

# Podrobnosti výpočtu energetické náročnosti budovy

**Ing. Miroslav Urban, Ph.D.**

A decorative graphic element consisting of several horizontal lines of varying lengths and colors (light blue, white, and dark blue) extending from the right side of the slide towards the center.

---

# *Energetická náročnost budov - Podrobnosti výpočtu*

# Energetická náročnost budov

---

- Podrobnosti hodnocení ENB
  - Bilanční hodnocení založené na výpočtech energie užívané nebo předpokládané k užití v budově pro vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení, za typického užívání budovy
  - Nutné stanovit dílčí dodané energie na zajištění funkčních potřeb budovy pro:
    - Vytápění
    - Chlazení
    - Přípravu teplé vody
    - Větrání
    - Osvětlení

# Roční dodaná energie do budovy

---

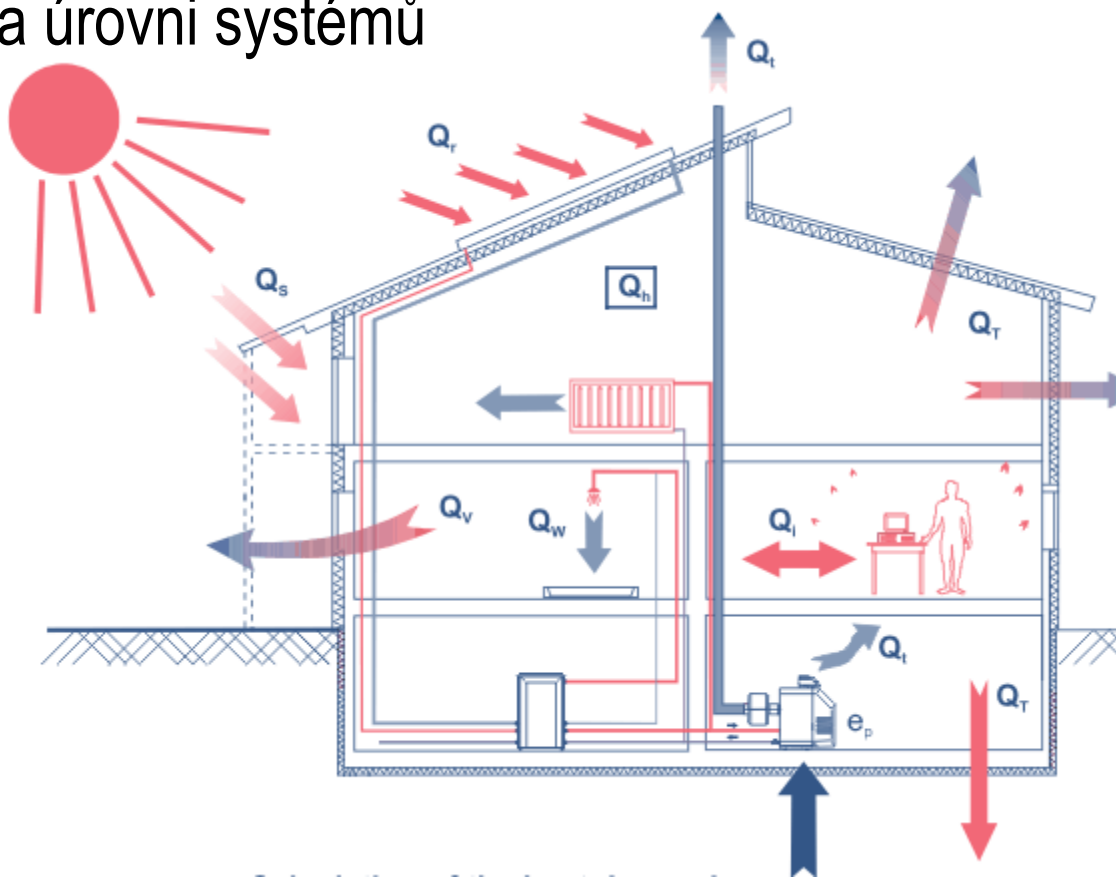
- **Podrobnosti výpočtu**
  - Celková roční dodaná energie
  - Součet jednotlivých vypočtených dílčích spotřeb dodané energie pro všechny časové intervaly v roce a pro všechny vytápěné, chlazené, větrané či klimatizované zóny budovy
- **Intervalová výpočtová metoda**
  - (měsíční, hodinový krok výpočtu)
- **Energetická bilance na úrovni**
  - Budovy (výpočet potřeby energie)
  - Energetických systémů (výpočet dodané energie)

# Bilanční výpočet roční dodané energie do budovy

- Energetická bilance na úrovni budovy
  - Podle ČSN EN ISO 13790
  - Tepelný tok prostupem mezi zónou budovy a okolním prostředím
  - Tepelný tok větráním mezi zónou budovy a okolním prostředím
  - Vnitřní tepelné zisky od osob, vybavení a osvětlení zóny;
  - Vnější tepelné zisky od solární radiace
  - Využití tepelných zisků v konstrukcích budovy
  - Potřebu energie na vytápění v časovém úseku kdy je budova vytápěna a otopný systém dodává energii do zóny
  - Potřebu energie na chlazení v časovém úseku, kdy je budova chlazena a systém chlazení dodává energii do zóny.

# Bilanční výpočet roční dodané energie do budovy

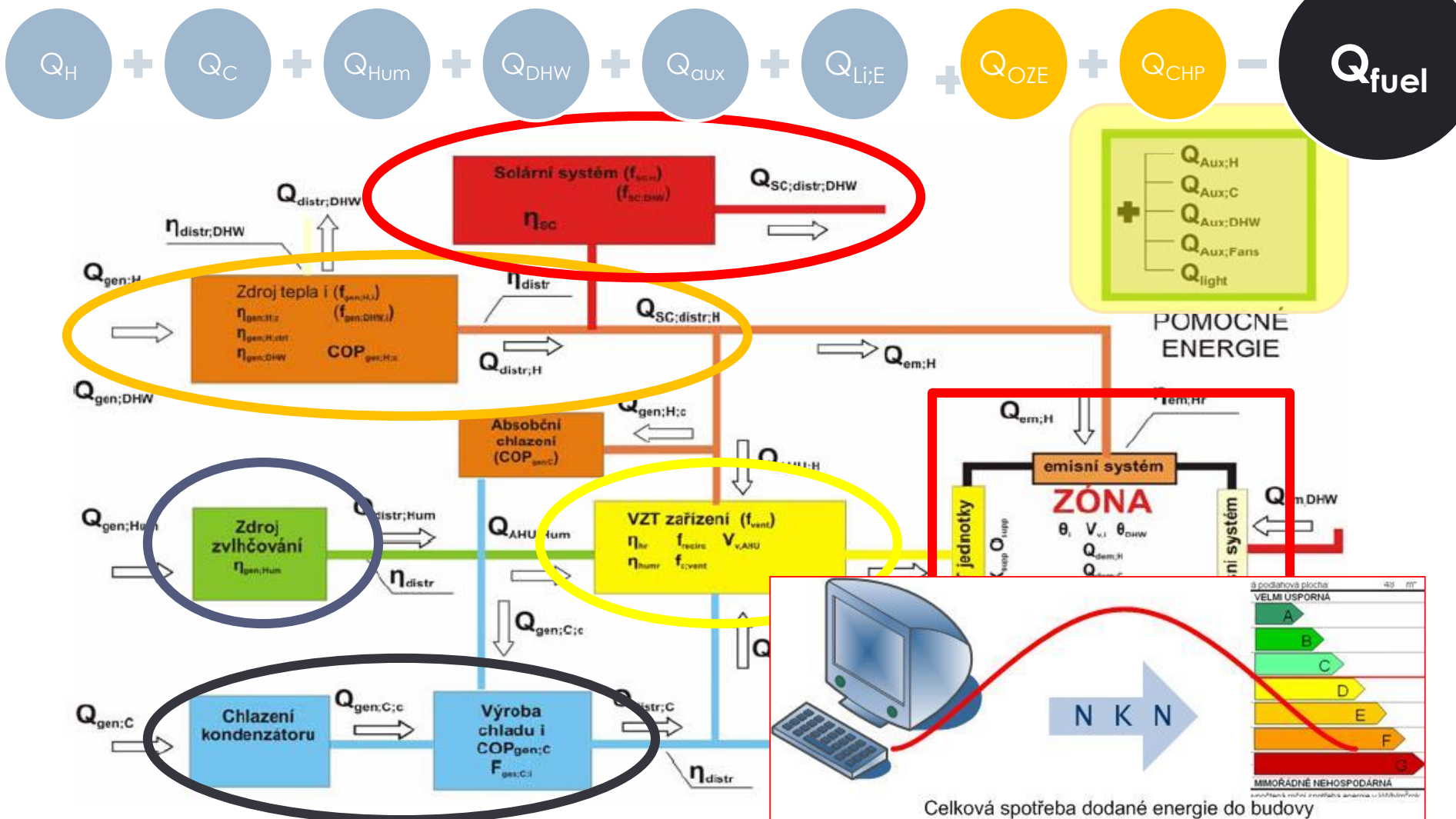
- Energetická bilance na úrovni budovy
  - Potřeba energie
- Energetická bilance na úrovni systémů
  - dodané energie
  - primární energie



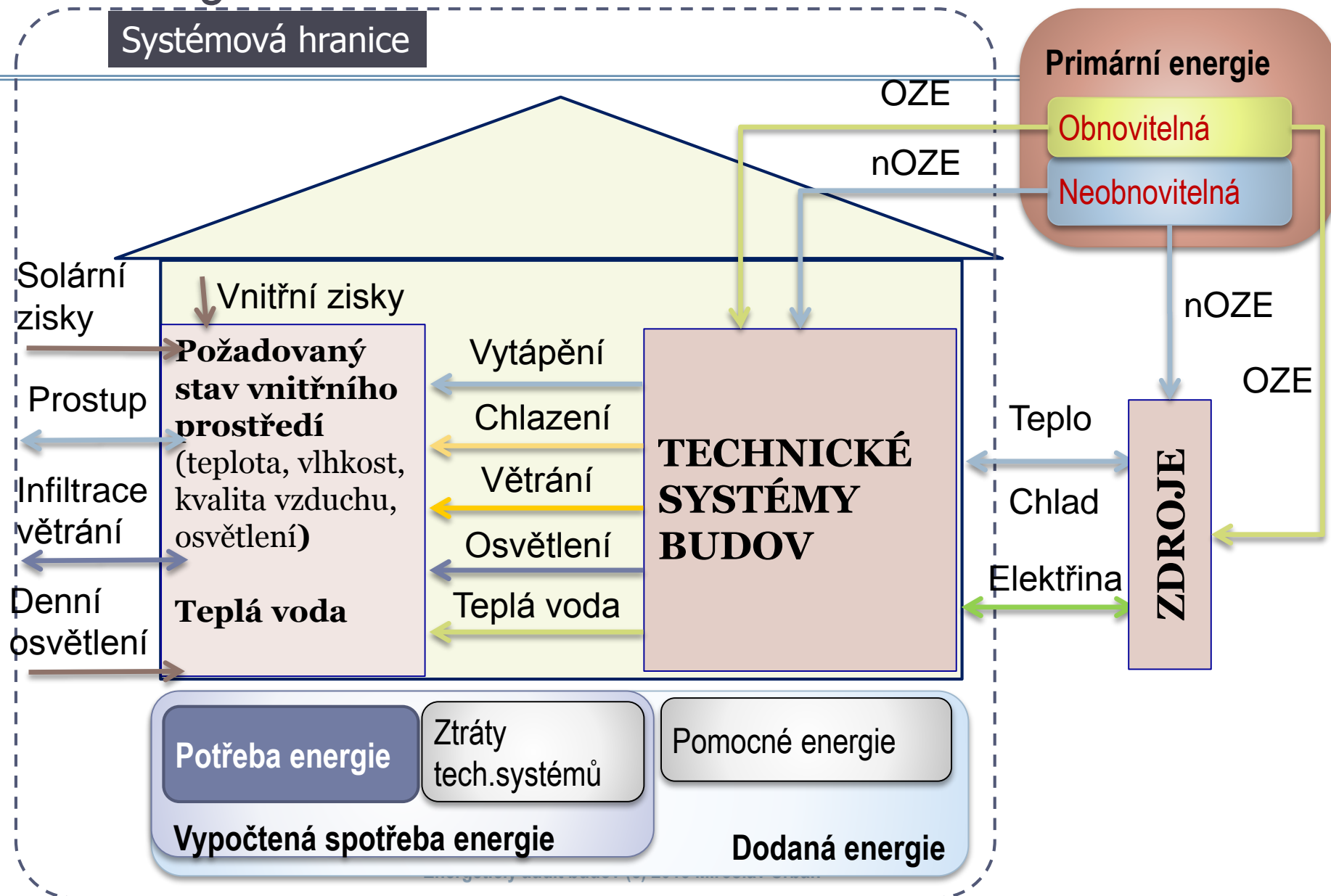
# Bilanční výpočet roční dodané energie do budovy

- Energetická bilance na úrovni systémů
  - Vychází z ČSN EN 15 316 a dalších souvisejících norem
  - Vypočtenou spotřebu energie na vytápění a Vypočtenou spotřebu energie na přípravu TV
  - Vypočtenou spotřebu energie pro nucené větrání
  - Vypočtenou spotřebu energie pro osvětlení a pomocné energie
  - Produkci energie systémů využívající obnovitelné energie
  - Produkci energie systémů KVET
- Stanovení ztráty při dodávce energie do zóny
  - výrobou (transformací)
  - distribucí
  - sdílením energie v rámci zón prostřednictvím příslušných energetických systémů.

# Provázanost energetických systémů



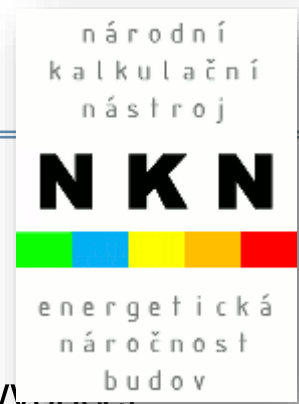
# Energetická náročnost budov



---

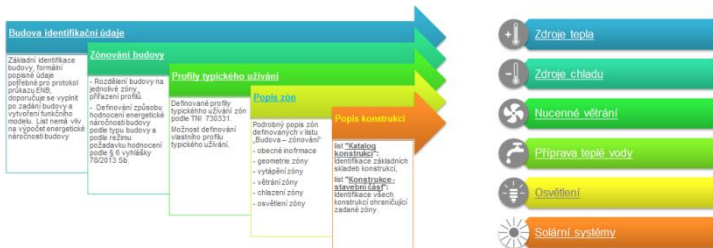
*Energetická náročnost budov  
- NKN II (národní kalkulační  
nástroj)*

# Národní Kalkulační Nástroj II



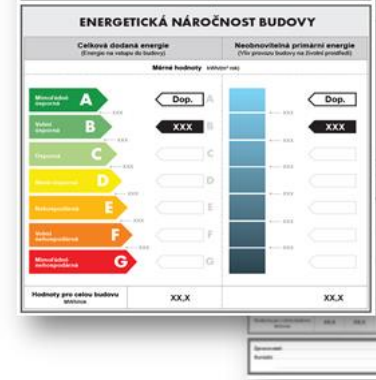
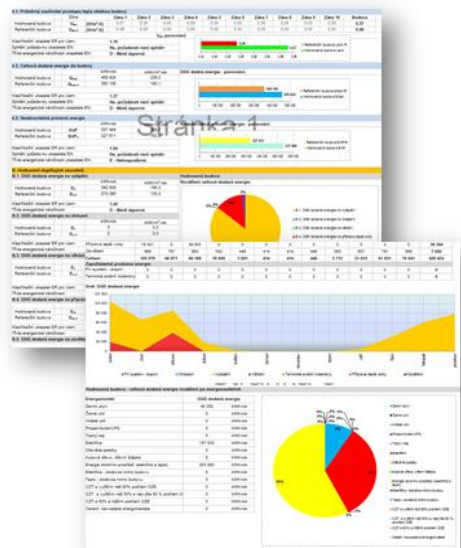
- NKN II – reflektuje:
  - Vyhlášku 78/2013 Sb., Zákon 406/2000 Sb.
  - TNI 730331 Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet
- Termín zveřejnění 03/2014
  - nový web <http://nkn.fsv.cvut.cz>
  - práce na NKN 04/2013 – 04/2014

## NKN - navigace zadání modelu budovy



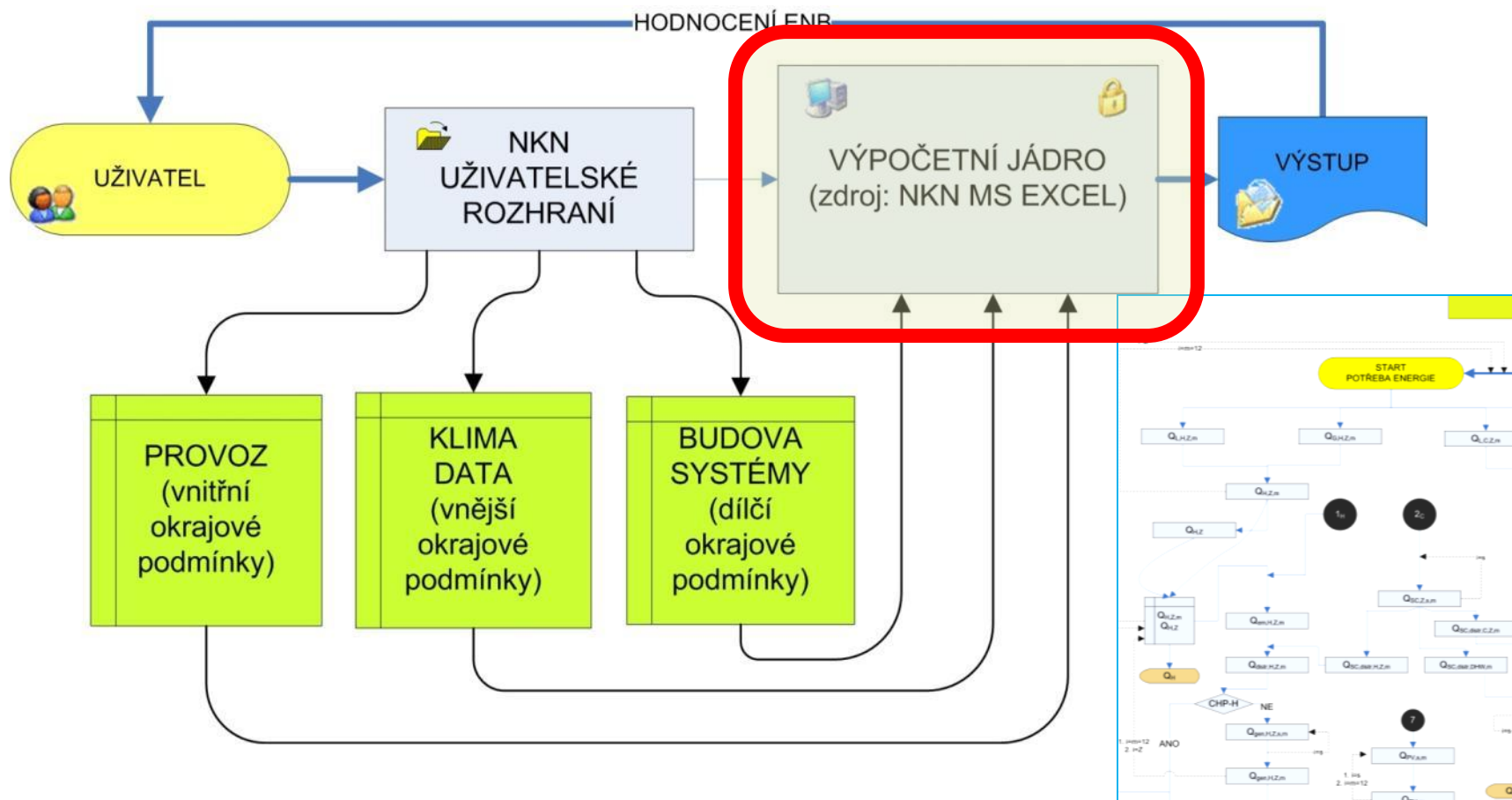
## NKN - výstup

- Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy
- Protokol průkazu energetické náročnosti budovy
- Analýza energetických potřeb budovy



