

# Podrobnosti k TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – typické hodnoty parametrů technických systémů, užívání budov a klimatických dat pro výpočet a hodnocení energetické náročnosti budov

**Miroslav Urban**

Katedra technických zařízení budov  
Stavební fakulta, ČVUT v Praze

2



## Osnova přednášky

- Pojmy
- Náplň a struktura TNI
- Návaznost na související technické normy



## Co je TNI

- TNI je národní dokument nebo převzatá technická zpráva (TR) nebo veřejně dostupná specifikace (PAS) evropských nebo mezinárodních normalizačních organizací.
- Technický dokument informativního charakteru, který obsahuje technické údaje nebo technická řešení, která nejsou obsažena v platných normách.
- TNI obsahuje zpravidla osvědčené údaje ze zrušených norem, jejichž zachování je účelné, nebo technické požadavky, které ještě nemají předpoklad pro zpracování na úrovni normy.



## Struktura TNI

- Technická normalizační informace obsahuje v přílohách informativní parametry pro:
  - Příloha A - typické hodnoty a rozmezí zadávaných parametrů účinností technických systémů;
  - Příloha B - typické profily užívání různých typů budov a provozů (provozní doba, požadavek na větrání, osvětlení a teplou vodu, vnitřní tepelné zátěže od vybavení);
  - Příloha C - výpočtová klimatická data – měsíční data pro jednotlivé měsíce;
  - Příloha D - vymezení problematiky energeticky vztažné plochy ve smyslu hodnocení energetické náročnosti budov.



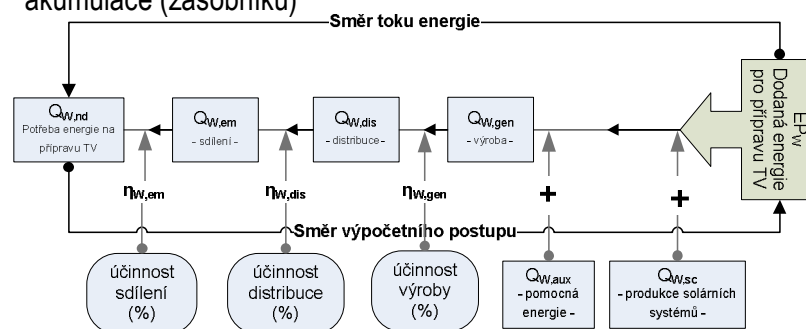
## Související technické normy

- TNI vychází z existujících technických norem
- Reprezentuje výstupy z komplikovaných výpočetních postupů uvedených v normách
  - ČSN EN 15316 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách
  - ČSN EN 13779 (12 7007) Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatizační systémy
  - ČSN EN 15193 (73 0327) Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení
- Přejímá a upravuje výpočetní postupy uvedené v zahraničních pramenech
  - DIN V 18599 Energetische Bewertung von Gebäuden



## Princip – výpočet dodané energie

- Dodaná energie do budovy na přípravu teplé vody
  - Analogie – vytápění, chlazení
- Typické parametry energetických systémů
  - Účinnost zdroje tepla, tepelná ztráta rozvodů, tepelná ztráta akumulace (zásobníku)





## Příloha A - Typické parametry technických systémů

- Zdroje tepla
  - Typické sezónní účinnosti pro zdroj tepla
    - Kotle na plynná a kapalná paliva
    - Kotle na tuhá paliva a biomasu
    - Předávací stanice
    - Tepelná čerpadla
    - Ostatní zdroje tepla
  - Tepelné ztráty akumulace zdroje tepla
  - Tepelné ztráty zdroje tepla s vyrovnávacími zásobníky



## Typické parametry systému vytápění

### ■ Plynový kotel

Plynový kotel pro vytápění a přípravu teplé vody o jmenovitém výkonu do 35 kW	$\eta_{H,gen}$ (-)
standardní – jednostupňový hořák	0,74
standardní – modulovaný hořák	0,77
nizkotepelní (s modulovaným hořákem)	0,85
kondenzační (s modulovaným hořákem)	0,94

### ■ Kotel na tuhá paliva s akumulací/bez akumulace

Kotel pro vytápění příp. i přípravu teplé vody o jmenovitém výkonu v rozmezí 50 – 300 kW	$\eta_{H,gen}$ (-)
s ručním přikládáním splňující požadavky třídy I – bez akumulace	0,54
s ručním přikládáním splňující požadavky třídy I – s akumulací	0,60
s ručním přikládáním splňující požadavky třídy II – bez akumulace	0,63
s ručním přikládáním splňující požadavky třídy II – s akumulací	0,69
s ručním přikládáním splňující požadavky třídy III – bez akumulace	0,71
s ručním přikládáním splňující požadavky třídy III – s akumulací	0,79
s automatickým přikládáním splňující požadavky třídy III – bez či s akumulací	0,87

Objem zásobníku	500	1 000	1 250	1 500	2 000
	$Q_{H,gen,ls,sl}$ (Wh/(L.den))				
tloušťka izolace 100 mm	3,5	2,6	2,6	2,4	2,1
tloušťka a izolace 150 mm	2,3	1,7	1,7	1,6	1,4
tloušťka izolace 200 mm	1,8	1,3	1,3	1,2	1,1



## Typické parametry systému vytápění

- Lokální topidla
  - na biomasu

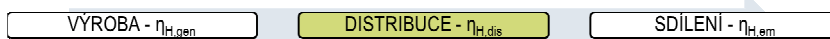
Typ lokálního topidla	$\eta_{H,gen,svs}$
Peletová kamna	0,82
Akumulační kamna (kachlová)	0,75
Volně stojící kamna	0,78
Krbý a krbové vložky	
- s otevřeným topeništěm	0,35
- s uzavřeným topeništěm	0,70
- s uzavřeným topeništěm a teplovodním výměníkem	0,75

- plynová topidla

Typ lokálního topidla	$\eta_{H,gen}$
Podokenní plynová topidla	0,85
Plynová kamna	0,84



## Vytápění - účinnost distribuce energie



Účinnost systému distribuce energie na vytápění  $\eta_{H,dis,z}$  závisí na:

