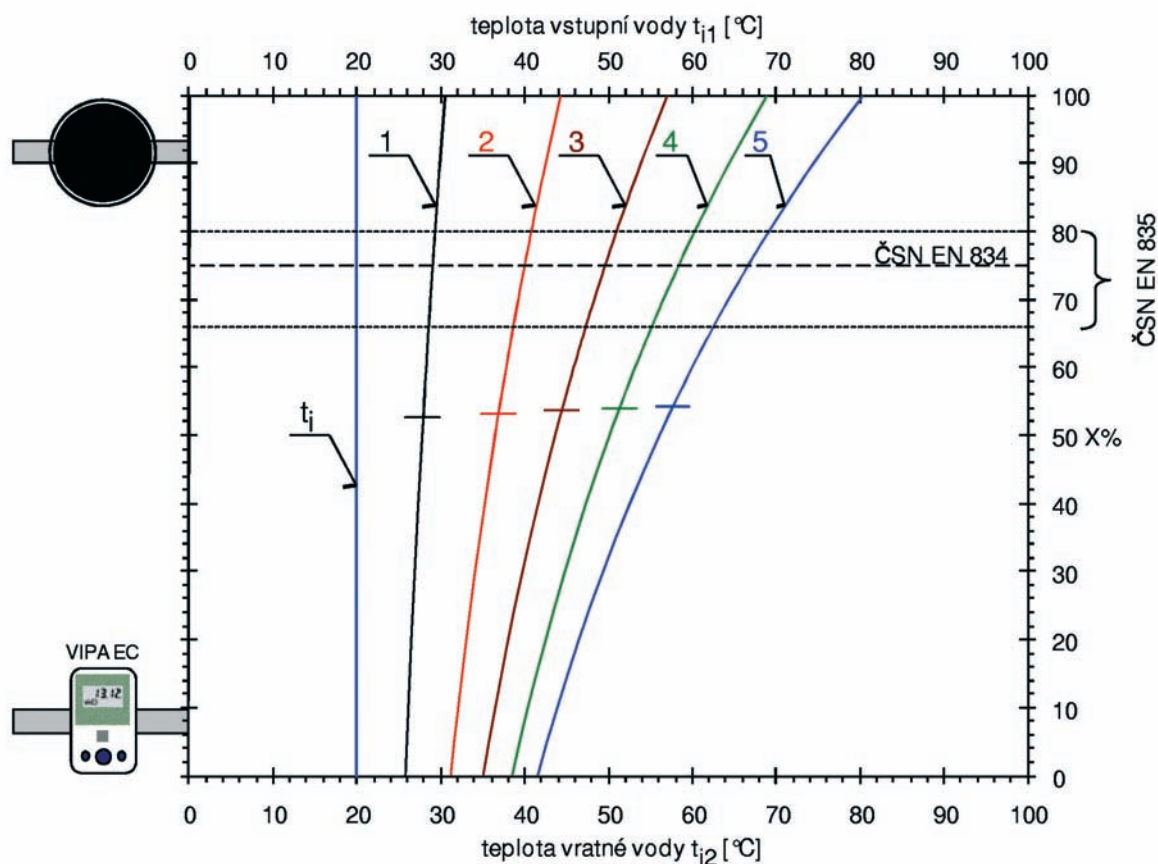
Utajované rozdíly v podílech za vytápění

Stejným způsobem jako jsou utajovány náměry indikátorů, jsou utajovány vypočtené úhrady za vytápění se stejným zdůvodněním jako ochrana osobních dat. Pokud není uživateli bytu umožněno porovnání vlastní úhrady za vytápění s ostatními uživateli bytů, budí to ať nezaslouženě nebo zaslouženě pochybnosti o spravedlivém rozúčtování a to zejména z toho důvodu, že rozsah úhrady povolený vyhláškou je natolik široký, že prakticky může být překročena jen maximální úhrada za přispění dlouhodobého výrazného větrání. Výrazné kritické hlasy požadující rozšíření intervalu minimální a maximální platby napovídají, že rozúčtování se má provádět nejen v rozporu s fyzikálně možnou skutečností, ale i v rozporu se vzájemnými vztahy mezi uživateli bytů.

