

# Tepelné toky v bytovém domě

Michal Kabrhel

Článek shrnuje a hodnotí stavy tepelných toků v konstrukcích obytného domu a nepřímo poukazuje na potřebu dodržovat dosavadní pravidla vytápění, ale také doporučuje omezení neodborných zásahů do otopné soustavy tím, že by mělo být dodržováno jen určité rozpětí teplot v místnostech, apod. Rovněž by bylo žádoucí zkvalitnění mezibytových příček, atd. Více podrobností k článku může čtenář najít ve výsledcích výpočtového programu na odkazu v závěru článku.

Autor připravil pro čtenáře kvalitní nástroj k porovnání teplotních parametrů v sousedních bytech, tím poskytl přístup k informacím, které umožňují, aby si zájemce sám mohl ohodnotit, do jaké míry je ovlivněn, či sám ovlivňuje své okolí při vytápění.

Příspěvek považují za další dobrý počín, který by měl přispět ke zdokonalení nejen současné chaotické legislativy, ale i k odstranění současných technických a technologických problémů ve vytápění v ČR, které způsobují, že i přes nasazení velkého množství regulační techniky, není vždy dosahováno představ zákonodárce o minimalizaci spotřeby tepla, tj. maximalizaci úspor.

Recenzent: Vladimír Galád

## Tepelné toky v budově

V současné době provoz otopných soustav v bytových domech stále více ovlivňuje individuální chování uživatelů bytů. V této souvislosti je zmiňováno tzv. „kradení tepla mezi byty“, které je způsobováno jednak porušováním teplotní a tepelné rovnováhy mezi byty a také intenzivní snahou využívat neměřenou dodávku tepla ze společných potrubí. K posouzení, o jak významné faktory se jedná, byla zpracována tato studie. Její součástí je Výpočtový nástroj TEM\_4, zpracovaný v Excelu, který umožňuje s přijatelnou technickou přesností tepelné toky v budově stanovit.

Tepelné ztráty budovy jsou součtem tepelných ztrát prostupem a tepelných ztrát větráním. Velikost tepelné ztráty je přímo úměrná teplotnímu rozdílu mezi interiérem a exteriérem. Výpočet tepelné ztráty určuje norma ČSN EN 12831 [1]. Tepelně-technické parametry konstrukcí udává ČSN 73 0540-2 [2]. Spotřebu energie na vytápění pak vypočítáme podle výše tepelné ztráty, teplotního rozdílu a doby provozu.

Tepelné ztráty a zisky mezi místnostmi v budově jsou dány především tepelnými ztrátami prostupem, kdy velikost ztráty závisí na součiniteli prostupu tepla  $U$  [ $W/m^2 \cdot K$ ] vodorovné nebo svislé konstrukce, teplotním rozdílu na obou stranách konstrukce a velikosti plochy konstrukce. V převládajících případech je návrhová teplota mezi obytnými místnostmi shodná a nedomáhá tak k tepelným ztrátám.

vytápění, nepředstavovaly tepelné toky v domě významnější problém. S rostoucími cenami energií a hromadným instalováním nástrojů k individuální regulaci vytápění v místnostech a měření odběru tepla, případně indikátorů odběru tepla, se jednotliví uživatelé snaží spotřebu energie snižovat účinnou regulací teploty v místnostech. To však má své limity. V případě úplného vypnutí vytápění dojde k poklesu teploty do stavu, kdy tepelné ztráty místnosti budou v rovnováze s tepelnými zisky z okolních místností, v řadě případů okolních bytů. Tím uživatel bytu uspoří náklady na vytápění, ale zároveň zvýší tyto náklady svým sousedům. Nejpalčivější problém představují byty dlouhodobě neobývané.

Byty ve větších bytových domech, lze rozdělit na byty vnitřní, které mají exteriérovou pouze jednu stěnu, byty podstřešní, kdy je ochlazovanou konstrukcí střeška a byty krajní, rohové s ochlazovanými dvěma nebo třemi stěnami. Čím je větší ochlazovaná plocha, tím jsou vyšší tepelné ztráty. Orientace domu a bytů má svůj vliv zejména z pohledu solárních zisků. Jižní orientace bytu znamená nižší potřebu tepla na vytápění v zimním období, ale zároveň často i nepříznivé přehřívání místnosti v letním období. Z toho vyplývá, že každý byt má trochu jiné tepelné ztráty, a také potřebu tepla, a některé byty jsou z pohledu energetického výhodnější než byty jiné.