- stavu tepelné izolace rozvodů a délce rozvodů,
  - hydraulickému vyvážení soustavy a nastavení odpovídajících průtoků distribučního media (vzduch, voda).
- Orientačně lze účinnost systému distribuce energie na vytápění z pohledu ztrát rozvodů za předpokladu správné hydroniky (průtoků a zaregulování systému) otopné soustavy stanovit
    - poměrem teoretických ztrát z rozvodů  $Q_{H,ls,dis}$  s potřebou energie na vytápění  $Q_{H,nd}$  a stanovit tak zjednodušeně účinnost distribuce energie

$$\eta_{H,dis} = \frac{\bar{Q}_{H,nd}}{Q_{H,nd} + Q_{H,ls,dis}}$$



## Příloha A - Typické parametry technických systémů

- Distribuce energie na vytápění
  - Typický parametr  $\eta_{H,dis}$  stanoví se podle vztahu

$$\eta_{H,dis} = \frac{Q_{H,nd} \cdot (1 - f_{H,ahu})}{Q_{H,nd} \cdot (1 - f_{H,ahu}) + Q_{H,ls,dis,nrbl}}$$

- $Q_{H,nd}$  potřeba energie na vytápění (kWh),
- $f_{H,ahu}$  podíl potřeby energie na vytápění dodávaný do zóny systémem vzduchotechniky (-),
- $Q_{H,ls,dis,nrbl}$  teoretická nevyužitelná ztráta rozvodů systému vytápění (kWh),

$$Q_{H,ls,dis,nrbl} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot (q_{H,ls,dis,nrbl} \cdot L_H) \cdot t_j$$

- $q_{H,ls,dis,nrbl,z,j}$  měrná tepelná ztráta rozvodu (W/m),
- $L_H$  délka rozvodů systému vytápění (m), v případě, že nelze stanovit, lze orientačně stanovit podle ČSN EN 15316-2-3,
- $t_j$  délka časového úseku (h).



## ČSN EN ISO 15316-2 výpočet účinnosti distribuce

VÝROBA -  $\eta_{H,gen}$

DISTRIBUCE -  $\eta_{H,dis}$

SDÍLENÍ -  $\eta_{H,em}$

- Měrná tepelná ztráta rozvodů  $q_{H,ls,dis,nrbl}$  [W/m]
  - podle ČSN EN 15316-2 (2008) (resp. DIN V 18599-5 (2005))
  - Závisí na:
    - $\Psi_{H,ls,dis}$  je průměrný lineární součinitel prostupu tepla rozvodů [W/(m.K)]
    - $\theta_{H,m}$  je střední teplota otopného media [°C],
    - $\theta_{i,j}$  je teplota okolí pro příslušné části rozvodů v j-tý časový úsek [°C],



## Typické parametry systému vytápění

- Měrné tepelné ztráty rozvodů – výpočet podle ČSN EN 15316-2

$\theta_m$ (°C)	Jmenovitá světlost rozvodů (mm)					
	20	25	30	40	50	80
	$q_{H,ls,dis,nrbl}$ (W/m)					
80 °C	10,0	10,2	10,3	14,7	15,0	15,4
70 °C	8,3	8,5	8,6	12,2	12,5	12,8
60 °C	6,7	6,8	6,9	9,8	10,0	10,2
50 °C	5,0	5,1	5,2	7,3	7,5	7,7
40 °C	3,3	3,4	3,4	4,9	5,0	5,1

- Roční tepelné ztráty rozvodů – podle ČSN EN 15316-2

Vytápěná plocha (m <sup>2</sup> )	$\theta_m$ (°C)			
	55,0		45,0	
	$Q_{H,ls,dis,nrbl}$ (kWh/rok)	$Q_{H,ls,dis,rbl}$ (kWh/rok)	$Q_{H,ls,dis,nrbl}$ (kWh/rok)	$Q_{H,ls,dis,rbl}$ (kWh/rok)
100	1 337	1 859	1 018	1 328
150	1 380	2 789	1 051	1 992
300	2 195	8 203	1 673	5 859
500	2 398	13 672	1 827	9 766
1 000	2 882	27 344	2 195	19 531



## Typické parametry systému vytápění

- Sdílení energie na vytápění

- Typický parametr  $\eta_{H,em}$

Způsob sdílení tepla do prostoru	$\eta_{H,em}$ (-)
Teplovodní systém s otopnými tělesy/konvektory	0,88
Teplovodní plošný systém vytápění	0,83
Teplovzdušný systém – bytové domy	0,92
Teplovzdušný systém – nebytové budovy	0,85
Elektrické vytápění – přímotopy	0,94
Elektrické vytápění – akumulace	0,88
Elektrické vytápění – plošné	0,91
Ostatní	0,85

- Výpočet podle ČSN EN 15316-2-1

- Na základě dílčích účinností

$$\eta_{H,em,z} = \frac{1}{4 \cdot (\eta_{H,str,z} + \eta_{H,ctr,z} + \eta_{H,emb,z})}$$



## TNI - ČSN EN 15316-2 (výpočet OT)

- Účinnost emise tepla (sdílení)  $\eta_{H,em,z}$  [%]
- Stanovení - výpočet

	$\eta_{str1}$	$\eta_{str2}$	$\eta_{ctr}$	$\eta_{em}$
proporciální regulace na OT – 2K			0,93	
není regulace na OT			0,8	
teplotní spád OS 70/55	0,93			
teplotní spád OS 55/45	0,95			
obvodová stěna		0,95		1
obyčejně zasklení		0,83		

$$\eta_{H,em,z} = \frac{1}{4 - (\eta_{H,str,z} + \eta_{H,ctr,z} + \eta_{H,emb,z})}$$

$$\eta_{H,em} = 0,88$$



## TNI - ČSN EN 15316-2 (výpočet VZT)

- Účinnost sdílení energie na vytápění u teplotvzdušných systémů

Charakteristika VZT systému	Způsob regulace	$\eta_{H,em,ahu}$ [-]
VZT systém, kdy $\theta_{H,supp} > \theta_{i,supp}$ (vyústka u vnější stěny)	PI regulace jednotlivých místností	0,93
	P regulace jednotlivé místnosti (1K)	0,92
	Zónová P-regulace (1K)	0,90
	Centrální regulace zdroje tepla a regulace teploty přiváděného vzduchu pomocí referenční místnosti	0,92
	Pouze centrální regulace pro přivodně odvodní jednotku	0,88

