



Deutsch-Slowakische
Industrie- und Handelskammer
Slovensko-nemecká
obchodná a priemyselná komora



Energetický audit a certifikácia budov

The background features abstract green geometric shapes. On the left, a solid green trapezoid points upwards. On the right, a complex arrangement of overlapping translucent green triangles and polygons creates a dynamic, layered effect. The text is centered in the white space between these elements.

Energetická certifikácia: Potreba energie na vykurovanie

doc. Ing. Michal Krajčík, PhD.

Obsah prednášky

1. Princíp výpočtu
2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla
3. Tepelné straty pri rozvode tepla
4. Tepelné straty pri výrobe tepla
5. Zatriedenie systému vykurovania do energetickej triedy
6. Test

1. Princíp výpočtu

Čo je potreba energie?

Slovensky:

- Potreba energie

Nemecky:

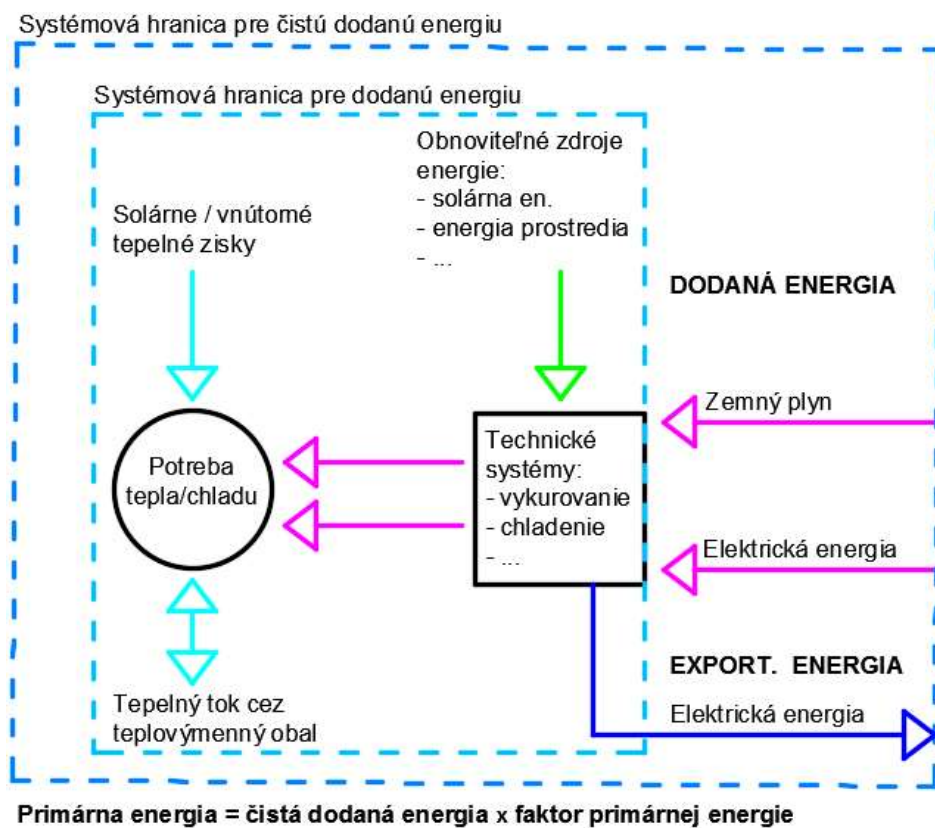
- Energiebedarf

Anglicky:

- Energy use; Energy demand
- ENERGIA = potreba tepla + tepelné straty zo systémov + vlastná energia
- POTREBA ENERGIE = vypočítané množstvo v kWh alebo GJ
- SPOTREBA ENERGIE = namerané množstvo v kWh alebo GJ

1. Princíp výpočtu

Hranice pre energetické výpočty



Zdroj: upravené z Kurnitski et al. (2011)

1. Princíp výpočtu

Požiadavky na tepelnú izoláciu stavebných konštrukcií

- Požiadavky na U-hodnotu stavebných konštrukcií od 2021
- STN 73 0540-2 (posledná zmena v roku 2019)

Stavebná konštrukcia	Cieľová odporúčaná hodnota (od 1.1.2021)	
	U_{r2}	U_{r3}
	požadovaná	odporúčaná
Vonkajšia stena, strecha so sklonom $> 45^\circ$	0,22	0,15
Plochá strecha, šikmá strecha pod $\leq 45^\circ$	0,15	0,10
Strop nad vonkajším prostredím	0,15	0,10
Strop pod nevykurovaným priestorom	0,20	0,15
Okná a dvere v obvodovej stene	0,85	0,65
Okná v šikmej streche	1,2	1,0

1. Princíp výpočtu

Požiadavky na tepelnú izoláciu stavebných konštrukcií

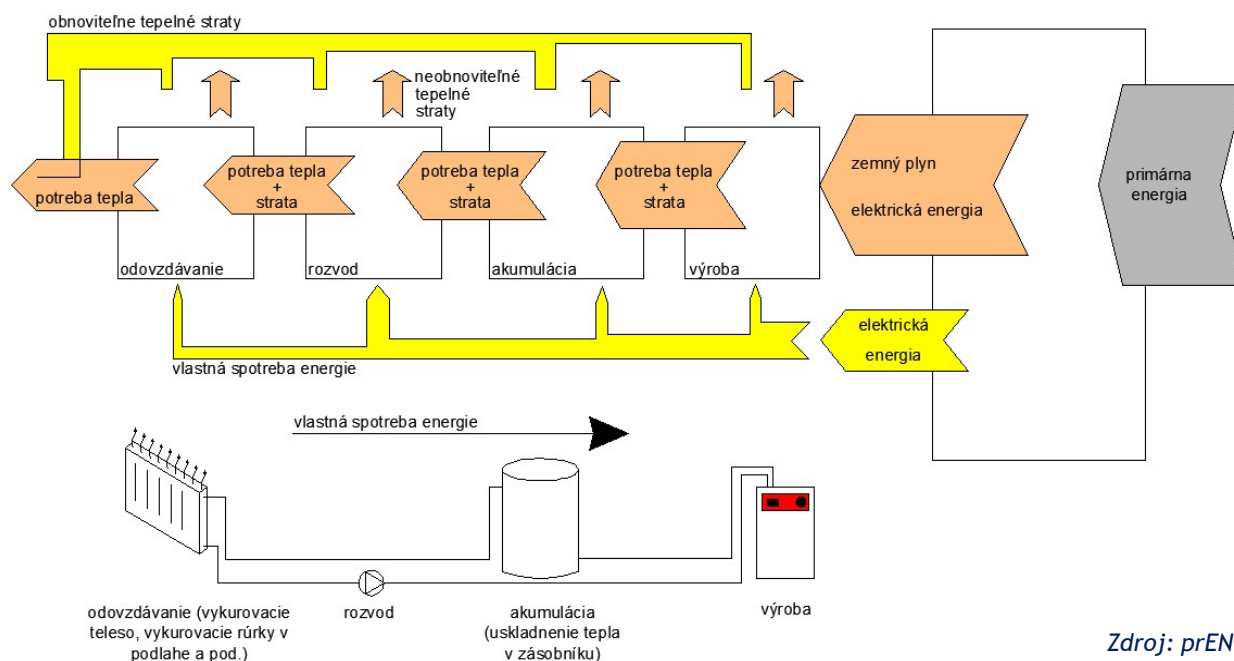
- Požiadavky na potrebu tepla na vykurovanie od 2021
- STN 73 0540-2 (posledná zmena v roku 2019)

Faktor tvaru budovy	Potreba tepla na vykurovanie Cieľová hodnota od 1.1.2021	
	$Q_{H,nd,r2}$ požadovaná	$Q_{H,nd,r3}$ odporúčaná
1/m	kWh/(m ² .a)	kWh/(m ² .a)
≤ 0,3	25	12,5
0,4	28,55	14,28
0,5	32,15	16,08
0,6	35,7	17,85
0,7	39,3	19,65
0,8	42,85	21,43
0,9	46,45	23,23
≥ 1,0	50	25

1. Princíp výpočtu

Smer toku energie a energetických výpočtov

- Výpočet sa začína stanovením potreby tepla
- Čím vyššia je potreba tepla, tým vyššie sú tepelné straty
- Časový krok je obvykle 1 mesiac. Normy obsahujú aj postup pre krok 1 hodina



Zdroj: prEN 15316-1:2006

1. Princíp výpočtu

Normy

- Prechádzajúci súbor noriem vydaný v roku 2007
- Nové EN normy vydané v roku 2017
- Normy umožňujú ročný, mesačný, hodinový krok
- Sú prispôsobené na hodinové výpočty
- Najvýraznejšia zmena nastala pri systémoch odovzdávania tepla
- Pribudla norma zameraná na zásobníky tepla

1. Princíp výpočtu

Normy

STN EN 15316-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 2: **Systémy odovzdávania tepla a chladu do priestoru**

STN EN 15316-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 3: **Systémy rozvodu tepla, chladu a teplej úžitkovej vody**

STN EN 15316-4-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-1: **Systémy výroby tepla a prípravy úžitkovej teplej vody, spaľovacie systémy (kotly, biomasa)**

STN EN 15316-4-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-2: **Systémy výroby tepla, systémy tepelného čerpadla**

STN EN 15316-4-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-3: **Systémy výroby tepla, tepelné solárne a fotovoltaické systémy**