# Výpočetní nástroj

- Ověření funkčního algoritmu
  - výpočetní pomůcka, výpočetní nástroj



# Národní kalkulační nástroj „NKN“

## ■ VSTUP úvodní list

**Zadávací část**

- identifikace budovy
- stavební řešení budovy
- energetické systémy budovy

**NKN - výstupy**

- grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy
- Protokol průkazu energetické náročnosti budovy
- Analýza energetických potřeb

**faq**

- charakter vstupů

# Národní kalkulační nástroj „NKN“

- Výpočetní model obsahuje
  - 105 unikátních parametrů s různou mírou citlivosti
- Význam parametrů uveden na listu INFO-FAQ - vstupy

Energetická Náročnost Budov - Národní Kalkulační Nástroj				
info - nápověda				
Položka	Parametr	Označení	Jednotka	Komentář parametru - způsob zadání
<b>list: Budova - identifikační údaje</b>				
Základní identifikace budovy, formální popisné údaje potřebné pro protokol průzkvu ENB, doporučuje se vyplnit po zadání budovy a vytvoření funkčního modelu. List nemá vliv na výpočet energetické náročnosti budovy				
<b>list: Budova - zónování</b>				
rozdělení budovy na jednotlivé zóny, přiřazení profilů typického užívání pro jednotlivé zóny, musí být uveden název zóny. definování způsobu hodnocení energetické náročnosti budovy podle typu budovy a podle režimu požadavku hodnocení podle § 6 vyhlášky 78/2013 Sb.				
<b>list: Zóny - profily užívání</b>				
definované profily typického užívání zóny podle TNI 730331, příloha B - parametry typického užívání budov prostor pro definování vlastních pěti uživatelských profilů typického užívání zóny				
1	Profil užívání	-	-	výběr z nabídky 49 přednastavených profilů standardizovaného užívání zóny
<b>list: Katalog konstrukcí</b>				
Identifikace základních skladeb konstrukcí, základní katalog uživatelem definovaných konstrukcí				
Položka	Parametr	Označení	Jednotka	Komentář parametru - způsob zadání
2	Součinitel prostupu tepla konstrukce	U <sub>i</sub>	W/m <sup>2</sup> K	přímý číselný vstup, bez zahrnutí tepelných vazeb. Tepelné vazby se zahrnují na úrovni zóny (list - zóny - popis)
3	Propustnost slunečního záření průsvitné konstrukce	g <sub>gl,n,k</sub>	-	přímý číselný vstup, pouze pro průsvitné konstrukce, celková propustnost solární radiace pro kolmý dopad solární radiace g <sub>gl,n,k</sub> se orientačně stanoví podle parametrů, viz ČSN EN 13790, ČSN EN 13363 nebo DIN 18599-2
4	Korekční číselník rámu průsvitného prvku (zpravidla 0,8)	F <sub>rat</sub>	-	(podíl plochy prosklení k celkové ploše okna) [-], stanoven podle ČSN EN ISO 10077-1, nebo se uvažuje hodnota 0,7 pro výpočet potřeby energie na vytápění, resp. hodnota 0,8 pro výpočet potřeby energie na chlazení, pro zadání v NKN uvažujte průměrnou hodnotu 0,75.
5	Identifikace konstrukce referenční budovy	-	-	pro daný typ konstrukce se vybere referenční konstrukce, automaticky do výpočtu referenční budovy bude vstupovat požadavek podle ČSN 730540
<b>list: Zóny - popis</b>				
Podrobný popis zón definovaných v listu „Budova – zónování“				
Položka	Parametr	Označení	Jednotka	Komentář parametru - způsob zadání
Obecné informace o zóně				
6	Vnější objem zóny	V <sub>ext</sub>	m <sup>3</sup>	objem zóny stavený z vnějších rozměrů
7	Energeticky vztázná plocha	A <sub>ext</sub>	m <sup>2</sup>	plocha zóny stavená z vnějších rozměrů, vč. plochy schodišť, šachet, apod.
8	Užitná plocha zóny	A <sub>u</sub>	m <sup>2</sup>	přímý číselný vstup - celková plocha zóny (plocha odečtená z vnitřních rozměrů, pouze plocha všech místností zóny (bez plochy stěn)
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <span>◀ ▶</span> <span>UVOD   INFO-FAQ - vstupy   Budova - identifikační údaje   Budova - zónování   zóny - profily užívání   katalog konstrukcí   zóny - popis   konstrukce - stavební</span> <span>◀ ▶</span> </div>				

# Identifikace budovy

## List – „Budova - identifikační údaje“

INFO-FAO - INFO-FAO - vstupy - VSTUP - ÚVOD - Budova - identifikace - Zóny - profily užívání - Budova - doplnění pro EP - Budova - konstrukce - Zóny - popis

Připraven

**identifikační údaje se doporučuje vyplnit po dokončení modelu a výpočtu**

**Účel zpracování průkazu**

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

**Identifikační údaje budovy**

Název budovy - označení akce	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	
Katastrální území:	
Parcelní číslo:	
Kód katastrálního území:	
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	

základní identifikační údaje o budově nezbytné pro průkaz ENB  
typ budovy  
Údaje pro protokol PENB

# Zónování budovy

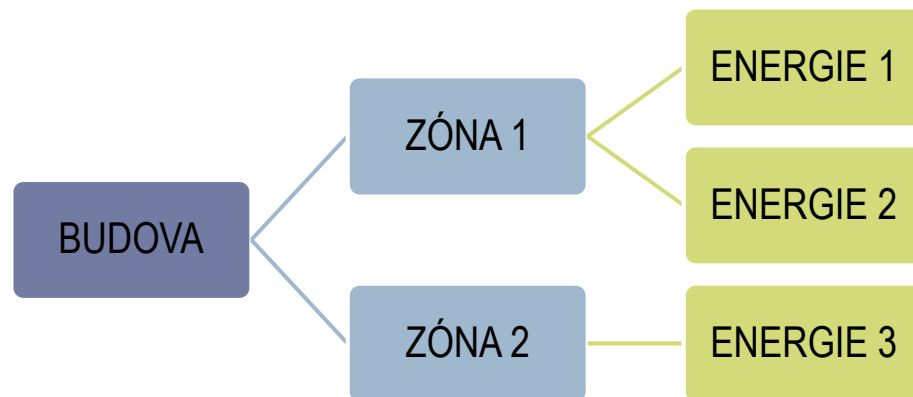
## ■ List – „Budova - zonovani“

IDENTIFIKACE BUDOVY - Zónování		
<a href="#">Parametry - nápověda</a>		
Zónování a klasifikace budovy		
Způsob hodnocení budovy podle vyhlášky 78/2013 Sb.		
Typ budovy	Ostatní	
Budova je hodnocena jako (podle § 6 vyhlášky 78/2013 Sb.):	Nová budova	
Upřesnění výpočtu		
Zahrnout spotřebu elektrických spotřebičů do celkové energetické bilance:	NE	
<i>pozn. do dílčí dodané energie na osvětlení bude zahrnuta také spotřeba el. energie spotřebičů definující tepelné zisky, viz typické profily užívání</i>		
Zónování budovy		
Číslo zóny	Profil typického užívání	Název zóny
Zóna 1	-	
Zóna 2	-	
Zóna 3	-	
Zóna 4	-	
Zóna 5	-	
Zóna 6	-	
Zóna 7	-	
Zóna 8	-	
Zóna 9	-	
Zóna 10	-	
Definování vlastního profilu užívání:		Definujte zde

rozdělení objektu na jednotlivé zóny  
každé zóně z nabídky přiřazen profil užívání

# ZÓNOVÁNÍ BUDOVY - pravidla

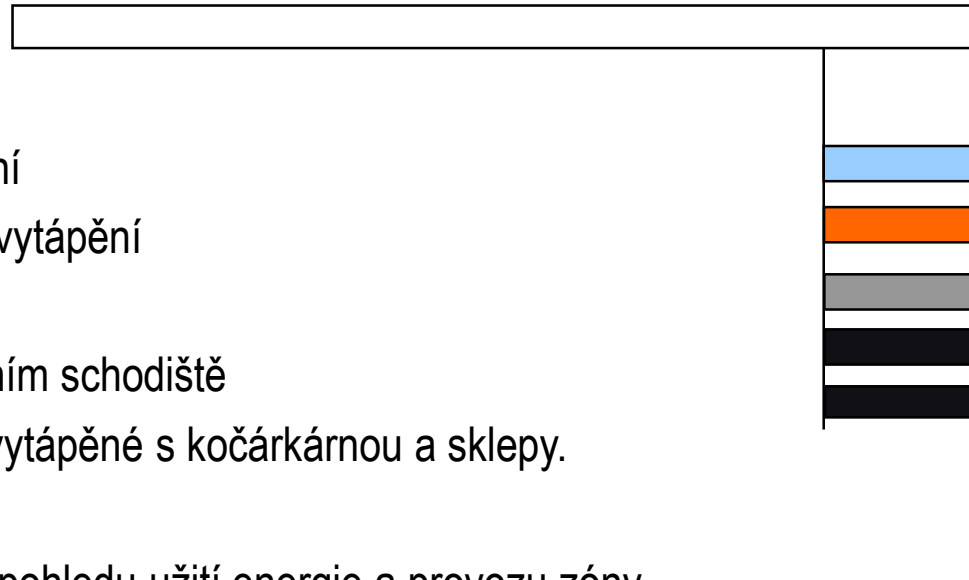
- BUDOVA NENÍ HOMOGENNÍ CELEK
- Budova, nebo její část je zónou, pokud
  - je zásobována ze stejnou skladbou energetických systémů budovy – užití energie je stejné
  - má stejné užívání, liší se významně z výběru již přednastavených standardizovaných profilů užívání
  - Splňuje požadavky na zónování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



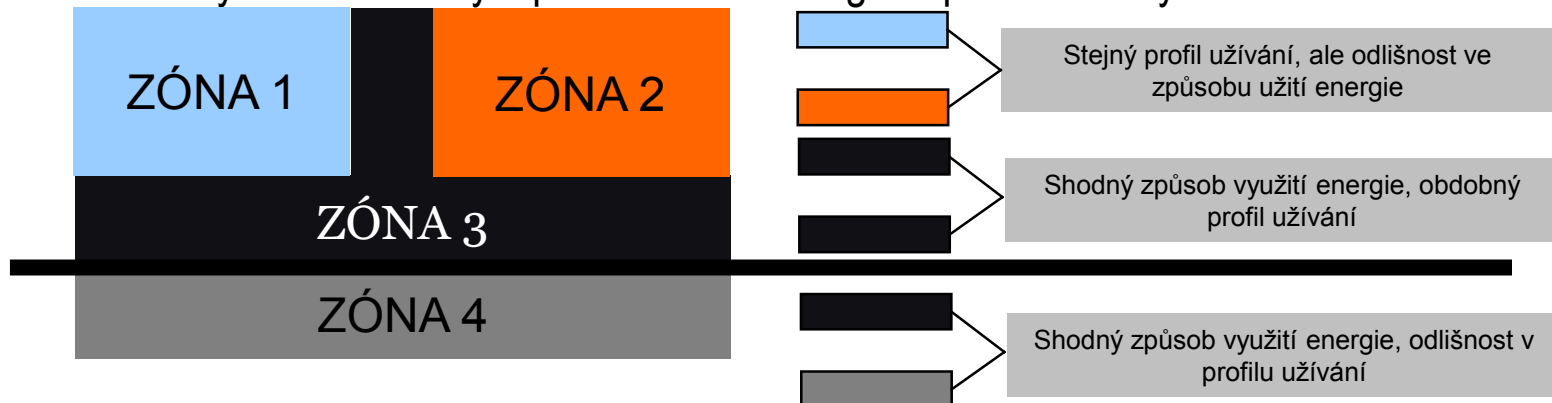
# Zónování budovy - pravidla

## 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.

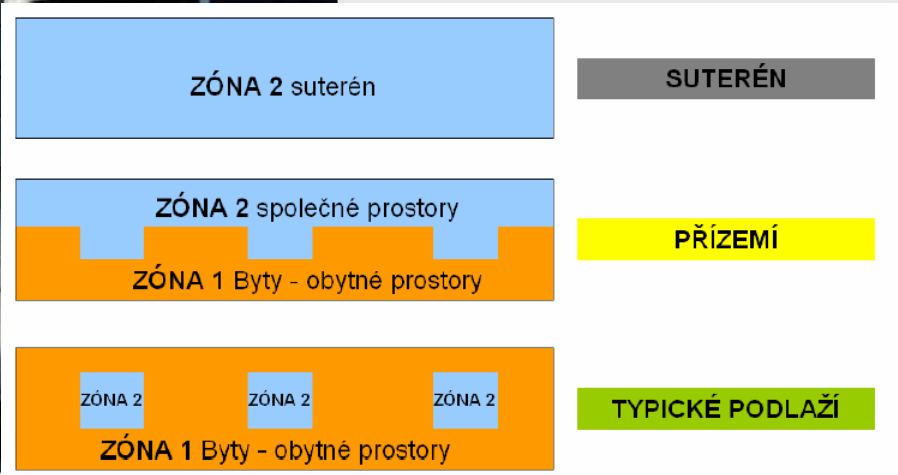


- 4 zóny - odlišné zóny z pohledu užití energie a provozu zóny



# Zónování budovy - panelový dům

- Panelový dům
  - nutný vícezónový přístup



# Panelový dům - zónování

## Teplota $\theta_i$

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

## Výměna vzduchu

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

## Tepelné zisky od osob

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

## Tepelné 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)

### UŽÍVÁNÍ PROSTOR

- DOBA UŽÍVÁNÍ
- CHARAKTER UŽÍVÁNÍ

### ENERGETICKÉ SYSTÉMY

- DRUH ENERGÍÍ
- DOBA PROVOZU  
ZAŘÍZENÍ

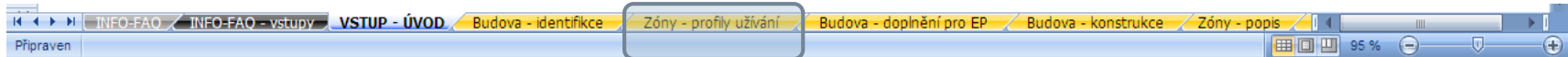
### VNITŘNÍ PODMÍNKY

- ZÁKLADNÍ POŽADAVKY
- TEPLOTA
- OSVĚTLENÍ

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

# Zóna - standardizované profily

## List – „Zóny – profily užívání“



- Soubor profilů standardizovaného užívání podle TNI 730331
- Možnost vytvoření vlastního profilu standardizovaného užívání
  - upravený jednozónový přístup – nutná změna  $\theta_{i,H}$  v profilu

Energetická Náročnost Budov - Národní Kalkulační Nástroj		PROFILY UŽÍVÁNÍ														
ZPĚT NA ÚVOD		<< ZPĚT NA IDENTIFIKACI BUDOVY														
profily standardizovaného užívání zón budov																
ČÍSELNÝ PROFIL	typ zóny	obecně				vytápění				chlazení						
		začátek provozu zóny	koniec provozu zóny	průměrná doba užívání zóny	roční užívání budovy počet provozních dní	vytápění amot (J/m <sup>2</sup> )	vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění	vnitřní výpočtová teplota pro režim vytápění mimo provozní dobu	průměrná doba vytápění objektu	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení mimo provozní dobu	průměrná doba chlazení objektu	teplota přiváděného vzduchu pro chlazení	minimální tok větracího vzduchu	měrná jednotka	
Parametr >>	typ zóny	hodina	hodina	t <sub>use,z</sub> hodina	t <sub>use,d</sub>	ANG/NE	θ <sub>i,w</sub> °C	θ <sub>i,w</sub> °C	t <sub>h,n</sub> hodoben	θ <sub>i,c</sub> °C	θ <sub>i,c</sub> °C	t <sub>c,n</sub> hodoben	θ <sub>sup,z</sub> °C	V <sub>lx,z</sub> m <sup>3</sup> /(h·m <sup>2</sup> )	-	
47	Ostatní budovy - Divadla kina - Jevištiště	neobytná	13	23	10	250	1	21	18	10	26	30	10	21	80	osoby
48	Ostatní budovy - Divadla kina - Technické prostory výtahů	neobytná	10	23	13	250	1	20	16	13	26	30	13	21	16	plocha
49	Ostatní budovy - Divadla kina - Technické prostory navazující	neobytná	13	23	13	260	2	18	16	0	30	30	0	30	2	plocha
50	Obecná nevýšlepisná zóna	neobytná	0	24	24	305	2	-15	-15	0	30	30	0	30	2	plocha
51	Bytový dům - podzemní garáže, společné prostory	neobytná	0	24	24	267	2	10	10	0	30	30	0	30	16,7	plocha
53																
54																
55																
KONEC LISTU		KONEC LISTU														

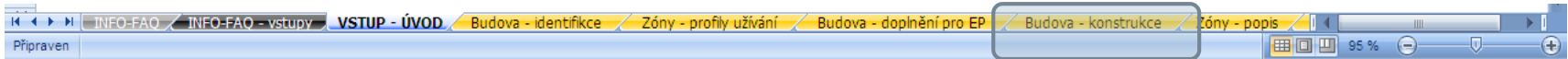
## Zóna - standardizované profily

---

- V průběhu výpočtu kontrolní mezi výpočty
  - List zóny – počet osob, množství větracího vzduchu
  - Vstupní parametry určují hodnoty v mezivýpočtech – nutnost zpětné korekce
    - Byt 200m<sup>2</sup> – NKN počítá s 7/8 osobami – nutná korekce hodnoty v profilu užívání
    - Kanceláře x m<sup>2</sup>/os
    - Tepelné zisky  $q_{ap}$  – kancelářské budovy, nutno prověřit (viz PD část VZT/CHL)

# Stavební řešení budovy

## ■ List „Budova - konstrukce“



- Zadání typových konstrukcí
- Vytvoření katalogu konstrukcí zón
- omezení - 40 konstrukcí

HODNOCENÁ BUDOVA				
Číslo	Identifikace konstrukce	Průsvětlná konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce	Propustnost slunečního záření průsvětlné
			U [W/m <sup>2</sup> ·K]	g [%]
1		ANO		
2		NE		
3		NE		
4		NE		
5		NE		

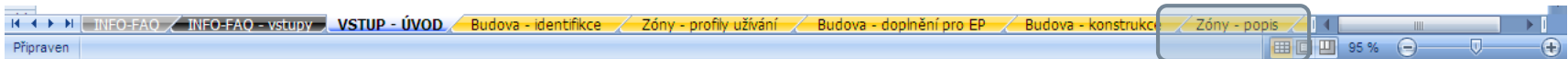
### Přímé vstupy

- Součinitel prostupu tepla
- g hodnota zasklení

Zasklení	hodnota g [-]
jednoduché	0,87
dvojitě	0,78
trojitě	0,7
protisluneční zasklení	0,48 – 0,25

# Popis zóny

## ■ List „Zóny – popis“



- Energeticky vztažná plocha – plocha vymezená vnějšími konstrukcemi – stanoveno z vnějších rozměrů
- Užitná plocha – plocha vymezená vnitřním lícem konstrukcí ohraničující zónu – vnitřní rozměry
- Objem zóny – vnější objem zóny
  - Vnitřní objem zóny – vyjádřený procentem konstrukcí z vnějšího objemu
- Přirážka na tepelné vazby  $U_{em}$

	jednotky	označení	Zóna 1
<b>OBEČNÉ INFORMACE O ZÓNĚ</b>			
13	-	-	1PP - Garáže
15	-	-	Bytový dům - podzemní garáže, společné
17	m <sup>2</sup>	$A_{q,ross,1}$	
20	m <sup>3</sup>	$V_{tot,1}$	
22	-	-	střední > 600 kg/m <sup>3</sup> ▼ střední > 600
24	MJ/m <sup>2</sup> K	Cm	324,00
<b>Identifikace sousedící zóny</b>			
26	-	-	NE ▼ NE
<b>Není relevantní - nevyplňujte</b>			
29	m <sup>2</sup>	$A_{s,1}$	
30	orientace	-	Severozápad ▼ Severozápad
32	°	úhel	30° ▼ 30°