Aplikace gradenové metody v rozúčtování

Smyslem a účelem vytápění je dosažení žádané teploty v prostředí o určité velikosti. Bytová oblast tvoří specifickou

označení	popis	jednotky	průběhu 1	průběhu 2	průběhu 3	průběhu 4	průběhu 5
t_e	venkovní teplota	(°C)	12,000	8,000	4,000	0,000	- 4,000
t_i	teplota místnosti	(°C)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
t_{i1}	teplota vstupní vody	(°C)	30,470	44,300	56,900	68,750	80,200
t_{i2}	teplota zpětné vody	(°C)	25,682	31,075	35,097	38,533	41,552
S	plocha otopného tělesa	(m ²)	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240
k_2	prostup tepla venkovní zdi	(W m ⁻² K ⁻¹)	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484
S ₂	plocha venkovních zdí	(m ²)	30,00	30,000	30,000	30,000	30,000
k_3	prostup tepla vnitřní zdi	(W m ⁻² K ⁻¹)	2,286	2,286	2,286	2,286	2,286
S ₃	plocha vnitřních zdí	(m ²)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
t_o	teplota v sousední místnosti	(°C)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
$\Delta t_{stř}$	střední logaritmický teplotní spád	(K)	7,833	16,830	24,396	31,243	37,624
Z	tepelný zisk (slunce, spotřebiče, osoby atd.)	(W)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
QP	výkon otopného tělesa	(W)	39,514	109,271	179,028	248,785	318,541
QP	výkon otopného tělesa	(%)	22,071	61,036	100,000	138,964	177,929
G	průtok vody otopným tělesem	(kg h ⁻¹)	7,097	7,106	7,062	7,081	7,088
$t_{stř}$	střední teplota vody	(°C)	27,833	36,830	44,396	51,243	57,624
X	procento stavební výšky otopného tělesa zdola	X (%)	52,539	53,257	53,699	53,999	54,243
I	tepelná ztráta místnosti	(W)	139,514	209,271	279,028	348,785	418,541
I _{prostup}	tepelná ztráta prostupem	(W)	116,262	174,392	232,523	290,654	348,785
I _{větrání}	tepelná ztráta větráním	(W)	23,252	34,878	46,505	58,131	69,757



Obr. 1 – Energetická bilance při rozdílné venkovní teplotě a stejné teplotě místností

 t_i – teplota místnosti

 1 – průběh teploty na otopném tělese při $t_e = 12$ °C

 2 – průběh teploty na otopném tělese při $t_e = 8$ °C

 3 – průběh teploty na otopném tělese při $t_e = 4$ °C

 4 – průběh teploty na otopném tělese při $t_e = 0$ °C

 5 – průběh teploty na otopném tělese při $t_e = -4$ °C

skupinu, kde teplota jednotlivých místností bytu může být do určité míry podřizována nejen účelu používání, ale i vědomím že každá zvýšená teplota představuje zvýšení tepelné ztráty, jejichž důsledkem je zvýšená úhrada za vytápění. Název metody je odvozen od součinu stupeň x den a představuje hodnotu získanou vztahem

$$K = n (t_i - t_e),$$

kde

K – počet denostupňů

n – počet dnů vytápění v roce

t_i – teplota místnosti

t_e – průměrná teplota venkovního vzduchu v otopném období.

Při použití průměrné teploty místnosti $t_i = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ je za posledních 20 let

průměrný počet denostupňů	3288
průměrný počet denostupňů	4606 pro $t_i = 26 \text{ }^\circ\text{C}$
průměrný počet denostupňů	1973 pro $t_i = 14 \text{ }^\circ\text{C}$
maximální počet denostupňů	3993 v roce 1996
minimální počet denostupňů	2917 v roce 2000.

Údaje o počtu denostupňů v jednotlivých letech slouží k porovnání náročnosti otopného období na spotřebu tepla a jsou běžně v odborné literatuře dostupné.

Obdobným způsobem lze určit počet denostupňů v otopném období pro každou vytápěnou místnost s odlišnou teplotou. Rozdíl proti klasické gradenové metodě je v tom, že teplota konkrétní místnosti není měřena, ale určována z náměru indikátoru prostřednictvím vztahů odvozených z celkové tepelné bilance zahrnující nejen výkon otopného tělesa, ale i vnitřní prostupy tepla mezi byty způsobené rozdílnou teplotou místnosti.

Na obr. 1 je uvedená ukázka energetické bilance pro různé venkovní teploty a stejnou teplotu místnosti. Ke každé

venkovní teplotě lze provést energetickou bilanci pro různé teploty místností. Ve skutečnosti se jedná o plynulou změnu venkovní teploty nejen podle měsíců, ale změnu průběžně se měnící v závislosti na čase.