1. Princíp výpočtu

Normy

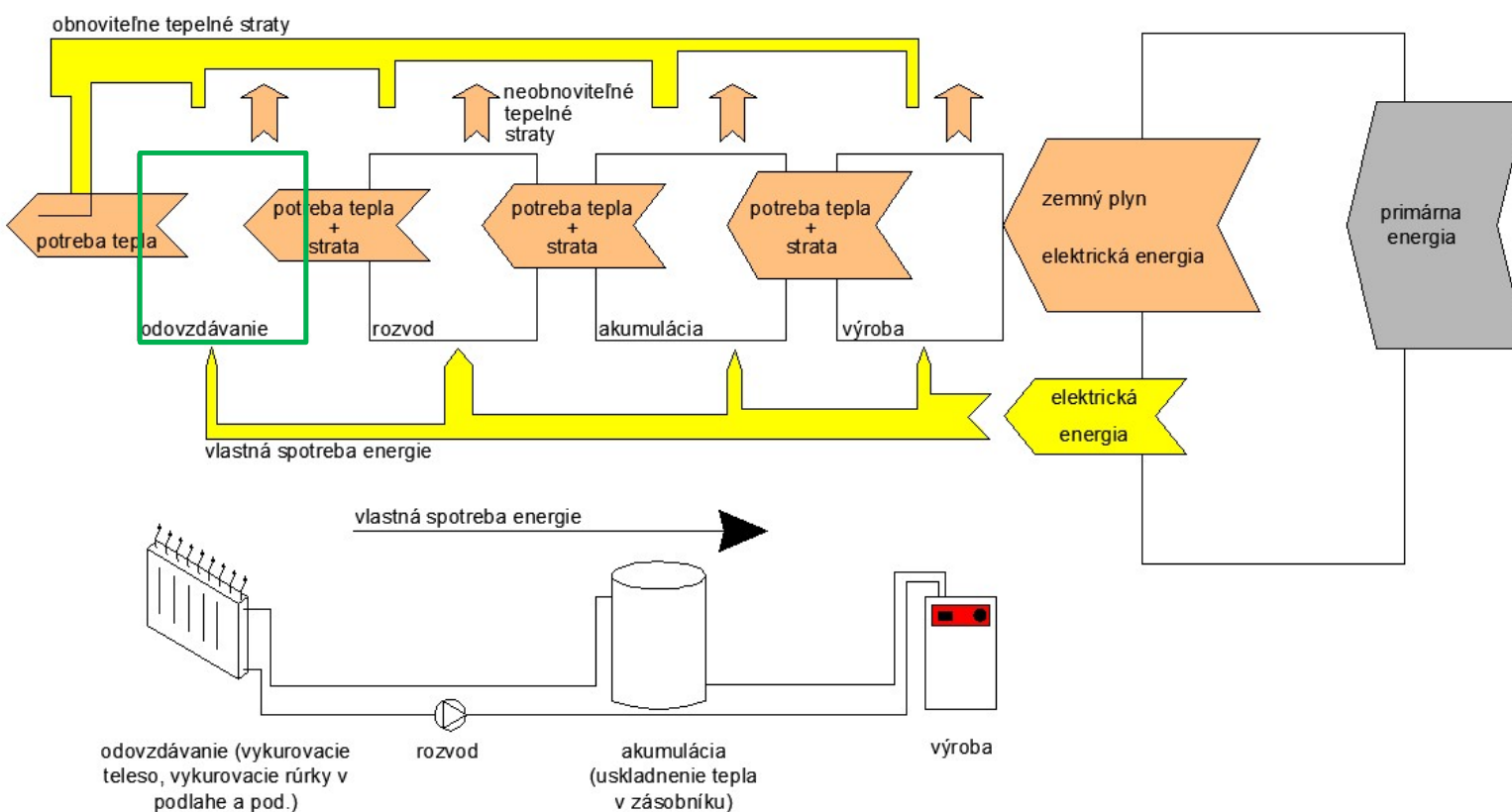
STN EN 15316-4-4 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-4: **Systémy výroby tepla, systémy kombinovanej výroby elektriny a tepla integrované v budovách**

STN EN 15316-4-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-5: **Centralizované zásobovanie teplom a chladom, moduly M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5**

STN EN 15316-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 5: **Vykurovanie a skladovacie systémy úžitkovej teplej vody (nie chladenie)**

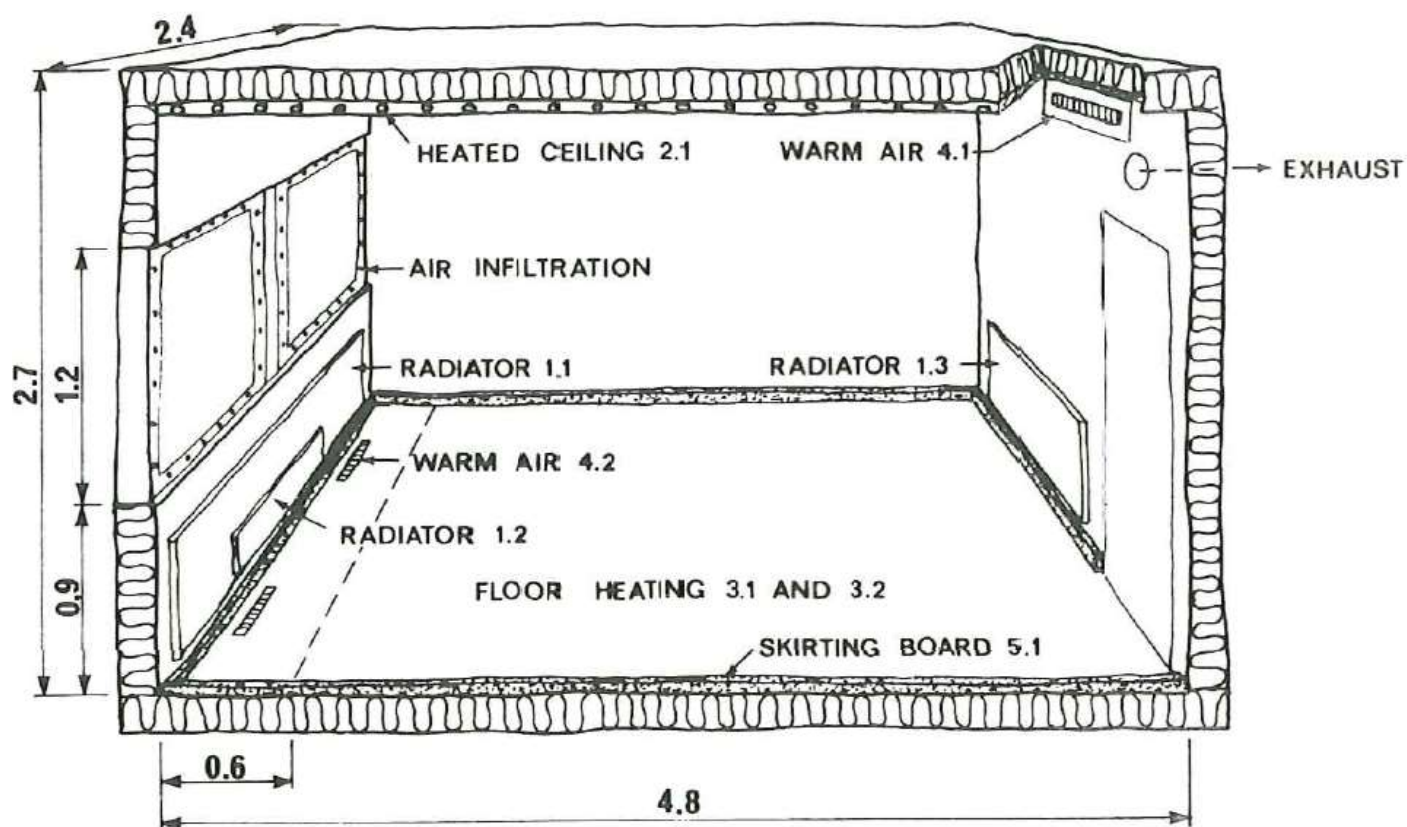
2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Smer výpočtu



2. Tepelné straty při odovzdávání tepla

Typy odovzdávacích prvků



Zdroj: Olesen and Thorshauge (1979)

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Ako dochádza k tepelným stratám pri odovzdávaní tepla?

$$Q_{em,ls} = Q_{em,str} + Q_{em,emb} + Q_{em,ctr}$$

$Q_{em,str}$ tepelné straty spôsobené nerovnomerným rozdelením teploty (kWh);

$Q_{em,emb}$ tepelné straty spôsobené polohou odovzdávacieho prvku (kWh);

$Q_{em,ctr}$ tepelné straty spôsobené reguláciou vnútornej teploty (kWh).

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Metóda podľa STN EN 15316-2:2017 (nahradila STN EN 15316-2-1)

- Tepelné straty pri odovzdávaní tepla v kWh sa vypočítajú takto:

$$Q_{em,ls} = Q_{em,out} \cdot \left(\frac{\Delta\theta_{int,inc}}{\theta_{int,inc} - \theta_{e,comb}} \right) \text{ (kWh)}$$

Potreba tepla na vykurovanie(kWh)

Zvýšenie teploty v dôsledky strát (K)

$\theta_{int,inc}$

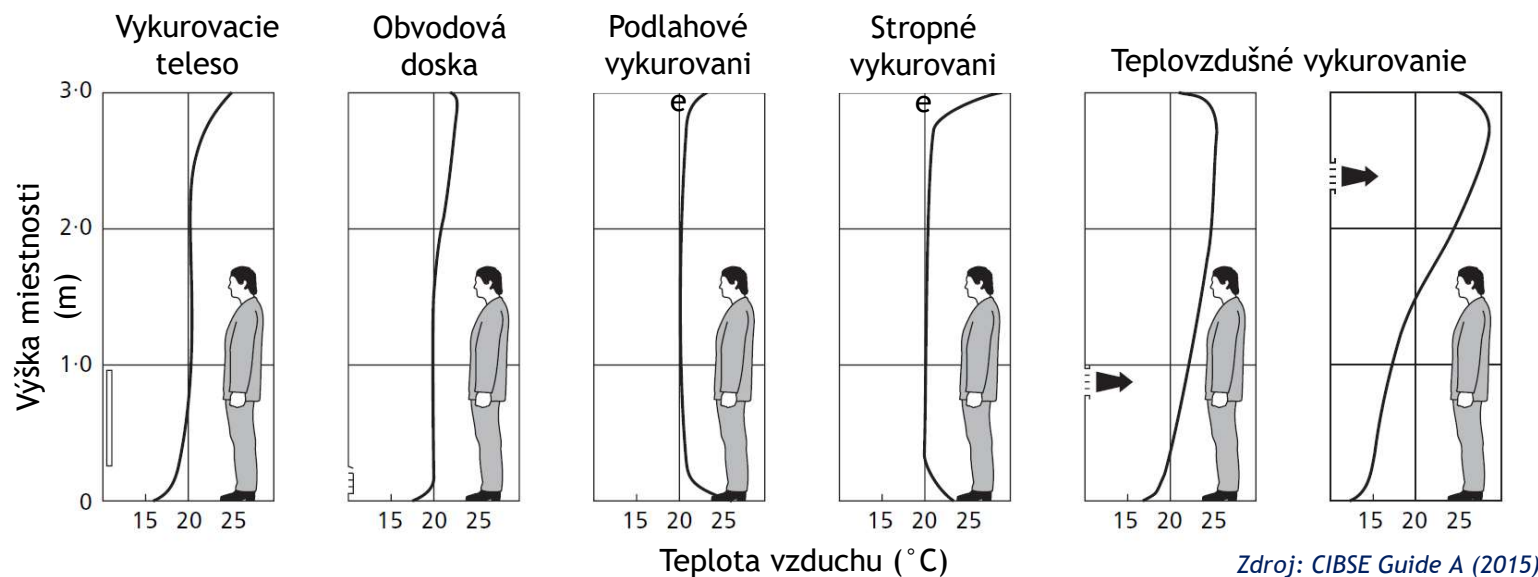
$\theta_{e,comb}$

$= \theta_{e,avg}$ - priemer vonkajšej teploty počas vykúr.

