



**Středoškolská technika 2014**

**Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT**

**VOLBA MATERIÁLU PRO STAVBU  
RODINNÉHO DOMU**

**The choice of a suitable material for the building of the detached house**

**Miroslav Sobotka**

**VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou  
Studentská 1, 591 01 Žďár nad Sázavou**

## **Prohlášení**

*Prohlašuji, že jsem svou práci vypracoval samostatně, použil jsem pouze podklady (literaturu, SW atd.) uvedené v příloženém seznamu a postup při zpracování a dalším nakládání s prací je v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.*

Ve Žďáře nad Sázavou dne 03.04.2014 podpis:.....

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Milanu Řehořovi a Ing. Františku Kadlecovi za obětavou pomoc a podnětné připomínky, které mi během práce poskytovali. Dále bych chtěl poděkovat společnosti EKOPANELY CZ s.r.o. za poskytnutí vzorku ekopanelu.

# ANOTACE

Práce se zabývá problematikou tepelného vytápění objektu, včetně jeho ekonomických dopadů. Je zde navržena otopná soustava a základní možné náležitosti spojené se ztrátami tepelné energie. Část práce je věnována také volbě materiálu pro výstavbu rodinného domu, jenž podstatným způsobem ovlivňuje základní parametry vytápění. K dispozici jsou kompletní nezávislé podklady pro volbu primárního otopného zdroje a to vše s ohledem na vazbu k ekonomické a energetické náročnosti. Volba primárního zdroje je zaměřena na nejvhodnější způsoby vytápění podle požadavků na jednoduchost, spolehlivost a ekonomičnost. Jsou zde řešeny a popsány veškeré aspekty, tvořící jádro problematiky s vytápěním rodinného domu a objektů s podobnými vlastnostmi. Zvláštní částí je zde ekonomické zhodnocení vytápění domu, kde se výstižnou a přesnou cestou vyjadřuje ekonomický pohled na všechny související náklady spojené s energiemi, výstavbou a základními cenami materiálů. Celá práce je dokumentována tabulkovými údaji, grafy a fotografiemi.

**Klíčová slova:** EKOPANEL; POROTHERM; CETRIS deska; Energetická náročnost budovy; Tepelné ztráty; Primární zdroj vytápění

# ANNOTATION

The thesis deals with the issue of thermal heating of buildings, including the economical consequences. It proposes heating system and possible basic properties related to heat energy loss. A part of the thesis has been devoted to choice of material for construction of a detached house, which substantially affects the basic parameters of heating. The thesis presents complete independent source documents for choice of the primary heating source, while respecting the economic and energetic requirements. The choice of primary source has been focused on the most economic methods of heating in accordance with the requirements for simplicity, reliability and economy. The thesis deals with and describes all the aspects, which are related to the issue of heating a detached house and buildings of similar properties. An extra part of the thesis includes economic assessment of house heating, which clearly and accurately presents the economic point of view of all the costs associated to energy, construction and basic prices of materials. The entire thesis is documented with table data, charts and photographs.

**Keywords:** ECOPANEL; POROTHERM; CETRIS board; Energy demand of building; Heat loss; Primary heating source

# OBSAH

ÚVOD .....	6
<b>1 TEORIE NÁVRHU OTOPNÉ SOUSTAVY .....</b>	<b>7</b>
1.1 VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁTY BUDOV .....	7
1.1.1 Celková tepelná ztráta místnosti .....	7
1.1.2 Tepelná ztráta prostupem .....	7
1.1.3 Tepelná ztráta větráním .....	9
1.2 VÝPOČET .....	12
<b>2 VOLBA MATERIÁLU PRO VÝSTAVBU RD .....</b>	<b>15</b>
2.1 EKOPANEL .....	15
CETRIS DESKA .....	17
2.2 POROTHERM .....	18
2.3 SROVNÁNÍ VLASTNOSTÍ .....	19
2.3.1 Součinitel prostupu tepla .....	19
2.3.2 Objemová hmotnost .....	20
2.3.3 Vzduchová neprůzvučnost .....	21
<b>3 TEPELNÉ ZTRÁTY RD PRO 3 RŮZNÉ MATERIÁLY .....</b>	<b>22</b>
3.1 TEPELNÉ ZTRÁTY .....	22
3.2 TEPELNÉ ZISKY RODINNÉHO DOMU Z EKOPANELU .....	23
<b>4 PRIMÁRNÍ ZDROJ VYTÁPĚNÍ OBJEKTU .....</b>	<b>24</b>
4.1 PLYNOVÁ ZAŘÍZENÍ .....	25
4.1.1 Shrnutí části o plynových zařízeních .....	28
4.2 ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ .....	29
4.2.1 Shrnutí části o elektrických zařízeních .....	31
4.3 ZHODNOCENÍ TOPIDEL .....	32
4.3.1 Klasická lokální plynová topidla .....	32
4.3.2 Kotel pro ústřední plynové vytápění domu .....	32
4.3.3 Elektrické přímotopy .....	33
4.3.4 Tepelné čerpadlo Vzduch - Voda .....	33
<b>5 EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ MATERIÁLŮ PRO VÝSTAVBU .....</b>	<b>34</b>
5.1 ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY .....	35
5.1.1 Energetická bilance pro vytápění .....	35
5.1.2 Pasivní dům a nízkoenergetický dům .....	36
5.1.3 Dům „v normě“ .....	37
5.1.4 Starší dům (výstavba) .....	38
5.1.5 Rekapitulace .....	39
<b>6 OPTIMALIZACE VYTÁPĚNÍ RD .....</b>	<b>40</b>
6.1 ROČNÍ NÁKLADY NA ENERGII .....	40
6.2 POŘIZOVACÍ NÁKLADY .....	41
6.3 CELKOVÉ NÁKLADY ZA ENERGIE ZA 10 LET + POŘIZOVACÍ NÁKLADY .....	42
6.4 CELKOVÉ SROVNÁNÍ .....	43
6.5 PŘEHLEDNÉ SHRNUÍ .....	44
<b>SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>45</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>48</b>

# ÚVOD

Tato práce obsahuje porovnání třech různých stavebních materiálů pro výstavbu konkrétního rodinného domu (RD).

Rodinný dům z ekopanelu byl postaven v roce 2012 v Hamrech nad Sázavou.

Tento dům postavila na klíč společnost PROSTAV alfa, s.r.o., která má s touto technologií dlouholeté zkušenosti. Výstavba byla započata na konci měsíce srpna a zkolaudována 23.12. téhož roku.

Tento rodinný dům má v pronájmu společnost NORMSERVIS s.r.o.. V současné době je využíván jako kancelářské prostory, ale je rovněž připraven k bydlení.

Provozní doba je v pracovní dny v délce 8 hodin.

# 1 Teorie návrhu otopné soustavy

## 1.1 Výpočet tepelných ztráty budov

Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností stanoví ČSN 06 0210.

Tepelná ztráta budovy není pouze prostým součtem vypočtených tepelných ztrát jednotlivých místností. Je nutné posoudit současnost infiltrace, doby provozu jednotlivých místností a zohlednit místní tepelné zisky.

### 1.1.1 Celková tepelná ztráta místnosti

Celková tepelná ztráta  $Q_C$  [W] je rovna součtu tepelné ztráty prostupem tepla konstrukcemi a tepelné ztráty větráním, snížené o trvalé tepelné zisky podle vztahu

$$Q_C = Q_P + Q_V - Q_Z \text{ [W]}$$

$Q_P$ ... ztráta prostupem tepla [W]

$Q_V$ ... ztráta větráním [W]

$Q_Z$ ... trvalý tepelný zisk [W]

### 1.1.2 Tepelná ztráta prostupem

Tepelná ztráta prostupem  $Q_P$  [W] je dána základní tepelnou ztrátou prostupem a přírážkami podle rovnice:

$$Q_P = Q_0 (1 + p_1 + p_2 + p_3) \text{ [W]}$$

$Q_0$ ... základní ztráta prostupem tepla [W]

$p_1$ ... přírážka na vyrovnání vlivu chladných konstrukcí [-]

$p_2$ ... přírážka na urychlení zátoku [-]

$p_3$ ... přírážka na světovou stranu [-]



Pro danou místnost je základní tepelná ztráta prostupem tepla  $Q_o$  [W] dána součtem tepelných toků prostupem tepla jednotlivými konstrukcemi, které místnost obklopují.

$$Q_o = \sum U S (t_i - t_e) \text{ [W]}$$

$U$ ... součinitel prostupu tepla [ $\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ ]

$S$ ... ochlazovaná část stavební konstrukce [ $\text{m}^2$ ]

$t_i$ ... výpočtová vnitřní teplota místnosti [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_e$ ... výpočtová teplota prostředí na vnější straně konstrukce [ $^{\circ}\text{C}$ ]

tj. výpočtová teplota v sousední místnosti nebo výpočtová venkovní teplota

Výpočtová vnitřní teplota reprezentuje výslednou teplotu měřenou kulovým teploměrem. Je-li výpočtová teplota na vnější straně některé konstrukce vyšší než teplota ve vytápěné místnosti, má tepelný tok touto konstrukcí zápornou hodnotu a jde o tepelný zisk, který zmenšuje ztrátu prostupem tepla.

### 1.1.2.1 Přírážka na vyrovnání chladných konstrukcí $p_1$

Závisí na středním součiniteli prostupu tepla místnosti  $U_c$  podle vztahu:

$$p_1 = 0,15 U_c \text{ [-]}$$

$$U_c = \frac{Q_o}{(t_i - t_e) \sum S_j} \text{ [Wm}^{-2}\text{K}^{-1}\text{]}$$

$\sum S_j$ ... celková plocha všech konstrukcí obklopujících místnost [m<sup>2</sup>]

$t_i$ ... výpočtová vnitřní teplota místnosti [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_e$ ... výpočtová venkovní teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ]

### 1.1.2.2 Přirážka na urychlení zátopu $p_2$

$p_2 = 0$  uvažujeme ji pouze tam, kde nelze zajistit nepřerušovaný provoz vytápění  
 $p_2 = 0,1$  u budov se samostatnou kotelnou na tuhá paliva o jmenovitém výkonu  
menším než 150 kW při denní době vytápění delší nebo rovné 16 hodinám  
 $p_2 = 0,2$  při době vytápění kratší než 16 hodin za den  
Je-li přerušovaný provoz předem znám, postupuje se podle ČSN 06 0220

### 1.1.2.3 Přirážka na světovou stranu $p_3$

Rozhoduje poloha nejvíce ochlazované stavební konstrukce místnosti (nejčastěji okno),  
při více ochlazovaných konstrukcích poloha jejich společného rohu. Pro místnost se  
třemi nebo čtyřmi ochlazovanými konstrukcemi se počítá s největší hodnotou přirážky.

Hodnoty přirážky $p_3$								
Světová strana	J	JZ	Z	SZ	S	SV	V	JV
$p_3 [-]$	-0,05	0	0	0,05	0,1	0,05	0,05	0

### 1.1.3 Tepelná ztráta větráním

Tepelná ztráta místnosti větráním  $Q_v$  [W] se vypočte podle vztahu

$$Q_v = 1300 V_v (t_i - t_e) \text{ [W]}$$

$V_v$  ... objemový průtok větracího vzduchu [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$t_i$  ... výpočtová vnitřní teplota místnosti [ $^{\circ}\text{C}$ ]

$t_e$  ... výpočtová venkovní teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ]

Za objemový průtok větracího vzduchu  $V_v$  dosazujeme větší z hodnot  $V_{vH}$  (hygienický nebo technologický požadavek) a  $V_{vP}$  (přirozené větrání infiltrací). Tyto hodnoty jsou dány následujícími vztahy

$$V_{vH} = \frac{n_h}{3600} V_m \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$V_{vH}$  ... požadovaný objemový průtok vzduchu [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$n_h$  ... požadovaná intenzita výměny vzduchu [ $\text{h}^{-1}$ ]

$V_m$  ... vnitřní objem místnosti [ $\text{m}^3$ ]

Hodnota požadované intenzity výměny vzduchu  $n_h$  má minimální hodnotu  $0,3 \text{ h}^{-1}$ , pro byty je minimální průměrná intenzita výměny vzduchu  $0,5 \text{ h}^{-1}$ .

$$V_{vP} = B M \sum (i_{LV} \cdot L) \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

$V_{vP}$  ... objemový průtok vzduchu infiltrací [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]

$i_{LV}$  ... součinitel spárové provzdušnosti [ $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} / (\text{m} \cdot \text{Pa}^{0,67})$ ]

$L$  ... délka spár otevíratelných částí oken a venkovních dveří [ $\text{m}$ ]

$B$  ... charakteristické číslo budovy [ $\text{Pa}^{0,67}$ ]

$M$  ... charakteristické číslo místnosti [-]

Hodnoty  $i_{LV}$  pro okna a dveře uvádí ČSN 73 0540-3. Do celkové délky  $L$  se započítávají spáry mezi jednotlivými křídly a rámem okna včetně středních sloupků a spáry mezi na sebe přiléhajícími křídly.

Charakteristické číslo budovy  $B$  závisí na rychlosti větru (rozlišuje se normální krajina a krajina s intenzivními větry), poloze budovy v krajině (chráněná, nechráněná, velmi nepříznivá) a druhu budovy (řadová, osaměle stojící). Hodnoty  $B$  udává ČSN 06 0210.

Charakteristické číslo místnosti  $M$  je závislé na poměru provzdušnosti oken a vnitřních dveří:

$M = 0,4$  pro místnosti, kde je provzdušnost vnitřních dveří menší než provzdušnost oken

$M = 0,5$  pro místnosti, kde je provzdušnost vnitřních dveří přibližně rovna  
provzdušnosti oken

$M = 0,7$  pro místnosti, kde je provzdušnost vnitřních dveří větší než provzdušnost oken

$M = 1,0$  pro místnosti, bez vnitřních stěn (např. velkoprostorové kanceláře, sály apod.)

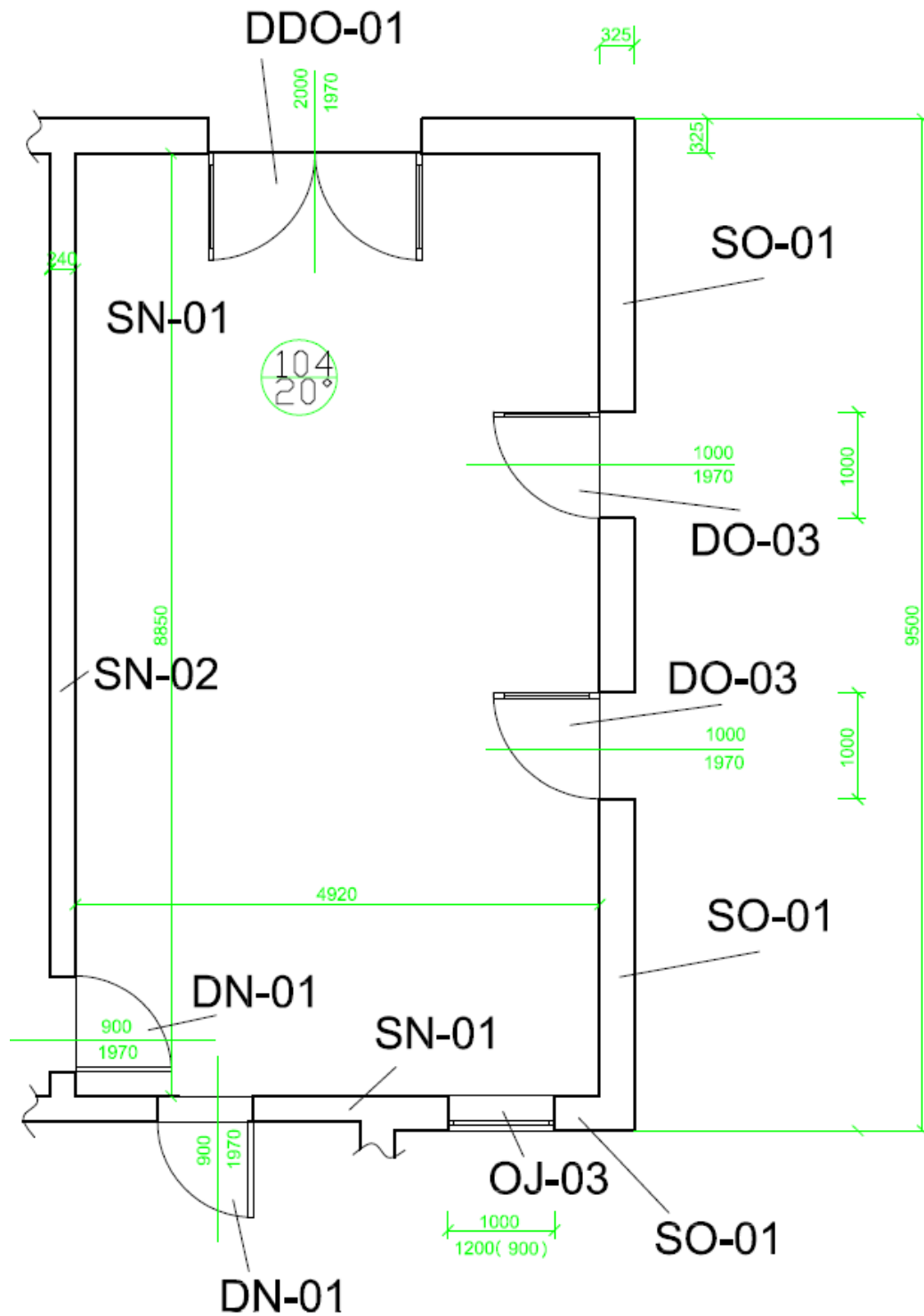
Dále se podrobněji rozlišují místnosti podle počtu vnitřních dveří a podle jejich těsnosti.