# Stavební konstrukce

- List „**Stavební část**“
- Ohraničující konstrukce zón
  - Přímé číselné vstupy a výběr z nabídek (katalog konstrukcí)

KONSTRUKCE BUDOVY									
KONSTRUKCE	Jednotky	oznčení	1	2	3	4	5	6	7
Název konstrukce	-	-							
Identifikace konstrukce (výběr z definovaných konstrukcí)	-	-							
Plocha neprůstřížných konstrukcí	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce (jen pro neobřívné konstrukce, není nutné definovat orientaci)	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha průsvitných konstrukcí	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel 0° (J - jižní orientace)	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 15°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 30°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 45° (JV, JZ)	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 60°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 75°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 90° (V,Z)	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 105°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 120°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 135° (SV, SZ)	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 150°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel +/- 165°	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - azimutový úhel 180° (S - severní orientace)	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Plocha konstrukce - horizontální orientace (veškeré příčky)	m <sup>2</sup>	A <sub>KJ</sub>							
Sklon průsvitné konstrukce (horizontální průsvitné konstrukce viz řádek nad)	°	úhel	50° (verkáň)	50° (verkáň)	50° (verkáň)	50° (verkáň)	50° (verkáň)	50° (verkáň)	50° (verkáň)
Vstřícnost průsvitných a neprůsvitných konstrukcí	-	Z <sub>12</sub>	zóna 1 - není saďeno	zóna 1 - není saďeno	zóna 1 - není saďeno	zóna 1 - není saďeno	zóna 1 - není saďeno	zóna 1 - není saďeno	zóna 1 - není saďeno
Přístupnost konstrukce k zóně (pro zónu náleží)	-	Z <sub>21</sub>	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad
Prostředí za konstrukcí (anež prostředí je za konstrukcí)	-	Z <sub>21</sub>	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad	bitáně - vertikální přeřad
Součinitel prostupu tepla konstrukce	W/m <sup>2</sup> K	U <sub>k</sub>	0	0	0	0	0	0	0
Propustnost solární radiace průsvitné konstrukce	-	g <sub>gl</sub>	0	0	0	0	0	0	0
Korekční číselní rámu průsvitné konstrukce	-	F <sub>gl</sub>	0	0	0	0	0	0	0
Součinitel stínění pro režim ohřazení	-	F <sub>cl,01</sub>	1	1	1	1	1	1	1
Součinitel stínění pro režim vytápění	-	F <sub>cl,02</sub>	1	1	1	1	1	1	1
Redukční číselní konstrukce	-	b <sub>i</sub>	1	1	1	1	1	1	1

Přímé vstupy

Plocha konstrukce

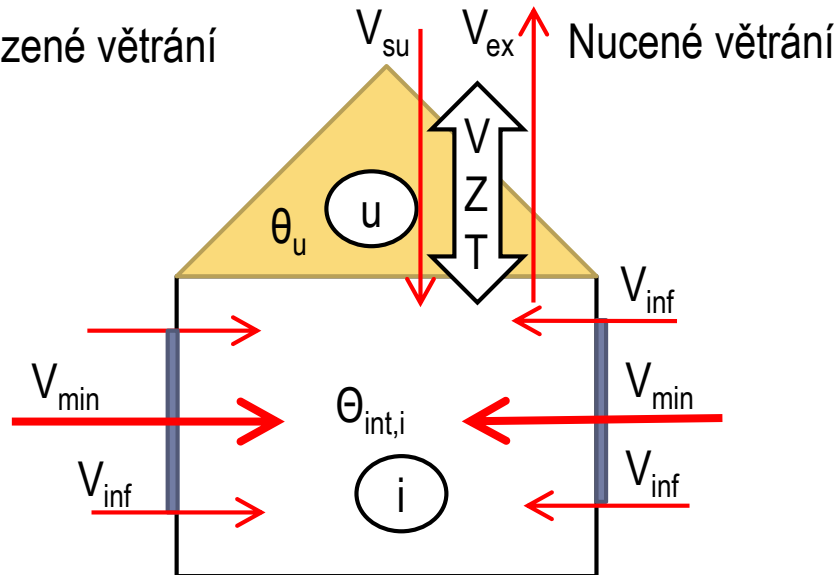
Činitel teplotní redukce b [-]

Součinitel stínění

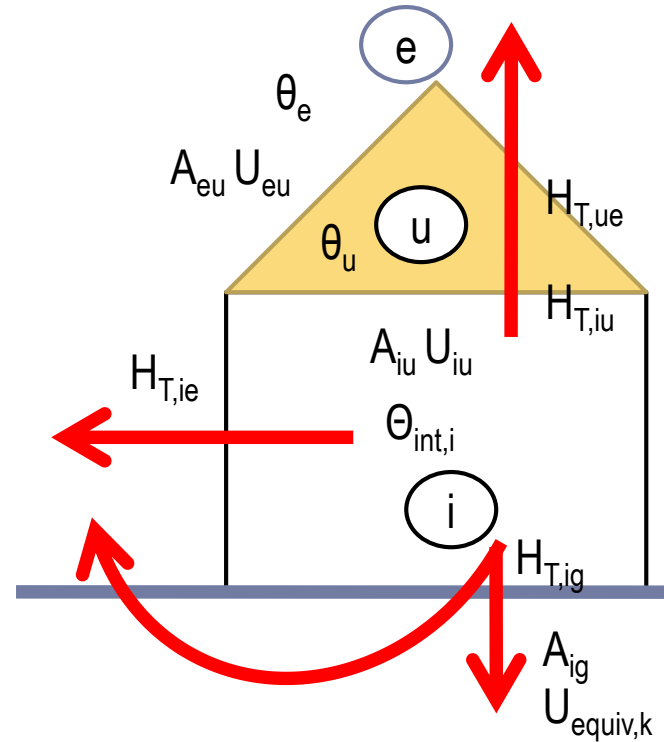
- Omezení – 40 konstrukcí
- Každá konstrukce pouze jednou (zóna 1 – zóna 2)
  - jeden tepelný tok ..

# STAVEBNÍ KONSTRUKCE

Přirozené větrání

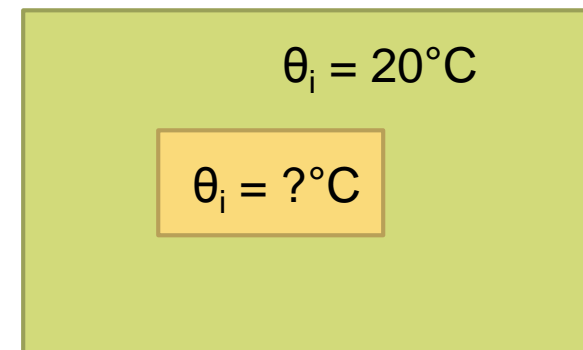


$$V_i = \max(V_{\text{inf},i}, V_{\text{min},i}) \quad V_i = V_{\text{inf},i} + V_{\text{su},i} \cdot f_{\text{vi}} + V_{\text{mech},\text{inf},i}$$



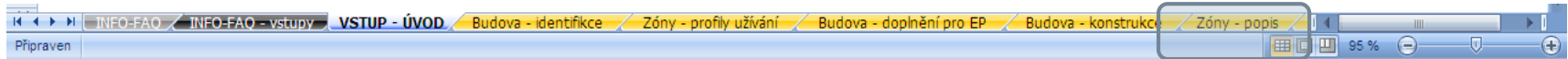
# STAVEBNÍ KONSTRUKCE

- Vnitřní dělicí konstrukce
  - Model objektu – ustálený, stacionární stav v daném časovém úseku.
  - U vytápěných/klimatizovaných prostor nezadááme – není to nutné
  - Nevytápěné prostory zadáváme, nutné přesné stanovení průměrné výpočtové teploty nevytápěného prostoru
  - Zadáváme pouze 1x
  - Nevytápěný prostor lze definovat jako vytápěný s příslušnou  $\theta_i$

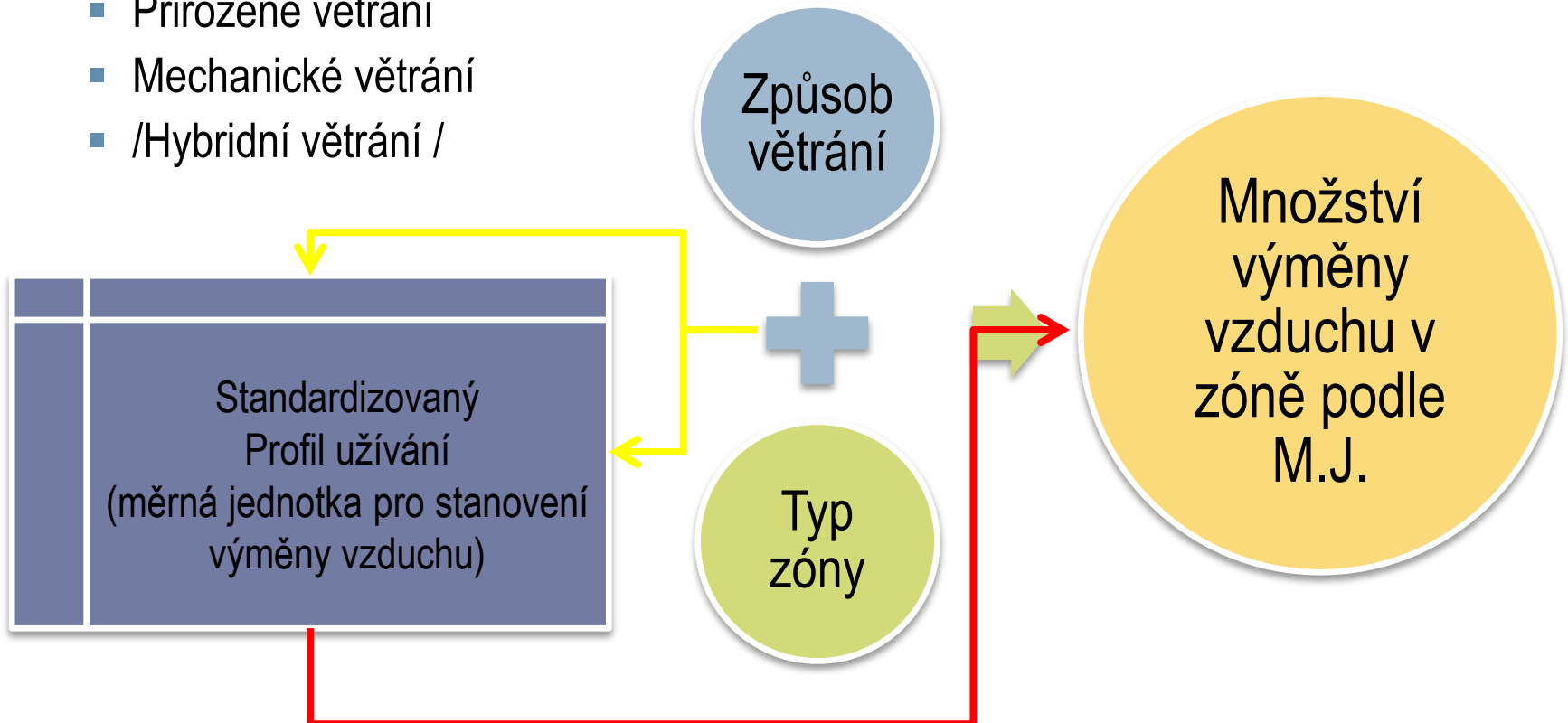


# Popis zóny – větrání vzduchotechnika

## ■ List „ Zóny – popis“ – VĚTRÁNÍ, VZDUCHOTECHNIKA



- Volba z přednastavené nabídky – způsob větrání
  - Přirozené větrání
  - Mechanické větrání
  - /Hybridní větrání /



# Energetické systémy v ENB

## Popis systémů vstupními parametry

- Systémové řešení skladby zařízení
- Účinnostmi zařízení krytí potřeby



VYTÁPĚNÍ – typ zdroje tepla, řešení soustavy



CHLAZENÍ – systémové řešení výroby a distribuce chladu



KLIMATIZACE (VLHČENÍ) – způsob úpravy parametrů vnitřního prostředí (technologie)



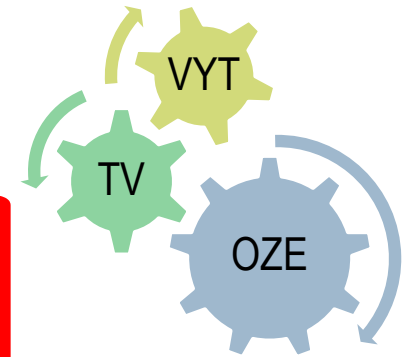
PŘÍPRAVA TV



OSVĚTLENÍ – osvětlovací soustava



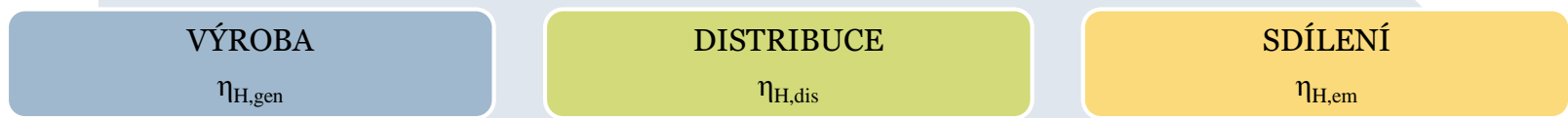
OZE  
KVET



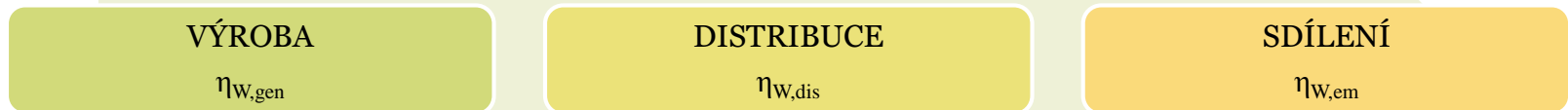
Pomocné energie

# Model energetických systémů

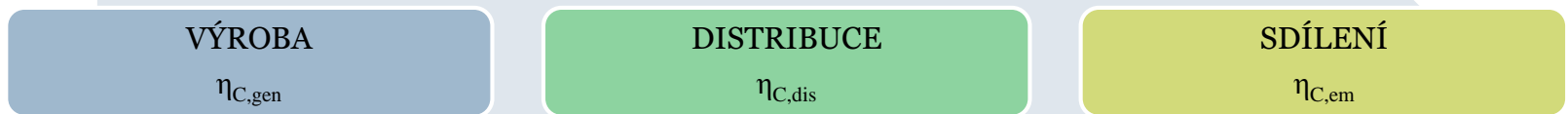
- Vytápění – teplovodní systémy, vytápění pomocí VZT



- Příprava TV – rozvod teplé vody, vč. cirkulace



- Chlazení – systémy strojního chlazení, chlazení VZT



# ENERGETICKÉ SYTÉMY - VYTÁPĚNÍ

## ■ List „Vytápění zdroje tepla“



## ■ Formální údaje pro průkaz ENB

## ■ Hodnoty potřebné pro výpočet

- přímé číselné vstupy a výběr z nabídek
- systémové řešení zdroje tepla
  - tepelné čerpadlo
  - kogenerační jednotka
- pomocná energie
  - přímý číselný vstup a typ oběhových čerpadel
- určení toku energie do zóny

list „faq – vstupy“

databázové  
hodnoty

vanový limit regulace čerpadel otopného systému	-	$t_{c,H}$	00%	100%		
<b>Zóny vytápěné zdrojem</b>						
Příslušnost energetického systému k zóně		Zóna 1	Zóna 1	AND	Zóna 1	AND
Podíl dodávaného tepla na vytápění do zóny	100% - OK		50,00%		50,00%	
Příslušnost energetického systému k zóně		Zóna 2	Zóna 2	AND	Zóna 2	NE
Podíl dodávaného tepla na vytápění do zóny	100% - OK		100,00%			

# Energetické systémy - vytápění

## Sezónní tepelná účinnost

### ▪ **přímá metoda**

$$\eta_{gen} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_a} = \frac{1 - (Q_s + Q_k)}{(Q_1 - Q_a)}$$

přímá metoda spočívá v určení příkonu a výkonu zařízení

- Průtok teplotnosného média
- Teplota na přívodu
- Teplota na výstupu

Energie v palivu (primární energie) 100 %

$Q_1$  - tepelný příkon kotle obsažený v dodávaném plynu,  
 $Q_a$  - tepelný příkon kotle obsažený ve spalovacím vzduchu.

- Množství paliva
- Výhřevnost paliva



$\eta_{H,gen} = 70-90 \%$

$Q_2$  - užitečný tepelný výkon kotle odváděný oběhovou vodou

# Energetické systémy - chlazení

## ■ List „chlazení“



## ■ Formální údaje pro průkaz ENB

## ■ Hodnoty potřebné pro výpočet

- Přímé číselné vstupy a výběr z nabídek
- Systémové řešení zdroje chladu

- **KOMPRESNÍ CHLAZENÍ** – typ kompresoru
- **ABSORPČNÍ CHLAZENÍ** - nutné přiřazení zdroje tepla

## ■ Pomocná energie

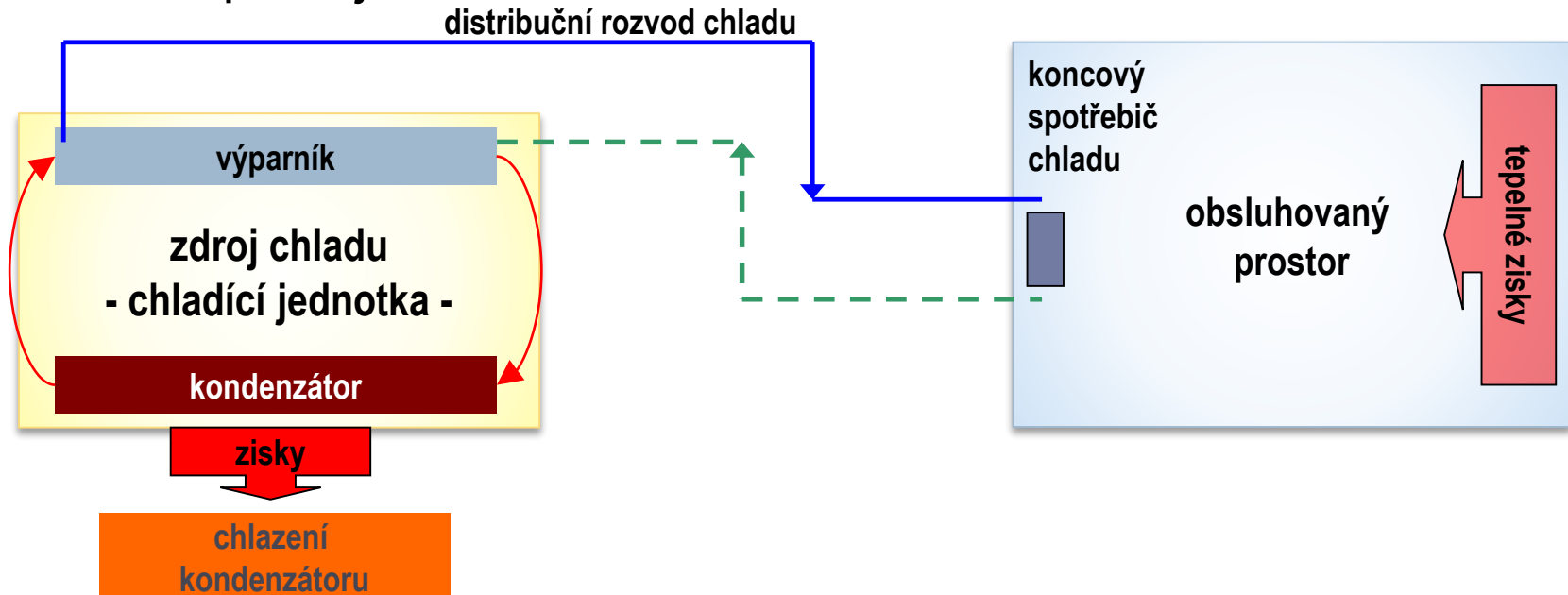
- Přímý číselný vstup
  - Typ oběhových čerpadel
  - Příkon zpětného chlazení kondenzátoru (suchých chladičů)