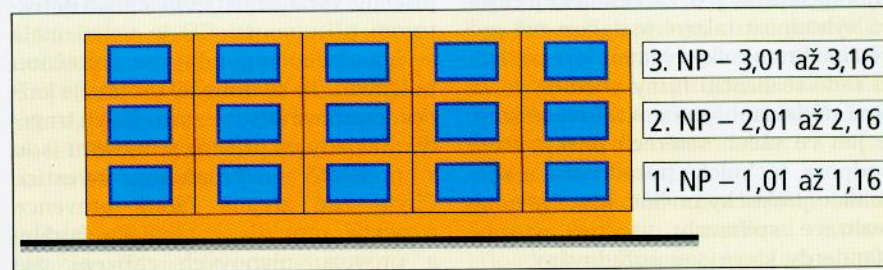
## Příklad bytového domu

Podívejme se na případ třípodlažního domu, s dispozicí panelového domu. Na podlaží jsou 3 byty, 1 byt dispozice 3+1, 1 byt dispozice 2+1 a jeden byt dis-

Trvale užívané obytné budovy	Výpočtová vnitřní teplota [°C]
Obývací místnosti	20
Kuchyně	20
Koupelny	24
Klozety	20
Vytápěné vedlejší místnosti (chodby, předsíň, aj.)	15, 18
Vytápěná schodiště	10, 15

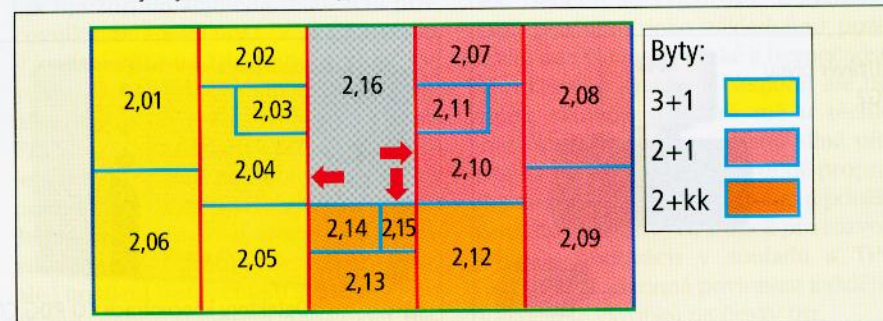
Tab. 1 Návrhové teploty v místnostech

V době, kdy jednotliví uživatelé bytu nemohli příliš ovlivnit výši poplatku za



Obr. 1 Čelní fasáda bytového domu

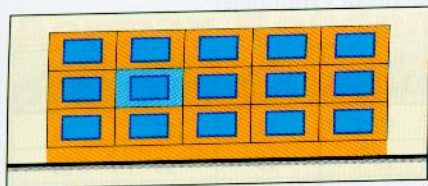
Obr. 2 Půdorys bytového domu – typické podlaží





pozice 2+kk. Co se stane při změně teplot v místnostech oproti návrhovému stavu je dokumentováno výpočtem v následujících příkladech. Objekt není zateplen s výjimkou střechy, okna jsou předpokládána původní.

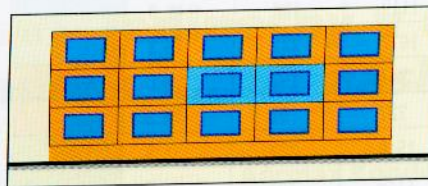
**Příklad 1 – nevytápěná místnost 2,05 bytu 3+1**



Obr. 3 Nevytápěná část domu (modře)

často i o více než 10 % vede k tomu, že otopné těleso v místnosti není schopné v době návrhových venkovních teplot zajistit ani při maximálním výkonu dosažení žádané teploty. To vede k nepohodě prostředí v dané místnosti.

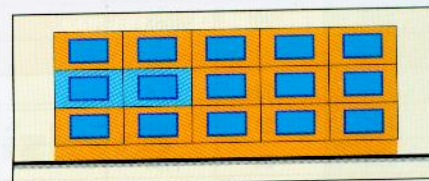
**Příklad 2 – nevytápěný byt 2+kk (místnosti 2,12–2,15)**



Obr. 4 Nevytápěná část domu (modře)

ustálí při nezapočítání vlivu průchozích rozvodů na teplotě 11–13 °C.

**Příklad 3 – nevytápěný byt 3+1 (místnosti 2,01–2,06)**



Obr. 5 Nevytápěná část domu (modře)

Vypnuté vytápění u největšího bytu 3+1 se nejvýrazněji projeví u bytů umístěných nad a pod tímto bytem. Teplota v místnostech je počítána pro stav, kdy jsou dveře jednotlivých místností uzavřeny. V případě, že by místnosti byly otevřeny, jejich teplota se ustálí na teplotě téměř shodné, odpovídající váhovému zastoupení tepelných ztrát v jednotlivých místnostech. Teplota bude v rozmezí 6–10 °C.