Výše uvedená kapitola postupu výpočtu tepelných ztrát je převzata ze *SPŠ strojnická, Tábor; Vytápění - pracovní sešit*.

## 1.2 Výpočet

Příklad výpočtu tepelných ztrát a návrhu otopných těles pro místnost 104.

### Půdorys místnosti



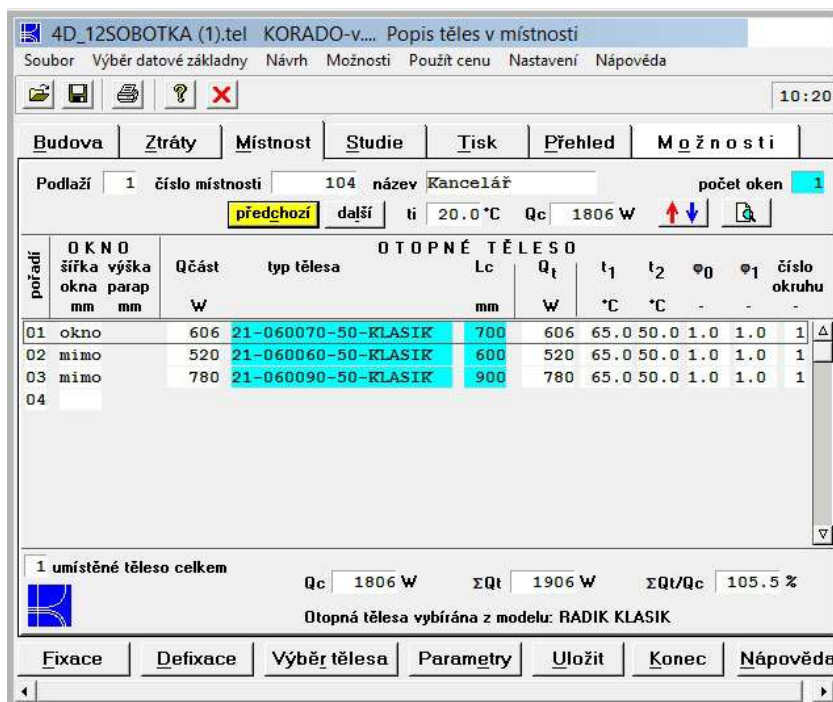
## Výpočet tepelných ztrát místnosti 104.

Označení stěny	Teplota vně $t_e$	Výplň - v	Tloušťka stěny	Plocha stěny				Základní tepelná ztráta					Přirážky				Celková tepelná ztráta $Q_c = Q_v + Q_z =$	
				Děka	Šířka nebo výška	Plocha	Počet otvorů	Plocha otvorů	Plocha bez otvorů	Součinitel prostupu tepla U	Rozdíl teplot $\Delta t$	U $\cdot\Delta t$	Tepelná ztráta $Q_v$	Na vyrovnání vlnu vlnu obkladných stěn	Na uchlazení zátupu	Na světovou stranu		$1 + P_1 + P_2 + P_3$
<b>104 Kancelář</b>	$t_e = 20$	$t_e = -15$	orientace místnosti: V	0,026	0	0,05	1,076									<b>1 806</b>		
SO-1	-15	v	0,4	4,92	2,95	14,53	1	1	3,94	10,59	0,2	35	5,3	56				
DDO-1	-15	v		2,00	1,97	3,94	1		3,94	3,94	0,6	35	21,0	83				
SO-1	-15		0,4	8,85	2,95	26,14	2	1	3,94	22,20	0,2	35	5,3	117				
DO-3	-15	v		1,00	1,97	1,97	2		3,94	3,94	2,7	35	94,5	372				
SO-1	-15		0,4	2,09	2,95	6,16	1	1	1,20	4,96	0,2	35	5,3	26				
OJ-3	-15	v		1,00	1,20	1,20	1		1,20	1,20	0,6	35	21,0	25				
SN-1	20		0,3	2,83	2,95	8,37	1	1	0,00	8,37	0,3	0	0,0	0				
DN-1	20	v		0,90	1,97	1,77	1		1,77	1,77	2,0	0	0,0	0				
SN-2	15		0,1	4,99	2,95	14,73	1	1	1,77	12,96	1,1	5	5,5	72				
DN-1	15	v		0,90	1,97	1,77	1		1,77	1,77	2,0	5	10,0	18				
SN-1	20		0,3	3,86	1,97	7,60			0,00	7,60	0,3	0	0,0	0				
PdI-1	5		0,2	8,85	4,92	43,54			0,00	43,54	0,4	15	5,8	252				
Str-1	20		0,3	8,85	4,92	43,54			0,00	43,54	0,3	0	0,0	0				
									$\Sigma$ 166,40				$\Sigma$ 1 021					
													U $_z =$	1 021				
														166,40	35			
													U $_z =$	0,18	W.m $^{-2}.K^{-1}$			
																Q $_v =$ 1 099		
																Q $_z =$ 707		
																Q $_c =$ 0		
																Q $_c =$ 1 806		
pouze informativně:														pro výpočet:				
1) $Q_v = 1300 \cdot \Sigma(l_v \cdot L) \cdot B \cdot M \cdot (t_i - t_e) = 474$ W														tep. ztráta větráním pro splnění hyg. požadavků $Q_v = 707$ W				
2) $Q_z = 1300 \cdot \Sigma(l_v \cdot L) \cdot (B + \Delta B) \cdot M \cdot (t_i - t_e)$																		

Celková tepelná ztráta místnosti 104 je 1 806 W. To znamená, že musíme navrhnout otopné těleso, které nám tuto tepelnou ztrátu pokryje.

Pro výpočet a výběr otopného tělesa byl použit program KORADO SW.

Teplota přívodní vody je 65°C a teplota vratné vody je 50°C



Pro tuto místnost byla vybrána tři desková otopná tělesa a to RADIK KLASIK s délkou 600 mm, 700 mm a 900 mm. Instalovaný tepelný výkon otopných těles je 1 906 W. Tento postup opakujeme pro všechny místnosti.

Vypočítáme celkový tepelný výkon všech otopných těles. Pro tento rodinný dům je to 9 944 W. Na tento tepelný výkon navrhujeme kotel. V konstrukčním cvičení ve 4. ročníku jsem navrhl klasický závěsný plynový kotel, s přípravou teplé vody ve vestavěném zásobníku, PROTHERM Tiger 12 KTZ, který má maximální tepelný výkon 11,2 kW. Odvod spalin je řešen pomocí odkouření přes fasádu.

## 2 Volba materiálu pro výstavbu RD

Pro výstavbu byly voleny tři materiály:

- Ekopanel
- Cetris deska
- Porotherm

### 2.1 EKOPANEL

Ekopanel představuje moderní stavební systém pro nízkoenergetické domy a pasivní dřevostavby. Tento systém spočívá v opláštění těchto typů domů.

Pro bližší specifikaci je nutné přiblížit, že pasivním domem se označuje taková budova, která celý rok poskytuje tepelný komfort a to bez využívání aktivního topného systému. Teplo se využívá jak z interních, tak z externích spotřebičů. Interní teplo znamená vyzařování lidmi a spotřebiči v domácnosti. Oproti tomu externí teplo znamená teplo ze slunečního záření, které do budovy prochází okny

Hlavním výrobcem ekopanelů, a to jako jediná firma v Evropě, je společnost EKOPANELY CZ, s.r.o., která se výrobou zabývá již od roku 1999. Jednou z největších předností tohoto materiálu je energeticky nenáročná výroba, která nevyžaduje chemické látky a především při výrobě ekopanelů není produkován žádný toxický odpad. Firma ještě přebytky ze staveb odebírá zpět a následně dále používá. Proto jsou ekopanely zajímavým materiálem především pro ekologicky i ekonomicky smýšlející lidi. Mezi další výhody patří časová nenáročnost stavby. Stavba dřevostavby je mnohonásobně rychlejší než stavba klasického zděného domu. Největší výhodou však tvoří hlavní vlastnost panelů a to akumulace tepla, která snižuje náklady na vytápění domu.

Ekopanely svými izolačními schopnostmi pomáhají překrývat tepelné mosty v objektu, ať už vznikly chybou při kladení izolace, nebo samotnou konstrukcí. Jádro ekopanelu je složeno z lisované slámy, neobsahuje žádné nátěry ani pojiva. Dále se jádro polepí recyklovanou lepenkou. Izolace v domě jsou také tvořeny z přírodních materiálů. Pro omítky se používají klasické hliněné omítky. Všechny tyto přírodní materiály přináší k životu příjemnější a zdravější klima domu.

Ekopanely mají vysokou odolnost i pevnost a jsou propustné pro vodní páru.

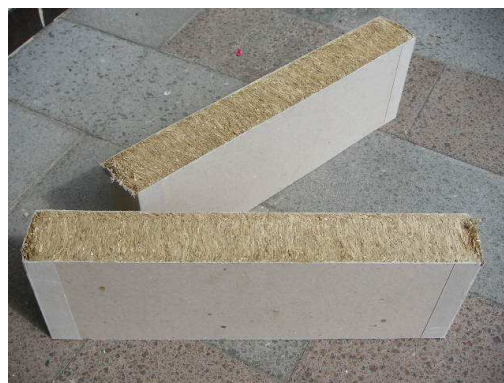


Díky hustému jádru ekopanel unese i vysoké zatížení předmětů, například kuchyňských skříněk, radiátorů atd. Ekopanely mají výbornou zvukově izolační vlastnost i akustickou pohltivost.

Lze tedy říci, že ekopanely nejen příznivě ovlivňují vnitřní klima v objektech z hlediska tepelné stability budov, ale i významně přispívají ke zdravému prostředí v interiérech a tak i ke zdraví svých obyvatel. Díky tomu se ekopanely skvěle hodí pro výstavbu energeticky úsporných domů. U konkrétního objektu typu bungalov se při zastavěné ploše 150 m<sup>2</sup> náklady na vytápění infračerveným systémem pohybují od 800,- Kč do 1 000,- Kč/měsíc. To je cena za spotřebovanou energii vstupující do celého domu. Avšak nejen v nízkoenergetických a pasivních domech využijete tepelné izolační a akumulční schopnosti ekopanelu.



Protože je ekopanel ze slámy lisován, jeho jádro obsahuje jen minimální množství vzduchu. Dostatek vzduchu, respektive kyslíku podmiňuje hoření. Když potom ekopanel hoří, obhoří nejprve papír a poté je hoření zastaveno slaměným jádrem. Tento samozhášivý efekt je jednou z jeho výrazných výhod. Cena obvodové stěny z ekopanelu se pohybuje okolo 900,- Kč/m<sup>2</sup>.

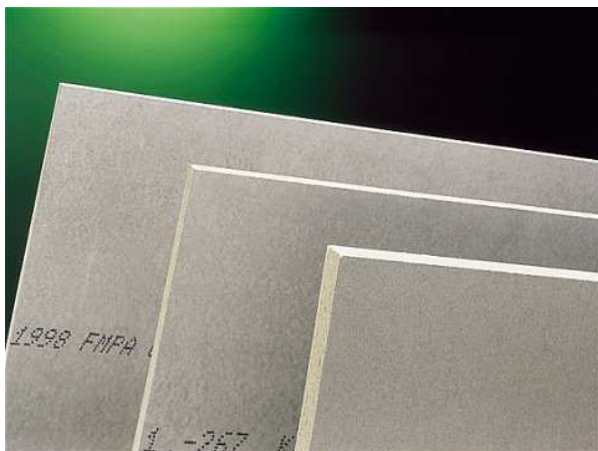


## CETRIS DESKA

Cetris deska představuje cementotřískovou desku sloužící pro stavbu budov a domů. Výrobce desek je společnost CIDEM Hranice, a.s. – divize CETRIS, která v současnosti patří k největším výrobcům cementotřískových desek v Evropě.

Cementotřískové desky mají vlastnosti cementu a dřeva, přičemž jsou lehčí než cementovláknité desky. Cetris desky mají mnoho kladných vlastností. Jsou odolné proti povětrnostním vlivům, mrazu i plísni. Tyto desky také patří mezi ekologické a ohleduplné k životnímu prostředí. Neobsahují žádné toxické látky. Cetris desky jsou odolné proti ohni, a podle evropské normy jsou zařazeny do skupiny nehořlavých. Další výbornou vlastností je dokonalá zvuková izolace, stejně jako u ekopanelů. Desky Cetris patří mezi lehký materiál, jsou 10 mm tlusté, váží 14 kg/m<sup>2</sup> a přesto jsou velice pružné a snadno opracovatelné. Desky se dají opracovávat, řezat, brousit a je možno do nich vrtat. Cena obvodové stěny z tohoto materiálu se pohybuje okolo 1 100,- Kč za m<sup>2</sup>.

*Cetris desky*



## 2.2 POROTHERM

Posledním materiálem je Porotherm. Je to nejznámější a nejpoužívanější zdící materiál u nás a využívá se pro klasický zděný typ domu z cihel. Porotherm vyrábí firma Wienenberger již řadu let. Stejně tak jako předešlé dva materiály, i Porotherm je šetrný k životnímu prostředí a bydlení v domech zděných z tohoto materiálu patří mezi ekologicky šetrné a to především i ke zdraví lidí. Mezi hlavní přednosti patří masivní a odolná konstrukce, která spoří energii na vytápění. Pomocí tohoto akusticky izolačního zdiva lze stavět dům velice snadno a rychle.

U ekopanelů i u Cetrís desek je vždy použita další izolace, což bylo cihlám někdy vyčítáno. Proto Porotherm přišel na trh s novinkou, a to pálenou cihlou s minerální vatou uvnitř. Tento typ cihel (Porotherm T Profi) snižuje ještě více náklady na stavbu, vytápění i údržbu domu. Díky tomuto typu cihel zdivo dosahuje u pasivních domů tloušťky stěn okolo 40 cm a nemusí se tak už dodatečně zateplovat, což ušetří lidem další náklady. U nízkoenergetických domů je tloušťka stěn okolo 30 cm a také se již nemusí zateplovat. Výhodou minerální izolace je tepelná ochrana a především difúze vodních par, což v zimním období zabraňuje rychlému prochlazení domu a naopak v letních měsících přehřátí a vstupu tepla do objektu. Cena obvodové stěny z porothermu se pohybuje okolo 2 000,- Kč/m<sup>2</sup>.