## ■ Určení toku energie do zón

Zóny chlazené zdrojem						
Příslušnost energetického systému k zóně		Zóna 1	Zóna 1	NE	Zóna 1	NE
Poměrné rozdělení dodávaného chladu do zóny	Zóna nechlazena					
Příslušnost energetického systému k zóně		Zóna 2	Zóna 2	NE	Zóna 2	NE
Poměrné rozdělení dodávaného chladu do zóny	Zóna nechlazena					

# Princip chlazení budovy

## ■ Princip strojního chlazení

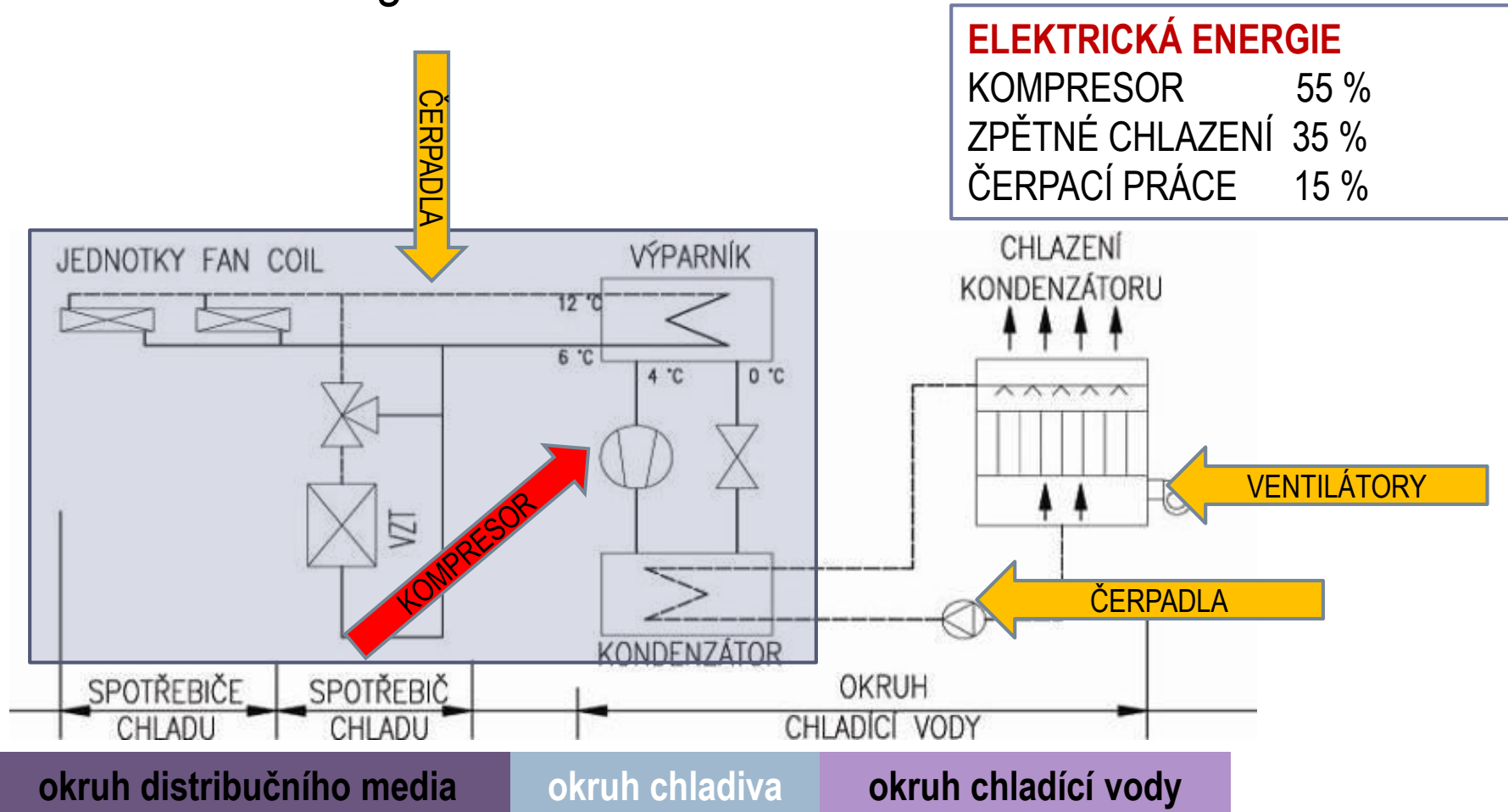


## ■ Dodaná energie

- Elektřina pro kompresor
- Elektřina pro pomocné systémy – čerpadla, ventilátory chlazení kondenzátoru

# Spotřeba energie kompresorového chlazení

- Primární energie - elektřina



# Strojní 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 (EER + PLV (iPLV))

	$\eta_{C,em,z}$ [-]	$\eta_{C,dis,z}$ [-]
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. chladící strop)	1	1
Studená voda 18/20°C (např. chladící strop)	1	1

## Mechanické větrání vzduchotechnika

- Použití VZT jednotky s ZZT
- průměrnou roční hodnotu účinnosti zpětného získávání tepla.  
**V podkladech výrobců - uvedena návrhová hodnota odpovídající maximálnímu zatížení energetického systému, která je vzhledem k průměrnému ročnímu provozu o 10 - 15% nižší.**

System zpětného získávání tepla	$\eta_{H,hr,sys}$ [-]
Deskový výměník	0,5
Křížový deskový výměník	0,65
Křížový kompaktní deskový výměník	0,7
Rotační výměník (sorpční)	0,7

# Dodaná energie na přípravu TV

- Roční dodaná energie na přípravu teplé vody  $Q_{fuel,W}$

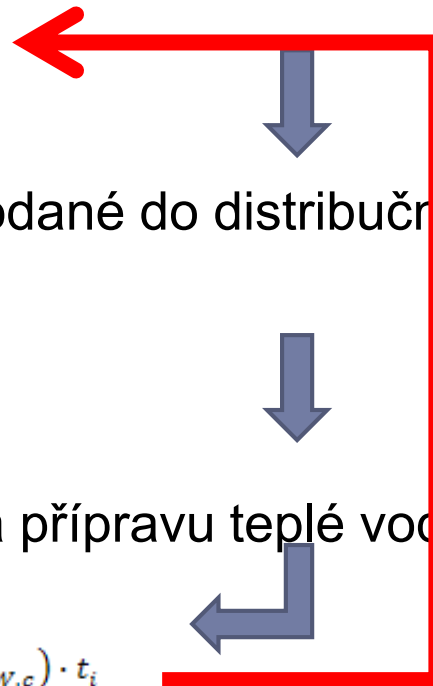
$$Q_{fuel,W} = \sum_{j=1}^n \left( \sum_{sys=1}^n \left( \sum_{z=1}^n \frac{Q_{W,dis,z,j} \cdot f_{W,sys}}{\eta_{W,sys}} \right) \right)$$

- $Q_{W,dis,z,j}$  je potřeba energie dodané do distribučního systému přípravy teplé vody

$$Q_{W,dis,z,j} = \frac{Q_{W,nd,z,j}}{\eta_{W,em,sys} \cdot \eta_{W,dis,sys}} - Q_{W,sc,j}$$

- $Q_{W,nd,z,j}$  je potřeba energie na přípravu teplé vody v z-té zóně v j-tém časovém úseku

$$Q_{W,nd,z,j} = 1 \cdot 10^{-6} \cdot V_{W,z,j} \cdot \rho_w \cdot c_w \cdot (\theta_{W,h,z} - \theta_{W,c}) \cdot t_i$$

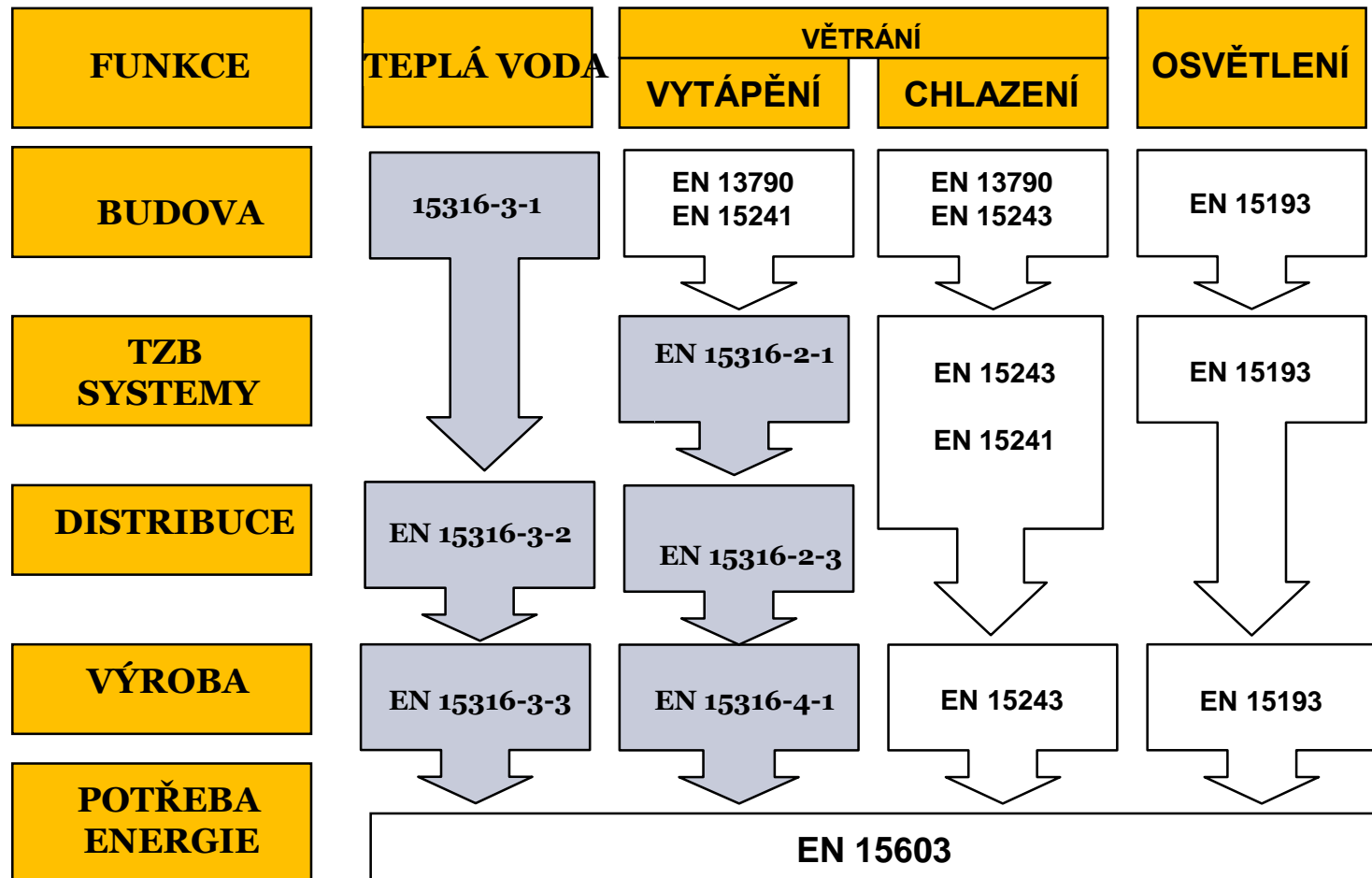


---

*Energetická náročnost budov  
- Parametry technických  
systémů*

# ENB a evropské normy

- Soubor EN norem



# TNI 73 0331

---

- TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – typické hodnoty parametrů pro výpočet
- 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.

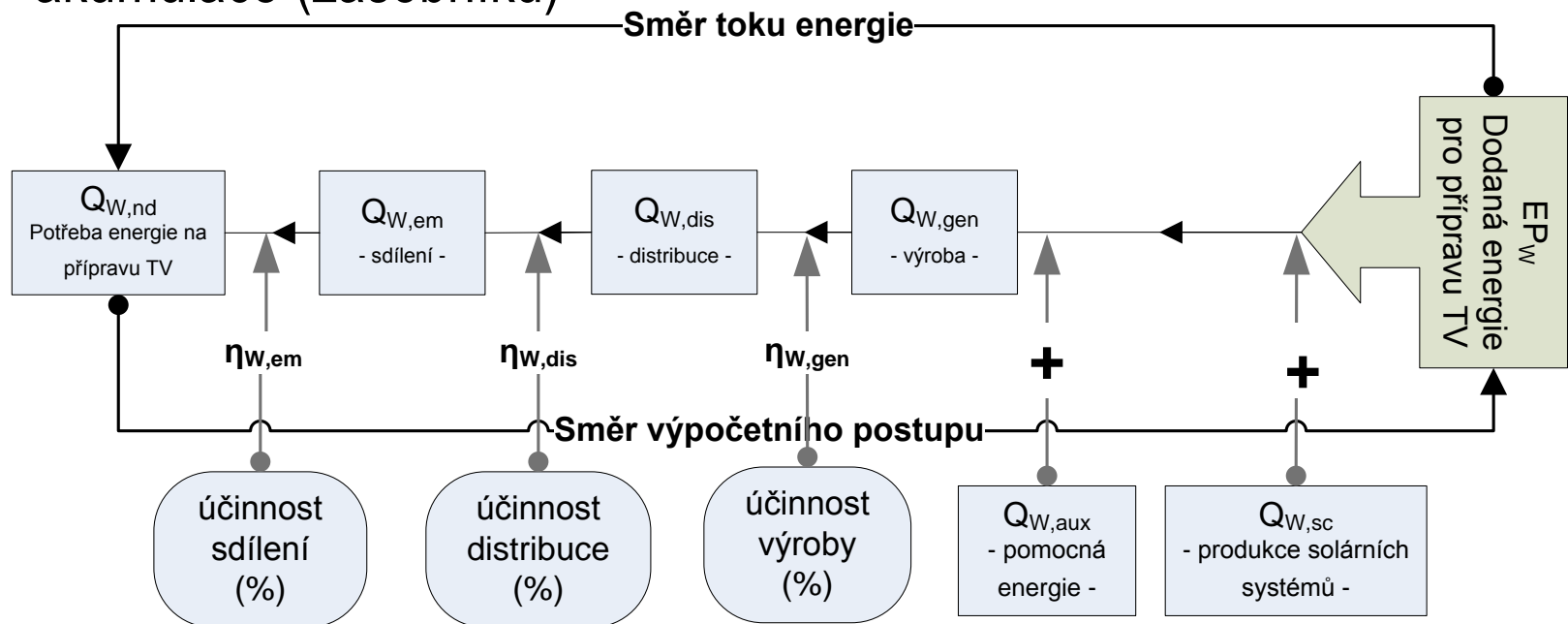
## Související technické normy

---

- 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)



# Typické parametry systému vytápění

## ■ Plynový kotel

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

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

<b>Kotel pro vytápění příp. i přípravu teplé vody o jmenovitém výkonu v rozmezí 50 – 300 kW</b>	$\eta_{H,gen}$
	(-)
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

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

# Typické parametry systému vytápění

- Lokální topidla
  - na biomasu

Typ lokálního topidla	$\eta_{H,gen,sys}$
Peletová kamna	0,82
Akumulační kamna (kachlová)	0,75
Volně stojící kamna	0,78
Krby 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

VÝROBA -  $\eta_{H,gen}$

DISTRIBUCE -  $\eta_{H,dis}$

SDÍLENÍ -  $\eta_{H,em}$

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

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

## 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)	$Q_{H,ls,dis,rb}$ (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

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

# 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
obyčejné zasklení		0,83		

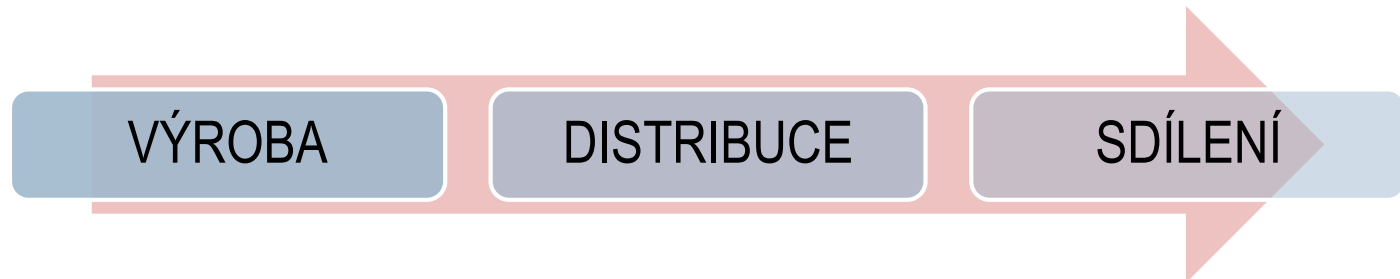
$$\eta_{H,em,z} = \frac{1}{4 - (\eta_{H,str,z} + \eta_{H,ctr,z} + \eta_{H,emb,z})}$$

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



## 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)



- 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 – 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 nejnepříznivějšího 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
	$Q_{W,gen,ls}$ (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

- Přímě ohřívání zásobník (předpoklad splnění legislativních požadavků)

Objem zásobníku	200	400	600	800	1 000
	$Q_{W,gen,ls}$ (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
	$Q_{W,gen,ls,d}$ (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  $55^{\circ}\text{C}$  a  $\lambda = 0,03 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
- Příklad pro  $tl_{TI} = 20 \text{ mm}$

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

## Typické parametry systému chlazení

---

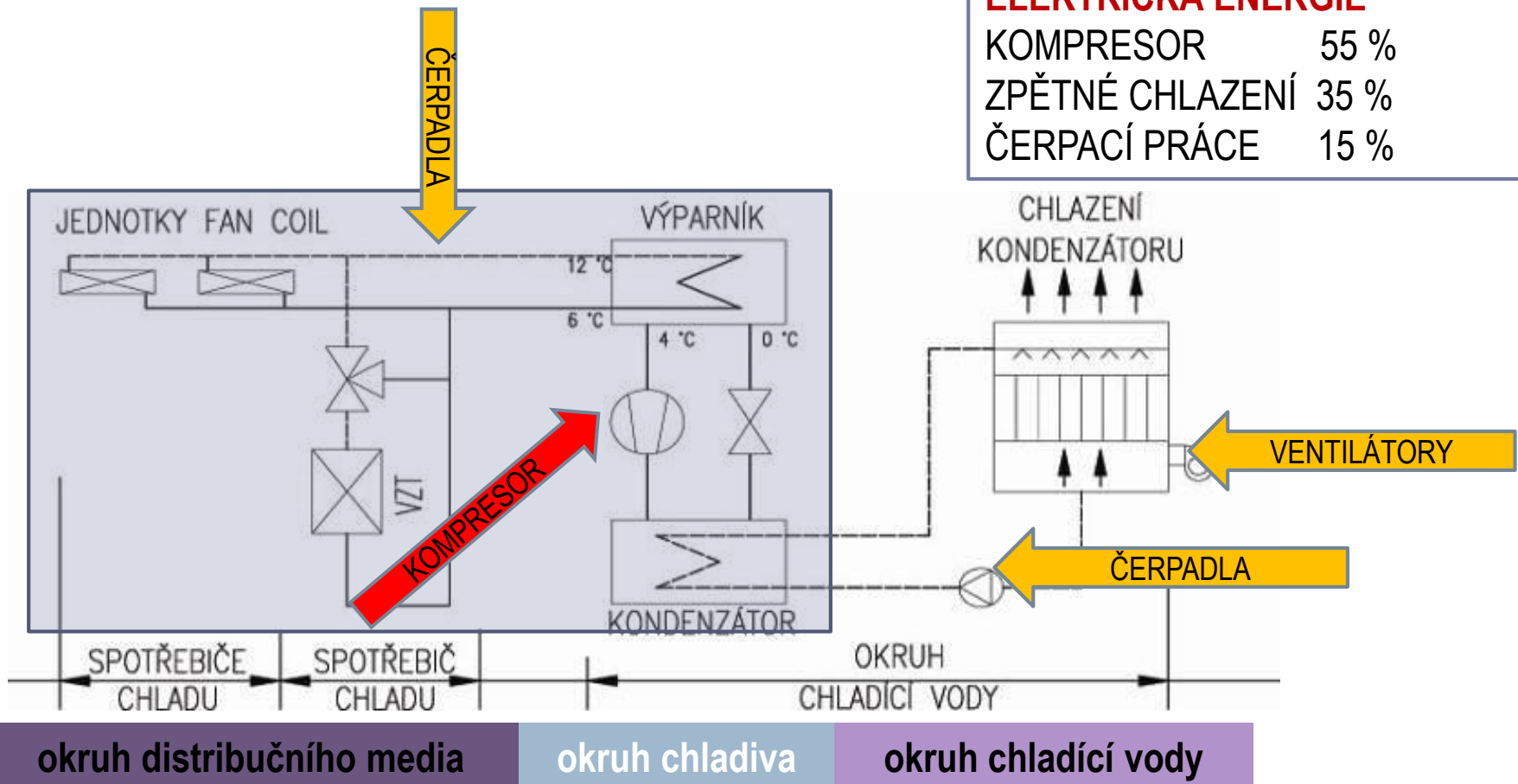
- Model pro výpočet celkové dodané energie do budovy je analogií k vytápění
- Odlišné okrajové podmínky pro výpočet – parametry účinností - př. emise, distribuce
- Účinnost výroby chladů – závislá na systémovém řešení zdroje chladu (EER + PLV (iPLV))

