

# SOFISTIKOVANÁ OPTIMALIZACE OTOPNÝCH SOUSTAV

Ing. Vladimír G A L Á D

[galad@vol.cz](mailto:galad@vol.cz)

603 44 39 52

10.12.2009

P R A H A

# KATEGORIE ÚSPOR

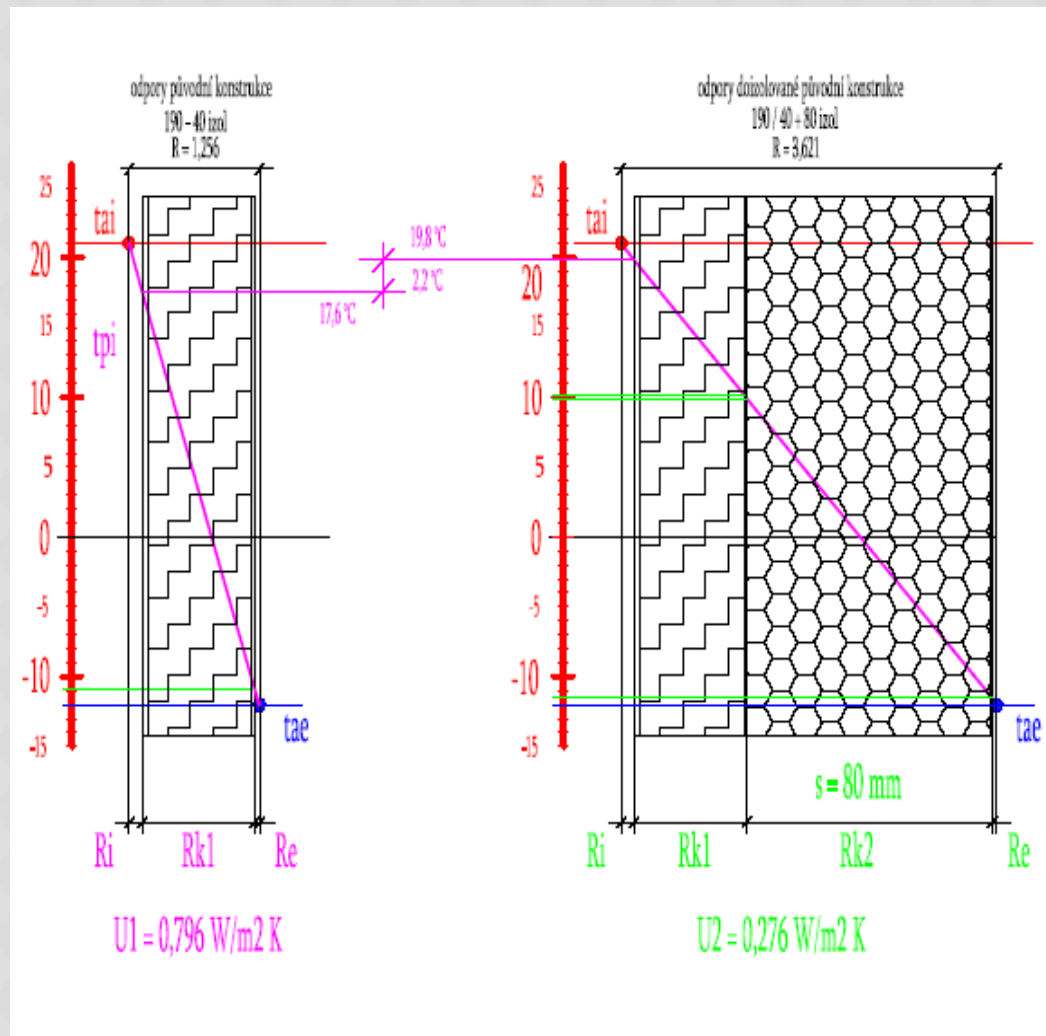
- A/ PASÍVNÍ = snižování tepelných ztrát  
-zateplování fasád, podlah, stropů a  
výplní otvorů  
-výměna oken
- B/ AKTIVNÍ = využívání tepelných zisků  
z vnitřních zdrojů (vaření, žehlení,  
elektrospotřebiče a osoby) a vnějších  
(oslunění) a kvalitní regulace

# TEPELNÉ ZTRÁTY PŘED A PO ZATEPLENÍ

○ Tepelné ztráty	původní	nové
○ Teplotní spád	92,5/67,5	
○ Sekce A _č.878	448 kW	251 kW
○ Sekce B _č.534	493 kW	276 kW
○ <u>Sekce C _č.535</u>	420 kW	<u>234 kW</u>
○ <i>Celkem</i>	<i>1360 kW</i>	<i>761 kW</i>

- Ztráta po zateplení  $761/1360 = 0,56$  (56 %)
- POKLES ZTRÁT po zateplení může být i větší než podle projektu, tedy  44 %

# CELKOVÉ ÚSPORY AŽ 60 % ???



**ZATEPLENÍM SNÍŽÍME  
PROSTUP TEPLA O  
44 %**

**DÁLE SNÍŽÍME  
TEPLOTU VZDUCHU  
O  $2,0^\circ\text{C}$  A TOTO  
SNÍŽENÍ TEPLOTY  
VZDUCHU O  $2^\circ\text{C}$   
ZNAMENÁ:**