□

Systémové řešení	Ovlivňující faktor	$\eta_{H,em,ahu}$ [-]	
		-	-
Dodatečný dohřev přiváděného vzduchu	Pokojová teplota	0,82	0,87
	řízení podle teploty přiv vzduchu	0,88	0,90
	Teplota odváděného vzduchu	0,81	0,85
indukční zařízení	Pokojová teplota	0,89	0,93





## Typické parametry systému přípravy TV

- Metodika výpočtu respektuje ČSN EN 15316-3
- TNI vychází z výpočetních postupů normy a dalších zahraničních norem
- ČSN EN 15316 – tepelné soustavy v budovách (část 3)

$Q_{\text{fuel,W}}$

VÝROBA

DISTRIBUCE

SDÍLENÍ

- Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody) (roční potřeba TV)
- Část 3-2: Soustavy teplé vody, rozvody (účinnost distribuce)
- Část 3-3: Soustavy teplé vody, příprava (účinnost přípravy)



## Typické parametry systému přípravy TV – spotřeba TV

- Spotřeba teplé vody  $V_{W,z,j}$  za j-tý časový úsek
  - ČSN EN 15316-3-1
  - příloha č. 12 k vyhlášce č. 428/2001 Sb. (směrná čísla spotřeby pitné studené vody pro různé typy budov)
  - DIN V 18 599-8
- ČSN EN 15316-3-1: pro domácnosti obývané jednou rodinou
  - Byt  $A > 27 \text{ m}^2$  – denní spotřeba TV  $V_{W,f,z,j} = \frac{x \cdot \ln(A_z) - y}{A_{f,z}}$
  - Byt  $A < 27 \text{ m}^2$   $A > 14 \text{ m}^2$   $V_{W,f,z,j} = z \cdot A_{f,z}$ 
    - x je konstanta, uvažuje se 39,5 l/den,
    - y je konstanta, uvažuje se 90,2 l/den,
    - z je konstanta, uvažuje se 1,49 l/(m<sup>2</sup>.den).



## Typické parametry systému přípravy TV – potřeba TV

- Byt 75 m<sup>2</sup>
  - denní potřeba TV/byt = 80,3 l/(byt.den)
  - roční potřeba TV/byt = 28 m<sup>3</sup>/(byt.rok) – 588 kWh/rok/os **bez ztrát**
- Byt/RD 150 m<sup>2</sup>
  - denní potřeba TV/byt = 153 l/(byt.den)
  - roční potřeba TV/byt = 53 m<sup>3</sup>/(byt.rok) – 695 kWh/rok/os **bez ztrát**
- Pro ostatní typy budov

Typ budovy	$V_{w.f.z.i}$ [l/(mj.den)]	m.j
Zdravotnická zařízení (bez prádelny)	56 l/(mj.den)	lůžko
Zdravotnická zařízení (s prádelnou)	88 l/(mj.den)	lůžko
Stravovací zařízení (samoobslužné)	4 l/(mj.den)	host
Stravovací zařízení (s obsluhou)	10 l/(mj.den)	host
Hotel 1*-4* (bez prádelny)	56 – 118 l/(mj.den)	lůžko
Hotel 1* - 4* (s prádelnou)	70 – 132 l/(mj.den)	lůžko
Sportovní zařízení	101 l/(mj.den)	sprcha



## Typické parametry systému přípravy TV – potřeba TV

- Vyjádřena pomocí energetických nároků, energie bez započtení účinnosti dodávky

Typ zóny	$q_{W,nd,f,z,d}$ [kWh/(mj.den)]	$q_{W,nd,A,z,d}$ [kWh/(m <sup>2</sup> .den)]
Administrativní budova	0,4 kWh na osobu a den	30 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Nemocnice - lůžka	8 kWh na osobu a den	530 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Škola	0,5 kWh na osobu a den	170 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Budovy pro obchod	1 kWh na zam. a den	10 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Výrobní provozy, dílny (šatny)	1,5 kWh na zam. a den	75 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Hotel (ubytovna)	1,5 kWh na lůžko a den	190 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Hotel (standard ***)	4,5 kWh na lůžko a den	450 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Hotel (vyšší standard ****)	7 kWh na lůžko a den	580 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Restaurace, stravování	1,5 kWh na místo a den	1250 Wh/(m <sup>2</sup> .d)
Sportovní zařízení (sprchy)	1,5 kWh na místo a den	-



## Vyhláška MZ 428/2001 Sb., potřeba vody

- Vyjádřena roční potřeba studené vody, v příloze č. 12 směrná čísla spotřeby studené vody

Druh potřeby vody	Směrné číslo SV m <sup>3</sup> /rok	Směrné číslo TV m <sup>3</sup> /rok	Energie kWh/rok
Byty v domě pouze s výtoky, WC, koupelna	41 na os	cca 13 – 18 na os	580 – 950
Kancelářské budovy s umyvadly, WC, příprava TV	16 na zam	4 na zam	210
Školy s výtoky a WC	6 na os	2 na os	105

- Množství teplé vody nevyjadřovat pomocí ČSN 060230
  - norma je určena pro dimenzování systémů a vyjádření nejneprůzračnějšího stavu (max. průtok, spotřeba, výkon zdroje)



## Typické parametry systému přípravy TV

- Zdroje tepla pro přípravu TV
  - Pro nepřímo ohřívání zásobníky - účinnost zdroje jako  $\eta_{H,gen}$
- Nepřímo ohřívání zásobník (předpoklad splnění legislativních požadavků)

Objem zásobníku	200	400	600	800	1 000
	$Q_{W,gen,ks}$ (Wh/(l·den))				
Zásobníky cca od roku 1995	7,9	5,6	4,7	4,2	3,9
Zásobníky cca 1987 – 1994	17,1	12,1	10,0	8,7	7,8
Zásobníky do roku cca 1986	35,4	27,3	23,6	21,2	19,6

- Přímo ohřívání zásobník (předpoklad splnění legislativních požadavků)

Objem zásobníku	200	400	600	800	1 000
	$Q_{W,gen,ks}$ (Wh/(l·den))				
Zásobníky cca od roku 1995	6,4	5,2	4,6	4,3	4,1
Zásobníky cca 1987 – 1994	10,0	8,5	7,8	7,3	7,0
Zásobníky do roku cca 1986	19,9	18,4	17,7	17,3	17,0