# Spotřeba energie kompresorového chlazení

- Primární energie pro kompresorové chlazení - elektřina

## ELEKTRICKÁ ENERGIE

KOMPRESOR	55 %
ZPĚTNÉ CHLAZENÍ	35 %
ČERPACÍ PRÁCE	15 %



# Strojní chlazení - zdroj chladu

- Zdroje chladu podle typového řešení - vodou chlazený kondenzátor

Chladivo	Voda zpětného chlazení [°C]	Chladicí voda (výstup) [°C]	Parametr EER <sub>C,sys</sub>		
			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

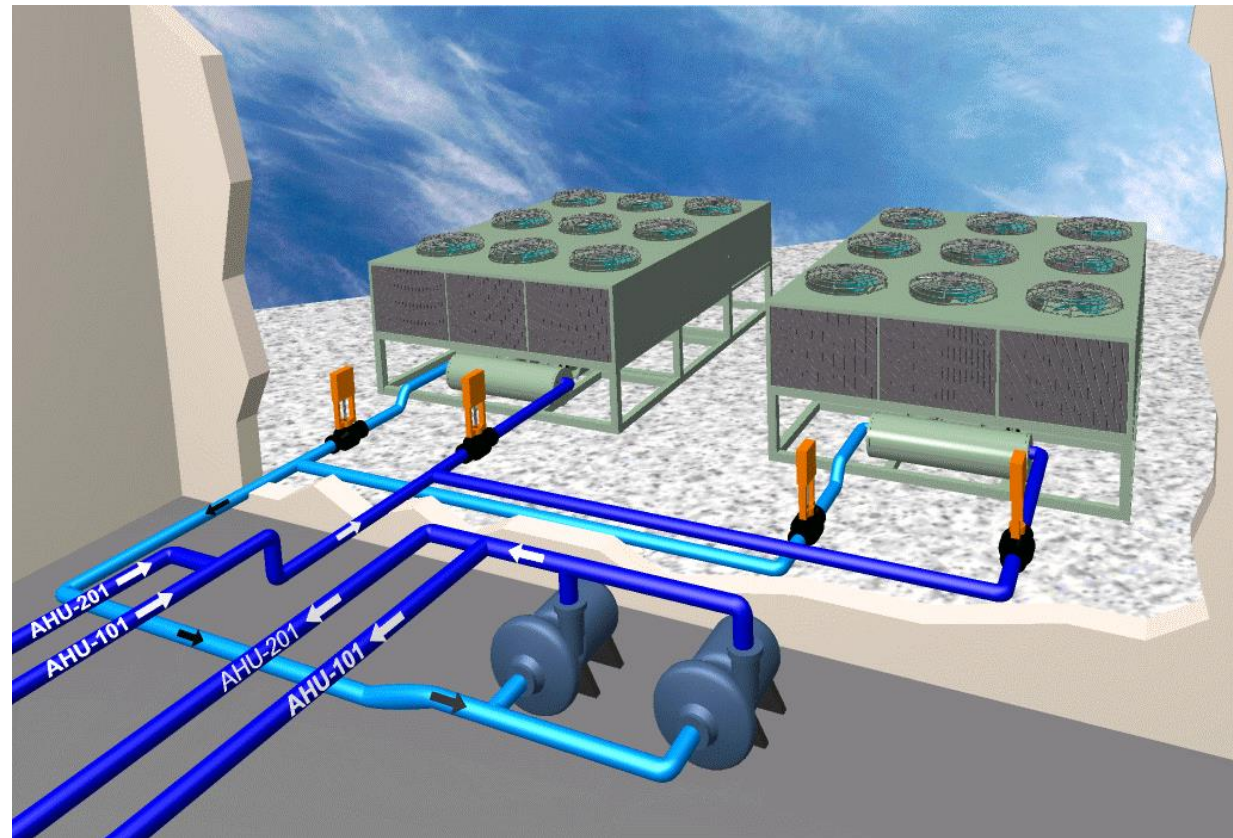
## ■ Suché chladiče

### Klady:

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

### Zápory:

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



# Vyjádření efektivity chladicího 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. chladící strop)	1	1
Studená voda 18/20°C (např. chladící strop)	1	1

## Typické parametry systému mechanického větrání

- Celková dodaná energie na mechanické větrání zahrnuje:
  - energii potřebnou na přepravu vzduchu (elektřina 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 ohřívače nebo chladiče	s ohřívačem 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 ohřívače nebo chladiče	s ohřívačem 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  $P_{\text{SFP,ahu}}$

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

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

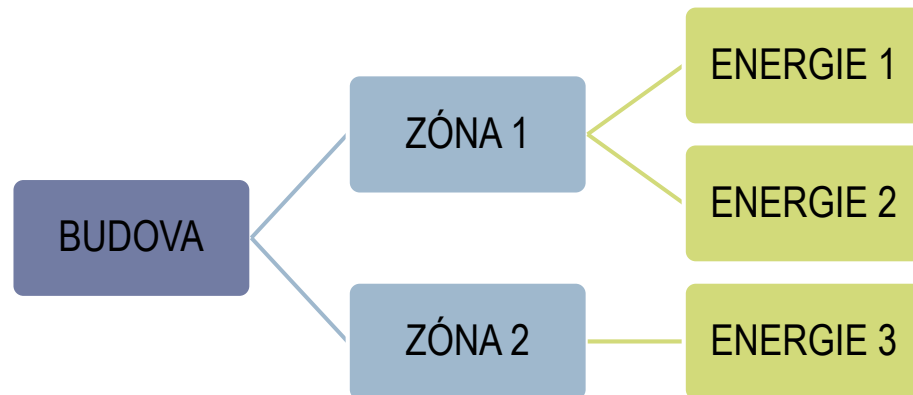
## Příloha B - Parametry typického užívání budovy

---

- 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.**



## 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	obecné					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 vytápění objektu	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení	vnitřní výpočtová teplota pro režim chlazení mimo	provozní dobu chlazení objektu	
Parametr >>	-	-	-	$t_{use,h}$	$t_{use,d}$	$\theta_{i,H}$	$\theta_{i,H}$	$t_{H,h}$	$\theta_{i,C}$	$\theta_{i,C}$	$t_{C,h}$	
Jednotky >>	-	hodina	hodina	hodina	d	°C	°C	hod/den	°C	°C	hod/den	
<b>Rodinné domy - normový byt</b>	<b>obytná</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>365</b>	<b>20</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>30</b>	<b>24</b>	

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 - úsporné osvětlení/zářivky	měrná roční spotřeba elektriny na osvětlení - žárovkové osvětlení	m <sup>2</sup> podlahové plochy na osobu
$V_{V,k}$	-	$V_{V,d}$	$t_{V,mech,h}$	$q_{OCC}$	$f_{OCC}$	$q_{APP}$	$f_{APP}$	$t_D$	$t_N$	$W_{light}$	$W_{light}$	
m <sup>3</sup> /h/mj.	mj	1/h	hod/den	W/m <sup>2</sup>	-	W/m <sup>2</sup>	-	h	hodina	kWh/m <sup>2</sup> rok	kWh/m <sup>2</sup> rok	m <sup>2</sup> /os
<b>25</b>	<b>osoby</b>	<b>0,3-0,5</b>	<b>24</b>	<b>3,0</b>	<b>0,80</b>	<b>3</b>	<b>0,20</b>	<b>700</b>	<b>800</b>	<b>4,46</b>	<b>17,84</b>	<b>27</b>

## Příloha C - Klimatická data pro výpočet

- V TNI uvedena klimatická data pro měsíční krok výpočtu
  - Průměrné měsíční parametry venkovního prostředí
    - Teplota vzduchu ( $^{\circ}\text{C}$ )
    - Relativní vlhkost (%)
    - Absolutní vlhkost ( $\text{g}/\text{m}^3$ )
  - Průměrné denní ozáření ( $\text{W}/\text{m}^2$ )
    - průměr za den a 24 hodin
  - Délka časového kroku výpočtu (h)

Úhel sklonu plochy $\beta$	Průměrné denní sluneční ozáření $I_m$ ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) 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

# 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

ICS 999.999.999

Měsíc 2012

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

TNI 73 0331

### Informace pro uživatele

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

### Citované podklady

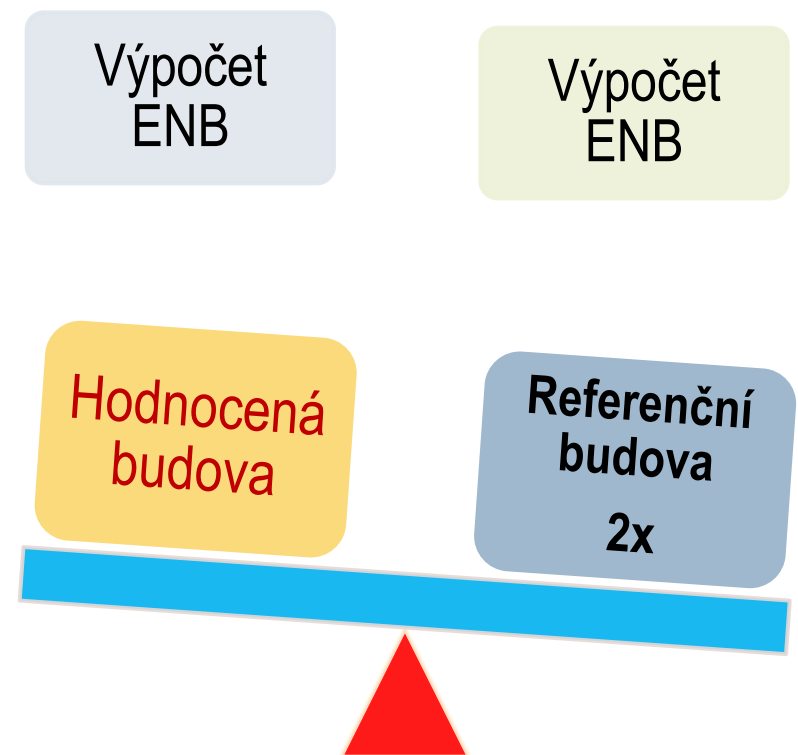
- CSN EN 15316-2-1 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 2-1: Sdílení tepla pro vytápění
- CSN EN 15316-2-3 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 2-3: Rozvody tepla pro vytápění
- CSN EN 15316-3-1 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 3-1: Soustavy teplé vody, charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)
- CSN EN 15316-3-2 (06 0401) Tepelné soustavy v budovách – Výpočtová metoda pro stanovení potřeby energie a účinnosti soustavy – Část 3-2: Soustavy teplé 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: Soustavy teplé vody, příprava
- 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 k 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, tepelná čerpadla
- 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 integrovaná do budovy
- 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 dálkového 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: Zdroj tepla pro vytápění, kotle pro spalování biomasy
- CSN EN 14511-2 (14 3010) Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru – Část 2: Zkušební podmínky
- CSN EN 12831 (06 0206) Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
- CSN EN 13779 (12 7007) Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací a klimatické systémy
- CSN EN 15193 (73 0327) Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení

---

# *Energetická náročnost budov - Hodnocení budov a příklady*

## Vyhláška 78/2013 Sb. - princip hodnocení

- Paralelní výpočet dvou budov
  - Hodnocená budova
  - **Referenční budova – 2x!**
    - Referenční budova pro požadavky
    - Referenční budova pro nastavení klasifikačních tříd (vždy nová budova)
- Zadávání ve výpočetních SW se nezmění od současné podoby – uživatelské rozhraní prakticky beze změn



# Hodnocení ENB a Třídy EN

## ■ Grafické znázornění PENB

**PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**  
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: .....  
PSC, místo: .....  
Typ budovy: .....  
Plocha obálky budovy: ..... m<sup>2</sup>  
Objemový faktor tvaru A/V: ..... m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
Energetická vztažná plocha: ..... m<sup>2</sup>

FOTO

**ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY**

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)      Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

Mimořádně úsporná <b>A</b>	← XXX	← XXX
Velmi úsporná <b>B</b>	← XXX	← XXX
Úsporná <b>C</b>	← XXX	← XXX
Hospodárná <b>D</b>	← XXX	← XXX
Nehospodárná <b>E</b>	← XXX	← XXX
Velmi nehospodárná <b>F</b>	← XXX	← XXX
Mimořádně nehospodárná <b>G</b>	← XXX	← XXX

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok      **XX**      **XX**

### Zatřídění požadavků:

- celková dodaná energie
- neobnovitelná primární energie
- průměrný součinitel prostu  $U_{em}$

### Informativní:

- dílčí dodaná energie pro danou činnost

**Grafické znázornění PENB neukazuje splnění požadavků !!!**

**DOPORUČENÁ OPATŘENÍ**

Opatření pro	Stanovena	Doporučení
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>	Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Střechu:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Podlahu:	<input type="checkbox"/>	
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>	
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>	
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>	
Jiné:	<input type="checkbox"/>	

**PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII**

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok

**UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
Měrná hodnota $U_{em}$ W/(m <sup>2</sup> ·K)	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX
Dílčí dodaná energie	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX
Měrné hodnoty kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX	← XXX
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

Zpracovatel: .....      Osvědčení č.: .....  
Kontakt: .....      Vyhотовeno dne: .....  
Podpis: .....

# Protokol průkazu ENB

- Detailní informace o dílčích dodaných energiích
- Informaci k ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních zdrojů energie
  - podrobně řeší energetický posudek
- **Řeší splnění požadavku ukazatele energetické náročnosti budovy**
  - a další požadavky

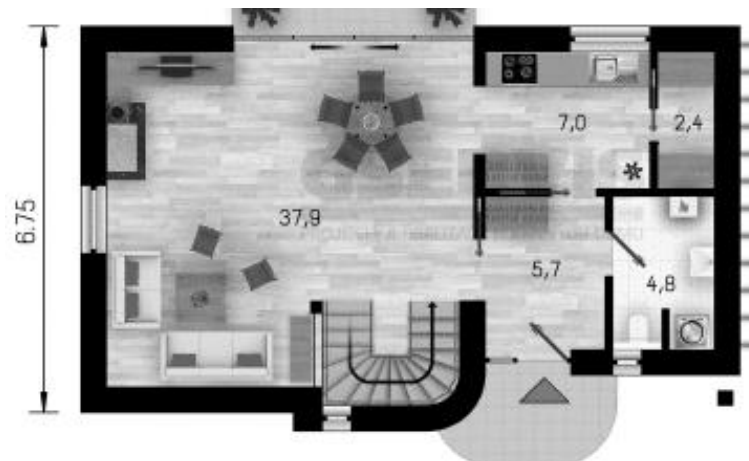
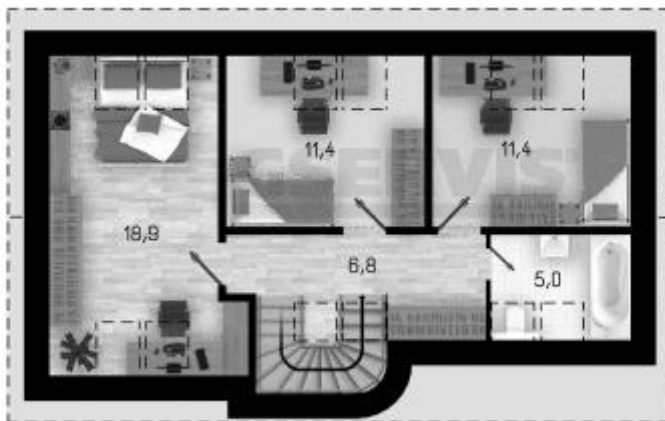
Příloha č. 4 k vyhlášce č. xx/2013 Sb.

**Vzor průkazu energetické náročnosti budovy**

Energetický posudek		datum vypracování energetického posudku	není uvedeno
		zpracovatel energetického posudku	není uvedeno
<b>Účel zpracování průkazu</b>			
Závěrečné hodnocení energetického specialisty			
Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie			
<input type="checkbox"/> Nová budova <input type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy <input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci		- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	nehodnoceno
		- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy			
		- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	nehodnoceno
		- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	nehodnoceno
		- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	nehodnoceno
Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje			
		- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
Budova užívaná orgánem veřejné moci			
Adresa budovy (místo, katastrální území, parcelní číslo)		- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části			
Katastrální území:		- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
Parcelní číslo:		Jiný účel zpracování průkazu	
Datum uvedení budovy (nebo předpokládané d...)		- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
<b>Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz</b>			
Vlastník nebo stavebník		Jméno a příjmení:	nevyplněno
Adresa:		Číslo oprávnění MPO:	nevyplněno
IČ:		Podpis energetického specialisty:	
Tel./e-mail:			
<b>Datum vypracování průkazu</b>			
Datum vypracování průkazu		nevyplněno	

## Příklady řešení technických systémů RD

- Rodinný dům - katalog G Servis CZ, s.r.o. (typ DOMINO)



<b>zastavěná plocha</b>	<b>78,4 m<sup>2</sup></b>
<b>obestavěný prostor</b>	<b>435,0 m<sup>3</sup></b>
<b>celková užitková plocha</b>	<b>111,3 m<sup>2</sup></b>
<b>užitková plocha přízemí</b>	<b>57,8 m<sup>2</sup></b>
<b>užitková plocha podkroví</b>	<b>53,5 m<sup>2</sup></b>
<b>sklon střechy</b>	<b>45°</b>
<b>orientace hl. vstupu</b>	<b>S</b>

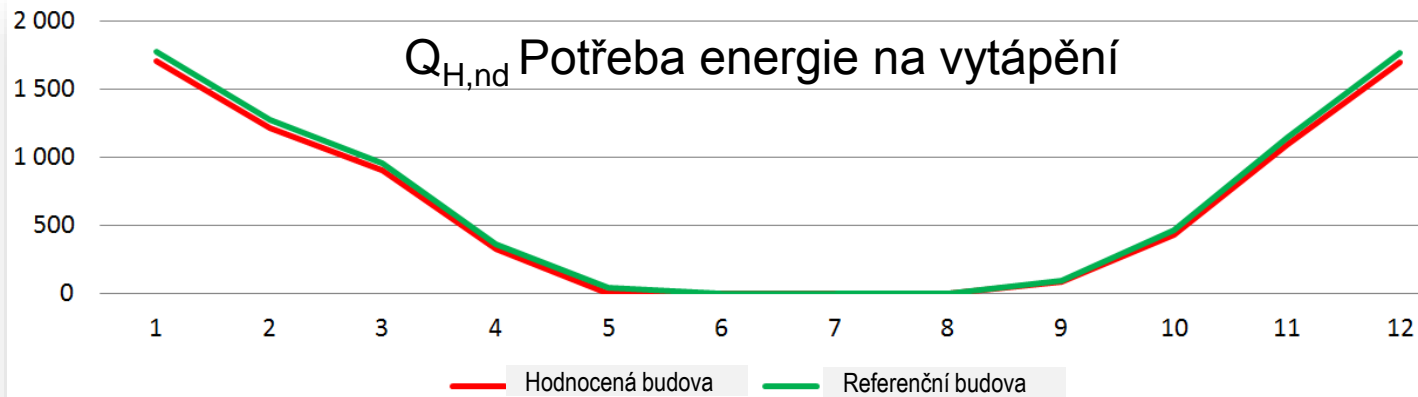
# Obálka budovy

## ■ Hodnocení $U_{em}$ (nová budova)

$U_{stěna}$	$U_{podlaha}$	$U_{střecha}$	$U_{okna}$	$g_{okna}$
0,20	0,25	0,20	1,10	0,70

$$Q_{H,nd,a} = 49 \text{ kWh/m}^2.\text{rok}$$

	$U_{em}$	$U_{em,R}$
Zóna 1	0,28	0,30
Celkem	0,28	0,30
<b>Ukazatel <math>E_R</math> pro <math>U_{em}</math>:</b>	<b>0,94</b>	
Splnění požadavku ukazatele EN:	=>	ANO požadavek splněn
<b>Třída energetické náročnosti ukazatele EN:</b>	<b>=&gt;</b>	<b>C - úsporná</b>



