

# STUDIE VYUŽITÍ VZDUCHOVÉHO TEPELNÉHO ČERPADLA VZDUCH/VZDUCH PRO SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ PRŮKAZŮ EN. NÁROČNOSTI PŘI VÝSTAVBĚ NOVÝCH RODINNÝCH DOMŮ

<b>Účel:</b>	Studie
<b>Adresa objektu:</b>	obecná lokalita
<b>Číslo zakázky:</b>	14021
<b>Objednatel:</b>	Tepelná čerpadla IVT s.r.o.
<b>Datum:</b>	březen 2014

**Zpracovatel:****EnergySim s.r.o.**

Generála Mrázka 413/4, 466 01 Jablonec nad Nisou  
tel.: **775 665 128, 775 889 951**  
e-mail: [jablonec@energysim.cz](mailto:jablonec@energysim.cz)

IČO: 015 12 129  
DIČ: CZ015 12 129  
bankovní účet: 2500392716/2010

**pobočka Praha:**

Charlese de Gaulla 629/5, 160 00 Praha 6 – Dejvice  
tel.: **737 430 898, 724 509 559**  
e-mail: [paha@energysim.cz](mailto:paha@energysim.cz)

**Autoři:**

Ing. Zdeněk Ročárek  
Ing. František Duda  
Ing. Petr Kotek, Ph.D.



## Obsah posudku

1. Identifikační údaje	3
2. Cíl studie	4
3. Vstupní parametry	5
4. Požadavky na energetickou náročnost budov	7
5. Popis hodnocených objektů	8
6. Přehled výsledků	10
7. Závěr	13

## Seznamy

Seznam tabulek a obrázků	14
--------------------------	----

Celkový počet stran	15
---------------------	----

## 1. Identifikační údaje

<b>Typ studie:</b>	Studie využití tepelného čerpadla pro novostavby RD z hlediska splnění neobnovitelné primární energie
<b>Objednatel:</b>	Tepelná čerpadla IVT s.r.o.
Adresa:	Dolnoměcholupská 522/12a, 10200 Praha 10
IČ:	25723189
Kontaktní osoba:	Ing. Bláha Marek
e-mail /tel.:	blaha@ivtcentrum.cz / 272 191 400
<b>Zhotovitel:</b>	EnergySim s.r.o.
Adresa:	Generála Mrázka 413/4, 466 01 Jablonec nad Nisou
IČ:	01512129, CZ01512129
e-mail /tel.:	praha@energysim.cz / 775 665 128
<b>Autoři:</b>	Ing. Zdeněk Ročárek Ing. František Duda Ing. Petr Kotek, Ph.D.

### Seznam zkratk:

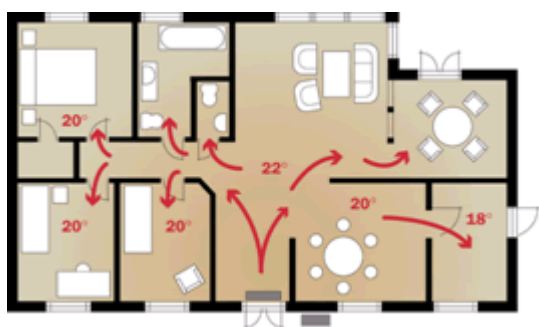
COP	Topný faktor
D56d	sazba pro tepelné čerpadlo (22 h nízký tarif)
D45d	Přímotopná sazba (20 h nízký tarif)
EER	chladicí faktor tepelného čerpadla s reverzním chodem
EKts	elektrická topná spirála
FM	frekvenční měniče
NP	nadzemní podlaží
OČ	oběhové čerpadlo
OS	otopná soustava
OT	otopné těleso
OZE	obnovitelné energetické zdroje
P/O	Přívod/ odvod vzduchu z větrané zóny
PK	plynový kotel
PP	podzemní podlaží
PVE (FVE)	fotovoltaická elektrárna
SFP	Specific fan power – specifický výkon ventilátoru VZT jednotek
TČ	Tepelné čerpadlo
TI	tepelná izolace
TNI	technická normalizační informace
TV	teplá voda (TUV)
TZB	technické zařízení budov
U	Součinitel prostupu tepla danou konstrukcí
$U_{em}$	Průměrný součinitel prostupu tepla
ÚT	ústřední vytápění
$U_w$	Součinitel prostupu tepla celého okna (zasklení+rám)
VZT	vzduchotechnika, vzduchotechnické zařízení
ZZT	rekuperace – zpětné získávání tepla

## 2. Cíl studie

Cílem studie je vyhodnocení využití tepelného čerpadla vzduch/vzduch IVT Nordic Inverter pro **splnění** legislativních požadavků při výstavbě nových budov (rodinných domů), zejména **vyhl. 78/2013 Sb.** o energetické náročnosti budov.

Konkrétně se jedná o splnění **měrné neobnovitelné primární energie** v případech, kdy má být rodinný dům vytápěn pomocí elektrické energie (elektrickými přímotopy či elektrokotlem). Pro tyto případy bude jako další zdroj tepla pro vytápění navrženo tepelné čerpadlo vzduch/vzduch, které přispěje ke zlepšení spotřeby neobnovitelné primární energie.