Ekvivalentná vnútorná teplota (°C)

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

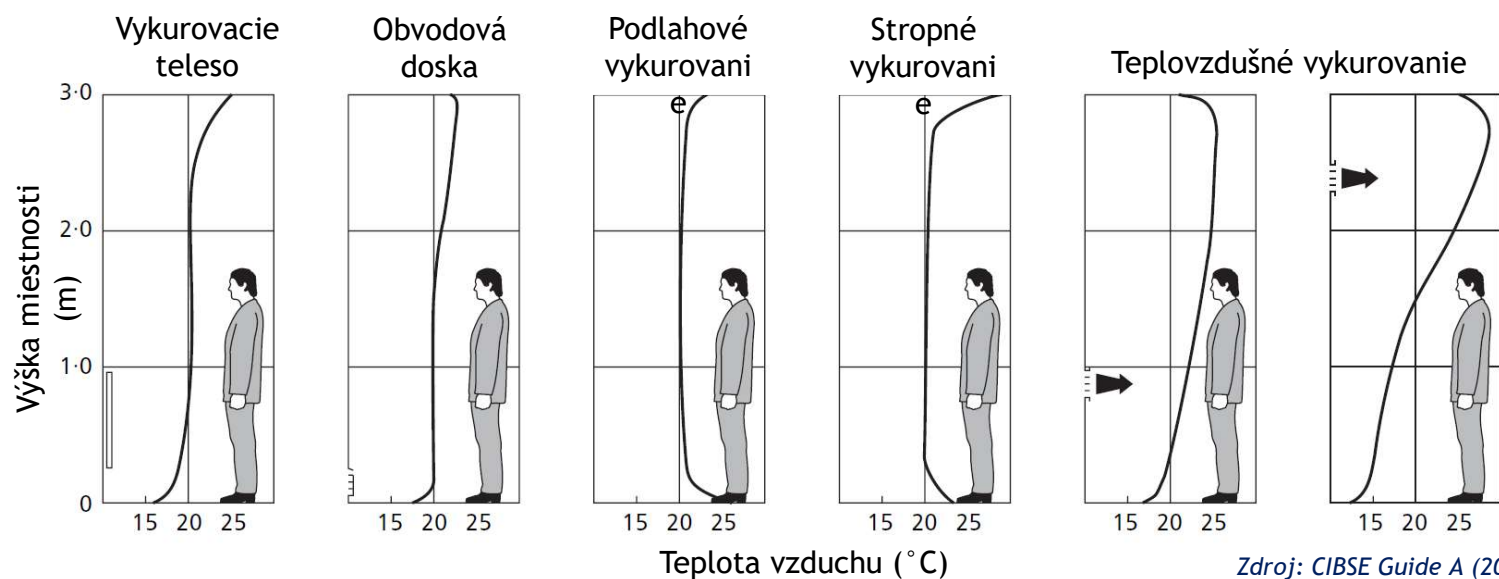
Tepelné straty vplyvom nerovnomerného rozloženia teploty



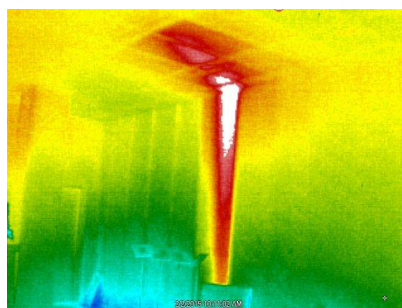
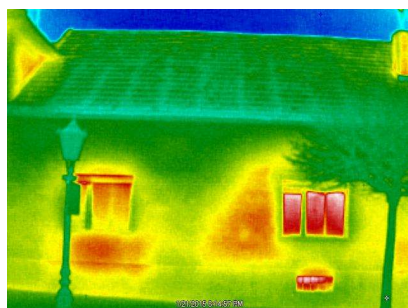
$$\Delta\theta_{\text{int,inc}} = \Delta\theta_{\text{hyd}} + \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im,emt}} + \Delta\theta_{\text{ctr}} + \Delta\theta_{\text{im,ctr}} + \Delta\theta_{\text{roomaut}}$$

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom nerovnomerného rozloženia teploty



Zdroj: CIBSE Guide A (2015)



2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom nerovnomerného rozloženia teploty

- Vykurovacie telesá

$$\Delta\theta_{\text{str}} = (\theta_{\text{str},1} + \theta_{\text{str},2})/2 \text{ (K)}$$

$$\Delta\theta_{\text{rad}} = 0.0 \text{ K}$$

$$\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0.3 \text{ K}$$

Parametre vplyvu		Zmena teploty			
		$\Delta\theta_{\text{str}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},1}^b$	$\Delta\theta_{\text{ctr},2}^c$	$\Delta\theta_{\text{emb}}$
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (elektromechanické/elektronické)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Zvýšená teplota ($\theta_i = 20 \text{ °C}$)	Dvojtrúrkové vykurovanie a jednorúrkové vykurovanie po renovácii ^d :	$\Delta\theta_{\text{str},1}$	$\Delta\theta_{\text{str},2}$		
	- 60 K (napr. 90/70)	1,2			
	- 42,5 K (napr. 70/55)	0,7			
	- 30 K (napr. 55/45)	0,5			
	- 20 K (napr. 45/35)	0,4			
	Jednorúrkové vykurovanie (v pôvodnom stave):				
	- 60 K (napr. 90/70)	1,6			
Špecifické tepelné straty cez externé komponenty (GF = sklené plochy)	- 42,5 K (napr. 70/55)	1,2			
	Vykurovacie systémy kombinované s núteným vetraním	0,2			
	Vykurovacie telesá s ventilátormi / fan coils ^e	0			
	Radiátor na vnútornej stene		1,3		0
	Radiátor na vonkajšej stene				
	- GF bez ochrany pred žiarením		1,7		0
	- GF s ochranou pred žiarením ^a		1,2		0
	- normálna vonkajšia stena		0,3		0

stratifikácia

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom nerovnomerného rozloženia teploty

- Sáľavé systémy

$$\Delta\theta_{\text{emb}} = (\theta_{\text{emb},1} + \theta_{\text{emb},2})/2 \quad (\text{K})$$

$$\Delta\theta_{\text{rad}} = 0.0 \text{ K}$$

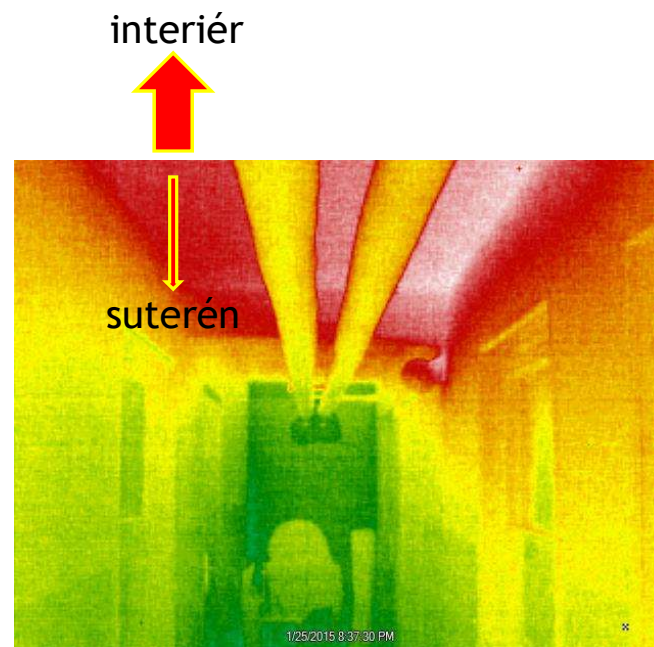
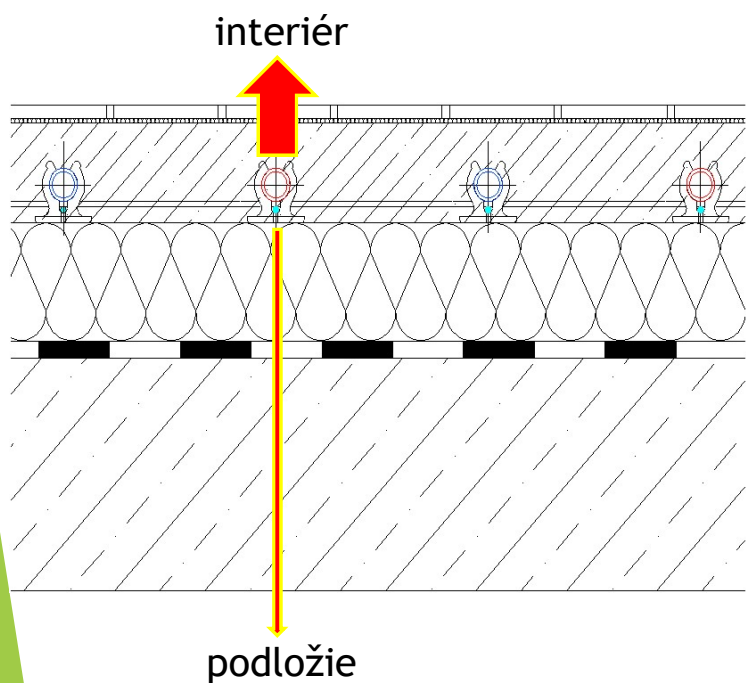
$$\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0.2 \text{ K}$$

Parametre vplyvu		stratifikácia Zmena teploty			
		$\Delta\theta_{\text{str}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},1}^{\text{a}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},2}^{\text{b}}$	$\Delta\theta_{\text{emb}}$
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (napr. 2-stupňový regulátor)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor / 2-stupňový regulátor (hysteréza $\leq \pm 0,5 \text{ K}$)		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Systém	Podlahové vykurovanie				$\Delta\theta_{\text{emb},1}$ $\Delta\theta_{\text{emb},2}$
	- mokrý systém	0			
	- suchý systém	0			0,7
	- suchý systém s malým prekrytím	0			0,4
	Stenové vykurovanie	0,4			0,2
	Stropné vykurovanie	0,7			0,7
	Vykurovacie systémy kombinované s núteným vetraním ^c	0			0,7
Špecifické tepelné straty cez vykurovacie plochy (pozri Tab. 3.3)	Plošné vykurovanie bez minimálnej izolácie podľa STN EN 1264				1,4
	Plošné vykurovanie s minimálnou izoláciou podľa STN EN 1264				0,5
	Plošné vykurovanie so o 100 % lepšou izoláciou ako sa požaduje podľa STN EN 1264				0,1

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom umiestnenia v stavebnej konštrukcii

$$\Delta\theta_{\text{int,inc}} = \Delta\theta_{\text{hyd}} + \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im,emt}} + \Delta\theta_{\text{ctr}} + \Delta\theta_{\text{im,ctr}} + \Delta\theta_{\text{roomaut}}$$



2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom umiestnenia v stavebnej konštrukcii

• Vykurovacie telesá

$$\Delta\theta_{\text{str}} = (\theta_{\text{str},1} + \theta_{\text{str},2})/2 \text{ (K)}$$

$$\Delta\theta_{\text{rad}} = 0.0 \text{ K}$$

$$\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0.3 \text{ K}$$

Parametre vplyvu		Zmena teploty straty cez konštrukcie			
		$\Delta\theta_{\text{str}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},1}^b$	$\Delta\theta_{\text{ctr},2}^c$	$\Delta\theta_{\text{emb}}$
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (elektromechanické/elektronické)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Zvýšená teplota ($\theta_i = 20 \text{ °C}$)	Dvojrúrkové vykurovanie a jednorúrkové vykurovanie po renovácii ^d :	$\Delta\theta_{\text{str},1}$	$\Delta\theta_{\text{str},2}$		
	- 60 K (napr. 90/70)	1,2			
	- 42,5 K (napr. 70/55)	0,7			
	- 30 K (napr. 55/45)	0,5			
	- 20 K (napr. 45/35)	0,4			
	Jednorúrkové vykurovanie (v pôvodnom stave):				
	- 60 K (napr. 90/70)	1,6			
	- 42,5 K (napr. 70/55)	1,2			
	Vykurovacie systémy kombinované s núteným vetraním	0,2			
	Vykurovacie telesá s ventilátormi / fan coils ^e	0			
Špecifické tepelné straty cez externé komponenty (GF = sklené plochy)	Radiátor na vnútornej stene		1,3		0
	Radiátor na vonkajšej stene				
	- GF bez ochrany pred žiarením		1,7		0
	- GF s ochranou pred žiarením ^a		1,2		0
	- normálna vonkajšia stena		0,3		0