Porotherm s minerální vatou

## 2.3 Srovnání vlastností

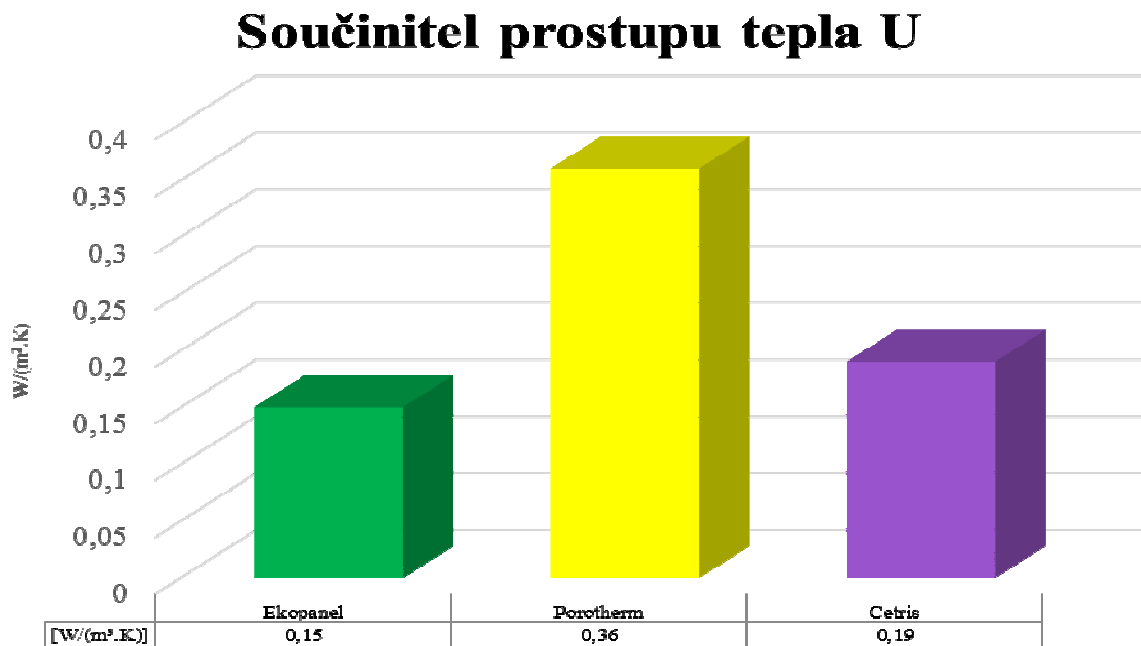
### 2.3.1 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla  $U$  udává míru tepelné ztráty stavební konstrukce. Závisí na kvalitě izolačních materiálů ( $\lambda$ ) a jejich tloušťce. Čím je hodnota  $U$  menší, tím jsou tepelně-izolační vlastnosti konstrukce lepší.

#### Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>4), 6)</sup>	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině <sup>6)</sup>	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami <sup>3)</sup>	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 <sup>2)</sup>	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 <sup>7)</sup>	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$ , v m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> , kde A je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v m <sup>2</sup> ; A <sub>w</sub> plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP, v m <sup>2</sup> .	$f_w \leq 0,5$	0,3 + 1,4·f <sub>w</sub>	0,2 + f <sub>w</sub>
	$f_w > 0,5$	0,7 + 0,6·f <sub>w</sub>	0,15 + 0,85·f <sub>w</sub>
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1,0
Nekovový rám výplně otvoru <sup>5)</sup>	-	1,3	0,9-0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,2

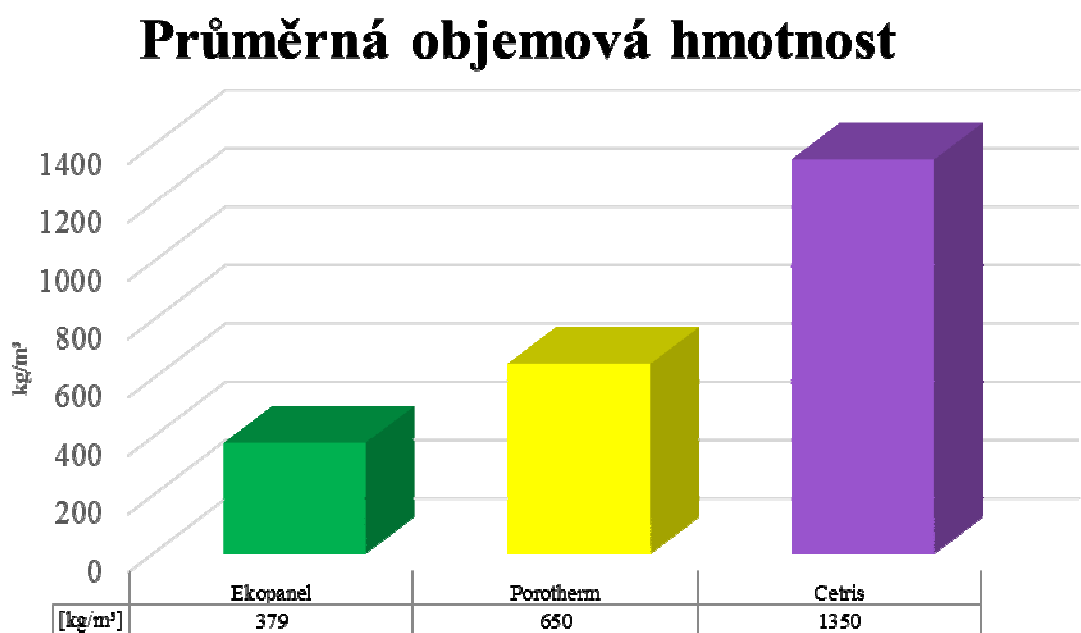
## Součinitel prostupu tepla obvodového zdiva pro tři vybrané materiály



### 2.3.2 Objemová hmotnost

Objemová hmotnost se definuje jako poměr hmotnosti tělesa ku objemu tělesa včetně póru, mezer a dutin.

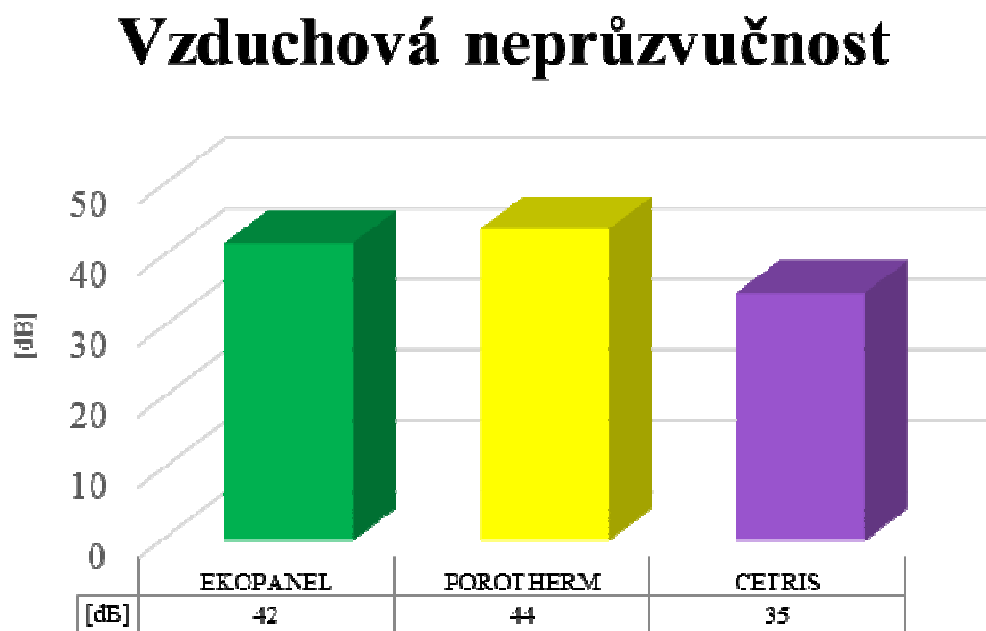
#### Objemová hmotnost tří vybraných materiálů



### 2.3.3 Vzduchová neprůzvučnost

Tato hodnota charakterizuje míru odporu konstrukce vůči zvuku neseného vzduchem. Konstrukce díky působení zvuku kmitají a tyto kmity přenáší následně zvuk do dalších částí a zvuk se dále opět šíří vzduchem. Vyšší hodnota proto charakterizuje vyšší akustický komfort.

#### Vzduchová neprůzvučnost pro tři vybrané materiály



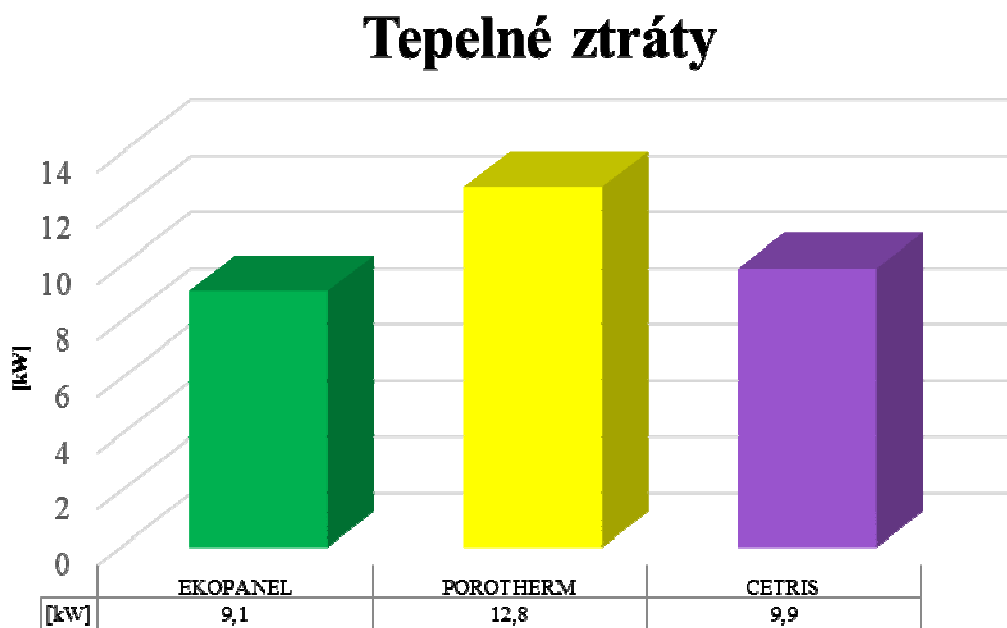
### 3 Tepelné ztráty RD pro 3 různé materiály

#### 3.1 Tepelné ztráty

Tepelné ztráty jednotlivých rodinných domů byly počítány podle vzorců viz. kapitola 1.1. Jednotlivé příklady výpočtů tepelných ztrát pro různé materiály jsou v *Seznamu příloh*.

	Ekopanel	Porotherm	Cetris
Šířka obvodové stěny [m]	0,38	0,4	0,3
U [W/m <sup>2</sup> K]	0,15	0,36	0,19
Celkové tepelné ztráty [W]	9 108	12 810	9 933

**Tepelné ztráty rodinného domu ze tří vybraných materiálů**

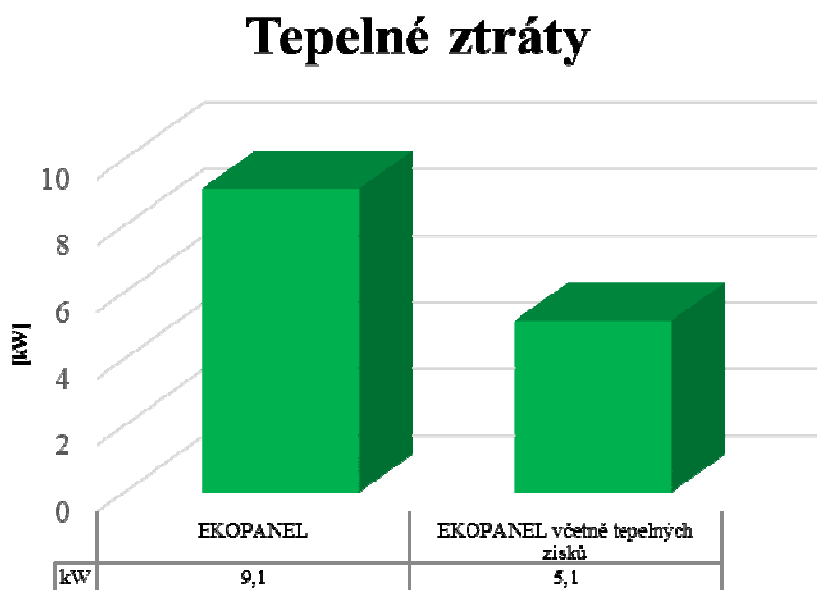


### 3.2 Tepelné zisky rodinného domu z ekopanelu

Ze skutečného provozu domu jsou zkušenosti ohledně tepelných zisků elektrických spotřebičů. Z podkladů z tzb-info.cz bylo převzaty tepelné zisky jednotlivých elektrických spotřebičů a doplněny o skutečný počet spotřebičů v daném objektu včetně výpočtu tepelných zisků. Tyto hodnoty jsou zaznamenány v následující tabulce.

El. spotřebič	Příkon [W]	Počet [ks]	Tep. zisk [W]
Počítač	80	11	1238
Notebook	40	2	95
Světla	72	44	834
NAS	20	1	71
Tiskárny	480	5	820
Mikrovlnná trouba	900	1	23
Rychl. konvice	2 000	1	298
Lednice	13,25	1	47
Router	5	5	125
Zabezpečení	20	1	71
Ústředna	20	1	71
Ohřev vody	12 000	2	273

Z tabulky vyplývá, že tepelné zisky vzhledem k poměrně nízkým tepelným ztrátám domu hrají významnou roli. Ve skutečnosti totiž dochází k rapidnímu snížení energie potřebné na vytápění. V následujícím grafu je porovnání tepelných ztrát ekopanelu a tepelných ztrát ekopanelu včetně tepelných zisků.





## 4 Primární zdroj vytápění objektu

- celkové tepelné ztráty:

- $\Delta Q_{\text{celkové}} = 9,1 \text{ kW}$

- primární zdroje pro rodinný dům s danými ztrátami:

- **Plynová zařízení** (lokální plynová topidla, kotle pro ústřední vytápění domu)
- **Elektrická zařízení** (přímotopy, konvektory, akumulční kamna)
- **Tepelná zařízení a stroje na elektrickou energii** (tepelná čerpadla)

## 4.1 Plynová zařízení

- Minimální emisní problémy při spalování zemního plynu ve srovnání s ostatními palivy.
- Srovnání na základě skutečné produkce zásadních emisních složek:

ZPŮSOBY ZNEČIŠTĚNÍ ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ	Hnědé uhlí	Koks	Topný olej	Zemní plyn
Tuhé znečišťující látky (mg/MJ) (popílek)	608,4	309,2	50,4	<b>0,6</b>
SO <sub>2</sub> (mg/MJ) –Oxid siřičitý-(nejagresivnější emise)	1129,4	398,9	426,7	<b>0,3</b>
CO (mg/MJ)- oxidy uhlíků-(doprovodné emisní plyny)	3146,9	1717,6	13,9	<b>9,4</b>
uhlovodíky (mg/MJ) (směsi uhlovodíků-potřebné ke spalování-nejmenší škody na prostředí)	699,3	381,7	9,7	<b>3,8</b>
NO <sub>x</sub> (mg/MJ) (oxidy dusíku-menší význam na prostředí)	209,8	57,3	236,4	<b>47,2</b>
CO <sub>2</sub> (g/MJ) (oxid uhličitý-největší vliv na ovzduší)	111	92	75	<b>56</b>

- **Cenové náklady na spotřebu zemního plynu pro vytápění a ohřev vody:**

*Analyzováno podle podmínek českých dodavatelů na českém trhu.*

<b>Náhodný dodavatel</b>	<b>Průměrná cena (Kč/MWh)</b>	<b>Průměrná roční spotřeba (Kč) - při průměrné roční spotřebě energie na vytápění (15 MWh - výpočet dle tzb-info.cz)</b>
Jihomoravská plynárenská a.s.	1 500	22 500
Pražská plynárenská a.s.	1 305	19 575
RWE energie a.s.	1 537	23 055
Severomoravská plynárenská a.s.	1 542	23 130
Východočeská plynárenská a.s.	1 470	22 050

**Průměrné náklady na provoz plynového vytápěcího zařízení** jsou u vybraných společností **22 062 Kč/rok**.

- **Cenové náklady na pořízení, provoz a údržbu** nejvhodnějších plynových zařízení pro daný objekt - rodinný dům:
- **Plynový kotel pro ústřední vytápění celého domu** (kotel je zdrojem a vytápí pomocí rozvodů celý dům).

**Pořizovací cena hlavního zařízení= od 20 000 do 40 000 Kč + montáž.**

*Vybráno z aktuálního ceníku např. firmy Protherm, specialistou na plynové zdroje vytápění.*

**Provozní cena** je přímo závislá na spotřebě a spotřeba je hlavní ukazatel provozní ceny (za rok průměrně). **Údržba** zahrnuje pravidelný servis a opravy, u plynových zařízení dochází k poruchám minimálně. Roční náklady na servis jsou 2 000 – 3 000 Kč.

- **Lokální plynová topidla pro rodinný dům** - Jednotlivé části - místnosti domu, jsou vytápěny množstvím lokálních topidel, jejich množství odpovídá množství místností, v tomto ohledu lze definovat jednu topnou jednotku na jedno vytopení průměrné místnosti a od tohoto požadavku se odvíjí vlastnosti topné jednotky, která je níže definována v obecném měřítku.