- ostatní

Objem zásobníku	50	100	250	500	1 000
	$Q_{W,gen,ks,n}$ (Wh/(l·den))				
Tloušťka izolace 50 mm	10,9	8,9	6,9	5,4	4,3
Tloušťka izolace 100 mm	5,5	4,5	3,5	2,7	2,2
Tloušťka izolace 150 mm	3,7	3,0	2,3	1,8	1,5



## Typické parametry systému přípravy TV

- Distribuce systému přípravy TV - ČSN EN 15316-3-2
- TNI uvádí výpočtem stanovené typické parametry
  - Denní tepelná ztráta rozvodů na 1m délky a počet odběrů
  - Předpoklad 55°C a  $\lambda = 0,03 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Příklad pro  $tl_{\cdot T1} = 20 \text{ mm}$

DN	(palce)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"
DN	(mm)	9,5	12,7	19,1	25,4	31,8
tepelná izolace 20 mm		$Q_{W,dis,ls}$ (Wh/(m·den))				
stálá cirkulace		122,4	132,2	142,4	152,3	162,0
bez cirkulace (2 odběry/den)		5,8	10,2	20,2	29,3	36,7
bez cirkulace (4 odběry/den)		11,6	20,3	40,4	58,5	73,3
bez cirkulace (6 odběrů/den)		17,4	30,5	60,7	87,8	110,0
bez cirkulace (8 odběrů/den)		23,2	40,7	80,9	117,0	146,7
bez cirkulace (10 odběrů/den)		29,0	50,8	101,1	146,3	183,4



## ČSN EN 15 316-3, distribuce teplé vody, část 3-2

- Předmětem normy je normalizovat metody výpočtu
  - ztrát tepla rozvodu teplé vody,
  - využitelných ztrát tepla pro vytápění z rozvodu teplé vody,
  - potřeby pomocné energie pro rozvod teplé vody.
- Denní tepelná ztráta rozvodů [MJ/den] je uvažována jako tepelná ztráta rozvodů s cirkulací a bez cirkulace.

$$Q_{W,dis,ls} = \sum_{ind} Q_{W,dis,ls,ind} + Q_{W,dis,ls,col}$$

- $\sum Q_{W,dis,ls,ind}$  je součet tepelných ztrát jednotlivých přívodních potrubí, která nejsou opatřena cirkulačním potrubím [MJ/den]
- $Q_{W,dis,ls,col}$  je tepelná ztráta přívodního potrubí s cirkulačním potrubím [MJ/den].



## ČSN EN 15 316-3, distribuce teplé vody, část 3-2

- Norma uvádí čtyři principy výpočtu tepelných ztrát rozvodů za určitý časový úsek, výpočet ztrát tepla potrubím je rozlišen na základě:
  - délky potrubí a počtu odběrů za den (příloha A),
  - délek potrubí a účinností rozvodu (příloha B),
  - délek potrubí a profilů odběrů teplé vody (příloha C).
  - Samostatnou částí je výpočet ztrát tepla cirkulačním okruhem uvedený v příloze D.
- přílohy normy jsou informativní a lze je doplnit o národní přílohy – nebylo učiněno.



## ČSN EN 15 316-3-2, tepelné ztráty rozvodů

- Necirkulační rozvody
  - Výpočet na základě rozdílu teplot a počtu odběrů
 
$$Q_{W,dis,ls,ind} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot V_{W,dis} \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_{W,dis,nom} - \theta_{amb}) \cdot n_{tap}$$
    - Výpočet předpokládá mezi odběry úplné vychladnutí objemu vody v rozvodech ...
    - Tento stav fakticky nenastane, pouze u rozvodů s minimální tepelnou izolací
  - Nelze předpokládat, že vždy mezi odběry veškerý objem vody v rozvodech ztratí veškerou energii obsaženou v  $V_{W,dis}$



## ČSN EN 15 316-3-2, tepelné ztráty rozvodů

- Cirkulační rozvody
  - není cirkulace (norma technicky připouští), analogie s necirk.
  - závisí na  $\theta_{W,dis,avg,i}$  (teplota teplé vody přiváděné do úseku potrubí)

$$Q_{W,dis,ts,co,off} = \sum_i 1 \cdot 10^{-3} \cdot V_{W,dis} \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_{W,dis,avg,i} - \theta_{amb,i}) \cdot n_{norm}$$

- Cirkulační rozvody
  - S cirkulačním čerpadlem
  - závisí na  $\theta_{W,dis,avg,i}$  (teplota teplé vody přiváděné do úseku potrubí) a době provozu cirkulačního čerpadla, průtok se předpokládá konstantní

$$Q_{W,dis,ts,co,on} = 3,6 \cdot 10^{-3} \cdot U_{W,i} \cdot L_{W,i} \cdot (\theta_{W,dis,avg,i} - \theta_{amb,i}) \cdot t_w$$

- Stanovení  $\theta_{W,dis,avg,i}$



## ČSN EN 15 316-3-2, tepelné ztráty rozvodů

- Stanovení  $\theta_{W,dis,avg,i}$ 
  - ČSN EN 15 316-3-2 předpokládá, že:
    - $\theta_{W,dis,avg,i} = 32 \text{ °C}$
  - Podle DIN V 18 599 se doporučuje:
    - $\theta_{W,dis,avg} = 23 \cdot U^{-0,2}$
    - pokud  $U = 0,2 \text{ W/m.K}$ ,  $\theta_{W,dis,avg,i} = 31,7 \text{ °C}$
- účinek tepelné izolace závisí na:
  - časových úsecích mezi jednotlivými odběry
    - je-li časový úsek dlouhý tepelná izolace neovlivní tepelnou ztrátu
    - je-li úsek krátký tepelná izolace potrubí sníží tepelnou ztrátu tepelného obsahu



## Typické parametry systému přípravy TV

- Distribuce systému přípravy TV - ČSN EN 15316-3-2
- TNI uvádí výpočet stanovené typické parametry
  - Denní tepelná ztráta rozvodů na 1m délky a počet odběrů
  - Předpoklad 55°C a  $\lambda = 0,03 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$
- Příklad pro  $tl_{\cdot T1} = 20 \text{ mm}$