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom umiestnenia v stavebnej konštrukcii

- Sáľavé systémy

$$\Delta\theta_{\text{emb}} = (\theta_{\text{emb},1} + \theta_{\text{emb},2})/2 \quad (\text{K})$$

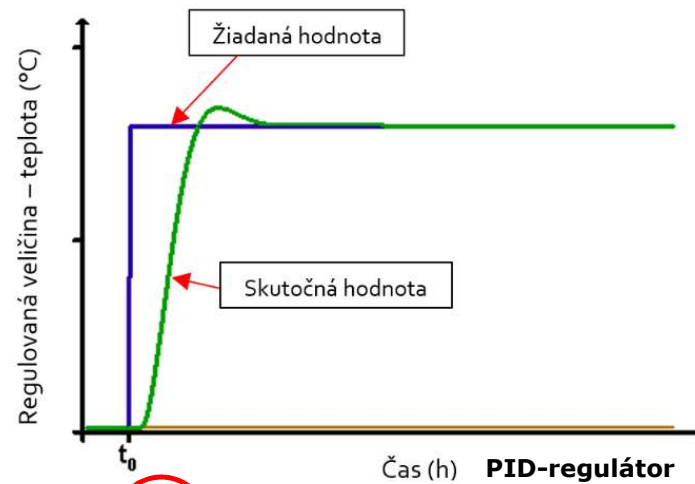
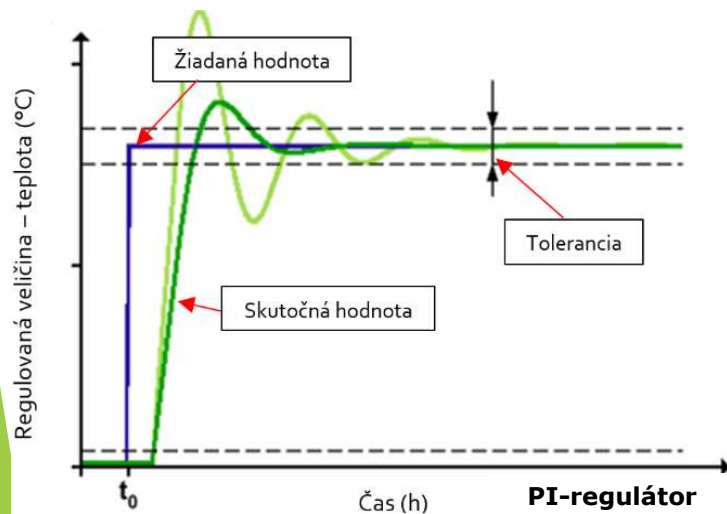
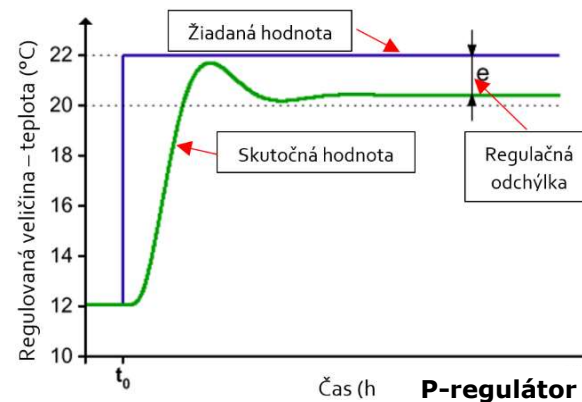
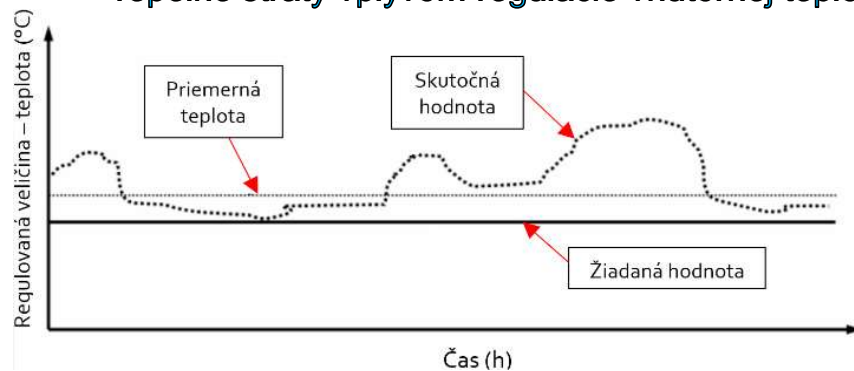
$$\Delta\theta_{\text{rad}} = 0.0 \text{ K}$$

$$\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0.2 \text{ K}$$

Parametre vplyvu		Zmena teploty			
		$\Delta\theta_{\text{str}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},1}^{\text{a}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},2}^{\text{b}}$	$\Delta\theta_{\text{emb}}$
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	straty cez konštrukcie
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (napr. 2-stupňový regulátor)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor / 2-stupňový regulátor (hysteréza $\leq \pm 0,5 \text{ K}$)		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Systém	Podlahové vykurovanie				$\Delta\theta_{\text{emb},1}$
	- mokrý systém	0			
	- suchý systém	0			0,7
	- suchý systém s malým prekrytím	0			0,4
	Stenové vykurovanie	0,4			0,2
	Stropné vykurovanie	0,7			0,7
	Vykurovacie systémy kombinované s núteným vetraním ^c	0			0,7
Špecifické tepelné straty cez vykurovacie plochy (pozri Tab. 3.3)	Plošné vykurovanie bez minimálnej izolácie podľa STN EN 1264				1,4
	Plošné vykurovanie s minimálnou izoláciou podľa STN EN 1264				0,5
	Plošné vykurovanie so o 100 % lepšou izoláciou ako sa požaduje podľa STN EN 1264				0,1

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

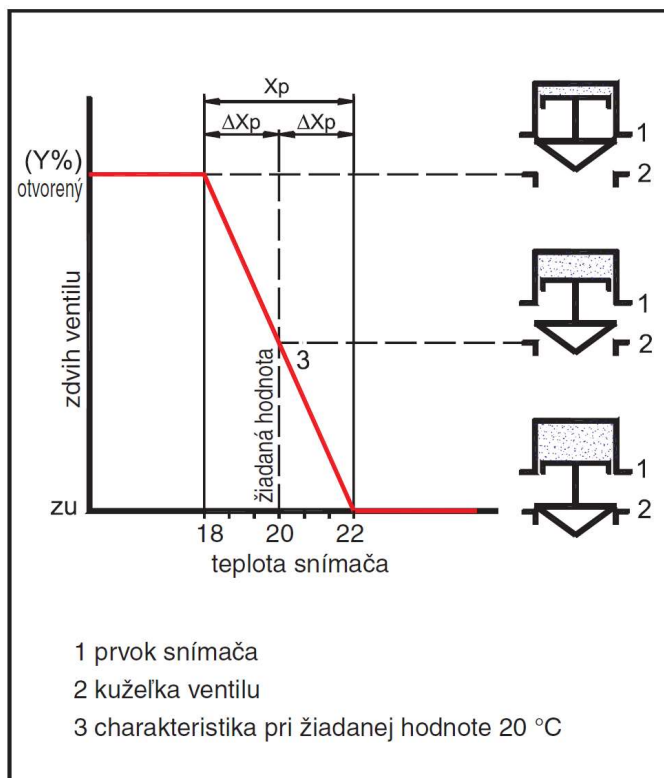
Tepelné straty vplyvom regulácie vnútornej teploty



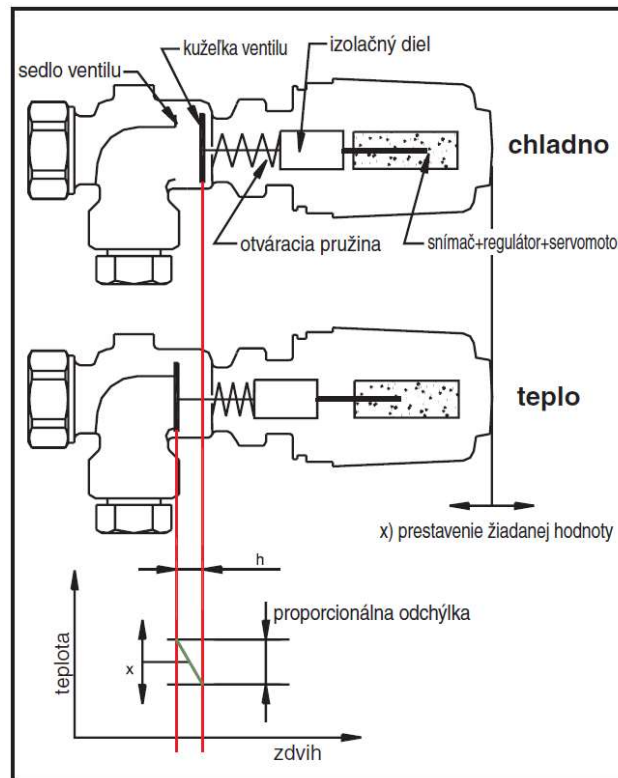
$$\Delta\theta_{\text{int,inc}} = \Delta\theta_{\text{hyd}} + \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im,emt}} + \Delta\theta_{\text{ctr}} + \Delta\theta_{\text{im,ctr}} + \Delta\theta_{\text{roomaut}}$$

2. Tepelné straty při odovzdávání tepla

Tepelné straty vplyvom regulácie vnútornej teploty



Princíp P-regulácie



Regulácia pomocou
termostatickej hlavice



Zdroj: HERZ (<https://www.herz-sk.sk/odborne-rady/systemova-a-regulacna-technika/termostaticky-ventil-a-jeho-funkcia-vo-vykurovacej-sustave/>)

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom regulácie vnútornej teploty

• Vykurovacie telesá

$$\Delta\theta_{\text{str}} = (\theta_{\text{str},1} + \theta_{\text{str},2})/2 \text{ (K)}$$

$$\Delta\theta_{\text{rad}} = 0.0 \text{ K}$$

$$\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0.3 \text{ K}$$

Parametre vplyvu		Zmena teploty			
		$\Delta\theta_{\text{str}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},1}^b$	$\Delta\theta_{\text{ctr},2}^c$	$\Delta\theta_{\text{emb}}$
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (elektromechanické/elektronické)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Zvýšená teplota ($\theta_i = 20 \text{ °C}$)	Dvojtrúrkové vykurovanie a jednorúrkové vykurovanie po renovácii ^d :	$\Delta\theta_{\text{str},1}$	$\Delta\theta_{\text{str},2}$		
	- 60 K (napr. 90/70)	1,2			
	- 42,5 K (napr. 70/55)	0,7			
	- 30 K (napr. 55/45)	0,5			
	- 20 K (napr. 45/35)	0,4			
	Jednorúrkové vykurovanie (v pôvodnom stave):				
	- 60 K (napr. 90/70)	1,6			
	- 42,5 K (napr. 70/55)	1,2			
	Vykurovacie systémy kombinované s núteným vetraním	0,2			
	Vykurovacie telesá s ventilátormi / fan coils ^e	0			
Špecifické tepelné straty cez externé komponenty (GF = sklenené plochy)	Radiátor na vnútornej stene		1,3		0
	Radiátor na vonkajšej stene				
	- GF bez ochrany pred žiarením		1,7		0
	- GF s ochranou pred žiarením ^a		1,2		0
	- normálna vonkajšia stena		0,3		0

regulácia

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom regulácie vnútornej teploty