Číslo místnosti	Teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]	Změna teploty	Tepelná ztráta [W]	Změna ztráty [W]	Tepelná ztr. změna [%]	Bilance bytu [W]
Původní stav			Nový stav				
1,05	20	991		1062	71	7,2	71
2,04	19	-48		22	70	-	-514
2,05	20	748	14	31	-717	-	
2,06	20	1164		1297	133	11,4	
2,13	20	720		826	106	14,7	132
2,14	24	761		787	26	3,4	
3,05	20	1129		1200	71	6,3	71

Tabulka k příkladu 1

Uzavření otopného tělesa v místnosti 2,05 znamená snížení tepelných ztrát bytu o 514 W. Tato změna, ale zároveň způsobí zvýšení tepelných ztrát místností sousedních bytů. V tomto případě je nejvýraznější změnou zvýšení ztráty sousedního bytu o 132 W, které představují zvýšení ztráty o 14,7 %. Výrazné zvýšení tepelné ztráty místností,

V případě přerušení vytápění v bytě 2+kk dojde k výraznému nárůstu tepelné ztráty sousední místnosti o 34,3 %. To znamená, že výkon otopného tělesa v sousední místnosti bude nedostatečný. Nejvyšší nárůst ztrát zaznamená byt 2+1, a to o 319 W. Změnu zaznamenají i uživatelé bytů nad a pod nevytápěným bytem. Teplota v nevytápěném bytě se

Číslo místnosti	Teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]	Změna teploty	Tepelná ztráta [W]	Změna ztráty [W]	Tepelná ztr. změna [%]	Bilance bytu [W]
Původní stav			Nový stav				
2,05	20	667		896	229	34,3	229
2,09	20	1156		1342	186	16,1	319
2,10	20	218		351	133	61,0	
1,12	24	1019		1014	-5	-0,5	204
1,13	20	892		998	106	11,9	
1,14	24	731		761	30	4,1	
1,15	18	-69		4	73	-	
3,12	20	1154		1149	-5	-0,4	150
3,13	20	1030		1136	106	10,3	
3,14	24	576		606	30	5,2	
3,15	18	-51		-32	19	-	
2,12	20	732	13				
2,13	20	641	11				
2,14	24	616	12				
2,15	19	-55	13				

Tabulka k příkladu 2

**Příklad 4 – zateplení štitové stěny**

(změna součinitele prostupu tepla  $U$  z hodnoty 0,89 na  $0,3 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ )

Vliv zateplení štitové stěny zaznamenají všichni uživatelé bytů, které se zateplou stěnou sousedí. Zateplení nemá přímý vliv na tepelné ztráty vnitřních bytů.

Spotřeba energie a cena energie pro vnitřní tepelné ztráty nebo zisky je patrná z následující tabulky. Hodnoty odpovídají tepelné ztrátě 200 W. Pro delší časová období je ale vhodné brát v úvahu změnu teplot v nevytápěných místnostech.

Doba provozu [h]	Spotřeba energie [kWh]	Cena energie [Kč]
1 den	4,8	9,6
1 týden	34	67
1 měsíc	144	288
1 otopné období	1061	2100

Tab. 2 Spotřeba energie a cena energie při trvalé tepelné ztrátě 200 W a ceně tepla 2 Kč/kWh

**Tepelné zisky z otopné soustavy**

Nejběžnější systém vytápění v bytových domech je systém centrální, z pohledu geometrie jde o systém vertikální se spodním rozvodem. Spodní rozvod je zpravidla veden v technickém podlaží, kde často tepelné ztráty rozvodů zajišťují temperování společného prostoru. Tyto rozvody musí být opatřeny tepelnou izolací. Stoupací potrubí pak prochází skrz jednotlivá podlaží a byty.



Číslo místnosti	Teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]	Změna teploty	Tepelná ztráta [W]	Změna ztráty [W]	Tepelná ztr. změna [%]	Bilance bytu [W]
Původní stav			Nový stav				
1,01	20	1463		1684	221	15,1	784
1,02	20	1088		1190	102	9,4	
1,03	24	565		618	53	9,4	
1,04	19*	-6		53	59	-	
1,05	20	991		1119	128	12,9	
1,06	20	1456		1677	221	15,2	
2,13	20	649		841	192	29,6	283
2,14	24	636		727	91	14,3	
3,01	20	1318		1540	222	16,8	821
3,02	20	1017		1119	102	10,0	
3,03	24	496		550	54	10,9	
3,04	19*	86		180	94	-	
3,05	20	1089		1217	128	11,8	
3,06	20	1614		1835	221	13,7	
2,01	20	1134	6				
2,02	20	995	7				
2,03	24	167	10				
2,04	19*	259	10				
2,05	20	667	10				
2,06	20	1148	6				