**Pořizovací cena jedné jednotky (topidla, postačujícího pro jednu místnost o objemu 95 m<sup>3</sup> -> DEFINOVÁNA PRŮMĚRNÁ MÍSTNOST) = 8 900 Kč + montáž.**

**Pro celý dům by bylo potřeba deset lokálních plynových topidel typu Karma Beta 2 Mechanic s výkonem 2 kW. Pro celý objekt jsou pořizovací náklady za topidla 89 000 Kč.**

*Vybráno z aktuálního ceníku firmy KARMA, prodávající mimo jiné Plynová topidla.*

#### **4.1.1 Shrnutí části o plynových zařízeních**

- Dle stránky *kalkulator.tzb-info.cz* od počátku roku 2014 cena plynu mírně klesá, do této doby naopak neustále rostla.
- Problémy s údržbou jsou minimální, většina společností distribuujících tato zařízení, jsou schopny a ochotny provádět pravidelnou údržbu.

## 4.2 Elektrická zařízení

- **Téměř nulový emisní dopad** – spotřebovává se elektrická energie, nikoli objem paliva.
- **Náklady na provoz zařízení** vycházejí z obecných cen elektřiny od distributorů pro ČR, nejčastěji skupina ČEZ. Nejsou dány objemem spáleného paliva, nýbrž dodanou elektrickou energií do elektrického zařízení.
- **Průměrná cena elektřiny** u českých dodavatelů (distributorů) = **4,50 Kč / kWh**
  - Lze dohodnout výhodnější tarif u dodavatelů pro energii např. pro vytápění, ten se pohybuje 2 - 3 Kč / kWh v průměru pro energie vytápěcí.

Pro centrální vytápění srovnáváme tepelné čerpadlo vzduch/voda a elektrické přímotopy

Způsob řešení vytápění	Reálná cena energie (E-ON)	Průměrná spotřeba domku (reálná) pouze pro vytápění	Cena za vytápění (roční průměr)
<b>Elektrické přímotopy</b> (v množství, odpovídajícím průměru pro vytopení domku se ztrátami 10 kW)	1,72Kč / kWh	8 717 kWh	<b>14 997 Kč</b>
<b>Tepelné elektrické čerpadlo</b> (vzduch/voda)	1,72 Kč / kWh	3 637 kWh	<b>5 532 Kč</b>

- Z předchozích srovnání vyplynulo, že pro dům o tepelné ztrátě přibližně 10 kW je z hlediska provozních nákladů vhodnější využití **tepelného čerpadla VZDUCH/VODA**.
- **Cenové náklady na pořízení, provoz a údržbu** nejvhodnějších elektrických zařízení pro daný objekt - rodinný dům:
  - **Elektrické přímotopy** - v průměrném množství, odpovídajícím vytápění domku, přímotopy jsou lokální zdroje vytápění pro každou část, místnost domu.

*Pořizovací cena jedné jednotky (topidla, postačujícího pro jednu místnost o objemu 95 m<sup>3</sup> -> DEFINOVÁNA PRŮMĚRNÁ MÍSTNOST)*

**Pořizovací cena zařízení = průměrně 1 800 - 2 800 Kč / kus + montáž.**

**Pro celý dům by bylo potřeba třináct elektrických přímotopů typu ECOFLEX ET 10 s výkonem 1 kW. Pro celý objekt je tedy cena 28 899 Kč.**

*Vybíráno podle ceníku internetového e-shopu s přímotopy - primotopy.eu*

- **Tepelné elektrické čerpadlo vzduch/voda** - přičemž čerpadlo je centrálním zdrojem tepelné energie pro celý dům.

**Pořizovací cena zařízení= 150 000 – 200 000 Kč / zařízení + montáž.**

Konkrétní informace poskytnou prodejní společnosti.

**Provozní cena** pro elektrické vytápění je přímo závislá na spotřebě a spotřeba je hlavní ukazatel provozní ceny (za rok průměrně), **údržba** zahrnuje pravidelný servis a opravy v případě poruchy. U elektrických zařízení dochází k poruchám většinou pouze při výpadku elektrického proudu.

#### 4.2.1 Shrnutí části o elektrických zařízeních

- Dle stránky *kalkulator.tzb-info.cz* od počátku roku 2014 cena elektřiny mírně klesá, do této doby naopak neustále rostla.
- Náklady na pořízení přímotopů jsou nejmenší ze všech způsobů řešení vytápění rodinného domku, odvíjí se od toho ovšem velké náklady na provoz - spotřeba elektřiny.
- Náklady na pořízení tepelného čerpadla vzduch/voda jsou největší ze všech druhů vytápění, vycházejících z tohoto porovnání, ovšem provozní náklady jsou nejmenší ze všech druhů vytápění.
- Problémy s údržbou jsou minimální, většina společností distribuujících tato zařízení, jsou schopna a ochotna provádět pravidelnou údržbu.



## **4.3 Zhodnocení topidel**

### **4.3.1 Klasická lokální plynová topidla**

- + MOŽNOST AUTOMATICKÉ REGULACE bez zásahu obsluhy
- + PRŮMĚRNÉ CELKOVÉ NÁKLADY (pořízení, provoz, údržba a opravy)
- + VYSOKÁ ÚČINNOST
- - CELKOVÁ ENERGETICKÁ NÁROČNOST
- - NEBEZPEČÍ EXPLOZE při poruše těsnosti plynových rozvodů

### **4.3.2 Kotel pro ústřední plynové vytápění domu**

- + PRŮMĚRNÉ CELKOVÉ NÁKLADY (pořízení, provoz, údržba a opravy) S OHLEDEM NA FUNKCI ZAŘÍZENÍ
- + VYSOKÁ ÚČINNOST
- + MOŽNOST OHŘEVU TUV
- - CELKOVÁ ENERGETICKÁ NÁROČNOST (spalování objemu plynu v zařízení)

### **4.3.3 Elektrické přímotopy**

- + NÍZKÉ NÁKLADY na pořízení, údržbu a opravy
- + NEMŮŽE ZAMRZNOUT
- + SNADNÁ REGULACE
- + VYSOKÁ ÚČINNOST (téměř 99%)
- - VYSOKÉ NÁKLADY NA PROVOZ VYTÁPĚNÍ (energetická náročnost)
- - NÍŽŠÍ TEPELNÁ POHODA

### **4.3.4 Tepelné čerpadlo Vzduch - Voda**

- + VELKÁ ÚČINNOST (až do venkovních teplot do - 20°C, lze ohřívat až na 80°C)
- + VHODNOST PRO VYUŽITÍ NÍZKOTEPLTNÍHO VYTÁPĚNÍ
- + NEJMENŠÍ NÁKLADY NA PROVOZ VYTÁPĚNÍ
- + VELMI FLEXIBILNÍ VYUŽITÍ
- - VYSOKÁ POŘIZOVACÍ CENA
- - KOLÍSÁNÍ VENKOVNÍCH TEPLOT
- - HLUČNOST VENTILÁTORU
- - NELZE OHŘÍVAT TV

## 5 Ekonomické zhodnocení materiálů pro výstavbu

Pro ekonomické hodnocení byla řešena cena stavby pro jednotlivé materiály. V tomto hodnocení je započítáno obecně i vytápění (u všech variant je cena stejná).

Účelem tohoto hodnocení je optimální výběr stavebního materiálu pro rodinný dům na klíč.

V ceně je započítána: Základová deska

Vodovod a kanalizace

Elektroinstalace

Vytápění (dodávka + montáž)

Zařizovací předměty

Okna a dveře

Schodiště

Klempířské práce

Obvodové stěny

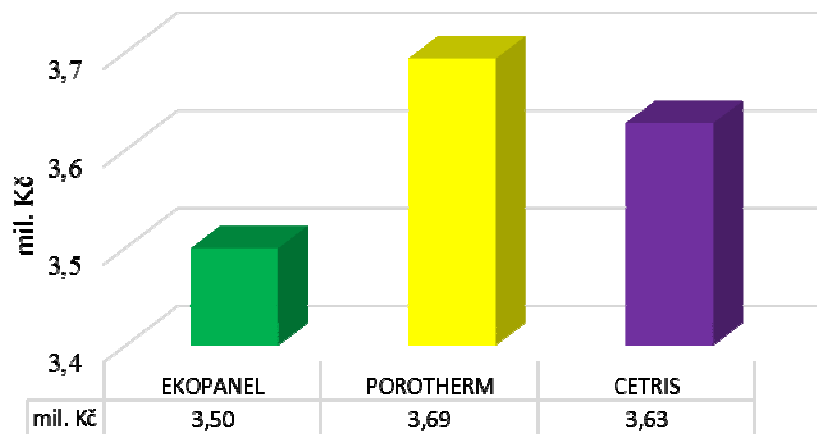
Vnitřní stěny

Stropy

Sřecha

Podlaha

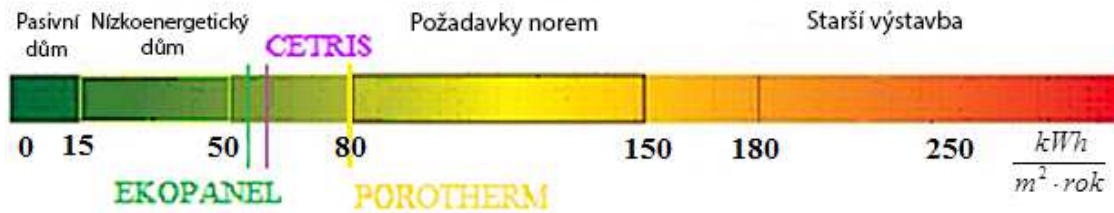
### Přibližná cena RD



Z hlediska ceny výstavby vychází nejlépe rodinný **dům z ekopanelu**.

## 5.1 Energetická náročnost budovy

### 5.1.1 Energetická bilance pro vytápění



- **Energetická bilance vytápění** znamená stanovení u každého druhu objektu (domu) jeho náročnost na vytápění, vyjádřenou v  $\left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot rok} \right]$ , je to kvantita tepelné energie, která se vynaloží v průměru za rok na vytápění, vztažená na plochu jednoho metru čtverečního.
- Orientaci na barevné ose zajišťují úseky jednotlivých typů domů, které charakterizuje jejich **vlastní průměrná náročnost** na vytápění. Domy jsou analogicky řazeny od nejnižší energetické náročnosti, až po nejvyšší hodnoty.
- Přibližně ve středu bilanční osy je vyznačen nejdůležitější úsek, na který se vztahují požadavky platných norem pro energie vytápění. Tato hodnota je středem normalizována a je určena nezávisle na individuální potřebě.
- Tato energetická osa umožňuje optimálně zhodnotit **náročnost vytápění budov** a přehledně získat představu o průměrné energii.
- Zde je zřejmé, že **nejnižší průměrnou náročnost** pro vytápění bude mít **dům Pasivní** (dům s velmi důkladnými energetickými úsporami).
- Naopak **nejvyšší spotřebu energie** pro vytápění bude mít **dům se starší výstavbou** (dům, u kterého je pro zajištění normálních podmínek pro vytápění, zapotřebí značné množství energie a nepostačí energie pro vytápění, jež osciluje okolo hodnot norem).

- Pro každou **volbu je nutné kvalifikovaně zvolit jednu z variant domu**, který bude vyhovovat všem stavebním požadavkům a všem požadavkům na zajištění výtopu a zejména bude brán ohled na specifikace daného místa a to zejména na: umístění, okolní vlivy prostředí, časté zátěže, opotřebení tepelných zařízení a také na úspory.

### 5.1.2 Pasivní dům a nízkoenergetický dům

- Podle bilanční osy je zřejmé, že se bude jednat o nejméně náročný dům pro vytápění, tedy s tepelnými nároky kolem  $0 - 15 \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot rok} \right]$  v průměru, přičemž horní hodnota nesmí přesahovat mez, nejednalo by se o Pasivní dům. Nízkoenergetický dům má nároky od  $15 - 50 \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot rok} \right]$ .
- **Domy mají malou náročnost na údržbu**, jsou vzhledem ke stavebním možnostem poměrně účinné proti tepelným ztrátám na vytápění, které lze značně redukovat konkrétní volbou pro vytápění.
- Pasivní domy jsou **vysoce ekologické** a při bydlení vzniká minimální riziko ohrožení přírody, či životního prostředí. Díky neustálé výměně vzduchu domem, díky spárám, vzniká plynulá regulace ovzduší v domě, která se z 95% zajišťuje spárami a mechanickými větracími „systémy“ domu.
- U domů je třeba při výstavbě použít **vysoce kvalitního materiálu** pro tepelnou izolaci, pro okna a všechny vstupy do domů. I přes vysokou nákladnost na použití materiálu pro stavbu se náklady rapidně sníží malou náročností na provoz a údržbu domu.
- **Okna a neprůchozí otvory** domu jsou realizována několikvrstevnými skly, která jsou vyplněna jedním ze vzácných plynů (např. Argon), které slouží jako tepelný izolant a zajistí tak velkou odolnost proti ztrátám tepla. Podstatná volba pro tepelné ztráty je zvolení vhodného rámu a konstrukce okna.

- Samotná **konstrukce domu** je v nejužším jádru společná jako u domů běžných - cihla, vápenopísek, železobeton a konstrukce je o tloušťce 10 - 15 cm. Jedinečnost je v enormně vysokém zateplení, které má tloušťku několika desítek centimetrů a zateplovací materiál hraje zásadní roli v konstrukci domu, u něhož si přejeme minimální ztráty na teple. Takový tepelný izolant tvoří nejčastěji polystyrén obsahující grafit.
- Nejčastější a zároveň nejefektivnějším zdrojem primární energie na vytápění jsou **solární panely** nebo **kotel na biomasu**. To je maximálně ekologické řešení a zajistí se tím všechny požadavky na Pasivní dům.
- Funkce Pasivního a Nízkoenergetického domu se liší prakticky pouze tím, do jakých hodnot podle ztrát energie zapadá. Nejsou žádné zvláštní požadavky oproti domu Pasivnímu, či Nízkoenergetickému, požadavky jsou pouze na straně energetické bilance.
- Oproti běžným rodinným domům lze ušetřit ročně v průměru až 50% jmenovité hodnoty energie pro vytápění.

### 5.1.3 Dům „v normě“

- Podle bilanční osy je zřejmé, že se bude jednat o **dům běžný, rodinný**, s nároky na běžný provoz domácností a obvyklého počtu lidí, jež bude normální pro tento druh domu.
- Nejdůležitějším parametrem jsou ale tepelné ztráty a energetická náročnost domu, která musí spadat do uvedené meze  $80 - 150 \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot rok} \right]$  Tuto hodnotu udává norma.