- Sálavé systémy

$$\Delta\theta_{\text{emb}} = (\theta_{\text{emb},1} + \theta_{\text{emb},2})/2 \quad (\text{K})$$

$$\Delta\theta_{\text{rad}} = 0.0 \text{ K}$$

$$\Delta\theta_{\text{im,emt}} = -0.2 \text{ K}$$

Parametre vplyvu		Zmena teploty regulácia			
		$\Delta\theta_{\text{str}}$	$\Delta\theta_{\text{ctr},1}^a$	$\Delta\theta_{\text{ctr},2}^b$	$\Delta\theta_{\text{emb}}$
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		2,5	2,5	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		2	1,8	
	Riadenie na úrovni miestnosti (napr. 2-stupňový regulátor)		1,8	1,6	
	P-regulátor (pred 1988)		1,4	1,4	
	P-regulátor / 2-stupňový regulátor (hysteréza $\leq \pm 0,5 \text{ K}$)		1,2	0,7	
	PI-regulátor		1,2	0,7	
	PI-regulátor (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,9	0,5	
Systém	Podlahové vykurovanie				$\Delta\theta_{\text{emb},1}$ $\Delta\theta_{\text{emb},2}$
	- mokrý systém	0			
	- suchý systém	0			0,7
	- suchý systém s malým prekrytím	0			0,4
	Stenové vykurovanie	0,4			0,2
	Stropné vykurovanie	0,7			0,7
	Vykurovacie systémy kombinované s núteným vetraním ^c	0			0,7
Špecifické tepelné straty cez vykurovacie plochy (pozri Tab. 3.3)	Plošné vykurovanie bez minimálnej izolácie podľa STN EN 1264				1,4
	Plošné vykurovanie s minimálnou izoláciou podľa STN EN 1264				0,5
	Plošné vykurovanie so o 100 % lepšou izoláciou ako sa požaduje podľa STN EN 1264				0,1

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Tepelné straty vplyvom hydraulického vyregulovania

Jednorúrkový systém	$\Delta\theta_{\text{hydr}}$	Dvojrúrkový systém	*n ≤ 10	*n > 10
			$\Delta\theta_{\text{hydr}}$	$\Delta\theta_{\text{hydr}}$
Bez hydraulického vyregulovania	0,7	Bez hydraulického vyregulovania	0,6	
Statické vyváženie pre každý okruh	0,4	Statické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo komponent s integrovanou vykurovacou plochou, bez vyváženia sústavy ako celku	0,3	0,4
Dynamické vyváženie pre každý okruh (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku)	0,3	Statické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo prvok plošného vykurovania, s vyvážením sústavy ako celku (napr. vyvažovacím ventilom)	0,2	0,3
Dynamické vyváženie pre každý okruh (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku) a dynamická regulácia v závislosti od tepelného príkonu (napr. regulácia na základe teploty vratnej vody)	0,2	Statické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo komponent s integrovanou vykurovacou plochou a zároveň dynamické vyváženie sústavy ako celku (napr. regulátormi tlakovej diferencie)	0,1	0,2
Dynamické vyváženie pre každý okruh (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku) a dynamická regulácia v závislosti od tepelného príkonu (regulácia na základe rozdielu teploty prívodnej a vratnej vody)	0,1	Dynamické vyváženie pre každé vykurovacie teleso alebo komponent s integrovanou vykurovacou plochou (napr. automatickými obmedzovačmi prietoku / regulátormi tlakovej diferencie)	0	

*n – počet odovzdávacích prvkov (napr. počet vykurovacích telies...)

$$\Delta\theta_{\text{int,inc}} = \Delta\theta_{\text{hyd}} + \Delta\theta_{\text{str}} + \Delta\theta_{\text{emb}} + \Delta\theta_{\text{rad}} + \Delta\theta_{\text{im,emt}} + \Delta\theta_{\text{ctr}} + \Delta\theta_{\text{im,ctr}} + \Delta\theta_{\text{roomaut}}$$

2. Tepelné straty při odovzdávání tepla

Metóda podľa STN EN 15316-2-1 (zrušená)

Celková účinnosť

$$\eta_{\text{em}} = \frac{1}{(4 - (\eta_{\text{str}} + \eta_{\text{ctr}} + \eta_{\text{emb}}))} \quad (-)$$

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Metóda podľa STN EN 15316-2-1 (zrušená)

Účinnosti pre voľné vykurovacie plochy (radiátory); výška miestnosti ≤ 4 m

Parametre vplyvu		Čiastková účinnosť		
		η_{str}	η_{ctr}	η_{emb}
Regulácia teploty miestnosti	Neregulovaná, s centrálnou reguláciou teploty		0,8	
	Riadenie podľa referenčnej miestnosti		0,88	
	Regulátor P (2 K)		0,93	
	Regulátor P (1 K)		0,95	
	Regulátor PI		0,97	
	Regulátor PI (s funkciou optimalizácie, napríklad prítomnosť riadenia, adaptívny regulátor)		0,99	
Zvýšená teplota $\theta = 20$ °C		η_{str1}	η_{str2}	
	60 K (napríklad 90/70)	0,88		
	42,5 (napríklad 70/55)	0,93		
	30 K (napríklad 55/45)	0,95		
Špecifické tepelné straty cez externé komponenty (GF = sklené plochy)	Radiátor na vnútornej stene		0,87	1
	Radiátor na vonkajšej stene			
	- GF bez ochrany pred žiarením		0,83	1
	- GF s ochranou pred žiarením		0,88	1
	- normálna vonkajšia stena		0,95	1
a) Regulátor P znamená proporcionálny regulátor, ktorý v praxi zodpovedá termostatickým hlaviciam. Hodnota v zátvorke predstavuje pásmo proporcionality regulátora. Regulátor PI vznikne paralelným spojením proporcionálnej a integračnej zložky regulátora. b) Ochrana proti žiareniu izoláciou a/alebo odrazom musí zabrániť 80 % strát sálaním z vykurovacieho telesa do sklenených povrchov.				

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Metóda podľa STN EN 15316-2-1 (zrušená)

Účinnosti pre komponenty s integrovanou vykurovacou plochou; výška miestnosti ≤ 4 m

	Parametre vplyvu	Čiastková účinnosť		
		η_{str}	η_{ctr}	η_{emb}
Regulácia teploty miestnosti	Prenos tepla vodou:			
	- neregulovaný		0,75	
	- neregulovaný, s centrálnou reguláciou teploty		0,78	
	- neregulovaný, s vytváranou priemernou hodnotou		0,83	
	- riadenie podľa referenčnej miestnosti		0,88	
	- dvojestupňový regulátor/regulátor P		0,93	
	- regulátor PI		0,95	
	Elektrické vykurovanie			
Systém	- dvojestupňový regulátor		0,91	
	- regulátor PI		0,93	
	Podlahové vykurovanie			η_{emb1} η_{emb2}
	- mokrý systém	1		0,93
	- suchý systém	1		0,96
	- suchý systém s malým prekrytím	1		0,98
Špecifické tepelné straty cez vykurovacie plochy	Stenové vykurovanie	0,96		0,93
	Stropné vykurovanie	0,93		0,93
	Plošné vykurovanie bez minimálnej izolácie podľa STN EN 1264 (pozri tab. 3.4)			0,86
	Plošné vykurovanie s minimálnou izoláciou podľa STN EN 1264 (pozri tab. 3.4)			0,95
	Plošné vykurovanie so o 100 % lepšou izoláciou ako sa požaduje podľa STN EN 1264 (pozri tab. 3.4)			0,99
a) Regulátor P znamená proporcionálny regulátor, ktorý v praxi zodpovedá termostatickým hlaviciam. Regulátor PI vznikne paralelným spojením proporcionálnej a integračnej zložky regulátora.				

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Metóda podľa STN EN 15316-2-1 (zrušená)

Účinnosti pre elektrické vykurovanie; výška miestnosti ≤ 4 m (EN 15316-2-1, 2007)

	Parametre vplyvu	Celková účinnosť η_{em}
Priestor vonkajšej steny	E- priame vykurovanie regulátor P (1 K)	0,91
	E - priame vykurovanie regulátor PI (s optimalizáciou)	0,94
	Neregulované akumulčné vykurovanie s akumuláciou nezávislou od vonkajšej teploty a so statickým/dynamickým vybíjaním	0,78
	Regulátor P (1 K) akumulčného vykurovania s akumuláciou závislou od vonkajšej teploty a so statickým a kontinuálnym dynamickým vybíjaním	0,88
	Regulátor PID akumulčného vykurovania s optimalizáciou s akumuláciou závislou od vonkajšej teploty so statickým a kontinuálnym dynamickým vybíjaním	0,91
Priestor vnútornej steny	E - priame vykurovanie regulátor P (1 K)	0,88
	E - priame vykurovanie regulátor PI (s optimalizáciou)	0,91
	Neregulované akumulčné vykurovanie s akumuláciou nezávislou od vonkajšej teploty a so statickým/dynamickým vybíjaním	0,75
	Regulátor P (1 K) akumulčného vykurovania s akumuláciou závislou od vonkajšej teploty a so statickým a kontinuálnym dynamickým vybíjaním	0,85
	Regulátor PID akumulčného vykurovania s optimalizáciou s akumuláciou závislou od vonkajšej teploty so statickým a kontinuálnym dynamickým vybíjaním	0,88

a) Regulátor P znamená proporcionálny regulátor, ktorý v praxi zodpovedá termostatickým hlaviciam. Hodnota v zátvorke predstavuje pásmo proporcionality regulátora. Regulátor PI vznikne paralelným spojením proporcionálnej a integračnej zložky regulátora.