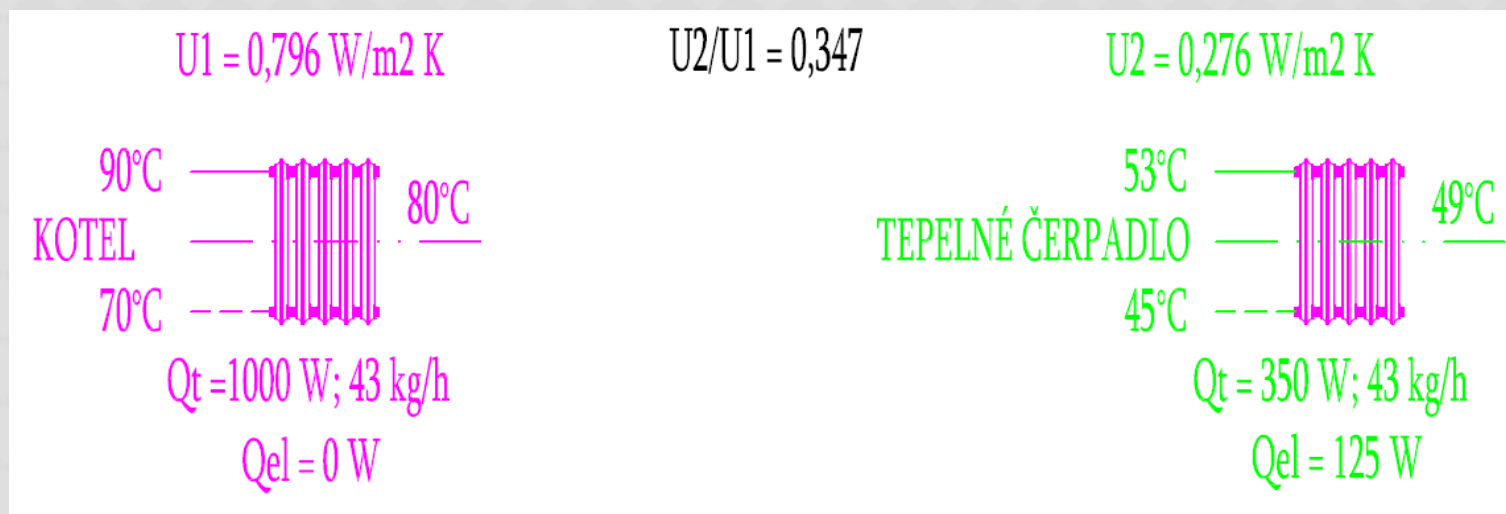
**- POKLES PROSTUPU  
TEPLA O CCA  
10 %**

**- POKLES  
INFILTRACE O  
6,0 %**

**PO ZATEPLENÍ JE  
POTENCIÁL ÚSPOR  
AŽ**

**60 %**

# PASIVNÍ ÚSPORY VERSUS INSTALOVANÁ TĚLESA



PŘI TOPNÉM FAKTORU TEPELNÉHO ČERPADLA  $F=3$  POTŘEBUJEME  
POUZE 125 W ELEKTRICKÉ ENERGIE

- 1/ ÚSPORY AŽ **87,5 %**
- 2/ Z HLEDISKA TEPLOTNÍCH A HYDRAULICKÝCH PARAMETRŮ JDE  
O SYSTÉM **PLUG & PLAY**

# PROJEKTOVÁNÍ OTOPNÝCH SOUSTAV PO ZATEPLENÍ

- Pravidelnou chybou v téměř 100% projektech na osazování, seřizování a zaregulování otopných soustav je TO, ŽE SE ZVOLÍ teplotní spád, a to bývá
- 90/70 či 80/60 nebo 75/60 = špatně !!!!!!!
- Každá otopná soustava je dynamická a **PO ZATEPLENÍ SE NESMÍ NIC VOLIT !!!**, pokud chceme přechod otopné soustavy zajistit ekonomicky a efektivně.

**P R O Č ? ? ?**

- **PROTOŽE JSME VÁZÁNI FYZIKÁLNÍMI ZÁKONITOSTMI A JIŽ DANÝMI PARAMETRY OD DODAVATELE NEBO ZDROJE TEPLA**

# ÚVODEM TROCHU TEORIE

## NA 1. MÍSTĚ JE TERMICKÉ ŘEŠENÍ

$$\Delta t_s = \frac{t_p - t_z}{\ln \frac{t_p - t_a}{t_z - t_a}}$$

$$\varphi_{ts} = \left( \frac{\Delta t_s}{60} \right)^{1,33}$$

# PROJEKT, KDY JE VŠECHNO ŠPATNĚ

- ◉ Skutečný projekt byl v lokalitě se vstupní teplotou  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , přesto byl zvolen spád  $90/70\text{ }^{\circ}\text{C}$
- ◉ JAK TO TEDY BUDE, POKUD POŽADUJEME ABY TĚLESA MĚLA VÝKON POUZE 56 % PŮVODNÍHO ?
- ◉ Tepelné ztráty klesly z  $1360\text{ kW}$  na  $761\text{ kW}$
- ◉ Podle výše uvedených rovnic si určíme novou střední teplotu tělesa  $38,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Pak bude při teplotě na přívodu  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  teplota vratné vody pouze  $43\text{ }^{\circ}\text{C}$ !!!
- ◉ Tady nám fyzika sdělila, že při vstupní teplotě  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  teplotní spád nebude ani  $90/70$ , ani  $80/60$ , ani  $75/60$ , ale  $80/43$ !!!
- ◉ Průtok po zateplení  $t_p=80\text{ }^{\circ}\text{C}$      $17,6\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  (37,6 %)
- ◉ Průtok původní (1360 kW)     $46,8\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  (100,0 %)
- ◉ Průtok dle špatné volby     $32,8\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  (70,0 %)