DN	(palce)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	5/4"
DN	(mm)	9,5	12,7	19,1	25,4	31,8
tepelná izolace 20 mm		$Q_{W,dis,ls}$ (Wh/(m·den))				
stálá cirkulace		122,4	132,2	142,4	152,3	162,0
bez cirkulace (2 odběry/den)		5,8	10,2	20,2	29,3	36,7
bez cirkulace (4 odběry/den)		11,6	20,3	40,4	58,5	73,3
bez cirkulace (6 odběrů/den)		17,4	30,5	60,7	87,8	110,0
bez cirkulace (8 odběrů/den)		23,2	40,7	80,9	117,0	146,7
bez cirkulace (10 odběrů/den)		29,0	50,8	101,1	146,3	183,4



## Typické parametry systému chlazení

- Model pro výpočet celkové dodané energie do budovy je analogií k vytápění
- Odlišné okrajové podmínky pro výpočet – parametry účinností - př. emise, distribuce
- Účinnost výroby chladů – závislá na systémovém řešení zdroje chladu (EER + PLV (iPLV))



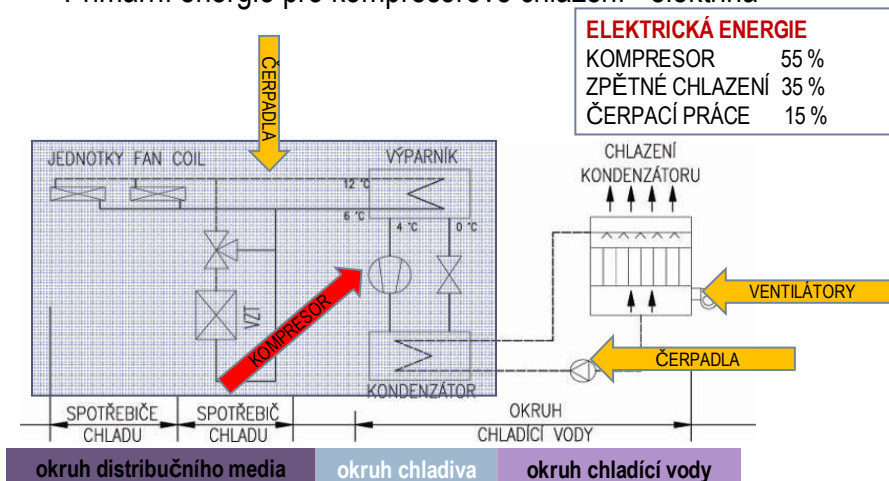
## Vyjádření efektivity chladicího cyklu

- COP (Coefficient of performance)** (W/W) pro kompresorový cyklus v režimu **vytápění** (tepelná čerpadlo, klimatizační jednotka v zimním režimu kdy ohřívá větrací vzduch - je v reversním režimu oproti letnímu období)
- EER (Energy Efficiency Rating)** (W/W) v režimu **chlazení** kompresorových systémů - podle ČSN EN 14511-2,
  - V USA EER v Btu/W, kdy převodní vztah pro „EER (W/W)“ v režimu chlazení se stanoví jako  $EER = EER (Btu/Wh) / 3.412$
- ESEER (European seasonal Energy Efficiency Rating)** (Wh/Wh) vyjadřuje sezónní efektivitu chladicího cyklu podle různého podílu procentuálního zatížení zdroje chladu. Podrobně viz sdružení EUROVENT



## Spotřeba energie kompresorového chlazení

- Primární energie pro kompresorové chlazení - elektřina







## Strojní chlazení - zdroj chladu

- Zdroje chladu podle typového řešení - vodou chlazený kondenzátor

Chladivo	Voda zpětného chlazení [°C]	Chladicí voda (výstup) [°C]	Parametr $EER_{C,sys}$		
			Pístový a scroll kompresor 10 kW – 1500 kW	Šroubový kompresor 200 kW – 2000 kW	Turbokompresor 500 kW – 8000 kW
R134a	27/33	6	4,0	4,5	5,2
		14	4,3	5,3	5,9
	40/45	6	3,1	2,9	4,1
		14	3,7	3,7	4,8
R407C	27/33	6	3,8	4,2	-
		14	4,4	4,9	-
	40/45	6	3,0	2,7	-
		14	3,6	3,3	-
R410A	27/33	6	3,6	-	-
		14	4,2	-	-
	40/45	6	2,8	-	-
		14	3,3	-	-
R717	27/33	6	-	4,6	-
		14	-	5,4	-
	40/45	6	-	3,1	-
		14	-	3,7	-
R22	27/33	6	4,1	4,6	5,1
		14	4,8	5,4	5,7
	40/45	6	3,2	3,0	4,1
		14	3,8	3,6	4,7



## Zpětné chlazení kondenzátoru

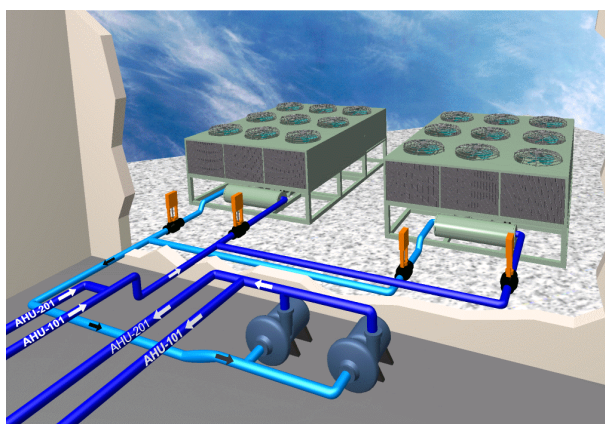
- Suché chladiče

### Klady:

- kompaktní systémové řešení
- prostorová nenáročnost
- jednoduchá údržba
- široká variabilita

### Zápory:

- hlučnost
- nutnost venkovní část opatřit protimrazovou ochranou
- zajistit odtok kondenzátu





## Vyždření efektivity chladícího cyklu

### ■ Vzduchem chlazený kondenzátor

Chladivo	Chladicí voda (výstup) [°C]	Parametr $EER_{C,sys}$	
		Pístový a scroll kompresor 10kW – 1500 kW	Šroubový kompresor 200 kW – 2000 kW
R134a	6	2,8	3,0
	14	3,5	3,7
R407C	6	2,5	2,7
	14	3,2	3,4
R410A	6	2,4	-
	14	3,1	-
R717	6	-	3,2
	14	-	3,9
R22	6	2,9	3,1
	14	3,6	3,8