2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Metóda podľa STN EN 15316-2-1 (zrušená)

Celková účinnosť

$$\eta_{\text{em}} = \frac{1}{4 - (\eta_{\text{str}} + \eta_{\text{ctr}} + \eta_{\text{emb}})} \quad (-)$$

Tepelné straty systému odovzdávania tepla:

$$Q_{\text{em,ls}} = \left(\frac{f_{\text{hydr}} \cdot f_{\text{im}} \cdot f_{\text{rad}}}{\eta_{\text{em}}} - 1 \right) \cdot Q_{\text{H}} \quad (\text{kWh})$$

- f_{hydr} faktor pre hydraulické vyregulovanie
- f_{im} faktor pre prerušovanú prevádzku
- f_{rad} faktor pre účinok sálania (podstatný len pre sálavé vykurovanie)

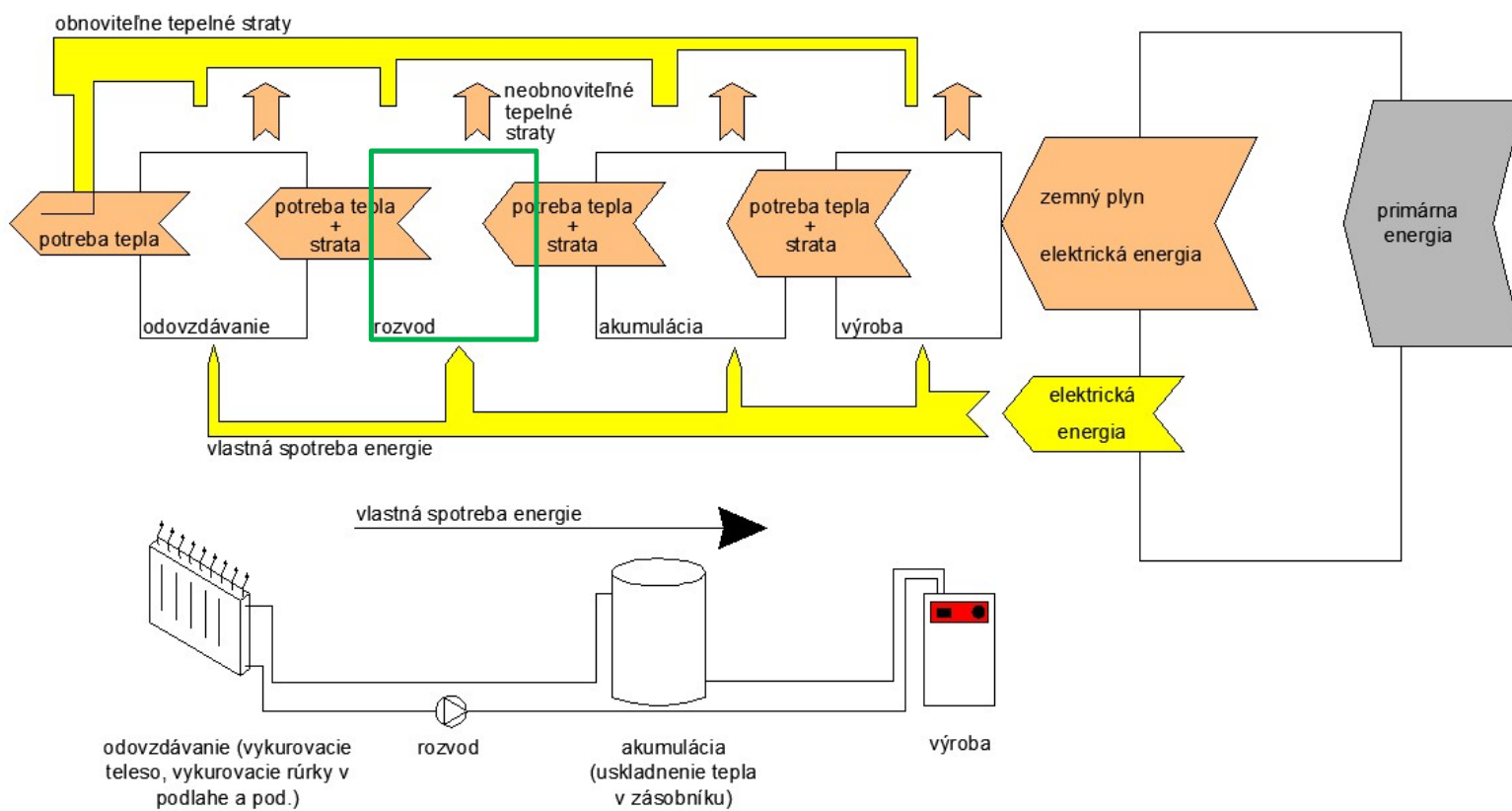
2. Tepelné straty pri odovzdávaní tepla

Metóda podľa STN EN 15316-2-1 (zrušená)

- f_{hydr} **faktor pre hydraulické vyregulovanie**
 - 1.00 - podpísaná správa o hydraulickom vyregulovaní podľa EN 14336, automatické regulačné ventily na každé stúpacie potrubie a 8 telies
 - 1.01 - podpísaná správa o hydraulickom vyregulovaní podľa EN 14336
 - 1.03 - iné
- f_{im} **faktor pre prerušovanú prevádzku**
 - 0.97 - prerušovaná prevádzka
 - 1.00 - nepretržitá prevádzka
- f_{rad} **faktor pre účinok sálania (len pre sálavé systémy)**
 - 0.85 - vysoké miestnosti nad 10 m so sálavým systémom
 - 1.00 - iné

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Smer výpočtu



3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Straty a výpočtové postupy podľa STN EN 15316-3 (nahradila STN EN 15316-2-3)

2 typy strát:

- Tepelné straty prechodom cez stenu rúrky
- Vlastná spotreba elektrickej energie, napr. obehové čerpadlá

2 metódy výpočtu pre straty prechodom tepla:

- Podrobná
- Zjednodušená

1 metóda výpočtu pre vlastnú spotrebu elektrickej energie

- Rovnaká pre vykurovanie, chladenie, aj prípravu TV

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Výpočtové metódy:

* **Podrobná metóda**

- Podrobný výpočet dĺžky rozvodov
- Podrobný výpočet tepelných strát z distribučných potrubí
- Podrobný výpočet vlastnej spotreby energie

* **Zjednodušená metóda**

- Ak nie sú dostupné všetky údaje
- Zjednodušený výpočet dĺžok potrubí
- Zjednodušený výpočet prevádzkového energetického faktora...

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Podrobná metóda (preferovaná)

$$Q_{H,dis,ls,an} = \sum \psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an} \quad (\text{kWh})$$

kde:

- ψ je lineárny stratový súčiniteľ (W/(m.K));
 θ_m je stredná teplota teplonosnej látky (°C);
 θ_i je teplota okolitého prostredia (°C);
 L je dĺžka potrubia vykurovacieho okruhu (m);
 j je index pre potrubia s rovnakými okrajovými podmienkami;
 $t_{op,an}$ je počet vykurovacích hodín v časovom kroku (h).

- Výpočet pre rúrky zapustené do št. konštrukcie je v STN EN 15316-3

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla

- Minimálna hrúbka tepelnej izolácie pre rozvody vykurovania a teplej vody
- Tepelná vodivosť izolácie $0,035 \text{ W/(m.K)}$ pri výpočtovej teplote 0°C , ocelové rúrky
- Pre rozdeľovače, križovania a spoje možno hrúbku znížiť o 50 %

Požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla (vyhláška MH SR č. 14/2016 Z.z.)

P. č.	Vnútorný priemer potrubia alebo armatúry	Minimálna hrúbka izolácie
1	do 22 mm vrátane	20 mm
2	nad 22 mm do 35 mm vrátane	30 mm
3	nad 35 mm do 100 mm vrátane	rovnaká ako vnútorný priemer potrubia
4	nad 100 mm	100 mm

Čo ak sú majú rozvody alebo izolácia iné vlastnosti?

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Požiadavky na tepelnú izoláciu rozvodov tepla

- Minimálna hrúbka tepelnej izolácia sa vypočíta z rovnice:

$$\frac{1}{\alpha_1 \times d_{R1}} + \frac{1}{2 \times \lambda_R} \times \ln \frac{d_{R1'}}{d_{R1}} + \frac{1}{2 \times \lambda_I} \times \ln \frac{d_I}{d_{R1'}} + \frac{1}{\alpha_2 \times d_I} = \frac{1}{\alpha_1 \times d_{R1}} + \frac{1}{2 \times \lambda_R} \times \ln \frac{d_{R1'}}{d_{R1}} + \frac{1}{2 \times \lambda_{IZ}} \times \ln \frac{d_{IZ}}{d_{R1'}} + \frac{1}{\alpha_2 \times d_{IZ}}, \quad \text{😊}$$

α_1 je súčiniteľ prestupu tepla na vnútornej strane rúrky vyjadrený v $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$.

d_{R1} je vnútorný priemer rúrky podľa dimenzie potrubia vyjadrený v m,

$d_{R1'}$ je vonkajší priemer rúrky podľa dimenzie potrubia vyjadrený v m,

λ_R je súčiniteľ tepelnej vodivosti rúrky vyjadrený v $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$,

d_I je vonkajší priemer rúrky s izoláciou vyjadrený v m,

λ_I je súčiniteľ tepelnej vodivosti izolačného materiálu vyjadrený v $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$,

α_2 je súčiniteľ prestupu tepla na povrchu izolácie vyjadrený v $\text{W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$,

λ_{IZ} je súčiniteľ tepelnej vodivosti zvoleného izolačného materiálu vyjadrený v $\text{W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$,

d_{IZ} je vonkajší priemer rúrky so zvoleným izolačným materiálom vyjadrený v m,

s_{IZ} je minimálna hrúbka izolácie zvoleného izolačného materiálu vyjadrená v m.

3. Tepelné straty při rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Podrobná metoda (preferovaná)

- Lineárny súčiniteľ prechodu tepla pre voľne zavesené potrubia

$$\psi = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2\lambda_D} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \cdot d_a}\right)} \quad (\text{W}/(\text{m.K}))$$

- Lineárny súčiniteľ prechodu tepla pre potrubia zapustené do podkladu

$$\Psi = \frac{\pi}{\frac{1}{2} \left(\frac{1}{\lambda_D} \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{\lambda_E} \ln \frac{4Z}{d_a} \right)} \quad (\text{W}/(\text{m.K}))$$

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Podrobná metóda (preferovaná)

$$Q_{H,dis,ls,an} = \sum \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an} \quad (\text{kWh})$$

kde:

- Ψ je lineárny stratový súčiniteľ (W/(m.K));
- θ_m je stredná teplota teplonosnej látky (°C);
- θ_i je teplota okolitého prostredia (°C);
- L je dĺžka potrubia vykurovacieho okruhu (m);
- j je index pre potrubia s rovnakými okrajovými podmienkami;
- $t_{op,an}$ je počet vykurovacích hodín v časovom kroku (h).

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Stredná teplota vykurovacej vody

$$\theta_m = \Delta\theta_a \cdot \beta_{\text{dis}}^{\frac{1}{n}} + \theta_i$$

projektovaná stredná
teplota mínus teplota
okolitého vzduchu

$$\theta_s = (\theta_{s,\text{des}} - \theta_i) \cdot \beta_{\text{dis}}^{\frac{1}{n}} + \theta_i$$

resp.

$$\theta_r = (\theta_{r,\text{des}} - \theta_i) \cdot \beta_{\text{dis}}^{\frac{1}{n}} + \theta_i$$

kde:

β_{dis} je priemerné čiastočné zaťaženie rozvodu v zóne;

n je teplotný exponent systému odovzdávania tepla do vnútorného prostredia. Preddefinované hodnoty exponentu podľa STN EN 15316-2-3 sú $n = 1,33$ pre vykurovacie telesá a $n = 1,1$ pre podlahové vykurovacie systémy;

$\theta_{s,\text{des}}$ je projektovaná teplota prívodnej vody (°C);

$\theta_{r,\text{des}}$ je projektovaná teplota vratnej vody (°C);

θ_i je teplota okolitého vzduchu (°C).