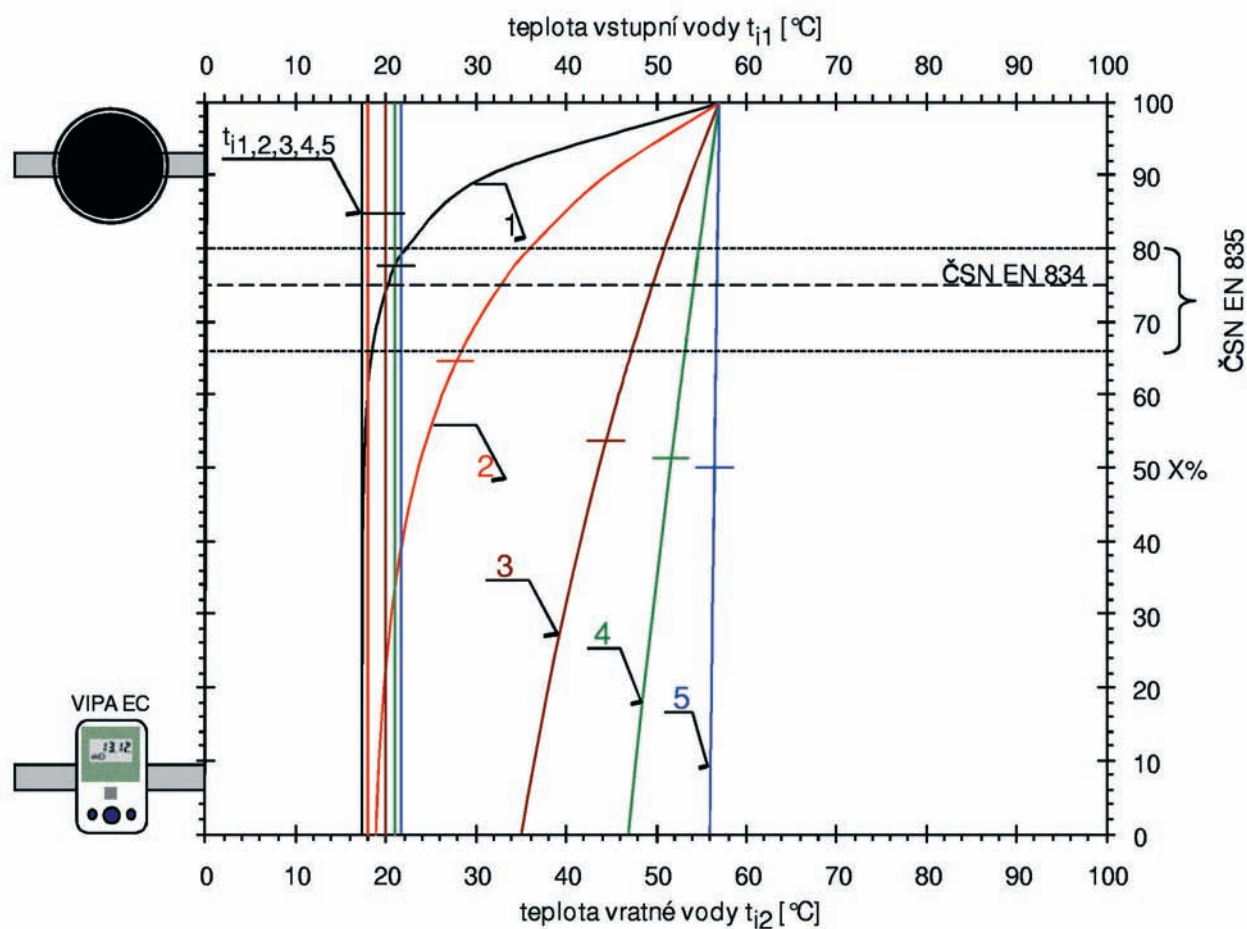
Na obr. 2 je energetická bilance podle teploty místnosti při stejné venkovní teplotě. Ani tento znázorněný statický stav nelze chápat jako časově neproměnný. Poměrové indikátory musí umět průběžně registrovat vliv měnící se venkovní teploty i vliv teploty místnosti, jejíž změna je výhradně podřizována uživateli bytu a má jednoznačný vliv na úhradu za vytápění resp. určení podílu bytu na celkových vytápěcích nákladech domu.

Uvedený popis je teoretickým základem pro všechny typy indikátorů VIPA. Energetická bilance místnosti umožňuje rozúčtování zvláště pro každou místnost bytu. Uvádění teplotních rozdílů mezi místnostmi téhož bytu a mezi průměrnou teplotou místností v celém domě umožňuje jednoduchou laickou kontrolu rozúčtování.