## Typické parametry systému chlazení

- Distribuce
  - analogie k vytápění
- Sdílení
  - Dtto vytápění, rozlišení teploty chlazené vody
    - (kondenzace / nekondenzace)

	$\eta_{c,em,z} [-]$	$\eta_{c,dis,z} [-]$
Studená voda 6/12°C (např. fancoil s ventilátorem)	0,81	0,9
Studená voda 8/14°C (např. fancoil s ventilátorem)	0,91	0,9
Studená voda 14/18°C (např. fancoil s ventilátorem, indukční jednotky)	1	1
Studená voda 16/18°C (např. chladicí strop)	1	1
Studená voda 18/20°C (např. chladicí strop)	1	1



## Typické parametry systému mechanického větrání

- Celková dodaná energie na mechanické větrání zahrnuje:
  - energii potřebnou na přepravu vzduchu (elektrina pro ventilátory)
  - energii pro ostatní příslušenství systému mechanického větrání
- Měrný příkon ventilátorů systému mechanického větrání
  - $P_{SFP,ahu}$  - měrná spotřeba energie ventilátoru

Malé VZT jednotky s EC motory

Objemový průtok vzduchu (m <sup>3</sup> /h)	$P_{SFP,ahu}$ (W·s/m <sup>3</sup> )	
	bez ohřivače nebo chladiče	s ohřivačem nebo chladičem
100	1 700	1 700
200	1 620	1 710
300	2 570	2 670
400	2 780	2 840

Malé VZT jednotky s AC motory

Objemový průtok vzduchu (m <sup>3</sup> /h)	$P_{SFP,ahu}$ (W·s/m <sup>3</sup> )	
	bez ohřivače nebo chladiče	s ohřivačem nebo chladičem
400	3 000	3 000
500	5 000	5 000
750	3 500	3 500
1 000	3 800	3 800



## Typické parametry systému mechanického větrání

- Alternativně postup podle ČSN EN 13779 pro měrný příkon ventilátoru  $P_{SFP,ahu}$

Kategorie	$P_{SFP,ahu}$ (W·s/m <sup>3</sup> )
SFP 1	< 500
SFP 2	500 – 750
SFP 3	750 – 1 250
SFP 4	1 250 – 2 000
SFP 5	2 000 – 3 000
SFP 6	3 000 – 4 500
SFP 7	> 4 500

Aplikace	Typické rozpětí	Směrná hodnota
Klimatizační systém (přívodní ventilátor)	SFP1 – SFP5	SFP4
Větrací systém (přívodní ventilátor)	SFP1 – SFP4	SFP3
Klimatizační systém (odvodní ventilátor)	SFP1 – SFP5	SFP3
Větrací systém (odvodní ventilátor)	SFP1 – SFP4	SFP2



## Typické parametry systému osvětlení

- Související technické normy:
  - ČSN EN 15193, DIN 18599-4
  - Normu ČSN EN 15193 doplňuje TNI 73 0327
- Typický parametr systému osvětlení - roční spotřeba elektrické energie příslušné osvětlovací soustavy  $W_{l,A}$

Prostor / zóna	Intenzita osvětlení	Měrný příkon	Roční spotřeba
	$E_m$ lx	$P_{l,A}$ W/m <sup>2</sup>	$W_{l,A}$ kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
Administrativní budovy – kancelářské prostory	500	17,4	25,9
Administrativní budovy – zasedací místnosti	500	15,2	42,5
Administrativní budovy – speciální prostory, serverovny	500	18,1	15,9
Administrativní budovy – schodiště	150	5,2	4,6
Administrativní budovy – chodby	100	3,5	4,6
Administrativní budovy – sklady, archivy	150	5,2	4,6
Vzdělávací budovy – učebny, kabinety	300	10,1	18,5
Vzdělávací budovy – posluchárny	500	16,0	21,7
Vzdělávací budovy – chodby, komunikace	100	3,5	4,9
Vzdělávací budovy – tělocvičny, sportoviště	150	5,2	12,2
Vzdělávací budovy – kuchyně, přípravný jídel	500	18,1	41,1
Vzdělávací budovy – šatny	200	7,6	5,2



## Typické parametry systému osvětlení

- ČSN EN 15193

Typ zóny	s čidlem přítomnosti osob		bez čidla přítomnosti osob	
	ovládání ruční	automatické ovládání	automatické ovládání	automatické ovládání
	$W_{l,A}$ kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	$W_{l,A}$ kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	$W_{l,A}$ kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	$W_{l,A}$ kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)
kancelář	42,1	35,3	38,3	32,2
	54,6	45,5	49,6	41,4
	67,1	55,8	60,8	50,6
vzdělávací zařízení	34,9	27,0	31,9	24,8
	44,9	34,4	40,9	31,4

- TNI 73 0327

Typ zóny	$W_{l,sys,z}$ (kWh/rok)
Rodinné domy – obytná část (pro obytnou plochu 71,5 – 150 m <sup>2</sup> )	320
Rodinné domy – společné prostory	45
Bytové domy – obytná část (pro obytnou plochu 71,5 – 150 m <sup>2</sup> )	317
Bytové domy – společné prostory (pro jedno podlaží)	68,38



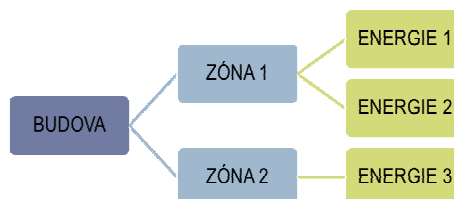
## Příloha B - Parametry typického užívání budovy

- Informace o typických parametrech užívání budovy
- Informace k zónování
  - je zásobována ze stejné skladby technických systémů budovy, tzn. užití energie je stejné,
  - má stejné užívání v souladu s typickými podmínkami vnitřního a venkovního prostředí a provozu stanovených v platných technických normách a jiných předpisech,
  - splňuje specifické další požadavky na zónování dané příslušnými technickými normami.
- Každá zóna je zadávána zvlášť a popsána:
  - geometrickou charakteristikou
  - skladbou technických systémů a druhem užití energie,
  - popisem provozu zóny a jejího užívání



## Zónování budovy - pravidla

- Budova není homogenní celek
- Budova, nebo její část je zónou, pokud
  - je zásobována ze stejnou skladbou energetických systémů budovy – užití energie je stejné
  - má stejné užívání, liší se významně z výběru již přednastavených standardizovaných profilů užívání
  - Splňuje požadavky na zónování podle technických norem *pozn. – teplotní zónování podle ČSN EN ISO 13 790*
- **Zóna je skupina prostorů s podobnými vlastnostmi vnitřního prostředí a režimem užívání.**