(°C) *stredná teplota*

(°C) *teplota prívodnej vody*

(°C) *teplota vratnej vody*

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Podrobná metóda (preferovaná)

Pre normalizovaný výpočet 5088 h

$$Q_{H,dis,ls,an} = \sum \Psi_{L,j} \cdot (\theta_m - \theta_{i,j}) \cdot L_j \cdot t_{op,an} \quad (\text{kWh})$$

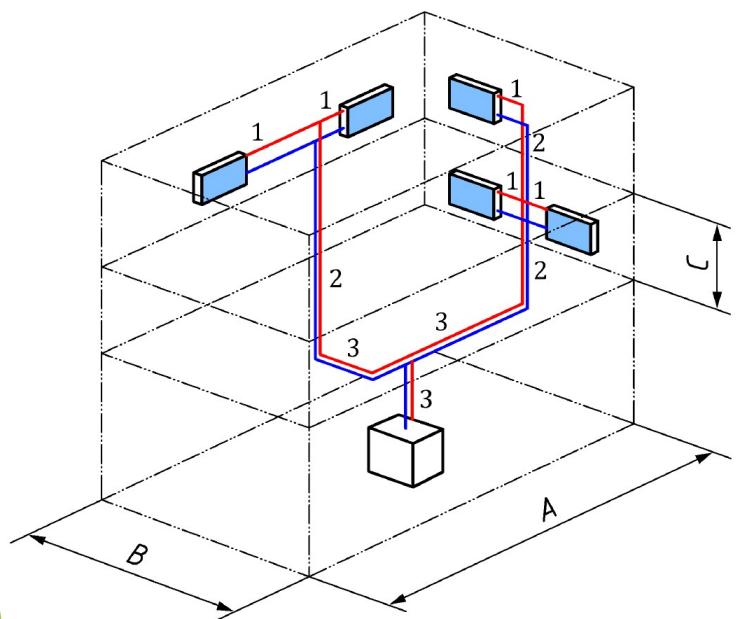
kde:

- Ψ je lineárny stratový súčiniteľ (W/(m.K));
- θ_m je stredná teplota teplonosnej látky (°C);
- θ_i je teplota okolitého prostredia (°C);
- L je dĺžka potrubia vykurovacieho okruhu (m);
- j je index pre potrubia s rovnakými okrajovými podmienkami;
- $t_{op,an}$ je počet vykurovacích hodín v časovom kroku (h).

3. Tepelné straty pri rozvoze tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Zjednodušená metóda



1. Pripájacie potrubia
2. Vertikálne potrubia (šachty)
3. Od zdroja po šachty

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

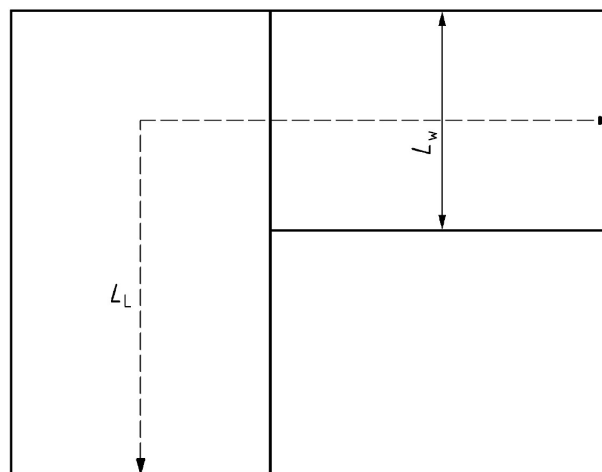
Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Zjednodušená metóda - dĺžky rozvodov

Maximálna dĺžka rozvodov od zdroja po najvzdialenejší odovzdávací prvok:

$$L_{\max} = 2 \cdot \left(L_L + \frac{L_W}{2} + N_{lev} \cdot H_{lev} + l_c \right) \text{ [m]}$$

kde l_c je 10 m pre dvojrúrkové systémy



Hodnoty	Výs- ledok	Jednotka	3. Od zdroja po šachty	2. Vertikálne potrubia (šachty)	1. Pripájacie potrubia
Teplota okolia	$\theta_{ah,H}, \theta_{ah,C}$	°C	13, resp. 20	20	20
Dĺžka v prípade šachty v obvodovej stene	L_i	m	$2 \cdot L_L +$ $0,01625 \cdot L_L \cdot L_W^2$	$0,025 \cdot L_L \cdot L_W \cdot H_{lev} \cdot N_{lev}$	$0,55 \cdot L_L \cdot L_W \cdot$ N_{lev}
Dĺžka v prípade šachty vo vnútri budovy	L_i	m	$2 \cdot L_L +$ $0,0325 \cdot L_L \cdot L_W + 6$	$0,025 \cdot L_L \cdot L_W \cdot H_{lev} \cdot N_{lev}$	$0,55 \cdot L_L \cdot L_W \cdot$ N_{lev}

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

Približné U-hodnoty
rozvodov vo $W/(m.K)$

Veková trieda budovy	Rozvody		
	V	S	SL
Od 1995-predpokladaná hrúbka izolácie rovná vonkajšiemu priemeru potrubia	0,2	0,3	0,3
1980-1995-predpokladaná hrúbka izolácie rovná polovici vonkajšieho priemeru potrubia	0,3	0,4	0,4
Do 1980	0,4	0,4	0,4
Neizolované potrubia			
$A \leq 200m^2$	1,0	1,0	1,0
$200m^2 < A \leq 500m^2$	2,0	2,0	2,0
$A > 500m^2$	3,0	3,0	3,0
Vedené vo vonkajšej stene		Celková strata/využitelná strata	
Neizolovaná vonkajšia stena		1,35/0,80	
Izolovaná vonkajšia stena		1,00/0,90	
Vonkajšia stena bez izolácie ale $U=0,4W/m^2.K$		0,75/0,55	

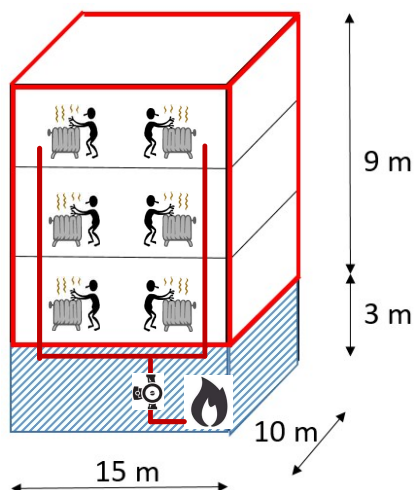
Zdroj: STN EN 15316-3

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

DN (mm)	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)	Lineárny súčiniteľ prechodu tepla Ψ (W/(m.K))	Dĺžka úseku L (m)	Stredná teplota vody θ_m (°C)	Teplota okolia rúrky θ_i (°C)
40	40	0,21	10	37	15
32	40	0,19	24	37	15

napríklad



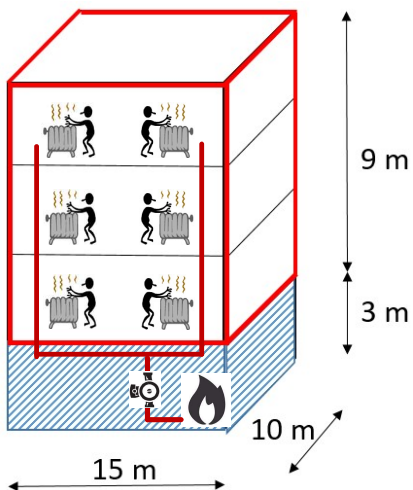
DN	Min. hrúbka izolácie
do 22 mm	20 mm
od 23 mm do 35 mm	30 mm
od 36 mm do 100 mm	rovnaká ako DN
nad 100 mm	100 mm

Zdroj: Vyhláška MH SR č. 14/2016 Z.z.

3. Tepelné straty při rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

DN (mm)	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)	Lineárny súčiniteľ prechodu tepla Ψ (W/(m.K))	Dĺžka úseku L (m)	Stredná teplota vody θ_m (°C)	Teplota okolia rúrky θ_i (°C)
40	40	0,21	10	37	15
32	40	0,19	24	37	15



$$\Psi = \frac{\pi}{\left(\frac{1}{2 \cdot \lambda_D} \cdot \ln \frac{d_a}{d_i} + \frac{1}{h_a \cdot d_a} \right)}$$

d_i, d_a priemer potrubia bez izolácie a s izoláciou (m);

h_a súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu (W/(m².K));
prednastavená hodnota je 8 W/(m².K) pre izolované rúrky,
14 W/(m².K) pre neizolované rúrky;

λ_D tepelná vodivosť izolácie (W/(m.K)).

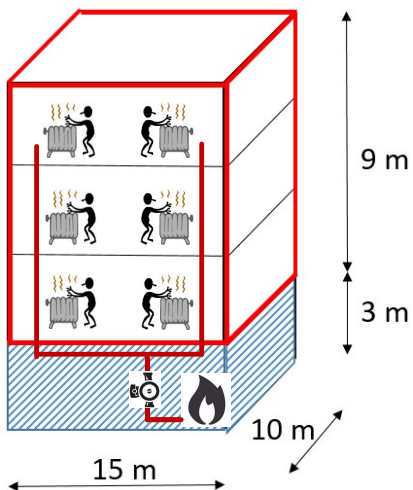
ALEBO

<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

DN (mm)	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)	Lineárny súčiniteľ prechodu tepla Ψ (W/(m.K))	Dĺžka úseku L (m)	Stredná teplota vody θ_m (°C)	Teplota okolia rúrky θ_i (°C)
40	40	0,21	10	37	15
32	40	0,19	24	37	15



$$\theta_m = \Delta\theta_a \cdot \beta_{\text{dis}}^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad (^\circ\text{C})$$

$\Delta\theta_a$ je rozdiel medzi strednou teplotou vykurovacej vody a teplotou miestnosti (°C)

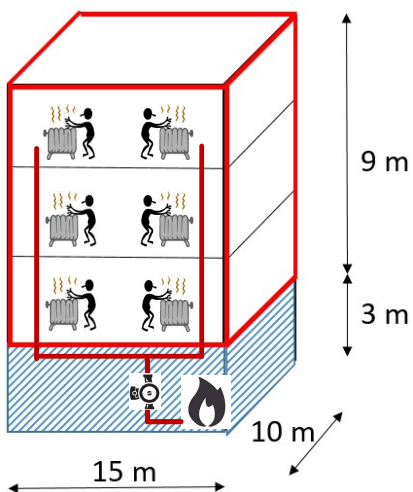
θ_i je teplota vzduchu v miestnosti (°C)

n je prednastavený exponent 1,33 pre vykurovacie telesá, 1,1 pre podlahové vykurovanie

3. Tepelné straty pri rozvoze tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

DN (mm)	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)	Lineárny súčiniteľ prechodu tepla Ψ (W/(m.K))	Dĺžka úseku L (m)	Stredná teplota vody θ_m (°C)	Teplota okolia rúrky θ_i (°C)
40	40	0,21	10	37	15
32	40	0,19	24	37	15



$$\theta_m = \Delta\theta_a \cdot \beta_{dis}^{\frac{1}{n}} + \theta_i \quad (^\circ\text{C})$$

$$\beta_{dis} = \frac{Q_{H,dis,out}}{\Phi_{em} \cdot t_{op}}$$

Potreba tepla + straty pri odovzdávaní

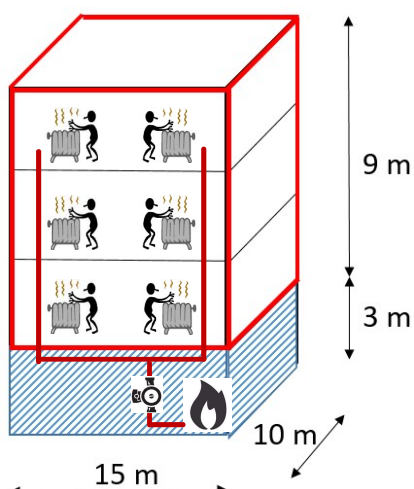
Počet vykurovacích hodín v sezóne

Návrhový príkon

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Tepelné straty prechodom tepla cez stenu rúrky