## CO PLYNE Z VADNÉ VOLBY ???

$$K_v = \frac{10 \cdot M}{\sqrt{\Delta p}}$$

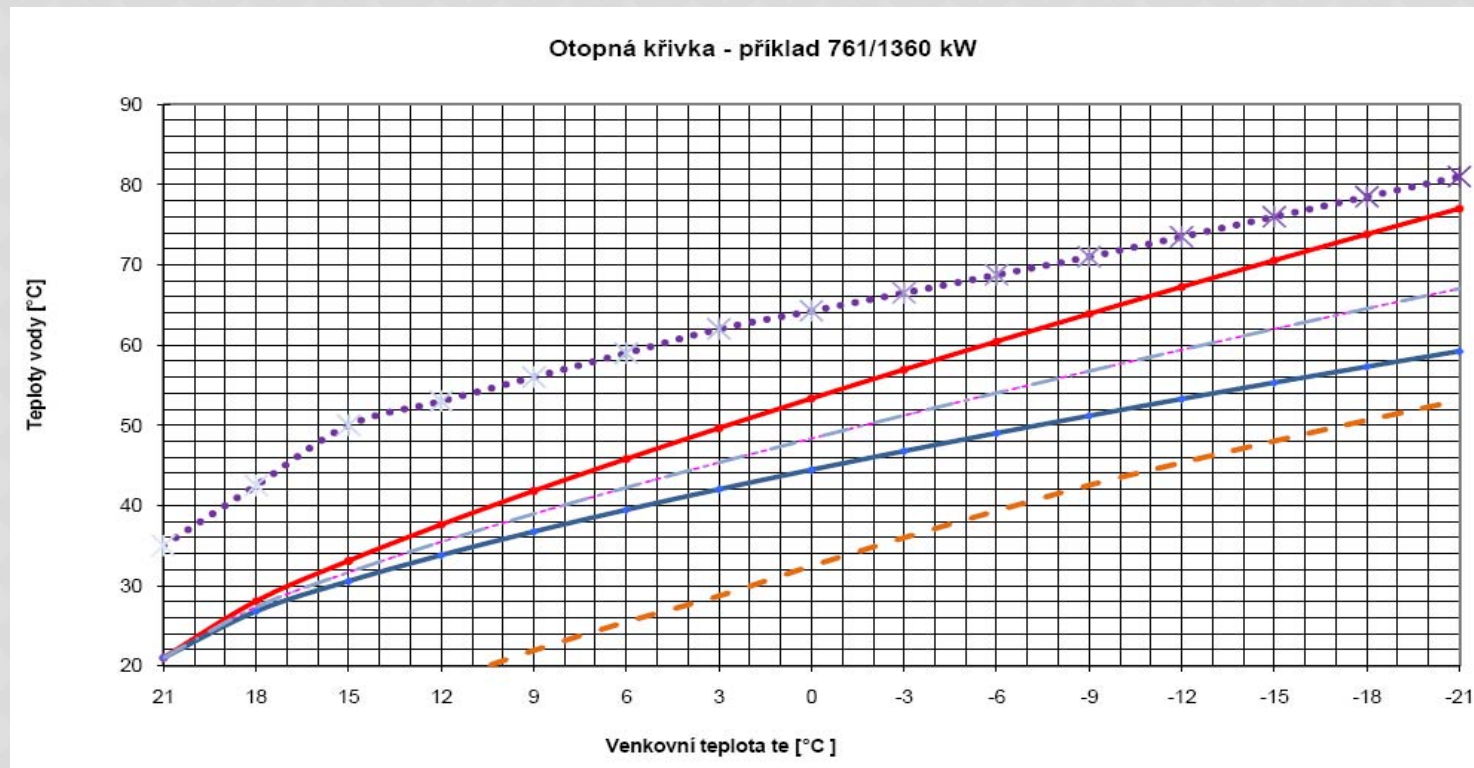
- Při  $\Delta p = 25$  kPa bude  $K_v = 93,6$
- Při  $K_v = 93,6$  bude  $\Delta p = 3,5$  kPa
- Při  $K_v = 93,6$  bude  $\Delta p = 12,3$  kPa
  
- **VÝSLEDKEM VOLBY JE NEZBYTNÝ ZÁSAH DO HYDRAULICKÉHO SEŘÍZENÍ SOUSTAVY**

# PROJEVY VADNÉ VOLBY

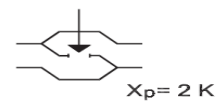
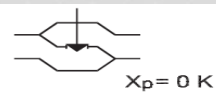
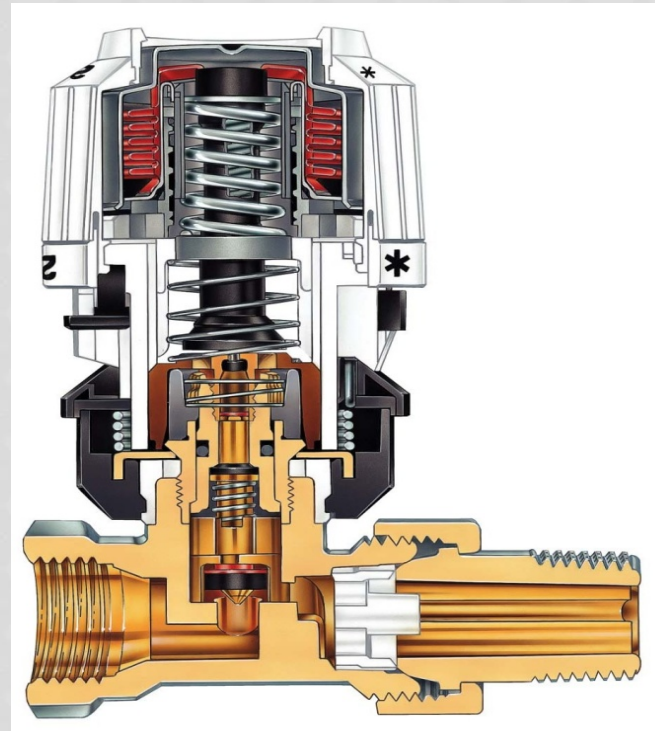
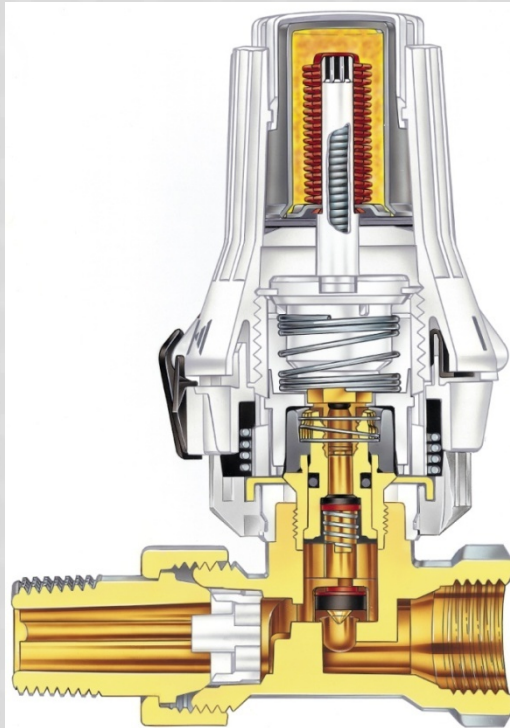
- ◎ 1/ PŘETÁPĚNÍ
- ◎ 2/ OMEZOVÁNÍ PRŮTOKU VLIVEM HLAVIC
- ◎ 3/ ROZHOZENÍ HYDRAULICKÉ STABILITY PROMĚNLIVOU SAMOTÍŽÍ
- ◎ 4/ PŘESUN CHARAKTERISTIK SEŘIZOVACÍCH ARMATUR MIMO VYPOČÍTANÝ PRACOVNÍ ROZSAH, PŘÍP. OCHROMENÍ JEJICH FUNKCE
- ◎ 5/ **H L U K** A MNOHO DALŠÍCH NEGACÍ