#### 5.1.4 Starší dům (výstavba)

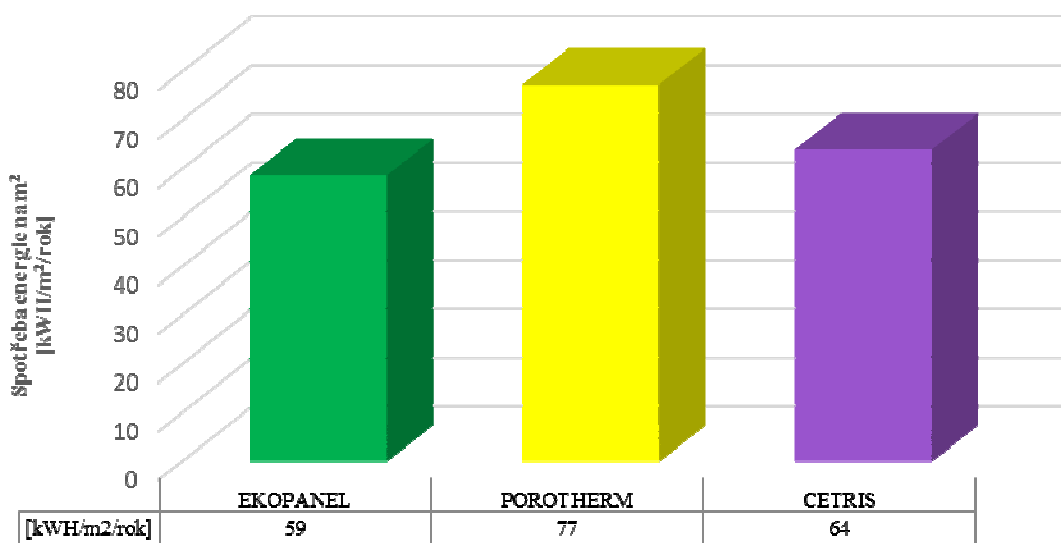
- Z pozice v energetické ose je zřejmé, že se bude jednat o komplikovaný druh objektu. Bude mít jednoznačné mezery ve splnění normovaných podmínek, včetně stavebního provedení a dalších aspektů, které nesou nároky doby. Podle těchto prvků spadá tento druh domu do poslední kategorie v žebříčku energie, a to do umístění s požadavky na minimální ztráty energie. Interval energie je otevřen s horní hranicí neomezenou podle tabulkových hodnot, interval začíná na  $250 \left[ \frac{kWh}{m^2 \cdot rok} \right]$ , horní hranici se meze téměř nekladou.
- U starších domů jsou velmi křiklavé rozdíly mezi energiemi, potřebnými pro vytápění celého objektu se standardními ztrátami.
- **Nutné jsou stavební rekonstrukce** vyžadující vysoké nároky firem na stavební inženýrství a odbornou činnost v oblasti renovace celého objektu. Protože hlavní účel je vytvořit ze starého domu se ztrátami, dům renovovaný, který bude splňovat alespoň spodní kategorie žebříčku normálního rodinného domu a nebo se smířit se speciálním provozem starého objektu a tedy i brát v potaz jeho energetickou náročnost.
- Energetická analýza je bezcenná, bez znalosti konkrétního druhu starého objektu, či výstavby. Pouze fakt, že tento druh objektu má neomezenou horní hranici pro energii na vytápění, hovoří za vše.
- Pro tento druh objektu nejsou požadavky zvláštním způsobem určeny normou a neomezují nijak objekty této kategorie v provozu, pokud jsou uvedeny v této kategorii.
- Možnosti řešení energie se v těchto objektech (budovách) řeší zcela konkrétně na míru, protože staré objekty bez inovace, které by zajistily přeřazení do kategorie v normě, či pod ni, nemohou podléhat obecným normám a standardům.

### 5.1.5 Rekapitulace

Z porovnávaných RD vychází nejlépe dům postavený z Ekopanelu. Hodnota spotřeby energie na m<sup>2</sup> se u tohoto domu blíží k hranici Nízkoenergetického domu.

Hodnoty spotřeby energie na m<sup>2</sup> pro všechny materiály jsou vyznačeny v grafu a v obrázku na začátku této kapitoly 5.1.1.

## Energetická náročnost budovy

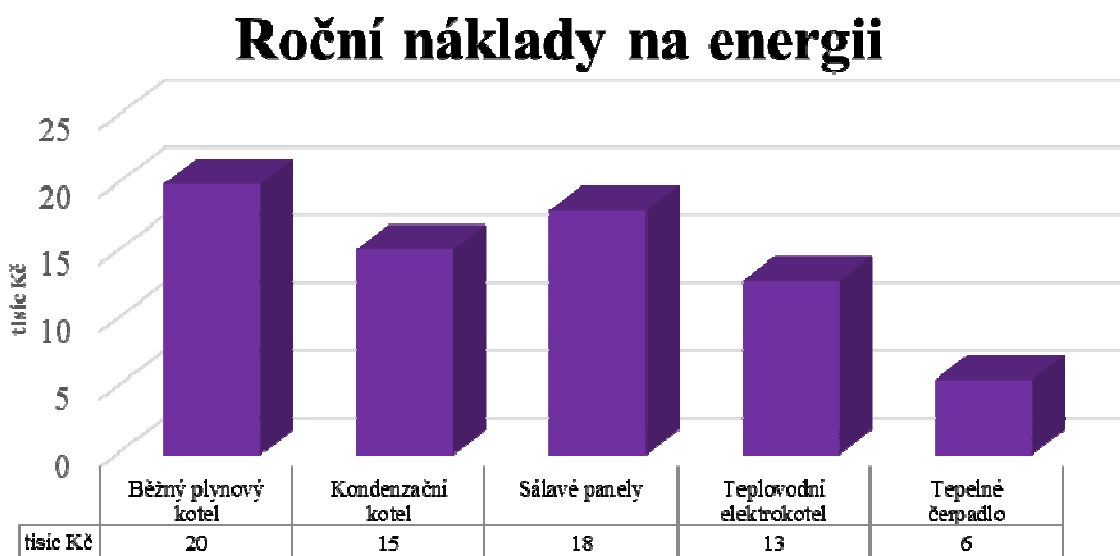




## 6 Optimalizace vytápění RD

### 6.1 Roční náklady na energii

V grafu jsou znázorněné finanční náklady na roční provoz jednotlivých tepelných zdrojů.



- Vodorovnou osu tvoří jednotlivé tepelné zdroje, které uvažujeme a na svislé ose disponují náklady na provoz.
- Z hlediska cen je z grafu zřejmé, že nejmenší náklady na provoz bude mít tepelné čerpadlo, u kterého za roční průměrný provoz zaplatíme 6 000,- Kč. Naopak nejvyšší provozní cenu má klasický plynový kotel, který se téměř nevyplatí do praxe.

## 6.2 Pořizovací náklady

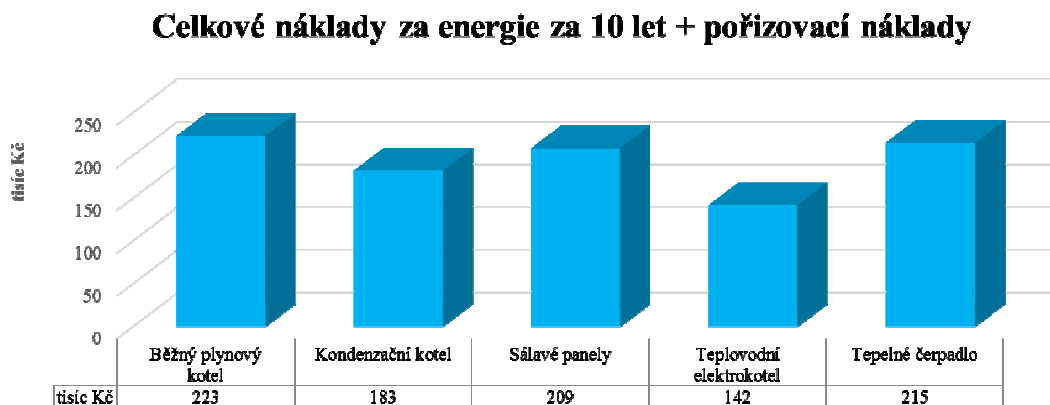
V grafu jsou znázorněny celkové pořizovací náklady pro jednotlivá zařízení. Graf charakterizuje rozdíly mezi cenami a upozorňuje na úskalí při pořizování, z hlediska financí.



- Na vodorovné ose jsou vyznačeny jednotlivé zdroje tepla pro vytápění a na svislé ose jsou vyznačeny ceny pořízení.
- Konstantní a téměř podobné pořizovací ceny lze zaznamenat u většiny zdrojů, křiklavou výjimku tvoří tepelné čerpadlo, které má mnohdy až desetinásobnou cenu pořízení, oproti ostatním strojům.

### 6.3 Celkové náklady za energie za 10 let + pořizovací náklady

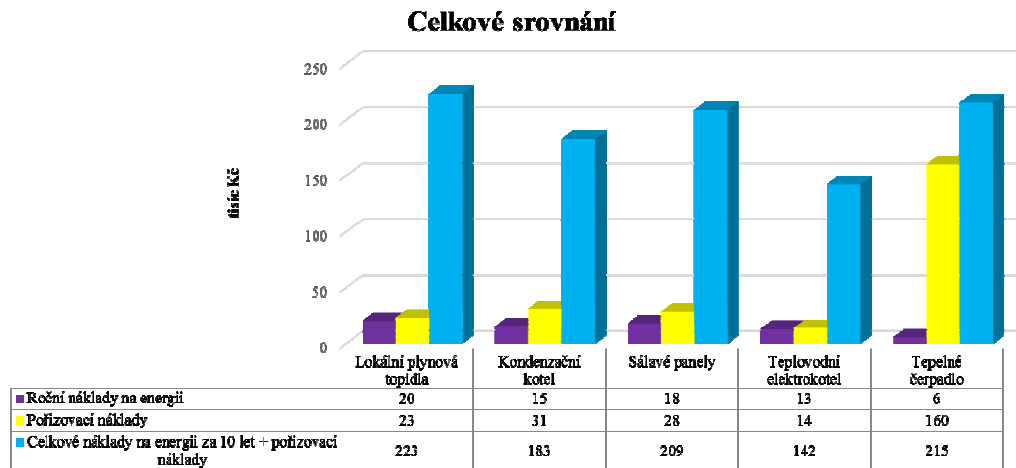
V grafu jsou znázorněné finanční náklady za 10 let, včetně pořizovacích nákladů, které jsou v celkové sumě zahrnuty.



- Vodorovnou osu tvoří jednotlivé zdroje tepla, která uvažujeme a na svislé ose disponují náklady na provoz deseti let, včetně zahrnutých nákladů na pořízení.
- Je zde vidět, jakým způsobem může pořizovací cena ovlivnit celkové náklady na provoz za 10 let. Je patrné, že zahrnutí pořizovací ceny do sumy nákladů na provoz, udržuje ve většině zařízení konstantní náklady celé většiny.
- Výrazná výjimka je u teplovodních elektrokotlů, které mají nejnižší náklady.

## 6.4 Celkové srovnání

V grafu je demonstrováno srovnání předchozích parametrů. Tato charakteristika představuje výstižnou představu o předchozích stavech v grafech.



- Vodorovnou osu zde tvoří tabulka a z ní vycházející jednotlivá zařízení. V tabulce jsou porovnané údaje z předchozích grafů a pro každý typ zařízení je přehledné srovnání efektivity využití. Svislou osu tvoří cenové náklady.
- Nejvýhodnější zdroj tepla pro RD z ekopanelu je jednoznačně teplovodní elektrokotel.

## 6.5 Přehledné shrnutí

Následující tabulka obsahuje přehledné shrnutí předchozích grafů.

Typ vytápění	Zdroj tepla	Výkon [kW]	Účinnost [%]	Požizovací náklady [Kč]	Roční náklady na energii [Kč]
Běžný plynový kotel	Protherm TIGER 12 KTZ	11,2	91	22 900	20 013
Kondenzační kotel	ARISTON Genus Premium System 12 NG	11,7	106	30 800	15 183
Sálavé panely	ECOFLEX PREMIER 20	2	70	28 135	18 056
Teplovodní elektrokotel	Protherm Ray 12K	12	99,5	13 799	12 831

Typ vytápění	Zdroj tepla	Výkon [kW]	Topný faktor	Požizovací náklady [Kč]	Roční náklady na energii [Kč]
Tepelné čerpadlo	BoxAir-26Z-2013	10,6	3	159 900	5 532

V této práci jsem se snažil najít nejvýhodnější materiál pro stavbu RD s ohledem na tepelné ztráty a pořizovací cenu. Z této práce vyplývá, že nejlepší variantou pro volbu stavebního materiálu je použití ekopanelu a pro zdroj vytápění elektrokotel. To však platí pouze v případě dotovaných cen elektřiny. Pokud bude tato výhoda pro odběratele zrušena, bude nejlepší variantou zdroje kondenzační plynový kotel a to nejen z hlediska nákladů, ale i ve vztahu k životnímu prostředí.

Dům, na který jsem práci zaměřil, je reálně postavený, takže moje poznatky nejsou pouze teoretické, ale i praktické a ověřil jsem správnost rozhodnutí o volbě stavebního materiálu i o zdroji vytápění.

## SOUPIS POUŽITÉ LITERATURY

- [1] asting.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.asting.cz>
- [2] SPŠ strojnická, Tábor; Vytápění - pracovní sešit. [online]  
Dostupné z: [http://archiv.sps-tabor.cz/attachment/sipvz\\_vytapeni.pdf](http://archiv.sps-tabor.cz/attachment/sipvz_vytapeni.pdf)
- [3] ceskykutil.cz  
Dostupné z: <http://www.ceskykutil.cz/cetris-dost-husty-desky>
- [4] cetris.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.cetris.cz/>
- [5] domysnu.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.domysnu.cz/rodinny-dum-amalka>
- [6] drevostavbyok.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.drevostavbyok.cz/polozkove-rozpocty.html>
- [7] ekopanely.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.ekopanely.cz>
- [8] ekowatt.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz>
- [9] energie.mesec.cz [online]  
Dostupné z:  
<http://energie.mesec.cz/?r=5&k=2&l=1&u1=12&u=&c=2#result>

- [10] energie.mesec.cz [online]  
Dostupné z: <http://energie.mesec.cz/?r=5&k=4&typ=1&osob=2&u=4& sazba=&j=4&jn=0&vt=&nt=&c=1#result>
- [11] eon.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.eon.cz/>
- [12] finexpert.e15.cz [online]  
Dostupné z: <http://finexpert.e15.cz/ktery-zpusob-vytapeni-je-nejlevnejsi>
- [13] isover.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.isover.cz/slovník>
- [14] karma-as.cz  
Dostupné z <http://www.karma-as.cz/>
- [15] knauf.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.knauf.cz/index.php?a=cat.359>
- [16] KORADO SW; verze 4.33/2013;duben 2013 [software]
- [17] nase-domy.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.nase-domy.cz/>
- [18] mora.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.mora.cz/plynova-topidla/>
- [19] retail-brickhouse.cz  
Dostupné z: <http://www.retail-brickhouse.cz/rodinny-dum-zdeny-Cesar-2-na-klic-434>
- [20] primotopy.eu [online]  
Dostupné z: <http://www.primotopy.eu>

- [21] protherm.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.protherm.cz>
- [22] stavba.tzb-info.cz [online]  
Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/104-pozadovane-a-doporucene-hodnoty-soucinitele-prostupu-tepla-unzmena-k-csn-73-0540-2-2002-tepelna-ochrana-budov-plati-od-1-4-2005>
- [23] tepelna-cerpadla-pzp.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.tepelna-cerpadla-pzp.cz>
- [24] topim.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.topim.cz>
- [25] Štěchovský; Vytápění pro SŠ se studijním oborem TZB nebo obdobným; Sobotáles 2005; ISBN: 8086817113
- [26] vytapeni.tzb-info.cz [online]  
Dostupné z: <http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-tzb-info>
- [27] vytapeni.tzb-info.cz [online]  
Dostupné z: [vytapani.tzb-info.cz](http://vytapani.tzb-info.cz)
- [28] wienerberger.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.wienerberger.cz/>
- [29] zbynekmlcoch.cz [online]  
Dostupné z: <http://www.zbynekmlcoch.cz/informace/texty/penize-finance-ekonomika/prikon-domacich-spotrebicu-v-kwh-kolik-platime-za-provoz-televize-lednicky-a-pc>



## **SEZNAM PŘÍLOH**

1. Technická dokumentace RD
2. Výpočet tepelných ztrát – Ekopanel
3. Výpočet tepelných ztrát- Porotherm
4. Výpočet tepelných ztrát – Cetris
5. Výpočet tepelných ztrát – Ekopanel – Tepelné zisky
6. Návrh otopné soustavy
7. 3D model RD
8. Fotografie

Výpočet tepelných ztrát - EKOPANEL				
Tabulka stavebních konstrukcí				
číslo	ozn.	<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>	
<b>1</b>	<b>SO-1</b>	<b>0,15</b>	<b>0,38</b>	
		obvodové zdivo tl. 340 mm		
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK) R (m <sup>2</sup> K/W)
		Omítka vápennocementová	0,01	0,99 0,010
		Ekopanel	0,12	0,102 1,176
		Materialy z minerální plsti	0,14	0,039 3,590
		Vzduchová mezera	0,025	0,0257 0,973
		Ekopanel	0,06	0,102 0,588
		venkovní omítka	0,02	0,8 0,025
				R <sub>N</sub> = 6,36
			α <sub>i</sub> =	4 0,25
			α <sub>e</sub> =	23 0,04
				R <sub>T</sub> = <b>6,66</b>
		celková tloušťka	0,38 (m)	
		tloušťka bez povrchových úprav	0,345 (m)	
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>	
<b>2</b>	<b>SN-1</b>	<b>0,30</b>	<b>0,26</b>	
		1. PP tl. 240 mm		
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK) R (m <sup>2</sup> K/W)
		Omítka vápennocementová	0,01	0,99 0,010
		Ekopanel	0,06	0,102 0,588
		Materialy z minerální plsti	0,12	0,064 1,875
		Ekopanel	0,06	0,102 0,588
		Omítka vápennocementová	0,01	0,99 0,010
				R <sub>N</sub> = 3,07
			α <sub>i</sub> =	4 0,25
			α <sub>e</sub> =	23 0,04
				R <sub>T</sub> = <b>3,37</b>
		celková tloušťka	0,26	
		tloušťka bez povrchových úprav	0,24	
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>	
<b>3</b>	<b>PdI-1</b>	<b>0,39</b>	<b>0,200</b>	
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK) R (m <sup>2</sup> K/W)
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13 0,12
		Lepenka	0,0015	0,2 0,01
		Tepelná izolace	0,08	0,037 2,16
		Izolace	0,003	0,2 0,02
		Podkladní beton	0,1	1,23 0,000
		Štěrkodř	0,05	0,65 0,077
				R <sub>N</sub> = 2,38
		tepelný tok shora dolů ...	α <sub>i</sub> =	6 0,17
			α <sub>e</sub> =	23 0,04
				R <sub>T</sub> = <b>2,59</b>
		celková tloušťka	0,200	
		tloušťka bez povrchových úprav	0,153	