# Energetické systémy

---

- Systémové řešení (účinnosti systémů)
  - Vliv na výši dílčí a celkové dodané energie do budovy
- Energonositel systému
  - Vliv na výši celkové primární a neobnovitelné primární energie

# Příklad – rodinný dům, varianta 1

## ■ Energetické systémy – varianta 1



### Vytápění

- standardní plynový kotel
- teplovodní, otopná tělesa



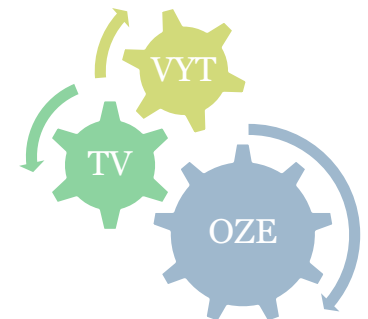
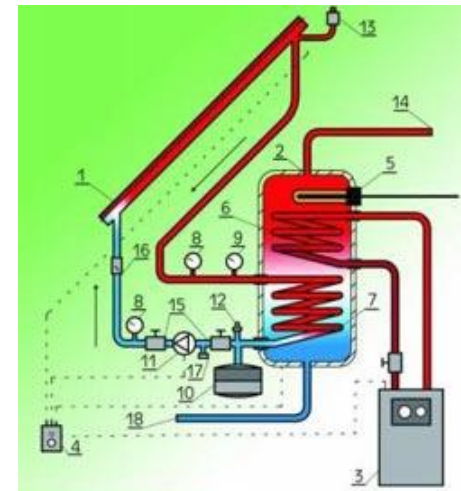
### Příprava teplé vody

- Zásobníkový ohřev , spotřeba TV 49 m<sup>3</sup>/rok
- Zdroj tepla – plynový kotel



### Osvětlení

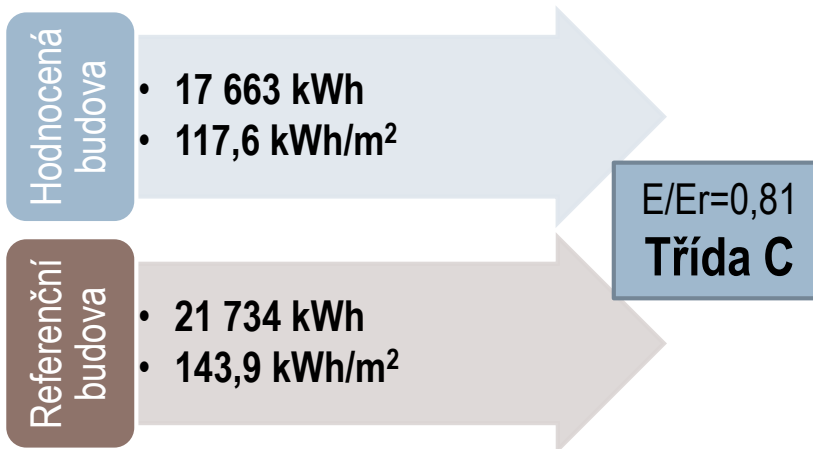
- příkon osvětlovací soustavy není znám
- standardizovaná hodnota -TNI 730331



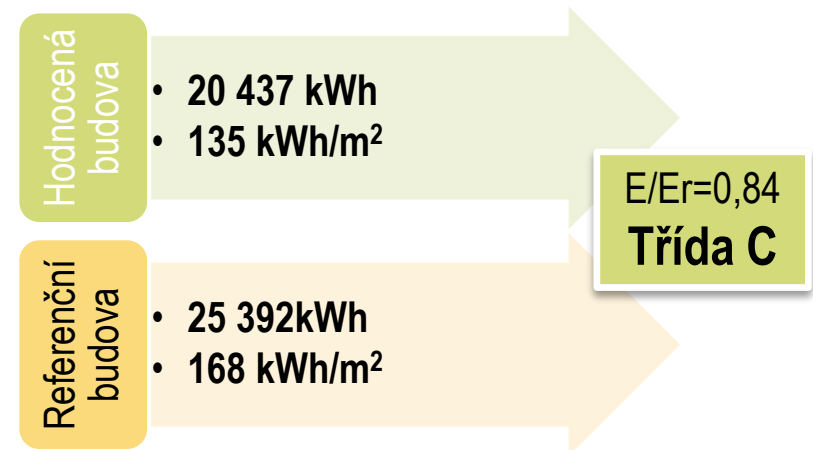
# Rodinný dům – hodnocení

## ■ Hodnocení Varianty 1

### ■ Celková dodaná energie



### Neobnovitelná primární energie



Dílčí dodaná energie na:	Vytápění	
Hodnocená budova	77,6	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Referenční budova	95,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Ukazatel ER pro celkovou dodanou energii:	<b>0,81</b>	
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:	=>	<b>C - úsporná</b>

Přípravu TV	
36,0	kWh/m <sup>2</sup> .rok
43,1	kWh/m <sup>2</sup> .rok
<b>0,84</b>	
=>	<b>C - úsporná</b>

## Příklad – rodinný dům, varianta 2

### ■ Energetické systémy – varianta 2



#### VYTÁPĚNÍ

- hlavní zdroj – tepelné čerpadlo (Vzduch – voda)
- Potřeba energie na vytápění kryta z 80%



#### VYTÁPĚNÍ

- Doplňkový zdroj – elektrokotel
- Potřeba energie na vytápění kryta z 20%



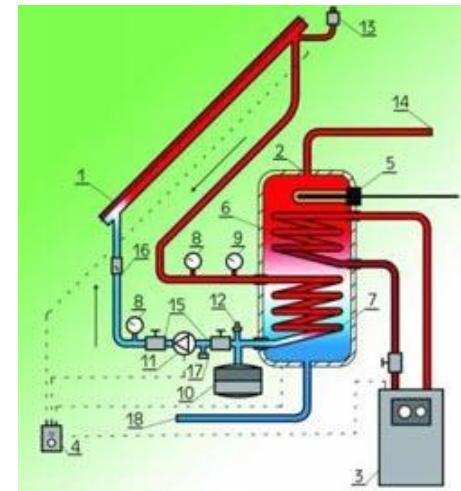
#### OHŘEV TV

- Zásobníkový ohřev , spotřeba TV 49 m<sup>3</sup>/rok
- Zdroj tepla – tepelné čerpadlo



#### OSVĚTLENÍ

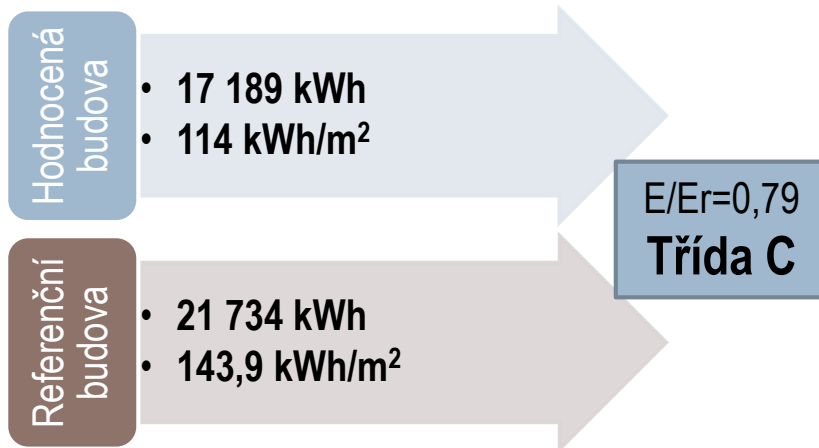
- příkon osvětlovací soustavy není znám
- standardizovaná hodnota - TNI 730331



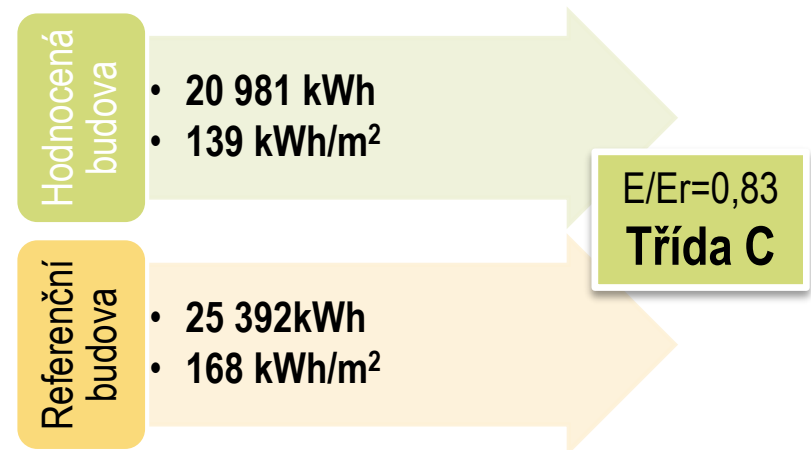
# Rodinný dům – hodnocení

## ■ Hodnocení Varianty 2

### ■ Celková dodaná energie



### Neobnovitelná primární energie



Dílčí dodaná energie na:	Vytápění	
Hodnocená budova	79,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Referenční budova	95,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Ukazatel ER pro celkovou dodanou energii:	<b>0,83</b>	
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:	=>	<b>C - úsporná</b>

Přípravu TV	
30,6	kWh/m <sup>2</sup> .rok
43,1	kWh/m <sup>2</sup> .rok
<b>0,71</b>	
=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

## Příklad – rodinný dům

- Energetické systémy – varianta 2 (podrobnosti výpočtu)
  - Zdroje tepla TČ + elektrodohřev




## Primární energie – hodnocená budova

- Hodnocení neobnovitelné primární energie, celk. primární energie

Energonositel	Faktor primární energie	Faktor neobnovitelné pe
Zemní plyn	1,1	1,1
Černé uhlí	1,1	1,1
Hnědé uhlí	1,1	1,1
Propan-butan/LPG	1,2	1,2
Lehký topný olej	1,2	1,2
Elektřina	3,2	3,0
Dřevěné peletky	1,2	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1,1	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	1,0	0,0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-3,2	-3,0
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,1	-1,0
Soustava zásobování teplem s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů	1,1	0,1
Soustava zásobování teplem s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE	1,1	0,3
Soustava zásobování tepelnou energií s 50% a nižším podílem obnovitelných zdrojů	1,1	1,0
Ostatní neuvedené energonositele	1,2	1,2

## Varianta 2 - zdroj tepla

- Tepelné čerpadlo



<b>CELKEM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12 047 kWh/rok</li> <li>• nPE = 15 066 kWh</li> </ul>
Energie okolního prostředí	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 7 025 kWh/rok</li> <li>• nPE = 0 kWh</li> </ul>
Elektřina pro TČ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 927 kWh/rok</li> <li>• nPE = 8 781 kWh</li> </ul>
Dohřev elektřinou	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 095 kWh/rok</li> <li>• nPE = 6 285 kWh</li> </ul>

## Příklad – rodinný dům

### ■ Energetické systémy – varianta 3



#### Vytápění

- Elektrické sálavé vytápění



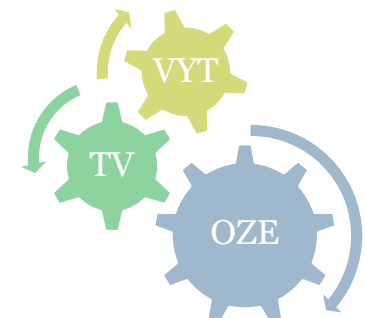
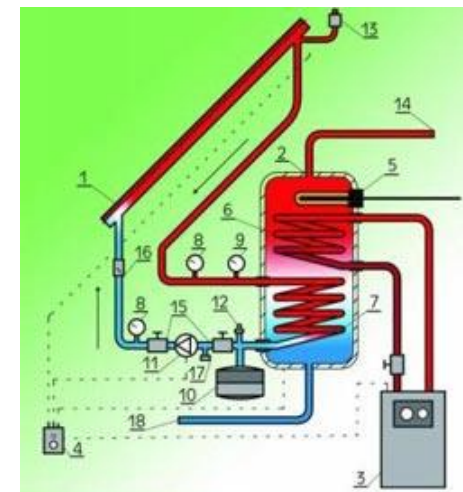
#### Příprava teplé vody

- Zásobníkový ohřev , spotřeba TV 49 m<sup>3</sup>/rok
- Zdroj tepla – elektrický dohřev



#### Osvětlení

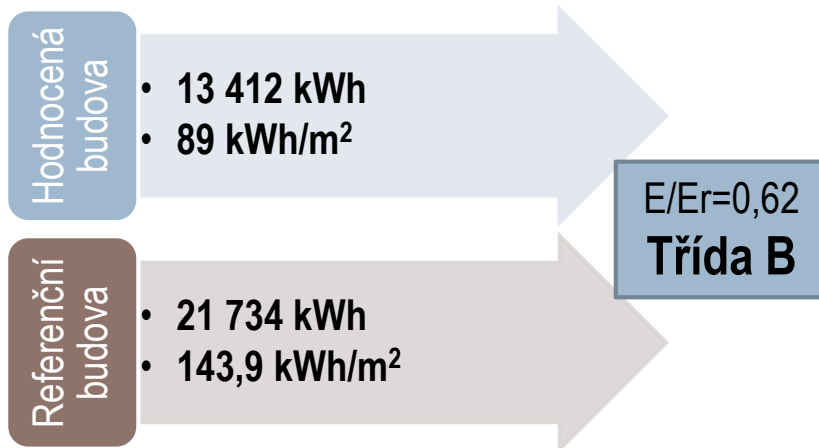
- příkon osvětlovací soustavy není znám
- standardizovaná hodnota -TNI 730331



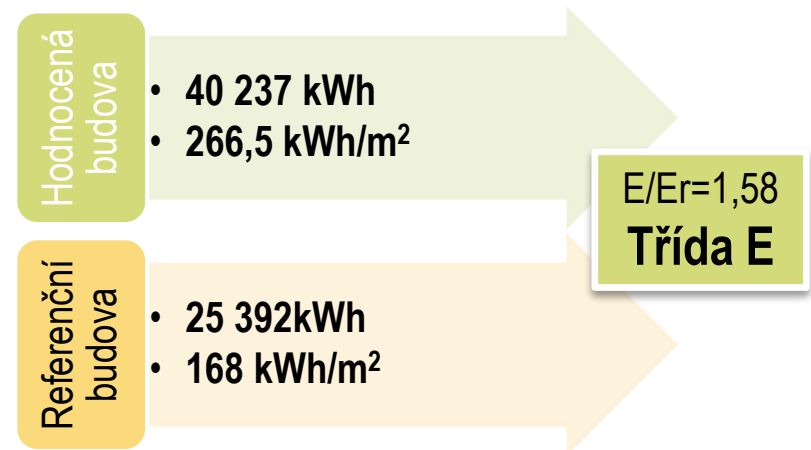
# Rodinný dům – hodnocení

## ■ Hodnocení Varianty 3

### ■ Celková dodaná energie



### Neobnovitelná primární energie



Dílčí dodaná energie na:	Vytápění	
Hodnocená budova	54,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Referenční budova	95,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Ukazatel ER pro celkovou dodanou energii:	<b>0,57</b>	
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:	=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

Přípravu TV	
30,6	kWh/m <sup>2</sup> .rok
43,1	kWh/m <sup>2</sup> .rok
<b>0,71</b>	
=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

## Příklad – rodinný dům

### ■ Energetické systémy – varianta 4



#### Vytápění

- Elektrické sálavé vytápění



#### Příprava teplé vody

- Zásobníkový ohřev , spotřeba TV 54 m<sup>3</sup>/rok
- Zdroj tepla – elektrický dohřev



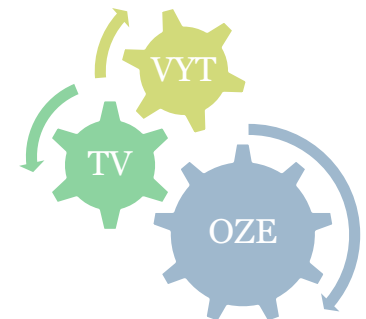
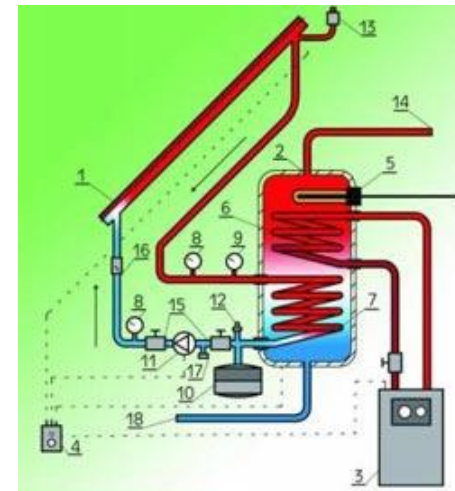
#### Solární systém

- Pouze pro přípravu TV (70% pokrytí)



#### Osvětlení

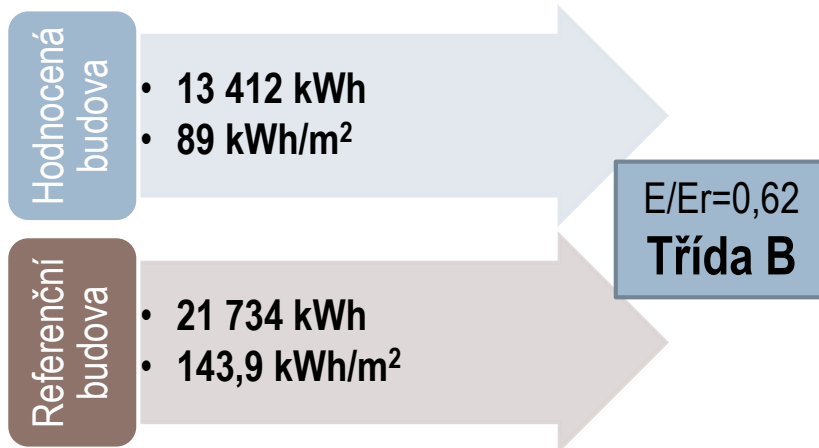
- příkon osvětlovací soustavy není znám
- standardizovaná hodnota 4,4 kWh/m<sup>2</sup> (1,3 kWh/m<sup>2</sup>)



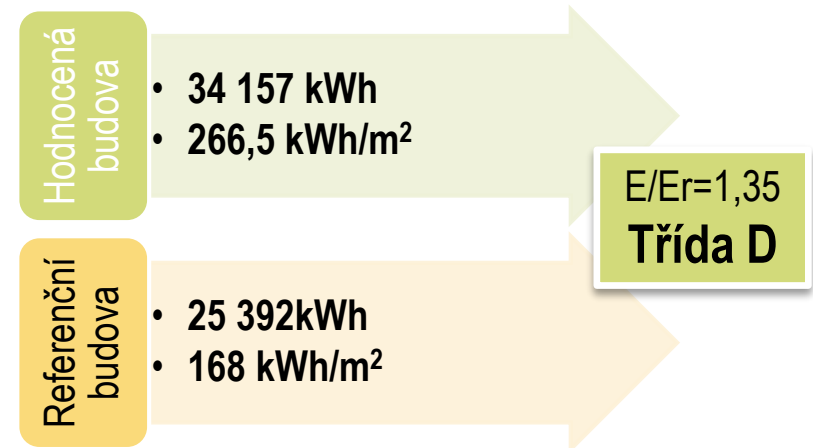
# Rodinný dům – hodnocení

## ■ Hodnocení Varianty 4

### ■ Celková dodaná energie



### Neobnovitelná primární energie

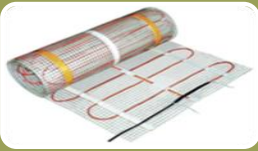


Dílčí dodaná energie na:	Vytápění	
Hodnocená budova	54,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Referenční budova	95,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Ukazatel ER pro celkovou dodanou energii:	<b>0,57</b>	
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:	=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