# SPRÁVNÉ TERMICKÉ A HYDRAULICKÉ ŘEŠENÍ PODLE FYZIKY

te	ti= 21	21	18	15	12	9	6	3	0	-3	-6	-9	-12
tpx		21,0	28,0	33,1	37,6	41,8	45,8	49,6	53,3	56,9	60,4	63,9	67,2
tzx		21,0	26,8	30,5	33,8	36,7	39,4	42,0	44,4	46,8	49,0	51,2	53,3
m (kg/s)		13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000	13,000
M (kg/h)		m3/h	46,800	46,800	46,800	46,800	46,800	46,800	46,800	46,800	46,800	46,800	46,800



# NENAHRADITELNÁ FUNKCE TERMOSTATICKÉ HLAVICE

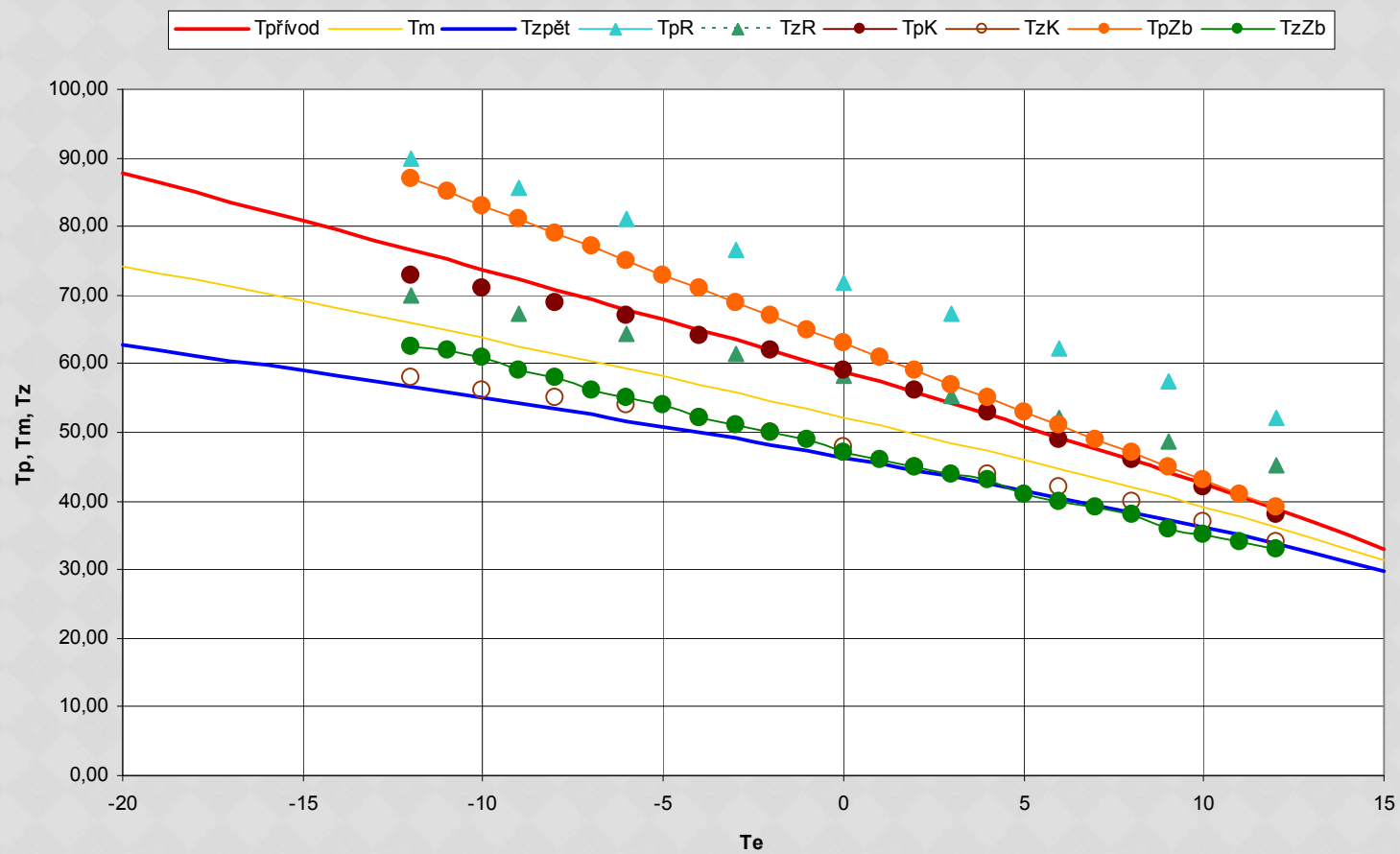


I	1	2 . . 3 . . 4	5	I
8	16	19 22 25	28	30 °C

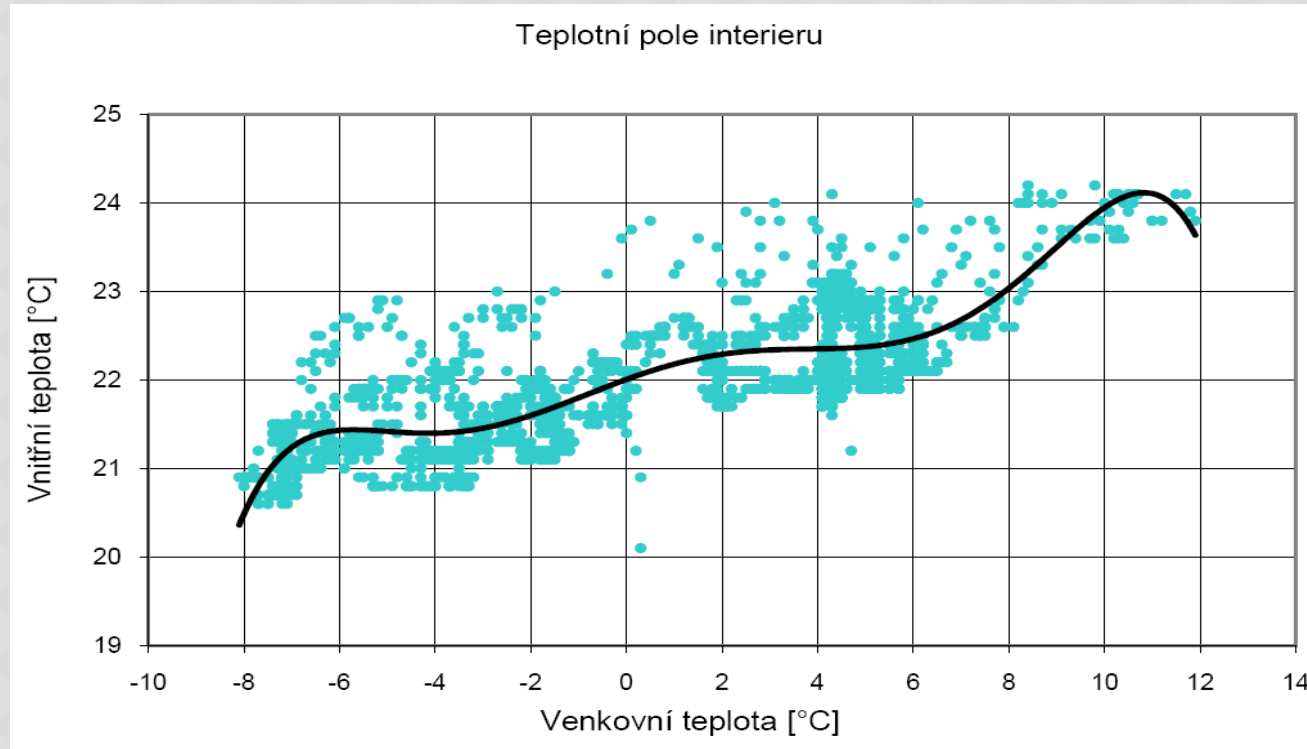
I	1	2 . . 3 . . 4	5	I
6	14	17 20 23	26	28 °C

# PALETA KŘIVEK RŮZNÝCH ZDROJŮ TEPLA

Teplotní křivka (0,7\_20\_dt20)