		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>4</b>	<b>Pdl-2</b>	<b>0,28</b>	<b>0,294</b>		
			<b>d (m)</b>	<b>λ (W/mK)</b>	<b>R (m<sup>2</sup>K/W)</b>
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
		Ekopanel	0,12	0,102	1,176
		Vzduchová mezera	0,024	0,0257	0,934
		Ekopanel	0,12	0,102	1,176
		Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015
				$R_N =$	3,42
		tepelný tok zdola nahoru ...	$\alpha_i =$	10	0,10
			$\alpha_e =$	23	0,04
				$R_T =$	<b>3,56</b>
		celková tloušťka	0,294		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,135		
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>5</b>	<b>Str-1</b>	<b>0,28</b>	<b>0,294</b>		
		podlaha v 1. NP			
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	<b>d (m)</b>	<b>λ (W/mK)</b>	<b>R (m<sup>2</sup>K/W)</b>
		Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015
		Ekopanel	0,12	0,102	1,176
		Vzduchová mezera	0,024	0,0257	0,934
		Ekopanel	0,12	0,102	1,176
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
				$R_N =$	3,42
			$\alpha_i =$	6	0,17
			$\alpha_e =$	23	0,04
				$R_T =$	<b>3,63</b>
		celková tloušťka	0,294		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,135		
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>6</b>	<b>SN-2</b>	<b>1,11</b>	<b>0,080</b>		
		vnitřní zdivo tl. 60 mm			
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	<b>d (m)</b>	<b>λ (W/mK)</b>	<b>R (m<sup>2</sup>K/W)</b>
		Omítka vápenocementová	0,01	0,99	0,010
		Ekopanel	0,06	0,102	0,588
		Omítka vápenocementová	0,01	0,99	0,010
				$R_N =$	0,61
			$\alpha_i =$	4	0,25
			$\alpha_e =$	23	0,04
				$R_T =$	<b>0,90</b>
		celková tloušťka	0,080		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,060		

		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>7</b>	<b>Sch-1</b>	<b>0,21</b>	<b>0,310</b>		
		strecha			
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
		Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015
		Ekopanel	0,06	0,102	0,588
		Pěnový polystyren - PPS	0,06	0,04	1,500
		Materialy z minerální plsti	0,16	0,064	2,500
		Hydroizolace	0,015	0,2	0,075
				$R_N =$	4,68
		tepelný tok zdola nahoru ...	$\alpha_i =$	10	0,10
			$\alpha_e =$	23	0,04
				$R_T =$	<b>4,82</b>
		celková tloušťka	0,310		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,280		
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>8</b>	<b>Str-2</b>	<b>0,21</b>	<b>0,334</b>		
		podlaha v 1. NP			
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
		Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015
		Ekopanel	0,06	0,102	0,588
		Vzduchová mezera	0,024	0,0257	0,934
		Ekopanel	0,06	0,102	0,588
		Materialy z minerální plsti	0,16	0,064	2,500
		Hydroizolace	0,015	0,2	0,075
				$R_N =$	4,70
			$\alpha_i =$	6	0,17
			$\alpha_e =$	23	0,04
				$R_T =$	<b>4,70</b>
		celková tloušťka	0,334		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,144		



Celkové tepelné ztráty celého objektu - EKOPANEL

čís. míst.	účel místnosti	$t_i$ [°C]	vytápěno nevytáp.	$Q_c$ [W]
101	<b>Kancelář</b>	20	v	<b>609</b>
103	<b>Kuchyň</b>	20	v	<b>243</b>
104	<b>Kancelář</b>	20	v	<b>1 806</b>
105	<b>Tiskárny</b>	20	v	<b>465</b>
106	<b>Chodba</b>	10	v	<b>356</b>
109	<b>Kancelář</b>	20	v	<b>1 221</b>
201	<b>Kancelář</b>	20	v	<b>1 624</b>
202	<b>Koupelna</b>	20	v	<b>239</b>
203	<b>Kancelář</b>	20	v	<b>917</b>
204	<b>Kancelář</b>	20	v	<b>625</b>
205	<b>Kancelář</b>	20	v	<b>813</b>
206	<b>Chodba</b>	15	v	<b>192</b>

**Celkové tepelné ztráty**

**9 109**

Výpočet tepelných ztrát - POROTHERM				
Tabulka stavebních konstrukcí				
číslo ozn.	$U$ (W/m <sup>2</sup> K):	$d$ (m)		
<b>1 SO-1</b>	<b>0,36</b>	<b>0,40</b>		
	obvodové zdivo			
	vrstvy od interiéru k exteriéru:	$d$ (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R$ (m <sup>2</sup> K/W)
	Omítka vápennocementová	0,015	0,99	0,015
	POROTHERM 36,5 P+D - P10 tepelně izolační vnější nosná stěna	0,365	0,149	2,450
	Omítka vápennocementová	0,015	0,99	0,015
			$R_N =$	2,48
		$\alpha_i =$	4	0,25
		$\alpha_e =$	23	0,04
			$R_T =$	<b>2,77</b>
	celková tloušťka	0,40 (m)		
	tloušťka bez povrchových úprav	0,365 (m)		
	$U$ (W/m <sup>2</sup> K):	$d$ (m)		
<b>2 SN-1</b>	<b>1,06</b>	<b>0,27</b>		
	1. PP tl. 240 mm			
	vrstvy od interiéru k exteriéru:	$d$ (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R$ (m <sup>2</sup> K/W)
	Omítka vápennocementová	0,015	0,99	0,015
	POROTHERM 24 P+D - P10 vnitřní nosná stěna	0,24	0,39	0,615
	Omítka vápennocementová	0,015	0,99	0,015
			$R_N =$	0,65
		$\alpha_i =$	4	0,25
		$\alpha_e =$	23	0,04
			$R_T =$	<b>0,94</b>
	celková tloušťka	0,27		
	tloušťka bez povrchových úprav	0,24		
<b>3 Pdl-1</b>	<b>0,37</b>	<b>0,200</b>		
	vrstvy od interiéru k exteriéru:	$d$ (m)	$\lambda$ (W/mK)	$R$ (m <sup>2</sup> K/W)
	Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
	Lepenka	0,0015	0,2	0,01
	Tepelná izolace	0,08	0,037	2,16
	Izolace	0,003	0,2	0,02
	Podkladní beton	0,1	1,23	0,081
	Štěrkodř	0,05	0,65	0,077
			$R_N =$	2,46
	tepelný tok shora dolů ...	$\alpha_i =$	6	0,17
		$\alpha_e =$	23	0,04
			$R_T =$	<b>2,67</b>
	celková tloušťka	0,200		
	tloušťka bez povrchových úprav	0,233		

4	SN-2	U (W/m <sup>2</sup> K):	d (m)			
		<b>2,39</b>	<b>0,090</b>			
		příčka 125 mm				
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	
		Omítka vápennocementová	0,015	0,99	0,015	
		POROTHERM 6,5 P+D - P10 příčka	0,065	0,65	0,100	
		Omítka vápennocementová	0,01	0,99	0,010	
				R <sub>N</sub> =	0,13	
			α <sub>i</sub> =	4	0,25	
			α <sub>e</sub> =	23	0,04	
		R <sub>T</sub> =	<b>0,42</b>			
	celková tloušťka	0,090				
	tloušťka bez povrchových úprav	0,075				
5	Str-2	U (W/m <sup>2</sup> K):	d (m)			
		<b>0,36</b>	<b>0,390</b>			
		podlaha v 1. NP				
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	
		Omítka vápennocementová	0,015	0,99	0,015	
		Železobeton	0,2	1,43	0,140	
		Materialy z minerální plsti	0,16	0,064	2,500	
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,115	
				R <sub>N</sub> =	2,77	
			α <sub>i</sub> =	6	0,17	
	α <sub>e</sub> =	23	0,04			
		R <sub>T</sub> =	<b>2,77</b>			
	celková tloušťka	0,390				
	tloušťka bez povrchových úprav	0,360				
6	Sch-1	strecha	d (m)	λ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)	
		<b>0,36</b>	<b>0,255</b>			
		Hydroizolace	0,015	0,2	0,075	
		Materialy z minerální plsti	0,16	0,064	2,500	
		Železobeton	0,065	1,43	0,045	
		Omítka vápennocementová	0,015	0,99	0,015	
				R <sub>N</sub> =	2,64	
			tepelný tok zdola nahoru ...	α <sub>i</sub> =	10	0,10
				α <sub>e</sub> =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>2,78</b>	
	celková tloušťka	0,255				
	tloušťka bez povrchových úprav	0,225				



		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>7</b>	<b>Str-1</b>	<b>0,33</b>	<b>0,435</b>		
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
		Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015
		Železobeton	0,24	1,43	0,168
		Materiály z minerální plsti	0,16	0,064	2,500
		IPA	0,0051	0,2	0,026
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,115
				R <sub>N</sub> =	2,82
			$\alpha_i$ =	6	0,17
			$\alpha_e$ =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>3,03</b>
		celková tloušťka	0,435		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,405		
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>8</b>	<b>Pdl-2</b>	<b>0,34</b>	<b>0,435</b>		
			d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
		IPA	0,0051	0,2	0,026
		Materiály z minerální plsti	0,16	0,064	2,500
		Železobeton	0,24	1,43	0,17
		Omítka vápenocementová	0,015	0,99	0,015
				R <sub>N</sub> =	2,82
		tepelný tok zdola nahoru ...	$\alpha_i$ =	10	0,10
			$\alpha_e$ =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>2,97</b>
		celková tloušťka	0,435		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,405		



Celkové tepelné ztráty celého objektu - POROTHERM

čís.	účel		vytápěno	
míst.	místnosti	t <sub>i</sub> [°C]	newytáp.	Q <sub>c</sub> [W]
101	Kancelář	20	v	847
102	WC	20	v	183
103	Kuchyň	20	v	322
104	Kancelář	20	v	2 044
105	Tiskárny	20	v	739
106	Chodba	10	v	294
109	Kancelář	20	v	1 429
201	Kancelář	20	v	2 483
202	Koupelna	20	v	379
203	Kancelář	20	v	1 640
204	Kancelář	20	v	918
205	Kancelář	20	v	1 341
206	Chodba	15	v	191
<b>Celkové tepelné ztráty</b>				<b>12 810</b>

Výpočet tepelných ztrát - CETRIS				
Tabulka stavebních konstrukcí				
číslo ozn.	<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>1 SO-1</b>	<b>0,19</b>	<b>0,30</b>		
	obvodové zdivo			
	vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
	Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
	Desky Rockwool	0,05	0,04	1,250
	Vzduchová mezera	0,025	0,0257	0,973
	Výrobky z minerální vlny (MW), lisované	0,2	0,079	2,532
		0,014	R <sub>N</sub> =	4,81
		α <sub>i</sub> =	4	0,25
		α <sub>e</sub> =	4	0,25
			R <sub>T</sub> =	<b>5,31</b>
	celková tloušťka	0,30 (m)		
	tloušťka bez povrchových úprav	0,288 (m)		
	<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>2 SN-1</b>	<b>0,18</b>	<b>0,23</b>		
	1. PP tl. 240 mm			
	vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
	Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
	Desky Rockwool	0,2	0,04	5,000
	Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
			R <sub>N</sub> =	5,11
		α <sub>i</sub> =	4	0,25
		α <sub>e</sub> =	23	0,04
			R <sub>T</sub> =	<b>5,41</b>
	celková tloušťka	0,23		
	tloušťka bez povrchových úprav	0,20		
	<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>3 Pdl-1</b>	<b>0,37</b>	<b>0,250</b>		
	vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	λ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
	Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
	Lepenka	0,0015	0,2	0,01
	Tepelná izolace	0,08	0,037	2,16
	Izolace	0,003	0,2	0,02
	Podkladní beton	0,1	1,23	0,081
	Štěrkodř	0,05	0,65	0,077
			R <sub>N</sub> =	2,46
	tepelný tok shora dolů ...	α <sub>i</sub> =	6	0,17
		α <sub>e</sub> =	23	0,04
			R <sub>T</sub> =	<b>2,67</b>
	celková tloušťka	0,250		
	tloušťka bez povrchových úprav	0,153		

		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>4</b>	<b>SN-2</b>	<b>0,18</b>	<b>0,225</b>		
		příčka 125 mm			
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	<b>d (m)</b>	<b>λ (W/mK)</b>	<b>R (m<sup>2</sup>K/W)</b>
		Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
		Desky Rockwool	0,2	0,04	5,000
		Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
				R <sub>N</sub> =	5,11
			α <sub>i</sub> =	4	0,25
			α <sub>e</sub> =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>5,41</b>
		celková tloušťka	0,225		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,213		
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>5</b>	<b>Str-2</b>	<b>0,59</b>	<b>0,188</b>		
		podlaha v 1. NP			
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	<b>d (m)</b>	<b>λ (W/mK)</b>	<b>R (m<sup>2</sup>K/W)</b>
		Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
		Desky Rockwool	0,12	0,102	1,18
		Desky dřevoláknité	0,02	0,098	0,204
		OSB	0,02	0,13	0,154
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
				R <sub>N</sub> =	1,71
			α <sub>i</sub> =	6	0,17
			α <sub>e</sub> =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>1,71</b>
		celková tloušťka	0,188		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,035		
		strecha	<b>d (m)</b>	<b>λ (W/mK)</b>	<b>R (m<sup>2</sup>K/W)</b>
<b>6</b>	<b>Sch-1</b>	<b>0,23</b>	<b>0,248</b>		
		Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
		Pěnový polystyren - PPS	0,06	0,04	1,500
		Materialy z minerální plsti	0,16	0,064	2,500
		Hydroizolace	0,015	0,2	0,075
				R <sub>N</sub> =	4,13
		tepelný tok zdola nahoru ...	α <sub>i</sub> =	10	0,10
			α <sub>e</sub> =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>4,28</b>
		celková tloušťka	0,248		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,220		

		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>7</b>	<b>Str-1</b>	<b>0,52</b>	<b>0,188</b>		
		vrstvy od interiéru k exteriéru:	d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
		Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
		Desky Rockwool	0,12	0,102	1,18
		Desky dřevoláknité	0,02	0,098	0,204
		OSB	0,02	0,13	0,154
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
				R <sub>N</sub> =	1,71
			$\alpha_i$ =	6	0,17
			$\alpha_e$ =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>1,92</b>
		celková tloušťka	0,188		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,160		
		<b>U (W/m<sup>2</sup>K):</b>	<b>d (m)</b>		
<b>8</b>	<b>Pdl-2</b>	<b>0,18</b>	<b>0,268</b>		
			d (m)	$\lambda$ (W/mK)	R (m <sup>2</sup> K/W)
		Plovoucí podlaha	0,015	0,13	0,12
		OSB	0,02	0,13	0,154
		Desky dřevoláknité	0,02	0,098	0,204
		Desky Rockwool	0,2	0,04	5,00
		Sádrokarton	0,0125	0,22	0,057
				R <sub>N</sub> =	5,53
		tepelný tok zdola nahoru ...	$\alpha_i$ =	10	0,10
			$\alpha_e$ =	23	0,04
				R <sub>T</sub> =	<b>5,67</b>
		celková tloušťka	0,268		
		tloušťka bez povrchových úprav	0,240		



Celkové tepelné ztráty celého objektu – CETRIS deska

čís.	účel		vytápěno	
míst.	místnosti	t <sub>i</sub> [°C]	newytáp.	Q <sub>c</sub> [W]
101	Kancelář	20	v	686
102	WC	20	v	142
103	Kuchyň	20	v	228
104	Kancelář	20	v	1 635
105	Tiskárny	20	v	499
106	Chodba	10	v	337
109	Kancelář	20	v	1 188
201	Kancelář	20	v	2 003
202	Koupelna	20	v	255
203	Kancelář	20	v	900
204	Kancelář	20	v	705
205	Kancelář	20	v	930
206	Chodba	15	v	428
<b>Celkové tepelné ztráty</b>				<b>9 934</b>





Celkové tepelné ztráty celého objektu – EKOPANEL tepelné zisky

čís.	účel		vytápěno	
míst.	místnosti	t <sub>i</sub> [°C]	newytáp.	Q <sub>c</sub> [W]
101	Kancelář	20	v	221
103	Kuchyň	20	v	-303
104	Kancelář	20	v	962
105	Tiskárny	20	v	-549
106	Chodba	10	v	356
109	Kancelář	20	v	955
201	Kancelář	20	v	994
202	Koupelna	20	v	237
203	Kancelář	20	v	906
204	Kancelář	20	v	442
205	Kancelář	20	v	809
206	Chodba	15	v	192
Celkové tepelné ztráty				5 221

**Tepelné ztráty** včetně tepelných zisků jsou započítány **pouze u ekopanelu**, ze kterého je dům, kterým se zabývám v této práci, reálně postaven a rovněž tepelné zisky od spotřebičů jsou reálné.