Přípravu TV	
30,6	kWh/m <sup>2</sup> .rok
43,1	kWh/m <sup>2</sup> .rok
<b>0,71</b>	
=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

# Příklad – rodinný dům

## ■ Energetické systémy – varianta 5



### Vytápění

- Elektrické sálavé vytápění



### Doplňkový zdroj tepla

- Krbová vložka (pokrytí 15 %)



### Příprava teplé vody

- Zásobníkový ohřev , spotřeba TV 54 m<sup>3</sup>/rok
- Zdroj tepla – elektrický dohřev



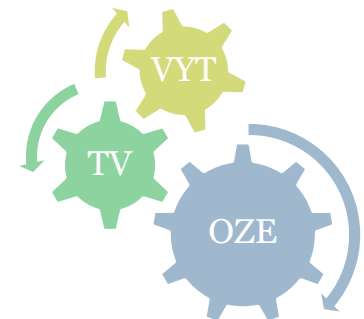
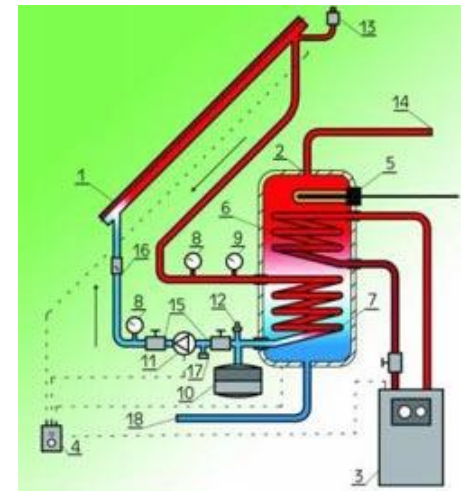
### Solární systém

- Pouze pro přípravu TV (70% pokrytí)



### Osvětlení

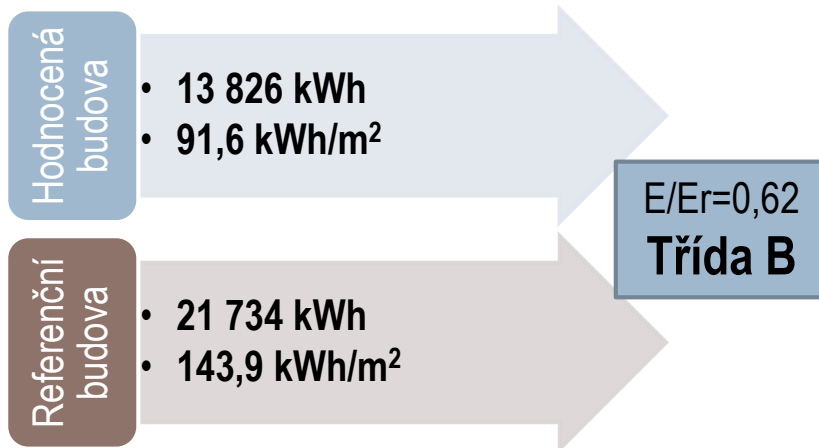
- příkon osvětlovací soustavy není znám
- standardizovaná hodnota 4,4 kWh/m<sup>2</sup> (1,3 kWh/m<sup>2</sup>)



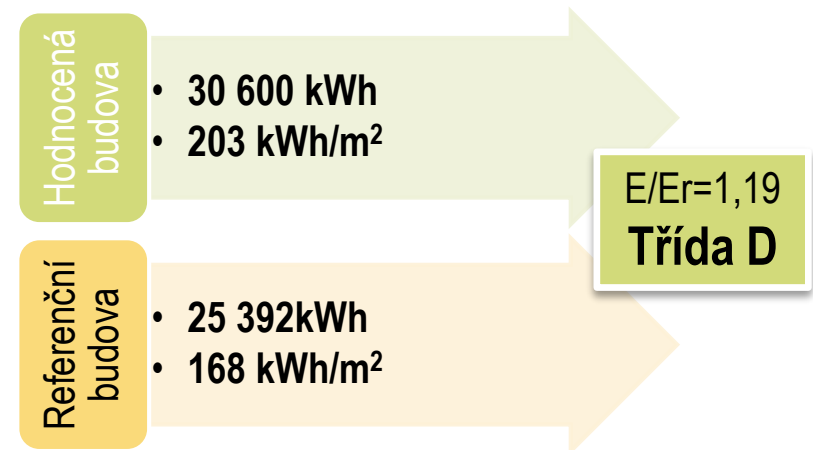
# Rodinný dům – hodnocení

## ■ Hodnocení Varianty 5

### ■ Celková dodaná energie



### Neobnovitelná primární energie



Dílčí dodaná energie na:	Vytápění	
Hodnocená budova	54,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Referenční budova	95,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Ukazatel ER pro celkovou dodanou energii:	<b>0,57</b>	
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:	=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

Přípravu TV	
30,6	kWh/m <sup>2</sup> .rok
43,1	kWh/m <sup>2</sup> .rok
<b>0,71</b>	
=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

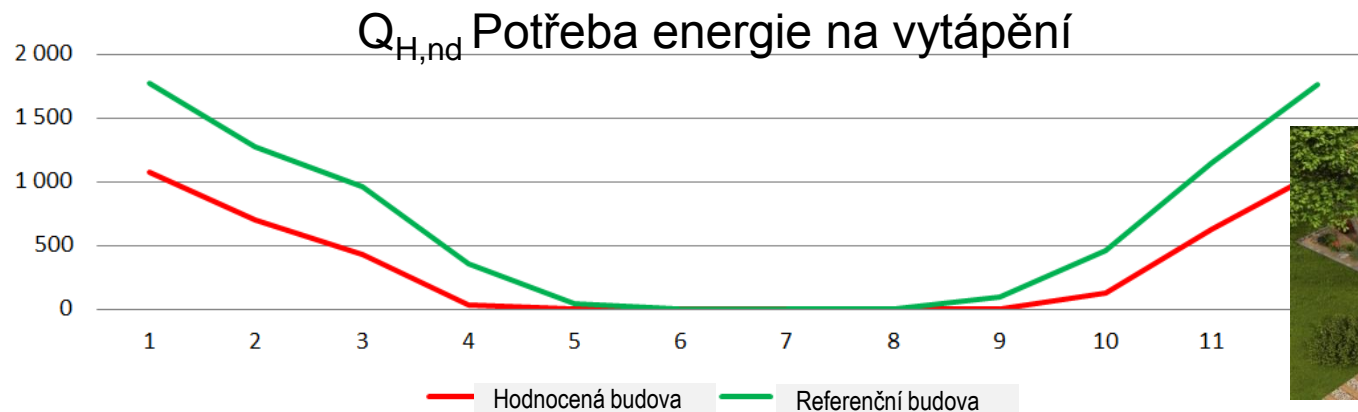
# Obálka budovy

$U_{\text{stěna}}$	$U_{\text{podlaha}}$	$U_{\text{střecha}}$	$U_{\text{okna}}$	$g_{\text{okna}}$	ZZT
0,20	0,30	0,17	1,10	0,70	NE
<b>0,18</b>	<b>0,28</b>	<b>0,15</b>	<b>1,0</b>	<b>0,65</b>	<b>ANO</b>

$$Q_{H,nd,a} = 49 \text{ kWh/m}^2.\text{rok}$$

$$Q_{H,nd,a} = 27 \text{ kWh/m}^2.\text{rok}$$

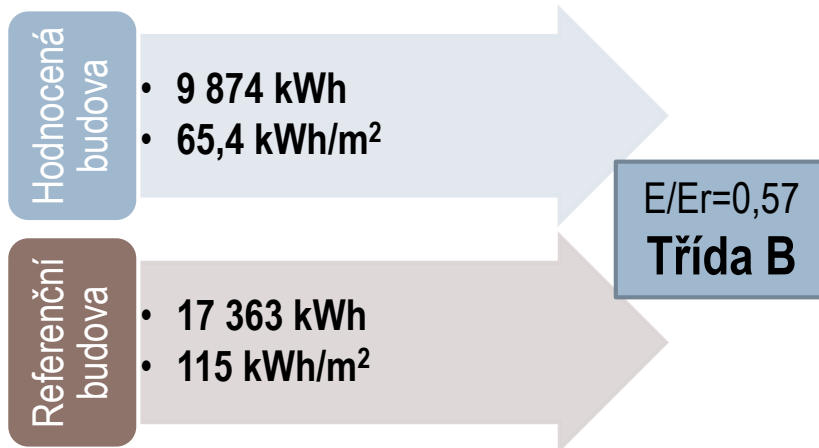
	$U_{em}$	$U_{em,R}$
Zóna 1	0,26	0,30
Celkem	0,26	0,30
<b>Ukazatel <math>E_R</math> pro <math>U_{em}</math>:</b>	<b>0,87</b>	
Splnění požadavku ukazatele EN:	=>	ANO požadavek splněn
<b>Třída energetické náročnosti ukazatele EN:</b>	=>	<b>C - úsporná</b>



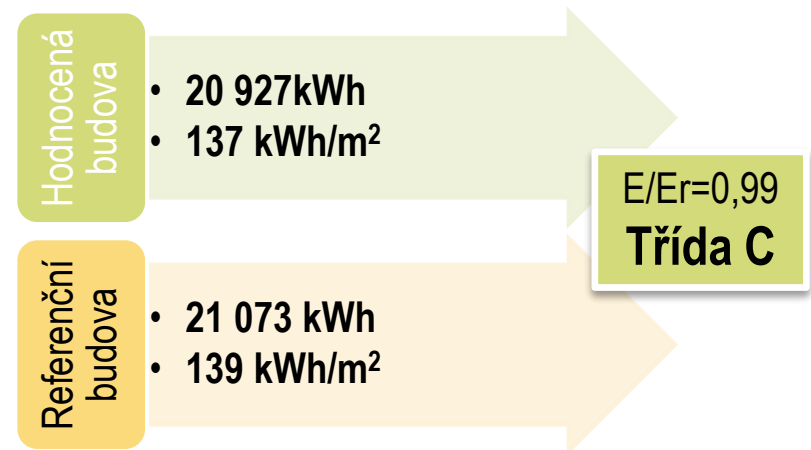
# Rodinný dům – hodnocení

## ■ Hodnocení Varianty 6

### ■ Celková dodaná energie



### Neobnovitelná primární energie

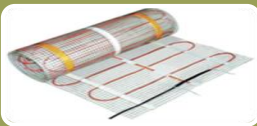


Dílčí dodaná energie na:	Vytápění	
Hodnocená budova	31,4	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Referenční budova	66,9	kWh/m <sup>2</sup> .rok
Ukazatel ER pro celkovou dodanou energii:	<b>0,47</b>	
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:	=>	<b>A - Mimořádně úsporná</b>

Přípravu TV	
30,6	kWh/m <sup>2</sup> .rok
43,1	kWh/m <sup>2</sup> .rok
<b>0,71</b>	
=>	<b>B- Velmi úsporná</b>

# Příklad – rodinný dům

## ■ Energetické systémy – varianta 7



### Vytápění

- Elektrické sálavé vytápění



### Doplňkový zdroj tepla

- Krbová vložka (pokrytí 15 %)



### Příprava teplé vody

- Zásobníkový ohřev , spotřeba TV 54 m<sup>3</sup>/rok
- Zdroj tepla – elektrický dohřev



### Solární systém

- Pouze pro přípravu TV (70% pokrytí)

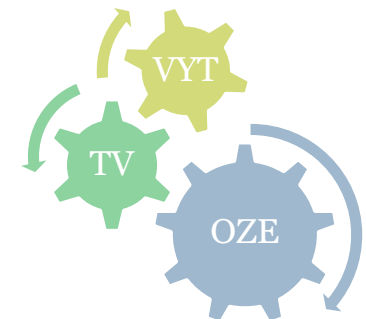
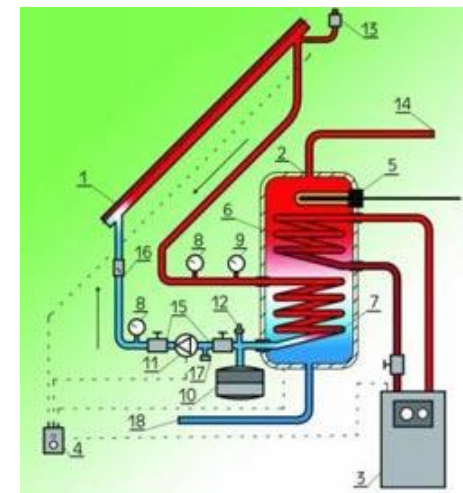


### Osvětlení

- příkon osvětlovací soustavy není znám
- standardizovaná hodnota 4,4 kWh/m<sup>2</sup> (1,3 kWh/m<sup>2</sup>)



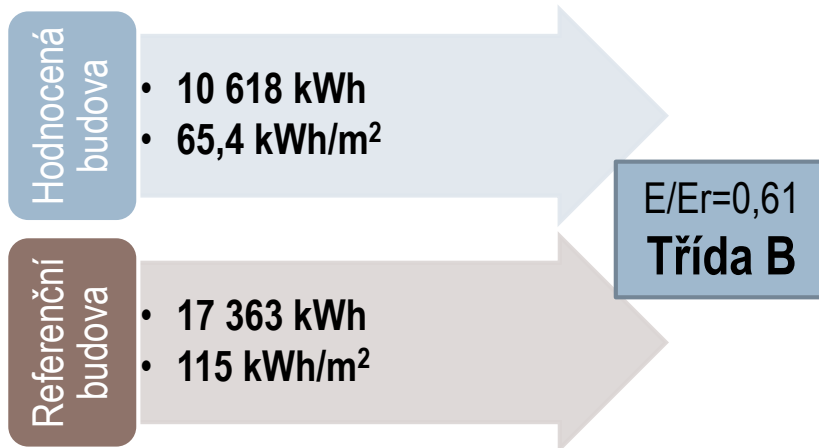
### Chlazení – Split jednotka (obytná část)



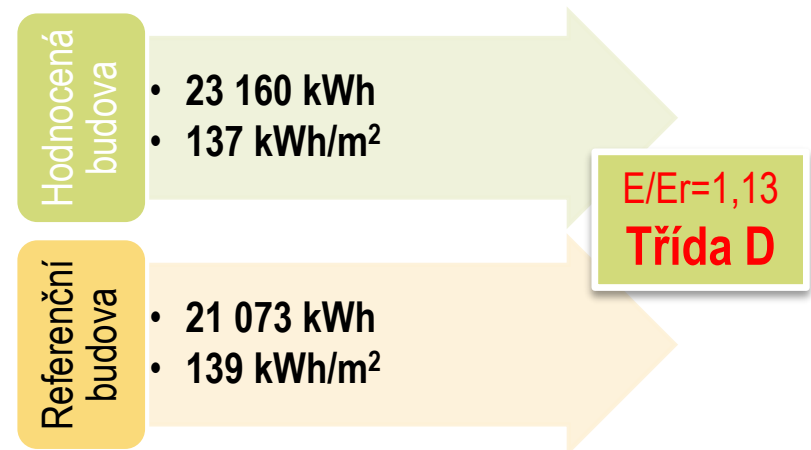
# Rodinný dům – hodnocení

## ■ Hodnocení Varianty 7

### ■ Celková dodaná energie



### Neobnovitelná primární energie



Referenční budova:

$$Q_{C,nd,R} = 0 \text{ kWh}$$

Hodnocená budova:

Potřeba energie na chlazení (kWh)	2 606
Díličí dodané energie na chlazení (kWh)	745
Neobnovitelná primární energie na chlazení (kWh)	2 234
Celková primární energie na chlazení (kWh)	2 234

# *Energetická náročnost budov*

## *PENB – výpočet a realita*

# PENB realita a výpočet - Objekty

- RD Jeseník Bukovice
- RD Rasošky
- RD Hošťálkovice – budou využity detailní informace získané uživatelem
- Měření osazeno 23.11. 2013
  - Vnitřní a venkovní teplota
  - Spotřeba elektřiny spotřebiče
  - Zapisování spotřeb elektroměr/voda
  - Kontrolní vyčtení měření:
    - 11.1.2014
    - 15.3.2014
- Sběr 8.5.2014



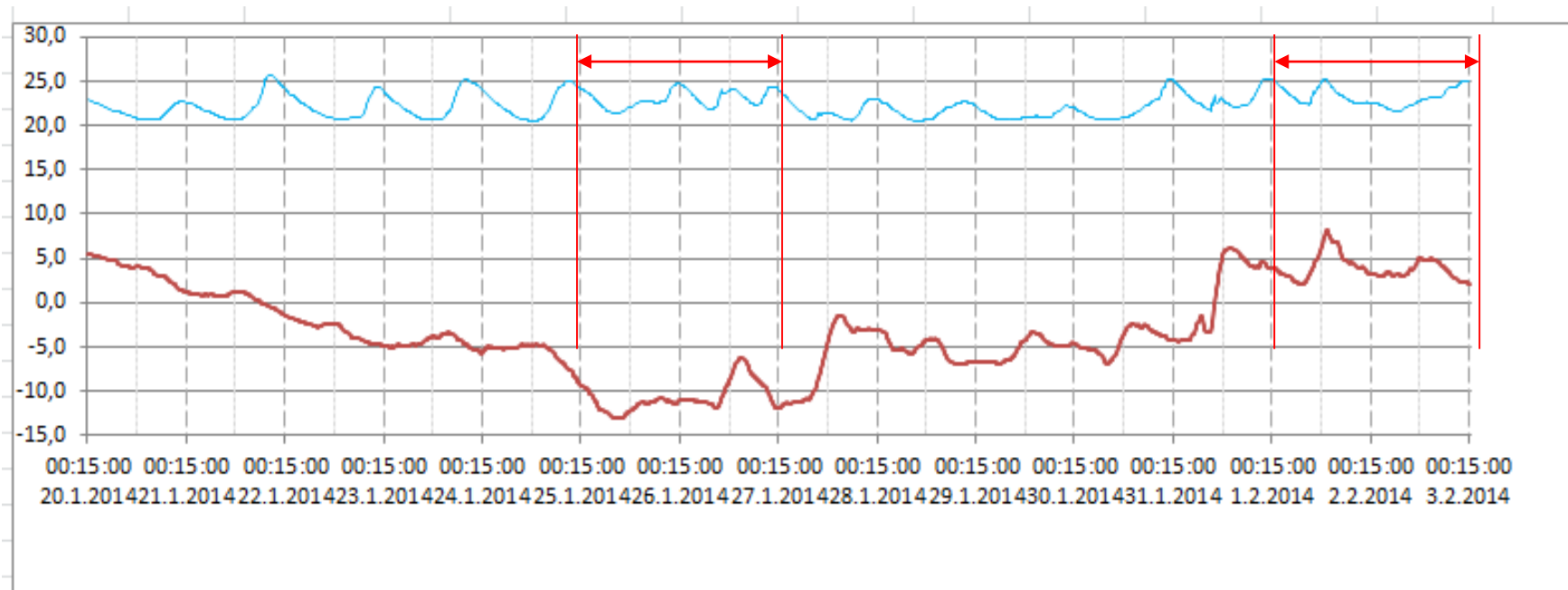
## RD Hošťálkovice - PENB

- RD Hošťálkovice
  - Nízkoenergetický RD
  - Výstavba 2009
  
  - jednopatrový rodinný dům,
  - celková zastavěná plocha 77,2m<sup>2</sup>.
  - Obytná (vytápěná) plocha obou podlaží 119,5m<sup>2</sup>
- Vytápění
  - přímotopný poloakumulační sálavý systém
  - Krbová kamna
- Příprava TV je zajištěna elektrickým zásobníkovým ohříváčem o objemu 120 l, objekt je plnohodnotně obýván od listopadu 2009.