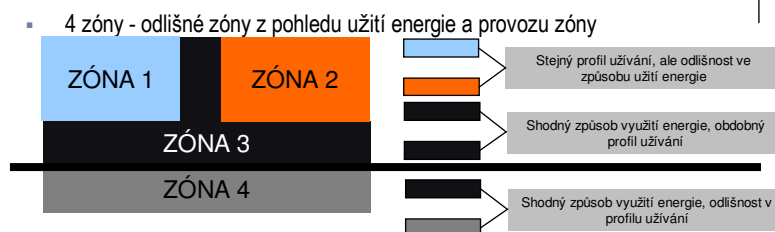




## Zónování budovy - pravidla

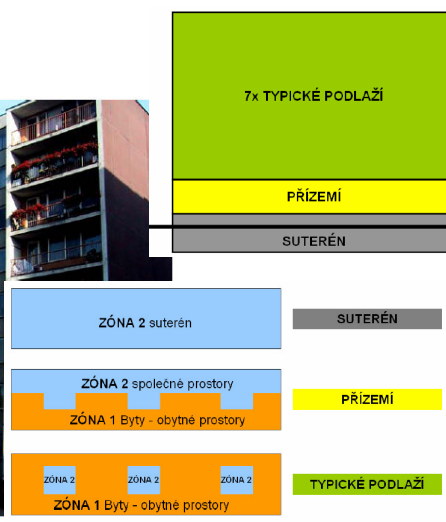
### Příklad – Bytový dům

- Bytový dům
  - > byty
    - 1/3 bytů chlazení
    - 2/3 bytů pouze vytápění
  - > podzemní garáže
  - > nevytápěným vnitřním schodiště
  - > vstupní podlaží nevytápěné s kočárkárnou a sklepy.



## Zónování budovy - panelový dům

- Panelový dům
  - nutný více-zónový přístup





## Panelový dům - zónování

### Teplota $\theta_i$

- Byty 20°C
- Schodiště + vstup avg.  $\theta_i$  16°C
- Temperované sklepy 10°C

### Výměna vzduchu

- Byty  $I = 0,3 - 0,5$  1/h
- Ostatní prostory  $n = 0,1$  1/h

### Teplné zisky od osob

- Byty 3W/m<sup>2</sup> (dané vyhláškou)
- Schodiště, sklepy 0 W/m<sup>2</sup>

### Teplné zisky od vybavení

- Byty 3W/m<sup>2</sup> (dané vyhláškou)
- Schodiště, sklepy 0 W/m<sup>2</sup>

### Osvětlení, osvětlenost E (lx)

- Byty 200 – 500 lx (4,46 kWh/m<sup>2</sup>.rok)
- Schodiště 100 lx (1,1 kWh/m<sup>2</sup>.rok)

#### UŽIVÁNÍ PROSTOR

- DOBA UŽIVÁNÍ
- CHARAKTER UŽIVÁNÍ

#### ENERGETICKÉ SYSTEMY

- DRUH ENERGÍ
- DOBA PROVOZU  
ZARÍZENÍ

#### VNITŘNÍ PODMÍNKY

- ZÁKLADNÍ POŽADAVKY
- TEPLOTA
- OSVĚTLENÍ

ZÓNA 1 – BYTY (OBYTNÉ PROSTORY)  
ZÓNA 2 – SPOLEČNÉ PROSTORY



## Příloha B - Parametry typického užívání budovy

- Typické hodnoty užívání zóny
  - pro potřeby EA a případně PENB je nutné parametry profilu modifikovat – přiblížit zkoumané budově

typ zóny	obecně					vytápění				chlazení		
Profil užívání zóny pozn: vlastní profil pod číslem 50 - 54	typ zóny	začátek provozu zóny	konec provozu zóny	provozní doba užívání zóny	roční užívání budovy počet provozních dní	vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění	vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění mimo provozní dobu	vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění objektu	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení mimo provozní dobu	vnitřní výpočtová teplota objektu	
Parametr >>	-	-	-	$t_{\text{us,h}}$ hodina	$t_{\text{uso,d}}$ hodina	$\theta_{\text{H}}$ °C	$\theta_{\text{H}}$ °C	$t_{\text{H,h}}$ hod/den	$\theta_{\text{C}}$ °C	$\theta_{\text{C}}$ °C	$t_{\text{C,h}}$ hod/den	
Jednotky >>	-	hodina	hodina	hodina	d	°C	°C	hod/den	°C	°C	hod/den	
Rodinné domy - normový byt	obytná	0	24	24	365	20	18	24	22	30	24	

větrání				tepelné zisky							ostatní	
minimální tok větracího vzduchu	měrná jednotka	minimální tok větracího vzduchu	doba provozu větracího zařízení	osoby	časový podíl přítomnosti osob	pomocné energie	časový podíl doby provozu	doba využití denního světla za rok	doba využití bez denního světla za rok	měrná roční spotřeba elektriny na osvětlení - uspořné osvětlení/zahřívky	měrná roční spotřeba elektriny na osvětlení - zářivkové osvětlení	m <sup>2</sup> podlahové plochy na osobu
$V_{\text{vk}}$ m <sup>3</sup> /h/mj	-	$V_{\text{vd}}$ 1/h	$t_{\text{v,mech,h}}$ hod/den	$q_{\text{occ}}$ W/m <sup>2</sup>	$f_{\text{occ}}$	$q_{\text{app}}$ W/m <sup>2</sup>	$f_{\text{app}}$	$t_{\text{d}}$ h	$t_{\text{n}}$ hodina	$W_{\text{opt}}$ kWh/m <sup>2</sup> .rok	$W_{\text{opt}}$ kWh/m <sup>2</sup> .rok	m <sup>2</sup> /os
25	osoby	0,3-0,5	24	3,0	0,80	3	0,20	700	800	4,46	17,84	27



## Příloha C - Klimatická data pro výpočet

- V TNI uvedena klimatická data pro měsíční krok výpočtu
  - Průměrné měsíční parametry venkovního prostředí
    - Teplota vzduchu (°C)
    - Relativní vlhkost (%)
    - Absolutní vlhkost (g/m<sup>3</sup>)
  - Průměrné denní ozáření (W/m<sup>2</sup>)
    - průměr za den a 24 hodin
  - Délka časového kroku výpočtu (h)