Vyhodnocením indikátorů VIPA získáme průměrnou teplotu místnosti, která spolu s dosazenou průměrnou venkovní teplotou získanou z měření hydrometeorologického ústavu tvoří základní údaj pro rozúčtování vztážená na jednotkovou plochu. Vynásobením velikostí místnosti dostaneme potřebnou hodnotu pro rozúčtování. Výsledný vzorec pro získání konečného podílu místnosti na vytápěcích nákladech domu dostaneme rozdělením celkové částky na spotřební a základní složku ve smyslu vyhlášky č. 372/2001 Sb. Tím získáme vztah

$$p_i = PC \dots \left[\frac{SS S_i (t_i - t_e)}{\sum_{i=1}^n S_i (t_i - t_e)} + \frac{ZS S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \right],$$

označení	popis	jednotky	průběhů 1	průběhů 2	průběhů 3	průběhů 4	průběhů 5
t_e	venkovní teplota	($^\circ\text{C}$)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
t_i	teplota místnosti	($^\circ\text{C}$)	17,400	18,000	20,000	21,000	21,700
t_{i1}	teplota vstupní vody	($^\circ\text{C}$)	56,900	56,900	56,900	56,900	56,900
t_{i2}	teplota zpětné vody	($^\circ\text{C}$)	17,401	18,773	35,097	46,881	55,967
S	plocha otopného tělesa	(m^2)	1,240	1,240	1,240	1,240	1,240
k_2	prostup tepla venkovní zdí	($\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$)	0,484	0,484	0,484	0,484	0,484
S_2	plocha venkovních zdí	(m^2)	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
k_3	prostup tepla vnitřní zdí	($\text{W m}^{-2} \text{K}^{-1}$)	2,286	2,286	2,286	2,286	2,286
S_3	plocha vnitřních zdí	(m^2)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
t_o	teplota v sousední místnosti	($^\circ\text{C}$)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
$\Delta t_{\text{stř}}$	střední logaritmický teplotní spád	(K)	3,749	9,730	24,396	30,618	34,731
Z	tepelný zisk (slunce, spotřebiče, osoby atd.)	(W)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
QP	výkon otopného tělesa	(W)	14,829	52,721	179,028	242,181	286,389
QP	výkon otopného tělesa	(%)	8,283	29,448	100,000	135,276	159,969
G	průtok vody otopným tělesem	(kg h^{-1})	0,323	1,189	7,062	20,788	263,963
$t_{\text{stř}}$	střední teplota vody	($^\circ\text{C}$)	21,149	27,730	44,396	51,618	56,431
X	procento stavební výšky otopného tělesa zdola	(%)	77,650	64,635	53,699	51,362	50,112
I	tepelná ztráta místnosti	(W)	233,686	244,149	279,028	296,467	308,674
I_{prostup}	tepelná ztráta prostupem	(W)	194,738	203,458	232,523	247,056	257,229
$I_{\text{větrání}}$	tepelná ztráta větráním	(W)	38,948	40,692	46,505	49,411	51,446



Obr. 2 – Energetická bilance při rozdílné teplotě místností a stejné venkovní teplotě

kde

- p_i – cena za vytápěnou místnost
- PC – celkové vytápěcí náklady domu
- SS – spotřební složka vytápění
- ZS – základní složka vytápění
- S_i – plocha místnosti
- t_i – teplota místnosti
- t_e – venkovní teplota
- n – počet místností

Závěr

Hodnocení poměrového měření musí vždy vycházet z pozitivního dopadu na snížení spotřeby tepla bez ohledu na typ indikátorů a způsob rozúčtování. Vzájemné porovnání nákladů a úprav resp. vyhodnocení návratnosti poměrového měření tvoří bezkonkurenčně nejlevnější zásah do vytápěcího systé-

mu. Zároveň zvýrazní pozitivní dopad na úspory v důsledku investičně dražších opatření jakým je zateplování a výměna oken a dveří. Negativním jevem může být problematická kontrolovatelnost a spravedlnost rozúčtování u systémů vycházejících z norem ČSN EN 834 a ČSN EN 835, kdy náměry indikátorů nekorespondují s fyzikální skutečností, ani s budoucí úhradou. Stejně problematické je u těchto systémů definování předmětu měření a používání různých fyzikálně nezdůvodňovaných koeficientů a vzájemné utajování náměrů a úhrad mezi byty.

Systém VIPA vyvinutý na Technické univerzitě v Liberci je od svého vzniku podřizován technickým a právním podmínkám v ČR s ohledem na jednoduchou laickou kontrolovatelnost uživateli bytů.

KONTAKTNÍ ADRESY:

VIPA CZ s.r.o.
Kadlická 20
460 15 Liberec
tel./fax: 482 750 457-8

e-mail: vipa@vipa.cz
web: www.vipa.cz

POBOČKY:

VIPA CZ s.r.o.
Vodičkova 791/41
112 09 Praha 1
tel.: 224 152 741
mobilní tel.: 605 455 445

e-mail: paha@vipa.cz

VIPA CZ s.r.o.
Třída ČSA 383
500 03 Hradec Králové
tel./fax: 495 510 674
mobilní tel.: 731 469 001
(pondělí, středa)
e-mail: hradec@vipa.cz

VIPA CZ s.r.o.
Částkova 74
326 00 Plzeň
tel./fax: 377 242 762
mobilní tel.: 777 774 436
733 343 462
e-mail: plzen@vipa.cz