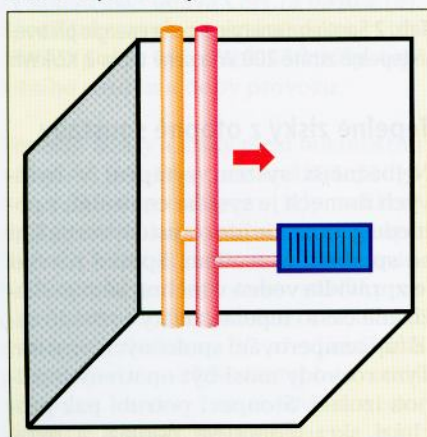
Tabulka k příkladu 3

Číslo místnosti	Teplota [°C]	Tepelná ztráta [W]	Změna U zateplení	Tepelná ztráta [W]	Změna ztráty [W]	Tepelná ztr. změna [%]	Bilance bytu [W]
Původní stav			Nový stav				
1,01	20	1463		1315	-148	-10,1	-296
1,06	20	1456		1308	-148	-10,2	
2,01	20	1134		986	-148	-13,1	-296
2,06	20	1148		1000	-148	-12,9	
3,01	20	1318		1171	-147	-11,2	-295
3,06	20	1614		1466	-148	-9,2	

Tabulka k příkladu 4

Ve starších instalacích potrubí není tepelně izolované a je zdrojem tepelných zisků do prostor, kterými prochází. Výše zisků závisí na teplotě otopné vody v potrubí a teplotě místnosti. Při

Obr. 6 Tepelné zisky z rozvodů



klesající teplotě vzduchu v místnosti roste přibližně lineárně topný výkon potrubí. Pro informaci je možné uvést, že pro ocelové potrubí DN 20, při délce potrubí 2,6 m, teplotě otopné vody 55 °C a vnitřní teplotě v místnosti 21 °C, je tepelná ztráta potrubí 73 W (tepelný tok z potrubí do místnosti), při teplotě v místnosti 12 °C pak 92 W. Pro přívod a zpátečku je tedy výkon v závislosti na teplotách přibližně dvojnásobný.

Výše zisků z rozvodů je patrná z následujících tabulek. Teplota 12 °C je teplota, která je často dosahována v nevytápěných místnostech v bytovém domě. Teplota je zajištěna tepelnými zisky z okolních místností. Výše zisků je závislá na přestupu tepla z povrchu potrubí vlivem konvekce a také sálání. Výši součinitele ovlivňuje teplota okolních stěn, směr umístění potrubí (vodorovné, svislé) a rychlost proudění vzduchu.

Rozvody v bytovém domě je možné opatřit tepelnou izolací pro výrazné omezení tepelných ztrát. Je však téměř nemožné zajistit, aby nedošlo k sejmuty izolace uživatelem bytu v případě, kdy rozvody nejsou zakryty pevnou stavební konstrukcí. Zabudované rozvody nebo rozvody umístěné v zákrytech opatřené tepelnou izolací jsou z tohoto hlediska výhodnější.

Teplota potrubí	DN15	DN20	DN25
60 °C	30	35	40
70 °C	35	45	55
80 °C	45	60	70
90 °C	60	70	90

Tab. 3 Tepelný výkon [W] svislého potrubí délky 1 m při teplotě místnosti 20 °C [4]

Teplota potrubí	DN15	DN20	DN25
30 °C	9	11	13
40 °C	15	20	22
50 °C	23	30	34
60 °C	33	42	47
70 °C	43	55	63
80 °C	55	71	80
90 °C	69	88	100

Tab. 4 Tepelný výkon [W] svislého potrubí délky 1 m při teplotě místnosti 12 °C

### Tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta větráním uvnitř budovy se vyskytuje v případě, kdy dochází k větrání bytů na chodbu a schodiště budovy. Výskyt a vliv této tepelné ztráty souvisí s těsností dveří ústících do schodiště, s těsností oken v bytech, výškou objektu a jeho umístěním, především vystavení budovy převládajícímu směru proudění větru. Z důvodu výměny oken a dveří dochází ale ke zvyšování těsnosti a větrání bytů není nadměrné a nezpůsobuje zásadní tepelné ztráty. Naopak jako častější se jeví situace, kdy nedostatečné větrání bytů vede ke zvyšování vlhkosti a ke kondenzaci vlhkosti na chladných konstrukcích. V některých případech může docházet i k opačnému efektu, kdy otopná soustava ve společných částech domu je zdrojem tepelných zisků zejména pro výše umístěné byty.

Obr. 7 Řez budovou