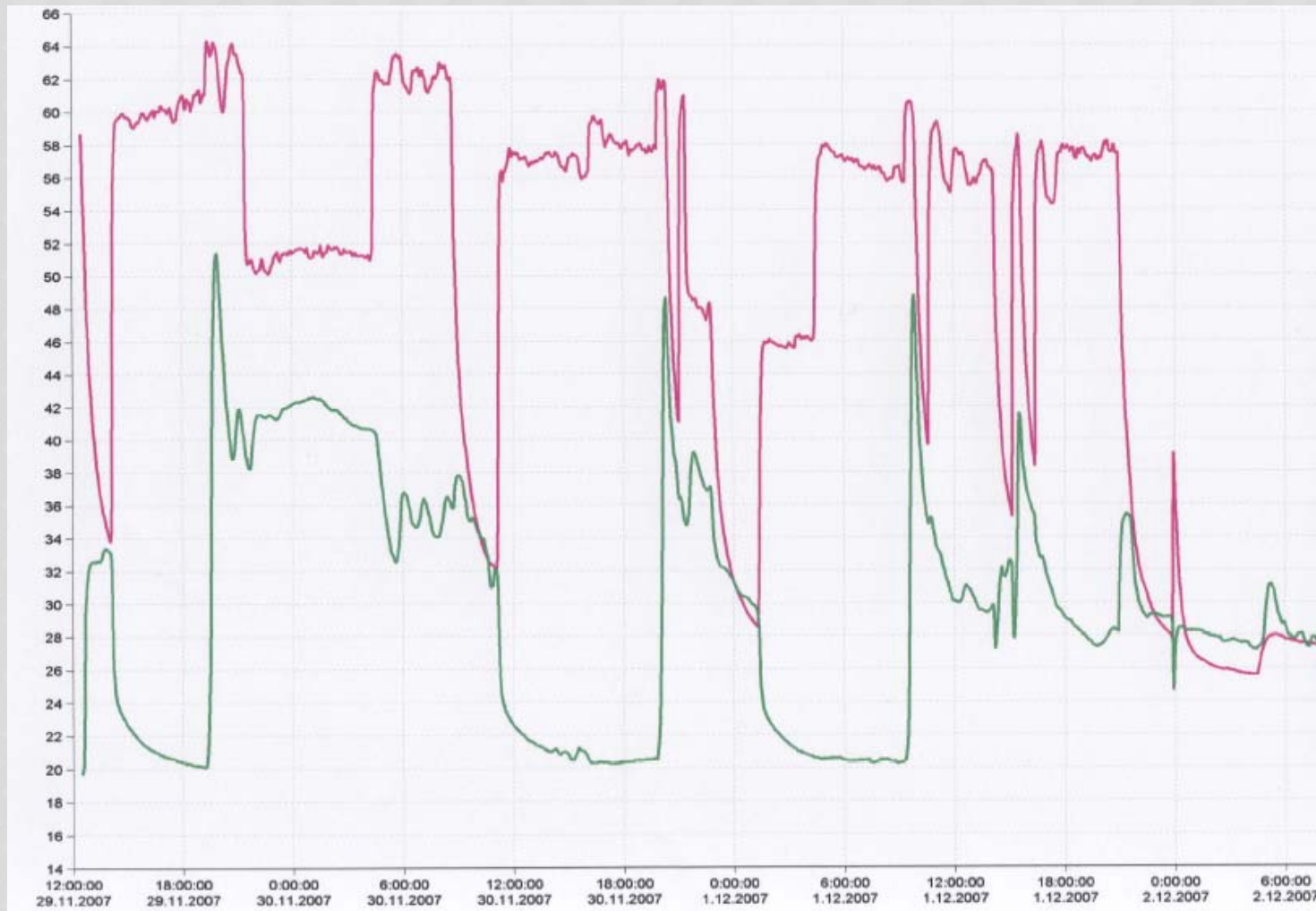


# VÝSLEDKY MĚŘENÍ - PŘETÁPĚNÍ

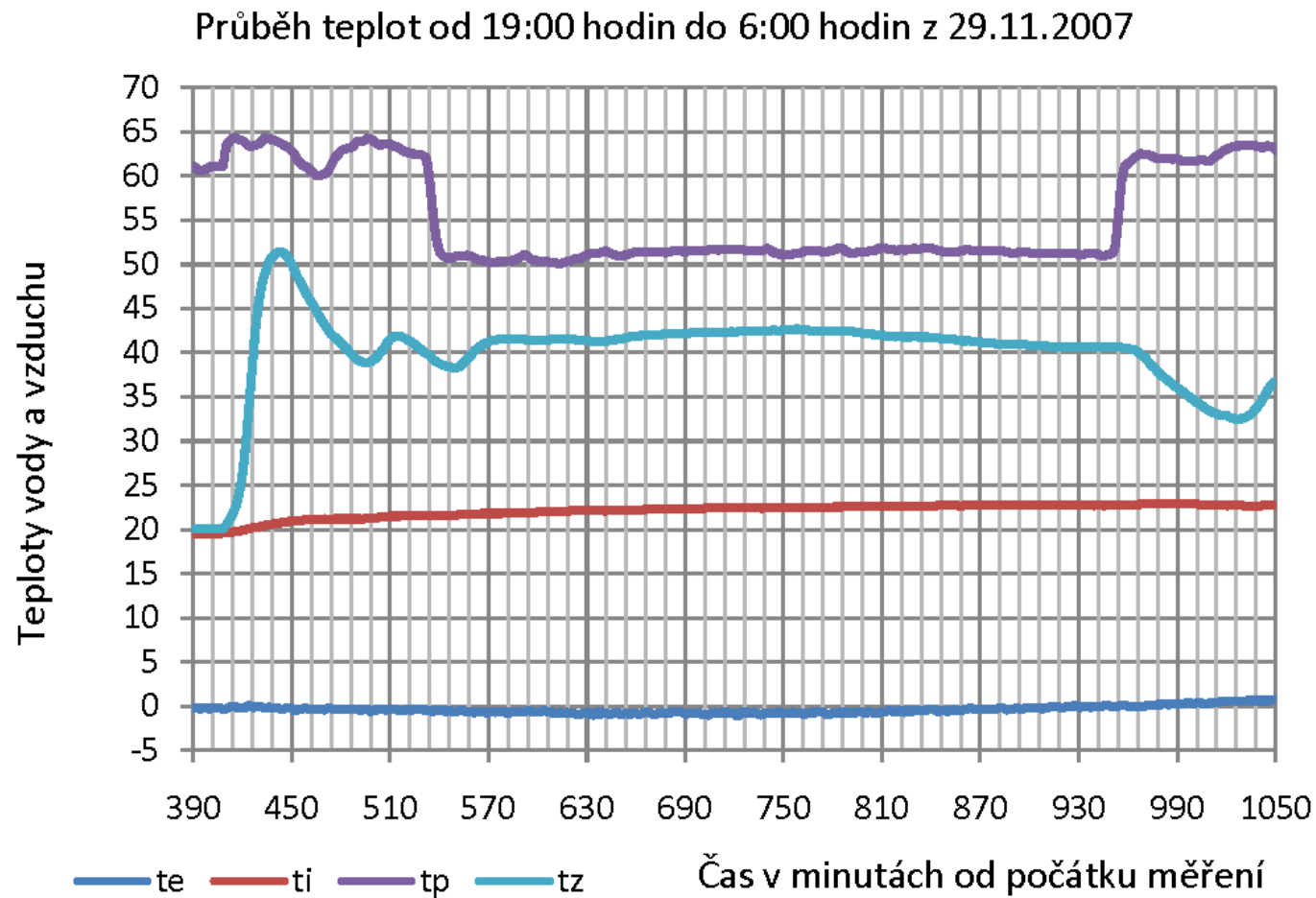


**PŘÍČINA? NEVHODNÁ TOPNÁ KŘIVKA, NESPRÁVNĚ  
NASTAVENÁ HLAVICE A NEDOSTATEČNÁ  
REGULOVATELNOST ZDOJE TEPLA**

# VÝSLEDKY MĚŘENÍ - ŠPATNÁ REGULACE DODÁVKY TOPNÉ VODY



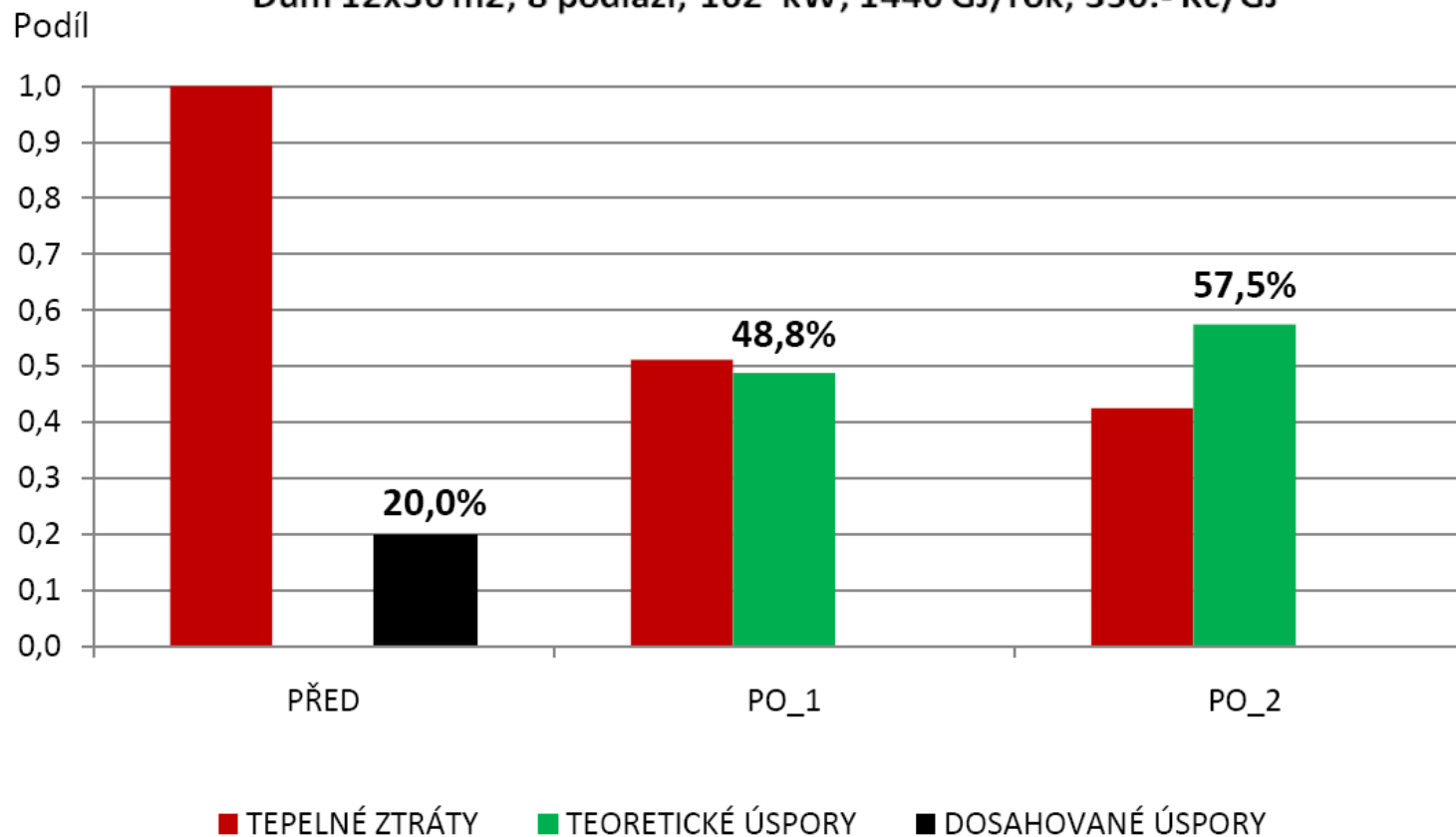
# VÝSLEDKY MĚŘENÍ - NEVHODNÝ NOČNÍ ÚTLUM



# REALITA ZATEPLENÉHO DOMU BEZ SOOS = NEVYUŽITÝ POTENCIÁL

DOSAHOVANÉ A TEORETICKÉ ÚSPORY - bez tepelných zisků

Dům 12x36 m<sup>2</sup>; 8 podlaží; 162 kW; 1440 GJ/rok; 350.- Kč/GJ



# REKAPITULACE POZNATKŮ K PASIVNÍM ÚSPORÁM TEPLA

Co plyne z předchozích úvah a grafů  
či tabulek?

**DOSAVADNÍ POČÍNÁNÍ  
NEPŘINÁŠÍ OČEKÁVANÉ  
VÝSLEDKY!!!**

Výsledkem je naprosto nedostatečné využití  
potenciálu pasivních úspor (zateplení) v  
důsledku nedostatečného řešení otopných  
soustav (aktivní úspory).