Úhel sklonu plochy $\beta$	Průměrné denní sluneční ozáření $I_m$ (W/m <sup>2</sup> ) na vodorovnou plochu											
	Led	Úno	Bře	Dub	Kvě	Čvn	Čvc	Srp	Zář	Říj	Lis	Pro
Azimutový úhel osluněné plochy $\gamma = \pm 0^\circ$ (orientace na jih)												
0	28	55	97	158	200	203	194	183	121	76	35	20
15	37	69	12	173	209	208	200	198	136	94	47	28
30	43	79	122	179	208	203	196	204	145	107	57	34



## Příloha D - energeticky vztažná plocha a objem budovy

- Upravuje některé podrobnosti výpočtu a definice pojmů související se stanovením:
  - podlahové plochy
  - objemu budovy
  - plochy konstrukcí
- Upřesňuje
  - Systémovou hranci budovy
- Upravuje dílčí podrobnosti výpočtu





## Příloha D - energeticky vztažná plocha a objem budovy

- Celkovou energeticky vztažnou plochou se rozumí plocha všech klimatizovaných zón v rámci hranice budovy podle ČSN EN ISO 13790.
- Energeticky vztažná plocha - vnější půdorysná plocha všech prostorů s upravovaným vnitřním prostředím v celé budově, vymezená vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy.
- Energeticky vztažná plocha bude určena z vnějších rozměrů všech klimatizovaných zón.
- Pro potřeby výpočtu dodané energie, např. pro měrné tepelné zisky z vybavení  $q_{AP}$  ( $W/m^2$ ) apod., se použije podlahová plocha stanovená z vnitřních rozměrů podle ČSN EN ISO 13789.



## Příloha D - energeticky vztažná plocha a objem budovy

- Objem budovy se stanovuje z vnějších rozměrů. Do objemu budovy se nezahrnují prvky mimo systémovou hranici budovy, jako např.: balkóny, markýzy, atiky.
- Pro výpočet tepelného toku větráním se do výpočtu zahrnuje vnitřní objem budovy, který se stanoví vynásobením světlé výšky podlaží a podlahové plochy stanovené z vnitřních rozměrů
  - Výpočetní SW řeší pomocí procentuelního vyjádření stěn/vnitřního objemu



## Příloha D a novela vyhlášky – vyplývající podrobnosti

- Podrobnosti výpočtu/hodnocení:
  - $U_{em}$  se stanoví a hodnotí pouze vytápěné zóny/zónu budovy
  - energeticky vztažná plocha je plocha pouze vytápěných zón z větších rozměrů
  - Jsou li v budově nevytápěné zóny, které ale mají spotřebu energie (podzemní garáže s velkou vzduchotechnikou a osvětlením) tak dodaná energie do těchto zón bude započítána do hodnocení.
  - měrná dodaná energie (větrání podzemních garáží) se podělí energeticky vztažnou plochou, viz bod 2.



## TNI 73 0331 - závěr

- TNI 73 0331 -
  - Kuchařka typických hodnot pro energetické speciality provádějící hodnocení ENB
  - Definuje okrajové podmínky výpočtu ENB
  - Shromažďuje informace uvedené v technických normách a právních předpisech

### TECHNICKÁ NORMALIZAČNÍ INFORMACE

CS 999 999 999

Márc 2012

**Energetická náročnost budov – typické hodnoty parametrů technických systémů, užívání budov a klimatických dat pro výpočet a hodnocení energetické náročnosti budov**

TNI 73 0331

I

#### Informace pro uživatele

Obsahem technické normalizační informace je zpracování podkladů pro hodnocení energetické náročnosti budov a pro potřebu související legislativy. TNI je nezávislou pomůckou obsahující jednotnou metodu zpracování a souměřitelné hodnoty typických parametrů používaných ve výpočtu energetické náročnosti budov.

#### Citované podklady

CSN EN 15316-3-1 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 2-1: Sdílení tepla pro vytápění  
 CSN EN 15316-3-2 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 2-2: Rozvod tepla pro vytápění  
 CSN EN 15316-3-3 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 2-3: Systémy teple vody, charakteristický počet připočítávaný na sobě vidí  
 CSN EN 15316-3-2 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 3-2: Systémy teple vody, rozvody  
 CSN EN 15316-3-3 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 3-3: Systémy teple vody, příloha  
 CSN EN 15316-4-1 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetické potřeby a účinnosti soustavy – Část 4-1: Výroba tepla a vytápění kotle  
 CSN EN 15316-4-2 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetické potřeby a účinnosti soustavy – Část 4-2: Výroba tepla pro vytápění, tepelné čerpadlo  
 CSN EN 15316-4-3 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinnosti soustavy – Část 4-3: Výroba tepla na vytápění, tepelné sluneční soustavy  
 CSN EN 15316-4-4 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinnosti soustavy – Část 4-4: Výroba tepla na vytápění, kombinovaná výroba elektřiny a tepla integrovaných budov  
 CSN EN 15316-4-5 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinnosti soustavy – Část 4-5: Výroba tepla na vytápění, účinnost a vlastnosti dávkového zásobování teplem a soustav o velkém objemu  
 CSN EN 15316-4-6 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinnosti soustavy – Část 4-6: Výroba tepla na vytápění, fotovoltaické systémy  
 CSN EN 15316-4-7 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 4-7: Zóny tepla pro vytápění, kotle pro spalování biomasy  
 CSN EN 15316-4-8 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 4-8: Zóny tepla pro vytápění, kotle pro spalování biomasy  
 CSN EN 15316-4-9 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 4-9: Zóny tepla pro vytápění, kotle pro spalování biomasy  
 CSN EN 12931 (06 0206) Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu  
 CSN EN 13779 (12 2007) Větrání obytných budov – Základní požadavky na větrací klimatické systémy  
 CSN EN 15193 (07 0327) Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení

Únmz

© Ústav pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012

XXXXX



# DĚKUJI ZA POZORNOST

**Miroslav Urban**

Katedra technických zařízení budov

Stavební fakulta, ČVUT v Praze

*[miroslav.urban@fsv.cvut.cz](mailto:miroslav.urban@fsv.cvut.cz)*