## Návrh otopné soustavy – dimenzování rozvodů

Nucený oběh - návrh otopné soustavy - měděné potrubí																
$t_1$ [°C] =	65,0	$\rho_1$ [kg/m <sup>3</sup> ] =	980,5	$g$ [m/s <sup>2</sup> ] =	9,81	<b>JMÉNO:</b> Miroslav Sobotka										
$t_2$ [°C] =	50,0	$\rho_2$ [kg/m <sup>3</sup> ] =	988,1													
$t_m$ [°C] =	57,5	$\rho_m$ [kg/m <sup>3</sup> ] =	984,6	$\Delta\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] =	7,6											
$\Delta t$ [K] =	15,0	$c$ [J/kg.K] =	4 186	$\nu$ [m <sup>2</sup> /s <sup>-1</sup> ] =	0,488 · 10 <sup>-6</sup>	(kinematická viskozita při 57,5 °C)										
				$k$ [mm] =	0,005	(drsnost potrubí)										
pásmo proporcionality: <b>2</b> [K]																
	1	2	3	4	4a	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R · l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z			
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]			
okruh	<b>205/1</b>	- základ. okruh			$h$ [m] =	0,00	$\Delta p_h$ [Pa] =		0	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$		
				$\Sigma l$ [m] =	<b>34,4</b>											
<b>1</b>	9,64	553	0,156	0,9	28	25	<b>56</b>	53	<b>0,32</b>	1,6	50	80	132			
<b>2</b>	5,28	303	0,085	4,1	22	20	<b>57</b>	232	<b>0,27</b>	1,5	36	55	287			
<b>3</b>	1,77	101	0,029	8,4	15	13	<b>64</b>	541	<b>0,22</b>	2,5	23	57	598			
<b>4</b>	1,77	101	0,029	2,7	15	13	<b>64</b>	174	<b>0,22</b>	1,5	23	34	208			
<b>5</b>	v 0,48	27	0,008	1,3	<b>12</b>	10	<b>22</b>	28	<b>0,10</b>	3,5	5	16	44			
<b>6</b>	s 0,48	27	0,008	0,9	<b>12</b>	10	<b>22</b>	20	<b>0,10</b>	4,5	5	21	41			
<b>7</b>	1,77	101	0,029	2,7	15	13	<b>64</b>	174	<b>0,22</b>	1,0	23	23	197			
<b>8</b>	1,77	101	0,029	8,4	15	13	<b>64</b>	541	<b>0,22</b>	2,0	23	46	586			
<b>9</b>	5,28	303	0,085	4,1	22	20	<b>57</b>	232	<b>0,27</b>	1,0	36	36	268			
<b>10</b>	9,64	553	0,156	0,9	28	25	<b>56</b>	51	<b>0,32</b>	2,1	50	104	155			
							$\Sigma$ =	<b>2 045</b>			$\Sigma$ =	<b>473</b>	<b>2 518</b>			
započtení vlivu účinného tlaku (0 až 0,75) =											0,00	$\Delta p_h$ [Pa] =		0		
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-]$ =	19,0	$m$ =	27	[kg/h]	$w_{DN15}$ =	<b>0,04</b>	$w_{DN15}^2/2) \times \rho =$	0,7	<b>13</b>					
<b>V-exakt DN 15</b>	max. přednast.			<b>6</b>	$k_v =$	0,484	[m <sup>3</sup> /h]	$V =$	28	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>327</b>					
<b>Regulux DN 15</b>	max. přednast.			<b>4,0</b>	$k_v =$	1,31	[m <sup>3</sup> /h]					<b>45</b>				
Tlaková ztráta ostatních armatur u kotle (uzavírací, vyvažovací, filtr, ...) $\Delta p_{ostat}$ [Pa] =													3 000			
Potřebný dopravní tlak oběhového čerpadla $\Delta p_c$ [Pa] =													<b>5 902</b>			
Potřebný průtok oběhovým čerpadlem $m$ [kg/h] =													<b>553</b>			
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R · l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>205/2</b>	$h$ [m] =			0,00	$\Delta p_h$ [Pa] =		0	$\Delta p_{dis}$ [Pa] =				<b>3 470</b>	[Pa]		
				$\Sigma l$ [m] =	<b>1,8</b>	0,00	$\Delta p_h$ [Pa] =	0,0	info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$	čís. <b>2 432</b>		
<b>11</b>	v 0,48	27	0,008	1,1	<b>12</b>	10	<b>22</b>	24	<b>0,10</b>	3,5	5	16	41	1	132	
<b>12</b>	s 0,48	27	0,008	0,7	<b>12</b>	10	<b>22</b>	15	<b>0,10</b>	5,0	5	24	39	2	287	
							$\Sigma$ =	<b>39,4</b>			$\Sigma$ =	<b>40</b>	<b>79</b>	3	598	
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-]$ =	19,0	$m$ =	27	[kg/h]	$w_{DN15}$ =	<b>0,04</b>	$w_{DN15}^2/2) \times \rho =$	0,7	<b>13</b>					
<b>V-exakt DN 15</b>	přednastavení			<b>3</b>	$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	$V =$	28	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>2 951</b>					
<b>Regulux DN 15</b>	přednastavení			<b>2,0</b>	$k_v =$	0,65	[m <sup>3</sup> /h]					<b>181</b>				
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =													<b>3 225</b>			
$\Delta p_{dis}$ [Pa] =													<b>3 470</b>			
nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...													<b>245</b>			

č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma \xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>106</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 875</b>		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = <b>4,3</b>	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0				info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s		$\Delta p_z$	čís.	<b>2 027</b>	
<b>13</b>	v	0,41	23	0,007	2,3	<b>12</b>	10	<b>17</b>	40	<b>0,08</b>	3,5	3	12	52	1	132
<b>14</b>	s	0,41	23	0,007	1,9	<b>12</b>	10	<b>17</b>	33	<b>0,08</b>	5,0	3	17	50	2	287
								$\Sigma =$	<b>73,0</b>			$\Sigma =$	<b>29</b>	<b>102</b>	3	598
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-] =$	19,0			m =	23	[kg/h]	$w_{DN15} =$	<b>0,03</b>	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	0,5	<b>10</b>	8	586	
<b>V-exakt DN 15</b>					přednastavení	<b>3</b>	$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	24	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>2 167</b>	9	268	
<b>Regulux DN 15</b>					přednastavení	<b>1,0</b>	$k_v =$	0,30	[m <sup>3</sup> /h]				<b>624</b>	10	155	
					celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =								<b>2 903</b>			
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 875</b>		
														nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	<b>972</b>	

č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma \xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>105</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 875</b>		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = <b>1,8</b>	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0				info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s		$\Delta p_z$	čís.	<b>2 027</b>	
<b>15</b>	v	0,48	27	0,008	1,1	<b>12</b>	10	<b>22</b>	24	<b>0,10</b>	3,5	5	16	41	1	132
<b>16</b>	s	0,54	31	0,009	0,7	<b>12</b>	10	<b>28</b>	19	<b>0,11</b>	5,0	6	31	50	2	287
								$\Sigma =$	<b>43,3</b>			$\Sigma =$	<b>47</b>	<b>90</b>	3	598
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-] =$	19,0			m =	27	[kg/h]	$w_{DN15} =$	<b>0,04</b>	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	0,7	<b>13</b>	8	586	
<b>V-exakt DN 15</b>					přednastavení	<b>3</b>	$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	28	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>2 951</b>	9	268	
<b>Regulux DN 15</b>					přednastavení	<b>2,0</b>	$k_v =$	0,65	[m <sup>3</sup> /h]				<b>181</b>	10	155	
					celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =								<b>3 236</b>			
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 875</b>		
														nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	<b>639</b>	

č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma \xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>203/1</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>5 060</b>		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = <b>21,1</b>	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0				info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s		$\Delta p_z$	čís.	<b>842</b>	
<b>17</b>		3,52	202	0,057	5,2	18	16	<b>80</b>	418	<b>0,28</b>	3,0	39	118	537	1	132
<b>18</b>		1,64	94	0,026	2,7	15	13	<b>56</b>	152	<b>0,20</b>	1,5	20	29	181	2	287
<b>19</b>		0,98	56	0,016	0,6	12	10	<b>80</b>	51	<b>0,20</b>	2,0	20	40	91	9	268
<b>20</b>	v	0,48	27	0,008	2,2	<b>12</b>	10	<b>22</b>	49	<b>0,10</b>	2,5	5	12	61	10	155
<b>21</b>	s	0,48	27	0,008	1,8	<b>12</b>	10	<b>22</b>	41	<b>0,10</b>	2,5	5	12	53		
<b>22</b>		0,98	56	0,016	0,7	12	10	<b>80</b>	54	<b>0,20</b>	3,5	20	70	124		
<b>23</b>		1,64	94	0,026	2,7	15	13	<b>56</b>	152	<b>0,20</b>	1,5	20	29	181		
<b>24</b>		3,52	202	0,057	5,2	18	16	<b>80</b>	414	<b>0,28</b>	3,0	39	118	533		
								$\Sigma =$	<b>1331,5</b>			$\Sigma =$	<b>429</b>	<b>1 760</b>		
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-] =$	19,0			m =	27	[kg/h]	$w_{DN15} =$	<b>0,04</b>	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	0,7	<b>13</b>			
<b>V-exakt DN 15</b>					přednastavení	<b>3</b>	$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	28	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>2 951</b>			
<b>Regulux DN 15</b>					max. přednast.	<b>4,0</b>	$k_v =$	1,31	[m <sup>3</sup> /h]				<b>45</b>			
					celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =								<b>4 769</b>			
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>5 060</b>		
														nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	<b>290</b>	

č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč.úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak.ztráta		
okruh	<b>203/2</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 413</b>		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = <b>1,5</b>	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0			info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s			$\Delta p_z$	čís.	<b>2 489</b>	
<b>25</b>	v	0,54	31	0,009	0,9	<b>12</b>	10	<b>28</b>	26	<b>0,11</b>	1,5	6	9	35	1	132
<b>26</b>	s	0,54	31	0,009	0,5	<b>12</b>	10	<b>28</b>	15	<b>0,11</b>	1,5	6	9	25	2	287
								$\Sigma = 41,0$				$\Sigma = 18$	<b>59</b>	17	537	
typ OT:	<b>11</b>	$\zeta_{OT} [-] =$	19,0			m =	31	[kg/h]	$w_{DN15} =$	<b>0,04</b>	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	0,9	<b>17</b>	18	181	
<b>V-exakt DN</b>	<b>15</b>				přednastavení	<b>4</b>	$k_v =$	0,234	[m <sup>3</sup> /h]	V =	32	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>1 819</b>	19	91	
<b>Regulux DN</b>	<b>15</b>				přednastavení	<b>1,0</b>	$k_v =$	0,30	[m <sup>3</sup> /h]				<b>1 107</b>	22	124	
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =	18	181	
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	24	533	
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	9	268	
														10	155	
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč.úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak.ztráta		
okruh	<b>204/1</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 629</b>		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = <b>4,9</b>	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0			info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s			$\Delta p_z$	čís.	<b>2 274</b>	
<b>27</b>		0,68	39	0,011	0,5	<b>12</b>	10	<b>42</b>	19	<b>0,14</b>	2,0	10	19	38	1	132
<b>28</b>	v	0,34	19	0,005	2,2	<b>12</b>	10	<b>12</b>	27	<b>0,07</b>	2,5	2	6	33	2	287
<b>29</b>	s	0,34	19	0,005	1,8	<b>12</b>	10	<b>12</b>	22	<b>0,07</b>	2,5	2	6	28	17	537
<b>30</b>		0,68	39	0,011	0,4	<b>12</b>	10	<b>42</b>	17	<b>0,14</b>	3,5	10	34	51	18	181
								$\Sigma = 85,8$				$\Sigma = 65$	<b>151</b>	23	181	
typ OT:	<b>11</b>	$\zeta_{OT} [-] =$	19,0			m =	19	[kg/h]	$w_{DN15} =$	<b>0,03</b>	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	0,4	<b>7</b>	24	533	
<b>V-exakt DN</b>	<b>15</b>				přednastavení	<b>3</b>	$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	20	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>1 512</b>	9	268	
<b>Regulux DN</b>	<b>15</b>				přednastavení	<b>0,5</b>	$k_v =$	0,19	[m <sup>3</sup> /h]				<b>1 086</b>	10	155	
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =	24	533	
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	9	268	
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	10	155	
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč.úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak.ztráta		
okruh	<b>204/2</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 540</b>		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = <b>1,5</b>	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0			info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s			$\Delta p_z$	čís.	<b>2 362</b>	
<b>31</b>	v	0,34	19	0,005	0,9	<b>12</b>	10	<b>12</b>	11	<b>0,07</b>	1,5	2	4	15	1	132
<b>32</b>	s	0,34	19	0,005	0,5	<b>12</b>	10	<b>12</b>	7	<b>0,07</b>	1,5	2	4	10	2	287
								$\Sigma = 18,0$				$\Sigma = 7$	<b>25</b>	17	537	
typ OT:	<b>11</b>	$\zeta_{OT} [-] =$	19,0			m =	19	[kg/h]	$w_{DN15} =$	<b>0,03</b>	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	0,4	<b>7</b>	18	181	
<b>V-exakt DN</b>	<b>15</b>				přednastavení	<b>3</b>	$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	20	[dm <sup>3</sup> /h]	<b>1 503</b>	27	38	
<b>Regulux DN</b>	<b>15</b>				přednastavení	<b>0,5</b>	$k_v =$	0,19	[m <sup>3</sup> /h]				<b>1 079</b>	30	51	
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =	23	181	
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	24	533	
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	9	268	
														10	155	

č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak.ztráta		
okruh	104/1				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	3 990		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = 9,2	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0		info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$	čís.	1 912	
33	v	1,13	65	0,018	0,6	12	10	102	64	0,23	2,0	26	53	117	1	132
34	v	0,61	35	0,010	4,0	12	10	34	137	0,12	4,0	8	31	168	2	287
35	s	0,61	35	0,010	3,9	12	10	34	134	0,12	4,0	8	31	165	17	537
36	s	1,13	65	0,018	0,7	12	10	102	67	0,23	3,8	26	101	168	24	533
								$\Sigma = 402,7$				$\Sigma = 215$	618	9	268	
typ OT:	21	$\xi_{OT} [-] =$	8,5			m =	35	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,05	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	1,1	10	10	155	
V-exakt DN	15				přednastavení	4		$k_v =$	0,234	[m <sup>3</sup> /h]	V =	35	[dm <sup>3</sup> /h]	2 274		
Regulux DN	15				přednastavení	2,0		$k_v =$	0,65	[m <sup>3</sup> /h]				295		
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =													3 196			
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	3 990		
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	794		
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak.ztráta		
okruh	104/2				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	3 706		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = 1,5	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0		info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$	čís.	2 196	
37	v	0,52	30	0,008	0,9	12	10	26	24	0,11	1,5	6	8	32	1	132
38	s	0,52	30	0,008	0,6	12	10	26	16	0,11	1,5	6	8	24	2	287
								$\Sigma = 39,4$				$\Sigma = 17$	56	17	537	
typ OT:	21	$\xi_{OT} [-] =$	8,5			m =	30	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,04	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	0,8	7	33	117	
V-exakt DN	15				přednastavení	3		$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	30	[dm <sup>3</sup> /h]	3 537	36	168
Regulux DN	15				max. přednast.	4,0		$k_v =$	1,31	[m <sup>3</sup> /h]				53	24	533
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =													3 654			
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	3 706		
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	52		
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak.ztráta		
okruh	104/3				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	3 990		[Pa]	
					$\Sigma l$ [m] = 10,1	0,00	* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0		info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s				$\Delta p_z$	čís.	1 912	
39	v	0,87	50	0,014	5,3	12	10	65	341	0,18	5,3	16	84	424	1	132
40	s	0,87	50	0,014	4,8	12	10	65	313	0,18	6,8	16	107	420	2	287
								$\Sigma = 653,3$				$\Sigma = 191$	845	17	537	
typ OT:	21	$\xi_{OT} [-] =$	8,5			m =	50	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,07	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho =$	2,4	20	24	533	
V-exakt DN	15				přednastavení	5		$k_v =$	0,364	[m <sup>3</sup> /h]	V =	51	[dm <sup>3</sup> /h]	1 937	9	268
Regulux DN	15				přednastavení	2,0		$k_v =$	0,65	[m <sup>3</sup> /h]				607	10	155
celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =													3 409			
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	3 990		
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	582		