# REKAPITULACE VÝSLEDKŮ K PASIVNÍM ÚSPORÁM TEPLA

## Kde hledat příčiny?

1/ problematika souvislostí mezi zateplením a řešením otopných soustav nebyla nikdy součástí dotační politiky státu a „stavaři“ ji nevěnovali zpočátku žádnou pozornost, a i dnes není běžné v rámci projektů zateplení řešit také sofistikovaně otopnou soustavu.

**ANI ZELENÁ ÚSPORÁM SE NEVZTAHUJE  
NA SOFISTIKOVANÁ ŘEŠENÍ, ALE JEN NA  
MATERIÁLY A ZBOŽÍ**

# REKAPITULACE VÝSLEDKŮ K PASIVNÍM ÚSPORÁM TEPLA

2/ Do pasivních opatření (zateplení) se investují milióny až desítky miliónů korun oproti opatřením v otopné soustavě, jejichž realizace se mohou pohybovat v řádu (3 - 10)% z ceny investice do zateplení.

3/ Doposud koluje „zvrácená“ fáma, že lze dosáhnout úspory pouze pasivními opatřeními, a že jinak nelze nic uspořit.

**O P A K J E P R A V D O U**

# REKAPITULACE VÝSLEDKŮ K PASIVNÍM ÚSPORÁM TEPLA

5/ investoři šetří i v důsledku propagace na nepravém místě tím, že se „spokojí“ s naprosto špatným, ale někdy i drahým řešením, které není založeno na fyzice vytápění, ale jen na mechanickém a intuitivně používaném osazování výrobků firem.

V důsledku toho již panuje u uživatelů nedůvěra a opatrnost, jelikož nebyly naplněny značné sliby o úsporách tepla.

# REKAPITULACE VÝSLEDKŮ K PASIVNÍM ÚSPORÁM TEPLA

6/ V důsledku nesprávně, nebo vůbec, neřešeného nesouladu technických parametrů mezi zdroji tepla, distribucí a uživatelskou částí otopných soustav, došlo k významné negativní změně chování uživatelů. Ti zcela uzavírají až 50 % osazených těles a u zbylých vyžadují výjimečný nadstandard teploty (v zatepleném obývacím až 23 - 25 °C).

**To zcela deklasuje  
vyprojektovanou a seřízenou  
otopnou soustavu !!!**

# AKTIVNÍ ÚSPORY TEPLA - SILNĚ OPOMÍJENÁ OBLAST

## ZDROJE AKTIVNÍCH ÚSPOR TEPLA = VNITŘNÍ A VNĚJŠÍ TEPELNÉ ZISKY

1/metabolizmus osob (cca 100 W/os)

2/elektrospotřebiče (TV plazma i 400 W,  
žárovky, chladničky, žehličky, pračky,  
sporáky, trouby, atd.)