DN (mm)	Hrúbka tepelnej izolácie (mm)	Lineárny súčiniteľ prechodu tepla Ψ (W/(m.K))	Dĺžka úseku L (m)	Stredná teplota vody θ_m (°C)	Teplota okolia rúrky θ_i (°C)
40	40	0,21	10	37	15
32	40	0,19	24	37	15



$$Q_{H,dis,ls,an} = \sum_j \Psi_{L,j} * L_j * (\theta_m - \theta_{i,j}) * t_{op,an}$$

$$Q_{H,dis,ls,an} = (0.21 * 10 * (37 - 15) * 5088 + 0.19 * 24 * (37 - 15) * 5088) / 1000$$

$$Q_{H,dis,ls,an} = 745.5 \text{ kWh}$$

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Vlastná spotreba energie obehového čerpadla

Vlastná spotreba energie predstavuje energiu potrebnú na pohon cirkulačných čerpadiel:

$$W_{H,dis,aux,an} = W_{H,dis,hydr,an} \cdot e_{dis} \quad (\text{kWh/rok})$$

kde:

$W_{d,hydr}$ je ročná hydraulická potreba energie (kWh/rok)

$e_{d,e}$ prevádzkový energetický faktor obehového čerpadla (-)

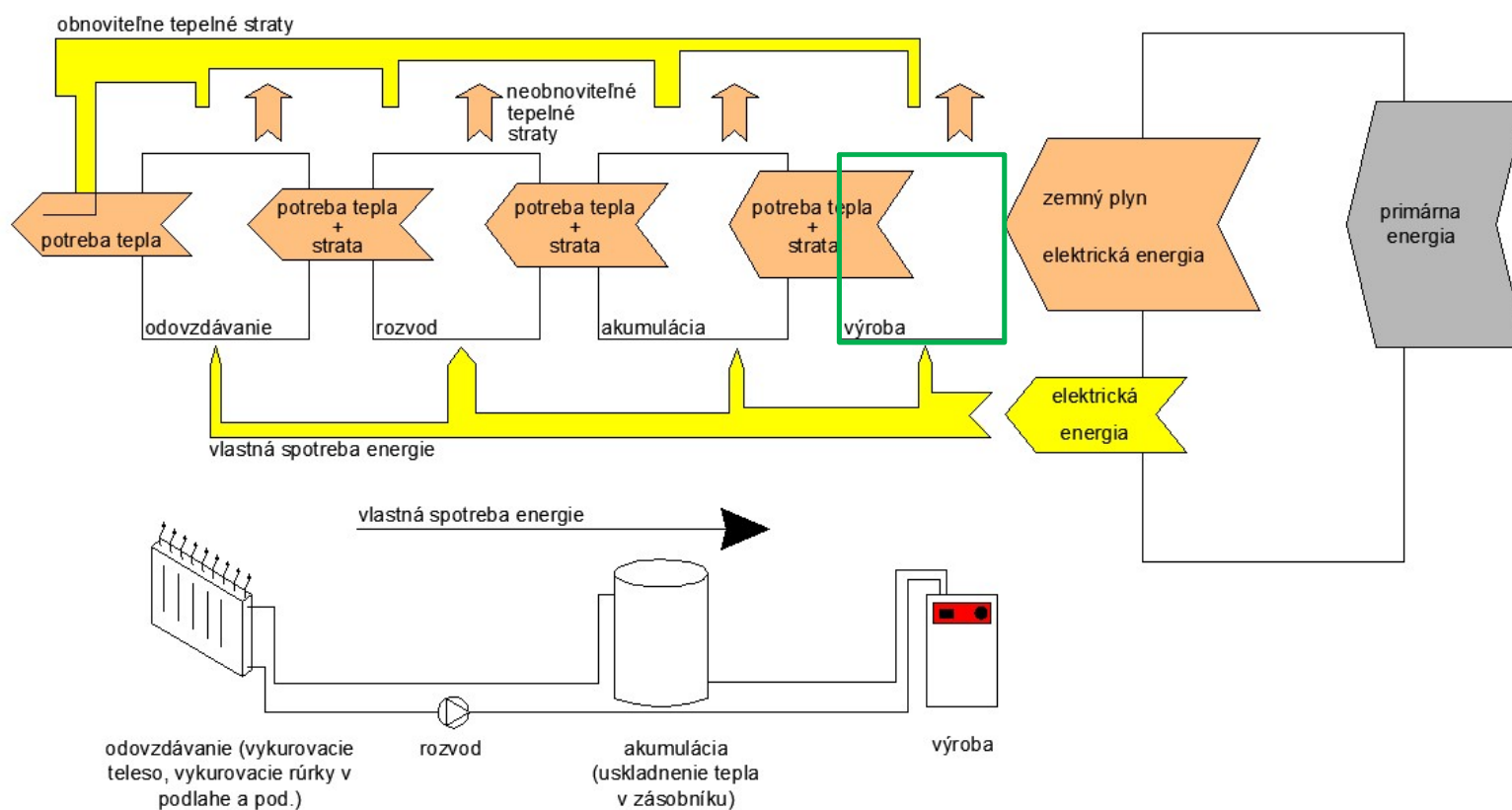
Obnoviteľná časť z vlastnej spotreby energie $f_{p,rec}$:

$f_{p,rec} = 0,75$ - pre neizolované čerpadlá

$f_{p,rec} = 0,90$ - pre izolované čerpadlá

3. Tepelné straty pri rozvode tepla

Smer výpočtu



4. Tepelné straty pri výrobe tepla

Normy

STN EN 15316-4-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-1: **Systémy výroby tepla a prípravy úžitkovej teplej vody, spaľovacie systémy (kotly, biomasa)**

STN EN 15316-4-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-2: **Systémy výroby tepla, systémy tepelného čerpadla**

STN EN 15316-4-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-3: **Systémy výroby tepla, tepelné solárne a fotovoltické systémy**

STN EN 15316-4-4 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-4: **Systémy výroby tepla, systémy kombinovanej výroby elektriny a tepla integrované v budovách**

STN EN 15316-4-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-5: **Centralizované zásobovanie teplom a chladom, moduly M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5**

4. Tepelné straty pri výrobe tepla

Faktory transformácie a distribúcie energie

- Pre výsledné energetické hodnotenie je kľúčový zdroj tepla
- Ak nie sú dostupné bližšie informácie o účinnosti výroby a distribúcie tepla, možno použiť hodnoty zo stĺpca „Faktor transformácie a distribúcie energie“

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor transformácie a distribúcie energie
Zemný plyn	Štandardný kotol	0,89 - 0,90
	Kondenzačný kotol	0,97 - 1,05
Čierne uhlie	Kotol na tuhé palivo	0,69 - 0,78
Kusové drevo	Kotol na biomasu	0,7
Zemný plyn	Diaľkové vykurovanie	0,84
Čierne uhlie	Diaľkové vykurovanie	0,80
El. energia	Vykurovanie	0,99
	TČ vzduch-voda/radiátory	2,6
	TČ vzduch-voda/sálavý syst.	2,9
	TČ zem-voda/radiátory	2,9
	TČ zem-voda/sálavý systém	3,4
	fotovoltaika	1,00
...	...	...

Zdroj: Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z.z. (úplné znenie)

4. Tepelné straty pri výrobe tepla

Započítanie tepelných strát pri výrobe tepla

- Tepelné straty pri výrobe tepla treba tiež započítat'
- Pri energetickej certifikácii sa rozlišuje potreba energie a dodaná energia
- Podľa vyhl. 364/2012 Z. z. sa straty pri výrobe nezapočítajú do potreby energie
- Podľa vyhlášky sa ani obnoviteľné zdroje nezapočítajú do potreby energie
- Započítajú sa až do dodanej energie
- Z dodanej energie sa vypočíta primárna energia - globálny ukazovateľ

Tento spôsob výpočtu je predmetom diskusie

5. Zatriedenie systému vykurovania do energetickej triedy

Požiadavka na potrebu energie na vykurovanie

Vykurovanie:

A. Škála energetických tried pre potrebu energie na vykurovanie v kWh/(m ² · a)								
Miesto spotreby	Kategorie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy						
		A	B	C	D	E	F	G
Vykurovanie	rodinné domy	≤ 43	44-86	87-129	130-172	173-215	216-258	> 258
	bytové domy	≤ 27	28-53	54-80	81-106	107-133	134-159	> 159
	administratívne budovy	≤ 28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	> 168
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 28	29-56	57-84	85-112	113-140	141-168	> 168
	budovy nemocníc	≤ 35	36-70	71-105	106-140	141-175	176-210	> 210
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 36	37-71	72-107	108-142	143-178	179-213	> 213
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 33	34-66	67-99	100-132	133-165	166-198	> 198
	budovy pre veľkoobchodné služby a maloobchodné služby	≤ 33	34-65	66-98	99-130	131-163	164-195	> 195

Celková potreba energie pre rodinný dom = vykurovanie + príprava TV

- Energetická trieda A pre miesta spotreby
- Energetická trieda A pre celkovú potrebu energie

Podstatná je však primárna energia

5. Zatriedenie systému vykurovania do energetickej triedy

Položky energetickej bilancie

Váha jednotlivých položiek:

- Potreba tepla na vykurovanie/prípravu TV: **obvykle najväčšia položka**
- Straty pri odovzdávaní: **podstatné pre vykurovanie, nie pre TV**
- Straty pri rozvode tepla a TV: **dôležité, obzvlášť v prípade cirkulácie TV**
- Straty pri akumulácii tepla: **v závislosti od úrovne izolácie zásobníka**
- Straty pri výrobe tepla: **dôležité pre vykurovanie aj prípravu TV**
- Elektrina pre obehové čerpadlá: **malá položka, no vysoký faktor primárnej energie**
- Obnoviteľné zdroje energie: **dokážu výrazne znížiť primárnu energiu**

Test

- Aký je rozdiel medzi potrebou tepla a potrebou energie na vykurovanie?
- Z ktorých podsystemov pozostáva systém vykurovania?
- Akým spôsobom dochádza k tepelným stratám pri odovzdávaní tepla?
- Ktoré faktory ovplyvňujú tepelnú stratu z rúrok do okolitého prostredia?
- Ktorý z uvedených zdrojov má najvyšší faktor transformácie a distribúcie energie:
 - ✓ kondenzačný plynový kotol; elektrické vykurovanie; tepelné čerpadlo; kotol na peletky?
- Podľa ktorej vyhlášky sa postupuje pri výpočte energetickej hospodárnosti budov?
- Ktoré z umiestnení radiátora vedie k najnižšej tepelnej strate:
 - ✓ na vnútornej stene; na normálnej vonkajšej stene; na zasklenej vonkajšej stene?

ĎAKUJEM ZA POZORNOST