č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	V [l/s]	l [m]	D [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	Z <sub>1</sub> [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky	tlak. ztráta [Pa]
okruh	206			h [m] = 0,00			$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] = 5 615			
				$\Sigma l$ [m] = 49,8	0,00		* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0		info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s				$\Delta p_z$	čísl.	287
41	4,36	250	0,071	1,6	18	16	117	183	0,35	2,3	61	139	322	1	132
42	4,11	236	0,066	7,4	18	16	106	785	0,33	2,1	54	113	898	10	155
43	2,18	125	0,035	2,7	12	10	325	879	0,45	1,0	99	99	978		
44	0,48	28	0,008	7,0	12	10	23	159	0,10	3,8	5	18	177		
45	v 0,19	11	0,003	6,8	12	10	5	31	0,04	3,0	1	2	33		
46	s 0,19	11	0,003	5,7	12	10	5	26	0,04	2,5	1	2	28		
47	0,48	28	0,008	6,9	12	10	23	157	0,10	3,0	5	14	171		
48	2,18	125	0,035	2,7	12	10	325	871	0,45	1,5	99	149	1 019		
49	4,11	236	0,066	7,5	18	16	106	791	0,33	1,6	54	86	877		
50	4,36	250	0,071	1,6	18	16	117	183	0,35	1,0	61	61	243		
							$\Sigma = 4064,0$				$\Sigma = 683$		4 747		
typ OT:	10	$\xi_{OT} [-] = 19,0$				m = 11	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,02$	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho = 0,1$				2		
V-exakt DN 15				přednastavení	3	$k_v = 0,161$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 11	[dm <sup>3</sup> /h]				482		
Regulux DN 15				přednastavení	0,5	$k_v = 0,19$	[m <sup>3</sup> /h]						346		
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] = 5 578		
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] = 5 615		
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... 37		
č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	V [l/s]	l [m]	D [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	Z <sub>1</sub> [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky	tlak. ztráta [Pa]
okruh	202			h [m] = 0,00			$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] = 929			
				$\Sigma l$ [m] = 0,2	0,00		* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0		info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s				$\Delta p_z$	čísl.	4 973
51	v 0,29	16	0,005	0,1	12	10	9	1	0,06	1,5	2	3	3	1	132
52	s 0,29	16	0,005	0,1	12	10	9	1	0,06	1,5	2	3	4	41	322
							$\Sigma = 1,9$				$\Sigma = 5$		7	42	898
typ OT:	10	$\xi_{OT} [-] = 19,0$				m = 16	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,02$	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho = 0,3$				5	43	978
V-exakt DN 15				přednastavení	4	$k_v = 0,234$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 17	[dm <sup>3</sup> /h]				507	44	177
Regulux DN 15				přednastavení	1,0	$k_v = 0,30$	[m <sup>3</sup> /h]						308	47	171
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] = 826	48	1 019
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] = 929	49	877
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... 103	50	243
														10	155
č. ús.	Q [kW]	m [kg/h]	V [l/s]	l [m]	D [mm]	d [mm]	R [Pa/m]	R.l [Pa]	w [m/s]	$\Sigma \xi$ [-]	Z <sub>1</sub> [Pa]	Z [Pa]	R.l+Z [Pa]	odeč. úseky	tlak. ztráta [Pa]
okruh	201/4			h [m] = 0,00			$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] = 1 278			
				$\Sigma l$ [m] = 11,3	0,00		* $\Delta p_h$ [Pa] = 0,0		info: $w_{opt} = 0,5$ až 0,6 m/s				$\Delta p_z$	čísl.	4 625
53	1,76	101	0,029	1,2	15	13	64	76	0,21	2,0	23	45	122	1	132
54	1,36	78	0,022	1,2	15	13	40	48	0,17	1,0	13	13	62	41	322
55	0,88	51	0,014	1,3	12	10	66	83	0,18	1,0	16	16	99	42	898
56	v 0,41	23	0,007	2,2	12	10	17	37	0,08	2,5	3	9	46	43	978
57	s 0,41	23	0,007	1,9	12	10	17	32	0,08	2,5	3	9	40	48	1 019
58	0,88	51	0,014	1,3	12	10	66	83	0,18	1,0	16	16	99	49	877
59	1,36	78	0,022	1,2	12	10	141	168	0,28	1,0	38	38	206	50	243
60	1,76	101	0,029	1,2	15	13	64	74	0,21	2,5	23	57	131	10	155
							$\Sigma = 602,3$				$\Sigma = 204$		806		
typ OT:	11	$\xi_{OT} [-] = 19,0$				m = 23	[kg/h]	$w_{DN15} = 0,03$	$w_{DN15}^{2/2} \times \rho = 0,5$				10		
V-exakt DN 15				přednastavení	5	$k_v = 0,364$	[m <sup>3</sup> /h]	V = 24	[dm <sup>3</sup> /h]				424		
Regulux DN 15				max. přednast.	4,0	$k_v = 1,31$	[m <sup>3</sup> /h]						33		
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] = 1 273		
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] = 1 278		
													nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ... 5		



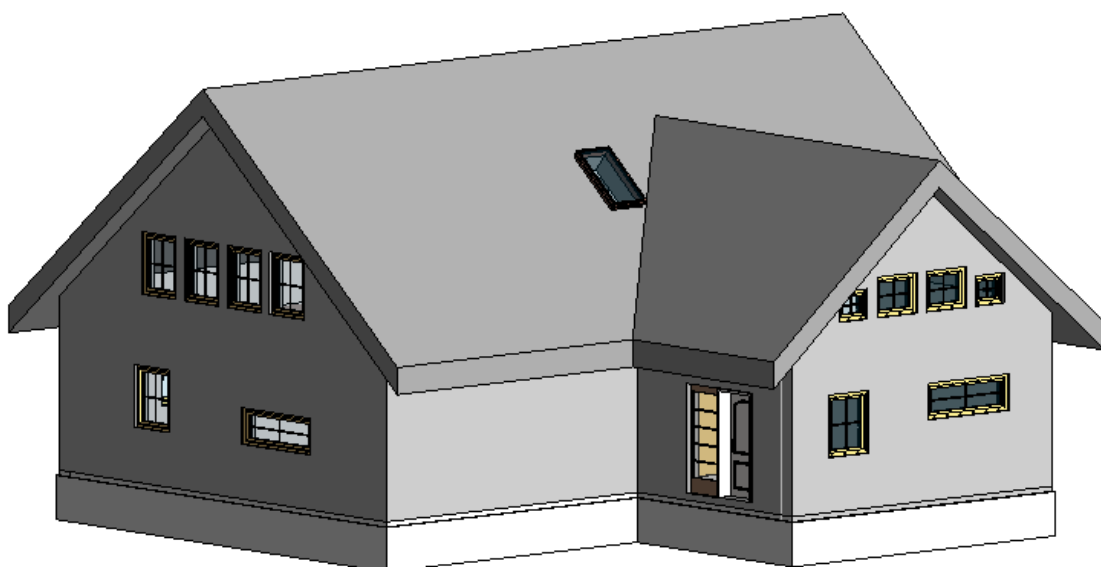


č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>109</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 840</b>	[Pa]		
					$\Sigma l$ [m] = <b>10,8</b>		$0,00 * \Delta p_h$ [Pa] = 0,0			info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s			$\Delta p_z$	čís. <b>2 062</b>		
67	v	1,73	99	0,028	1,4	18	16	23	32	0,14	1,5	9	14	46	1	132
68	v	1,39	79	0,022	4,0	15	13	42	168	0,17	2,5	14	35	203	42	898
69	s	1,39	79	0,022	4,0	15	13	42	168	0,17	2,5	14	35	203	49	877
70	s	1,73	99	0,028	1,5	18	16	23	34	0,14	3,0	9	28	62	10	155
							$\Sigma = 401,0$					$\Sigma = 113$	<b>514</b>			
typ OT:	<b>21</b>	$\xi_{OT} [-] =$	8,5			m =	79	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,11	$w_{DN15}^2/2$	$x \rho =$	6,0	<b>51</b>		
V-exakt DN	<b>15</b>		max. přednast.	<b>6</b>		$k_v =$	0,484	[m <sup>3</sup> /h]	V =	81	[dm <sup>3</sup> /h]		<b>2 780</b>			
Regulux DN	<b>15</b>		max. přednast.	<b>4,0</b>		$k_v =$	1,31	[m <sup>3</sup> /h]					<b>380</b>			
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =	<b>3 725</b>		
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 840</b>		
														nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	<b>116</b>	
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>101/2</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 167</b>	[Pa]		
					$\Sigma l$ [m] = <b>1,5</b>		$0,00 * \Delta p_h$ [Pa] = 0,0			info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s			$\Delta p_z$	čís. <b>2 735</b>		
71	v	0,34	19	0,005	0,9	12	10	12	11	0,07	1,5	2	4	15	1	132
72	s	0,34	19	0,005	0,5	12	10	12	7	0,07	1,5	2	4	10	41	322
							$\Sigma = 18,0$					$\Sigma = 7$	<b>25</b>			
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-] =$	19,0			m =	19	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,03	$w_{DN15}^2/2$	$x \rho =$	0,4	<b>7</b>		
V-exakt DN	<b>15</b>		přednastavení	<b>3</b>		$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	20	[dm <sup>3</sup> /h]		<b>1 503</b>			
Regulux DN	<b>15</b>		přednastavení	<b>0,5</b>		$k_v =$	0,19	[m <sup>3</sup> /h]					<b>1 079</b>			
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =	<b>2 615</b>		
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 167</b>		
														nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	<b>552</b>	
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>101/1</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 275</b>	[Pa]		
					$\Sigma l$ [m] = <b>8,2</b>		$0,00 * \Delta p_h$ [Pa] = 0,0			info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s			$\Delta p_z$	čís. <b>2 628</b>		
73	v	0,34	19	0,005	4,3	12	10	12	53	0,07	3,0	2	7	60	1	132
74	s	0,34	19	0,005	3,9	12	10	12	49	0,07	4,5	2	11	60	41	322
							$\Sigma = 101,6$					$\Sigma = 18$	<b>120</b>			
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-] =$	19,0			m =	19	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,03	$w_{DN15}^2/2$	$x \rho =$	0,4	<b>7</b>		
V-exakt DN	<b>15</b>		přednastavení	<b>3</b>		$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	20	[dm <sup>3</sup> /h]		<b>1 503</b>			
Regulux DN	<b>15</b>		přednastavení	<b>0,5</b>		$k_v =$	0,19	[m <sup>3</sup> /h]					<b>1 079</b>			
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =	<b>2 709</b>		
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>3 275</b>		
														nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	<b>565</b>	
č.	Q	m	V	l	D	d	R	R.l	w	$\Sigma\xi$	Z <sub>1</sub>	Z	R.l+Z	odeč. úseky		
ús.	[kW]	[kg/h]	[l/s]	[m]	[mm]	[mm]	[Pa/m]	[Pa]	[m/s]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	tlak. ztráta		
okruh	<b>103</b>				h [m] = 0,00		$\Delta p_h$ [Pa] = 0					$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>5 049</b>	[Pa]		
					$\Sigma l$ [m] = <b>2,8</b>		$0,00 * \Delta p_h$ [Pa] = 0,0			info: $w_{opt} = 0,5$ až $0,6$ m/s			$\Delta p_z$	čís. <b>853</b>		
75	v	0,27	16	0,004	1,9	12	10	8	16	0,06	3,0	2	5	20	1	132
76	s	0,27	16	0,004	0,9	12	10	8	7	0,06	3,0	2	5	12	41	322
							$\Sigma = 23,0$					$\Sigma = 9$	<b>32</b>			
typ OT:	<b>11</b>	$\xi_{OT} [-] =$	19,0			m =	16	[kg/h]	$w_{DN15} =$	0,02	$w_{DN15}^2/2$	$x \rho =$	0,2	<b>4</b>		
V-exakt DN	<b>15</b>		přednastavení	<b>3</b>		$k_v =$	0,161	[m <sup>3</sup> /h]	V =	16	[dm <sup>3</sup> /h]		<b>961</b>			
Regulux DN	<b>15</b>		přednastavení	<b>0,0</b>		$k_v =$	0,09	[m <sup>3</sup> /h]					<b>3 074</b>			
													celková tlaková ztráta dopočítávané části okruhu (vč. armatur a OT) $\Delta p_o$ [Pa] =	<b>4 071</b>		
													$\Delta p_{dis}$ [Pa] =	<b>5 049</b>		
														nerov. splněna, přebyt. tlak [Pa] ...	<b>978</b>	

### 3D Model RD

Tuto studii jsem vypracoval ve 3. ročníku na VOŠ a SPŠ Žďár nad Sázavou.

Pohled na západní stranu



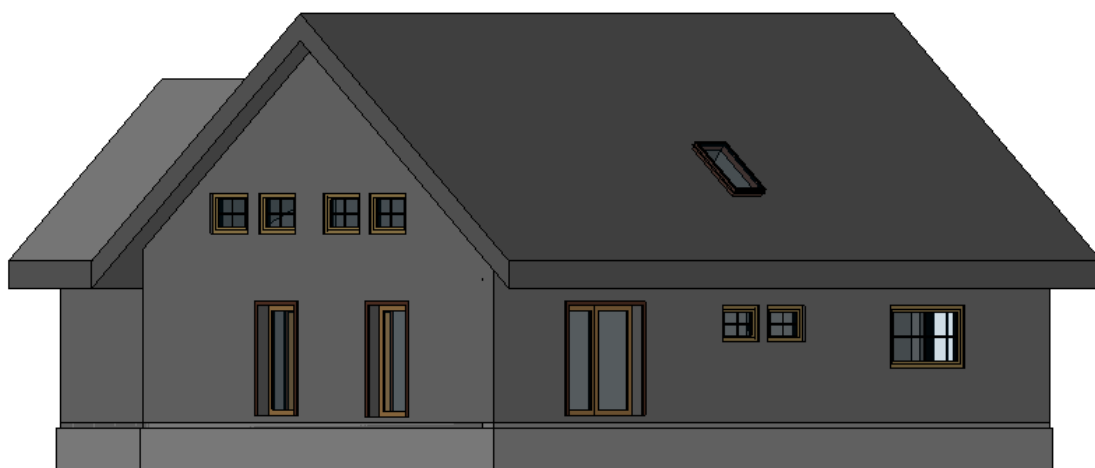
Pohled na severní stranu



Pohled na jižní stranu



Pohled na východní stranu



## Fotografie

Základová deska



Smontovaná nosná konstrukce



Smontovaná nosná konstrukce – vnitřní pohled na 2.NP



Desky ekopanelu



Položená střešní krytina



Položená střešní krytina



Opláštění ekopanelem 1.NP



Průběh opláštění ekopanelem 2.NP



Opláštění ekopanelem celého domu



Zateplení vatou ISOVER





Pokračování zateplování vatou ISOVER



Montáž ekopanelu uvnitř domu



Zateplení polystyrenovými deskami v podkroví



Vyplnění spojů mezi ekopanely



Příprava lešení



Natažení lepidla



Místnost 104 - Vyplnění spojů mezi ekopanely



Dokončování venkovní fasády



Pohled na jižní stranu dokončeného domu



Pohled na východní stranu dokončeného domu



Pohled na jihozápadní stranu dokončeného domu



Pohled na západní stranu dokončeného domu



Místnost 104 v současné době



Místnost 104 v současné době