3/prostupy tepla stěnami s malými odpory,  
například od sousedů, kteří přetápějí

4/oslunění fasád a přímé oslunění skrz okna  
(v příznivých podmínkách až 600 W/m<sup>2</sup>)

# VÍCE O ZISCÍCH TEPLA

## TEPELNÉ ZISKY

- a/ nepůsobí pravidelně
- b/ v zimním období jsou malé
- c/ v přechodovém období mají větší četnost, intenzitu a amplitudy
- d/ nelze je zahrnout do výpočtu tepelných ztrát pro konstrukční návrh otopné soustavy a výpočtu velikosti těles

# VÍCE O ZISCÍCH TEPLA

- e/ při oslunění v přechodovém období uzavírají termoventily a způsobují teplotní i hydraulickou nestabilitu (snižují průtoky)
- f/ dtto co e/ způsobují jakékoliv zisky, ale zpravidla v menší míře
- g/ ovlivňují chování osob, které pak zbytečně manipulují s TRV

# VÍCE O ZISKÍCH TEPLA

TEPELNÉ ZISKY MOHOU BÝT  
VELMI ROZDÍLNÉ A MOHOU DOSAHOVAT AŽ

**100 % TEPELNÝCH ZTRÁT**

ZÁVISÍ NA STUPNI ZATEPLENÍ

**NORMÁLNĚ SE UVAŽUJE**

**(20 - 40) %**

VÍCE O ZISCÍCH TEPLA

TEPELNÉ ZISKY

DEFORMUJÍ

PROVOZNÍ TECHNICKÉ

PARAMETRY OTOPNÝCH

SOUSTAV, NEUMÍME S NIMU

PRACOVAT

# VÍCE O ZISCÍCH TEPLA

TEPELNÉ ZISKY PŮSOBÍ  
NA OTOPNOU SOUSTAVU  
JAKO PORUCHOVÁ VELIČINA

ZAVÍRAJÍ TRV, OMEZUJÍ  
PRŮTOKY A ROZVRACEJÍ  
TERMOHYDRAULICKOU  
STABILITU

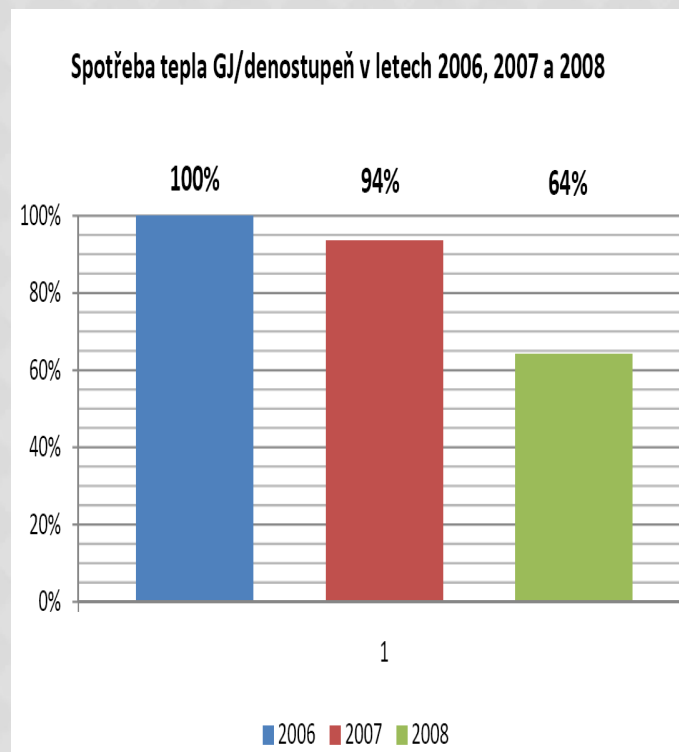
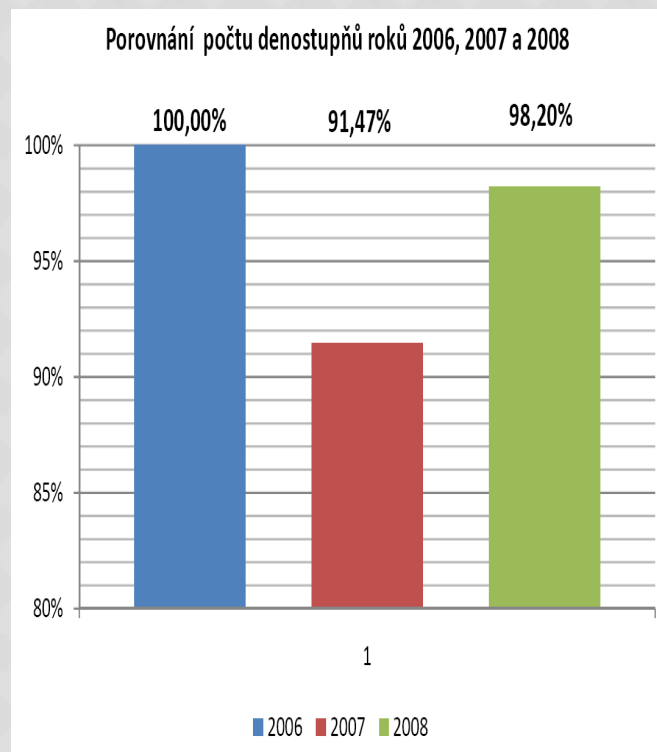
# VÍCE O ZISCÍCH TEPLA

## ŘEŠENÍM JE POUŽITÍ TECHNOLOGIE SOOS

SOFISTIKOVANÁ OPTIMALIZACE  
OTOPNÝCH SOUSTAV,

KTERÁ ODSTRAŇUJE NEBO ZNAČNĚ  
ZMÍRŇUJE VŠECHNY VÝŠE POPSANÉ  
NEDOSTATKY S NENAPLNĚNÍM  
OČEKÁVANÝCH ÚSPOR, ALE NAVÍC  
PLNOHODNOTNĚ VYUŽÍVÁ TEPELNÝCH  
ZISKŮ

# PŘÍNOS OVĚŘENÉ TECHNOLOGIE SOOS



Vyjádřeno v Kč při ceně tepla 610.- Kč/GJ a úspoře 500 GJ  
je to celkem 305 000.- Kč