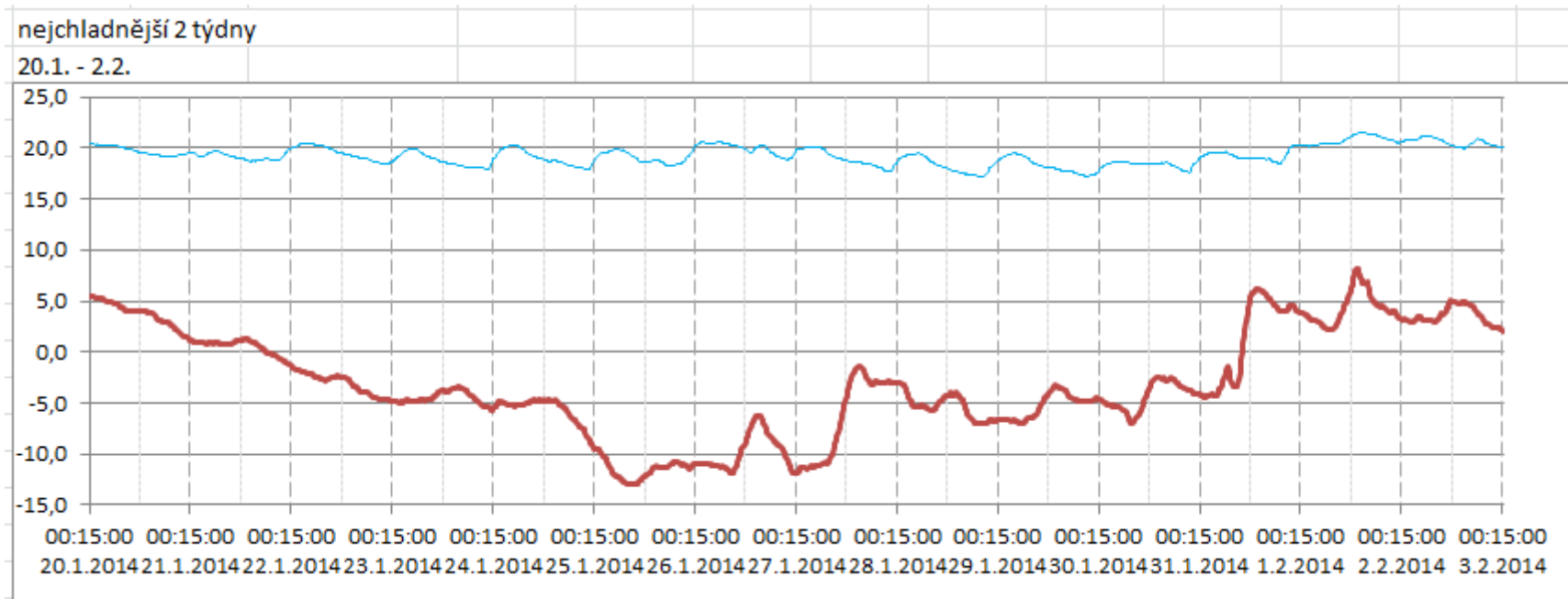
## RD Hošťálkovice měření (11/2013 – 05/2014)

- Obývací pokoj průměr  $t_i =$  cca  $22^{\circ}\text{C}$ 
  - nejchladnější 2 týdny (20.1.-2.2.):



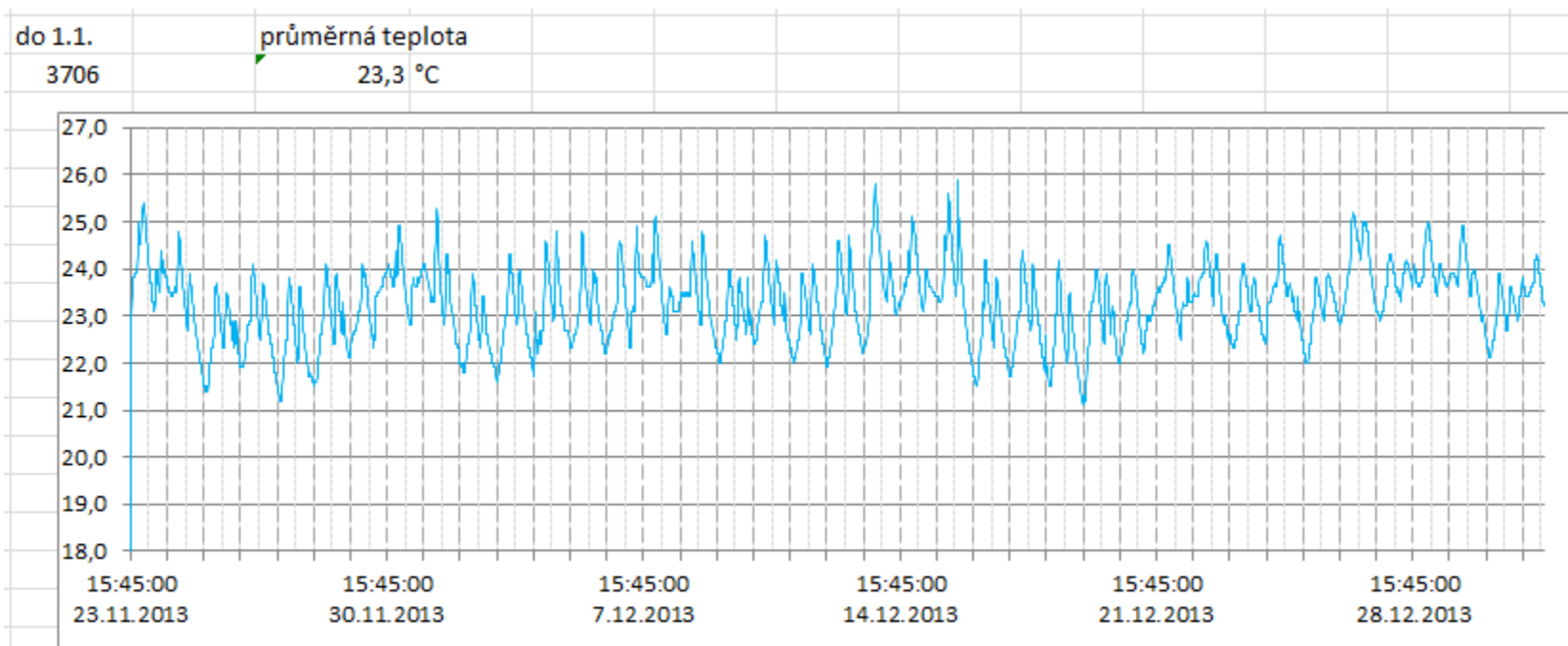
## RD Hošťálkovice měření

- ložnice průměr  $t_i =$  cca 19 – 20,5°C



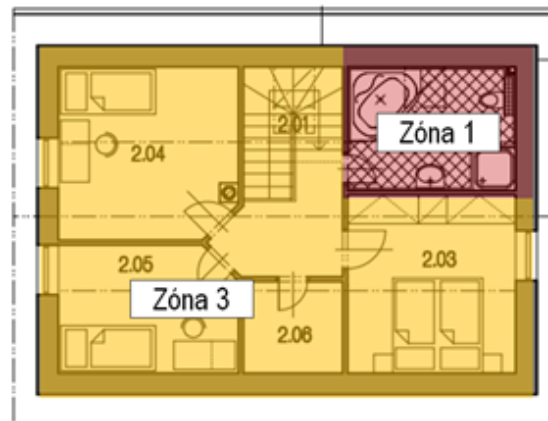
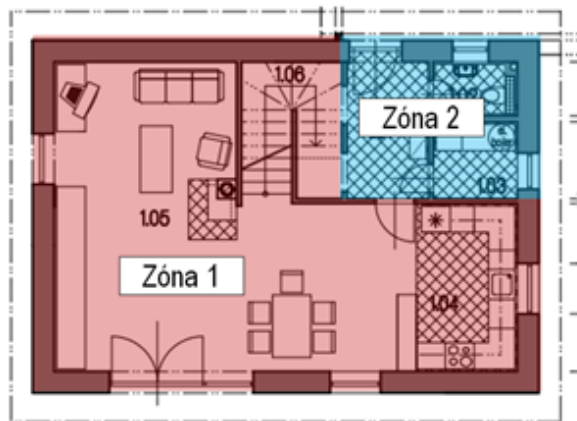
## RD Hošťálkovice měření

- koupelna průměr  $t_i = \text{cca } 23^\circ\text{C}$



# RD Hošťálkovice - PENB

- Objekt je rozdělen na 3 provozní zóny



Označení	Název	Profil typického užívání
		Vlastní profil typického užívání
Zóna 1	1.NP - obytné prostory	Rodinný dům – obytné prostory 1.NP
Zóna 2	1.NP - ostatní prostory	Rodinný dům – ostatní neobývané prostory
Zóna 3	2.NP - obytné prostory	Rodinný dům – obytné prostory 2.NP

Základní popis zón objektu

## RD Hošťálkovice - PENB

Typ zóny				
	°C	°C	h/den	1/h
Rodinný dům – obytné prostory 1.NP	<b>22</b>	<b>20</b>	24	0,3
Rodinný dům – ostatní neobývané prostory	17	17	24	0,1
Rodinný dům – obytné prostory 2.NP	20	18	24	0,3

Typ zóny	$q_{oc}$	$f_{oc}$	$q_{ap}$	$f_{ap}$
	W/m <sup>2</sup>	–	W/m <sup>2</sup>	–
Rodinný dům – obytné prostory 1.NP	1,5	0,7	<b>5</b>	0,2
Rodinný dům – ostatní neobývané prostory	0	0	0	0,2
Rodinný dům – obytné prostory 2.NP	1,5	<b>0,5</b>	3	0,2

## RD Hošťálkovice - PENB

- Objekt je koncipovaný jako nízkoenergetický RD

konstrukce	$U_i$ [W/m <sup>2</sup> K]	$g_{gl,i}$ [-]
Okna	0,7	0,65
Střecha	0,139	
Střecha do půdy	0,139	
Podlaha	0,328	
Stěna	0,152	
Vstupní dveře	1,2	
Střešní okna	0,95	0,65
Tepelné vazby	0,05	



## RD Hošťálkovice - Okrajové podmínky (teploty)

- Venkovní teploty
  - Hošťálkovice

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2010	-4,5	-0,9	3,9	9,7	12,6	17,0	21,1	20,2	12,9	6,8	8,1	-4,1
2011	0,1	-2,7	2,9	9,9	13,1	18,4	17,7	22,2	15,7	9,7	4,6	2,9
2012	0,3	-6,7	4,2	8,7	14,9	18,1	21,1	20,5	16,2	10,6	7,0	0,2
2013												
2014	1,1	4,7	8,0	11,6								2,4
<b>NKN</b>	<b>-1,3</b>	<b>-0,1</b>	<b>3,7</b>	<b>8,1</b>	<b>13,3</b>	<b>16,1</b>	<b>18</b>	<b>17,9</b>	<b>13,5</b>	<b>8,3</b>	<b>3,2</b>	<b>0,5</b>

- Opava (pouze pro porovnání)

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
2010	-5,2	-0,3	4,5	9,2	12,4	17,4	20,2	18,8	12,9	6,8	7,5	-3,5
2011	0,1	-1,5	5,2	11,0	14,1	18,0	16,5	19,5	16,0	9,5	3,6	3,2
2012	-0,1	-5,1	5,8	10,4	15,5	18,2	20,4	19,5	15,3	9,5	7,2	-0,8

## RD Hošťálkovice - okr podmínky (spotřeba dřeva)

- Rovnaná polena

<b>výhřevnost</b>	<b>5500</b>	<b>MJ/m<sup>3</sup></b>
	<b>1527,8</b>	<b>kWh/m<sup>3</sup></b>
	m <sup>3</sup>	kWh
2010	1,1	1680,6
2011	0,6	916,68
2012	0,8	1145,9
2013	1,4	2138,9

## RD Hošťálkovice – kalibrace modelu

- Kalibrace modelu
  - Ověření spotřeby elektřiny pro spotřebiče a přípravu TV
- => léto, spotřeba elektřiny pouze pro spotřebiče, osvětlení a přípravu TV

skutečnost				výpočet		
	spotřeba	počet dnů	Průměr - den	2012	2011	2010
květen	287,0	31	9,3	10 kWh	10,2 kWh	9,8 kWh
červen	260,7	30	8,7			
červenec	257,6	31	8,3			
srpen	259,7	31	8,4			
Výpočet průměr			8,7 kWh			

## RD Hošťálkovice – porovnání spotřeb

### ■ Porovnání spotřeb

- RD Hošťálkovice - Porovnání skutečných a vypočtených hodnot pro vícezónový model

období/klimatická data	skutečná spotřeba el. energie (kWh)	vypočtená dodaná el. energie (kWh)	odchylka (skutečnost / výpočet) (%)
2010 (první rok provozu RD)	9149	7781	<b>15,0%</b>
2011	7096	7244	<b>-2,1%</b>
2012	7199	7305	<b>-1,5%</b>
zima 2013/2014	4238	3595	<b>11,3%</b>
TNI klimatická data <sup>1)</sup>	7815 <sup>2)</sup>	7454	<b>4,6%</b>

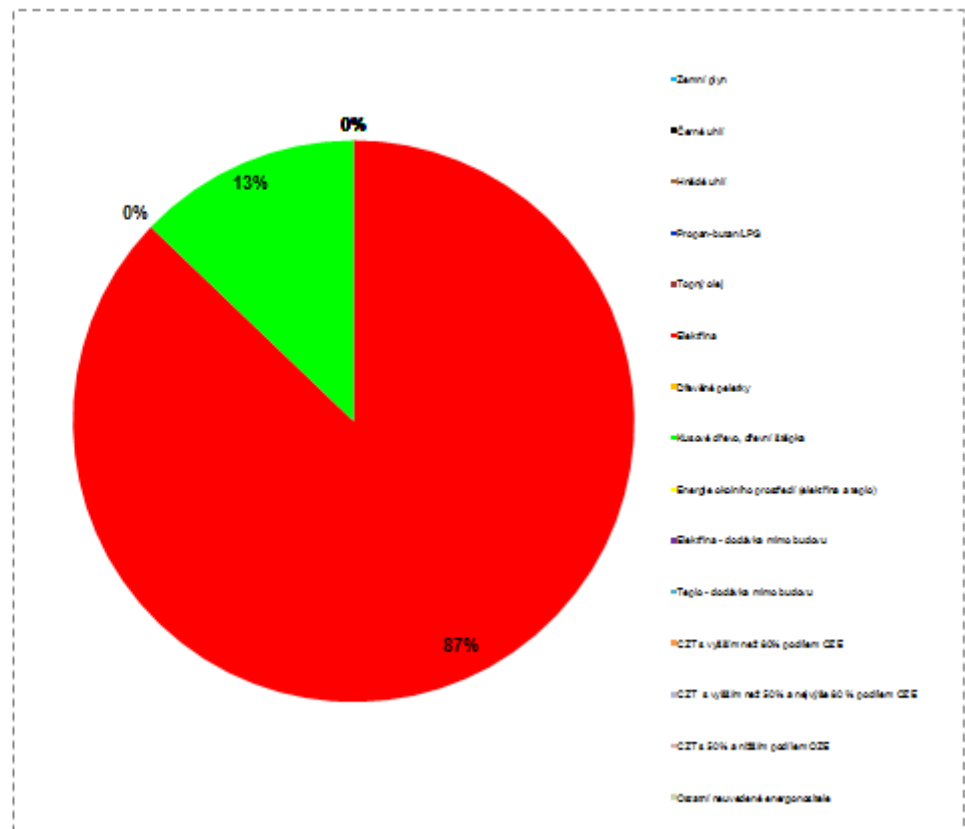
- <sup>2)</sup>pro porovnání s výpočtem s klimatickými daty podle TNI 730331 byla použita průměrná hodnota naměřené spotřeby elektrické energie z let 2010-2013

# RD Hošťálkovice – podrobnosti hodnocení

## ■ Podíl energonositelů

Hodnocená budova - celková dodaná energie rozdělení po energonositelích

Energonositel	Dílčí dodaná energie	
Zemní plyn	0	kWh/rok
Černé uhlí	0	kWh/rok
Čnědé uhlí	0	kWh/rok
Propan-butan/LPG	0	kWh/rok
Topný olej	0	kWh/rok
Elektrřina	8 020	kWh/rok
Dřevěné peletky	0	kWh/rok
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1 182	kWh/rok
Energie okolního prostředí (elektrřina a teplo)	0	kWh/rok
Elektrřina - dodávka mimo budovu	0	kWh/rok
Teplo - dodávka mimo budovu	0	kWh/rok
CZT s vyšším než 80% podílem OZE	0	kWh/rok
CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem O	0	kWh/rok
CZT s 50% a nižším podílem OZE	0	kWh/rok
Ostatní neuvedené energonositele	0	kWh/rok





## Ostatní objekty

### ■ RD Jeseník

období/klimatická data	skutečná spotřeba el. energie (kWh)	vypočtená dodaná el. energie (kWh)	odchylka (skutečnost / výpočet) (%)
2010	9665	11167	-13,5%
2011	10755	10178	5,7%
2012	9377	10311	-9,1%
2013	9216	10407	-11,4%
zima 2013/2014	6446	5788	11,4%
TNI klimatická data <sup>1)</sup>	9753	9534	<b>2,3%</b>

### ■ RD Rasošky

2010/2011	7757	8219	-5,6%
2011/2012	8037	7997	0,5%
2012/2013	9271	8158	13,6%
2013/2014	6732	7182	-6,3%
zima 2013/2014	3683	4302	-13,9%
TNI klimatická data <sup>1)</sup>	7949 <sup>2)</sup>	7660	<b>3,8%</b>

## Přístup ke zpracování PENB

- **Přístup 1 - vícezónový kalibrovaný model** s klimatickými daty podle TNI 730331 a typickým profilem užívání odpovídajícímu reálnému provozu **se započtením elektřiny pro domácí spotřebiče** do celkové dodané energie do budovy
- **Přístup 2 - jednozónový model** s klimatickými daty a typickým profilem užívání „Rodinné domy – obytné prostory“ podle TNI 730331 **se započtením elektřiny pro domácí spotřebiče** do celkové dodané energie do budovy
- **Přístup 3 - jednozónový model** s klimatickými daty a typickým profilem užívání „Rodinné domy – obytné prostory“ podle TNI 730331 **bez započtení elektřiny pro domácí spotřebiče** do celkové dodané energie do budovy

# Přístup ke zpracování PENB

Srovnání - ukazatel EN	Hošťálkovice	Rasošky	Jeseník
<b>Přístup 1- Vícezónový kalibrovaný model se započtením spotřebičů</b>			
Celková dodaná energie (kWh/rok)	8508	10320	10741
Energonositel elektřina (kWh)	7454	7660	9534
Energonositel dřevo (kWh)	1054	2660	1 207
<b>Přístup 2- Jednozónový standardní model se započtením el. energie pro spotřebiče</b>			
Celková dodaná energie (kWh/rok)	8289	10428	10856
Energonositel elektřina (kWh)	7153	7769	10289
Energonositel dřevo (kWh)	1136	2658	1550
<b>Přístup 3 - Jednozónový standardní model bez započtení el. energie pro spotřebiče (nejběžnější)</b>			
Celková dodaná energie (kWh/rok)	7661	9876	9872
Energonositel elektřina (kWh)	6525	7217	8322
Energonositel dřevo (kWh)	1136	2658	1550
<b>Odchylka v % přístup 2/přístup 1</b>			
Energonositel elektřina (%)	-4,0%	1,4%	7,9%
Celková dodaná energie (%)	<b>-2,6%</b>	<b>1,0%</b>	<b>1,1%</b>
<b>Odchylka v % přístup 2/přístup 3</b>			
Energonositel elektřina (%)	-8,7%	-7,1%	-19,1%
Celková dodaná energie (%)	<b>-7,6%</b>	<b>-5,3%</b>	<b>-9,1%</b>

# 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)*