**V rámci této studie není řešena technická stránka zapojení tepelného čerpadla a rozvod teplého vzduchu po budově. Tepelné čerpadlo je považováno za hlavní zdroj vytápění.**



Obrázek 1: Příklad umístění tepelného čerpadla v rámci dispozice rodinného domu (zdroj IVT). V rámci studie neřešeno.

## 3. Vstupní parametry

Hodnocení rodinných domů je provedeno metodikou Vyhl. 78/2013, tedy metodikou zpracování průkazů energetické náročnosti.

Ve všech případech je uvažováno tepelné čerpadlo IVT NORDIC INVERTER KHR o výkonu **4,7 kW** (při +2°C) a s průměrným topným faktorem **3,07**.

Jako názorný příklad byly vybrány 3 typy objektů. Bungalov, běžný rodinný dům a velký rodinný dům.

Při výpočtu neobnovitelné primární energie je důležitým faktorem podíl dodané energie na vytápění příslušným zdrojem tepla. V tomto případě tepelným čerpadlem a elektrickými přímotopy či elektrokotlem. Ve vyhodnocení bylo postupováno **dle metodiky TNI 73 0331**, tabulka A.1 (viz Tab. 1). Podíl jmenovitého výkonu byl vypočten jako jmenovitý výkon přednostního zdroje ku celkovému součtu jmenovitých výkonů všech zdrojů tepla. Za přednostní zdroj se považuje tepelné čerpadlo.

Výkon ostatních zdrojů (elektrické přímotopy) byl pro stanovení poměru uvažován přibližně stejný jako tepelná ztráta objektu.

**Tabulka A.1 – Podíl roční dodané energie na vytápění pro příslušný zdroj tepla**

Podíl jmenovitého výkonu (přednostní zdroj tepla / ostatní zdroje tepla)	Přednostní zdroj tepla			
	Kotel na tuhá paliva bez akumulace a s ručním přikládáním	Kotel na tuhá paliva s akumulací	Tepelné čerpadlo, kotel na plyná a kapalná paliva	Kogenerace
	$f_{H,sys}$ (-)			
0–0,1	0	0	0	0,15
0,1–0,19	0	0,2	0,48	0,45
0,2–0,29	0,2	0,5	0,79	0,6
0,3–0,39	0,4	0,8	0,93	0,6
0,4–0,59	0,65	1	0,97	0,6
0,6–0,79	0,84	1	0,98	0,6
$\geq 0,8$	1	1	1	0,6

Tab. 1: Podíl roční dodané energie na vytápění pro příslušný zdroj tepla (Tabulka A.1 z TNI 730331).

## 4. Požadavky na energetickou náročnost budov

Vyhláška 78/2013 Sb. uvádí následující požadované parametry:

- měrná celková dodaná energie,
- měrná neobnovitelná primární energie,
- průměrný součinitel prostupu tepla.

Hodnocené objekty jsou navrženy v různých stupních zateplení, ale vždy tak, aby byl splněn požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla. Na tento parametr má vliv především míra zateplení budovy. Naopak do něj vůbec nevstupují zdroje tepla.

Aby byl průměrný součinitel prostupu tepla splněn, musejí být zpravidla konstrukce již poměrně kvalitně zatepleny (zpravidla na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle ČSN 730450-2).

Všechny sledované ukazatele energetické náročnosti budovy jsou pak zařazeny do níže uvedených klasifikačních tříd.

Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy:

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	$U_{em}$	
A	0,5 x ER	0,65 x ER	Mimořádně úsporná
B	0,75 x ER	0,8 x ER	Velmi úsporná
C	ER		Úsporná
D	1,5 x ER		Méně úsporná
E	2 x ER		Nehospodárná
F	2,5 x ER		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná

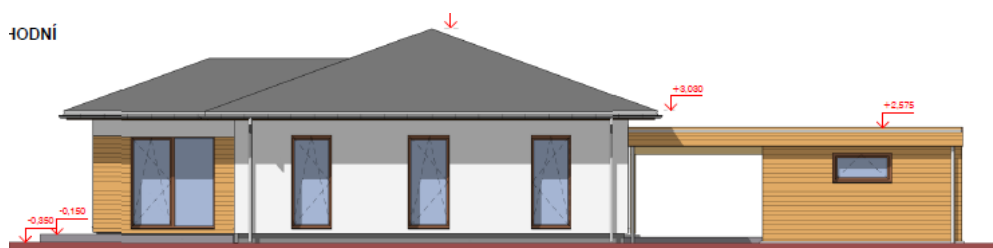
Tab. 1: Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy dle 78/2013 Sb.

## 5. Popis hodnocených objektů

Jako názorný příklad byly vybrány 3 typy objektů: bungalov, běžný rodinný dům a velký rodinný dům. Jedná se o reálné novostavby rodinných domů.

**Bungalov** – jedná se o jednopodlažní objekt bez podsklepení se šikmou střechou a nevytápěným podstřešním prostorem.

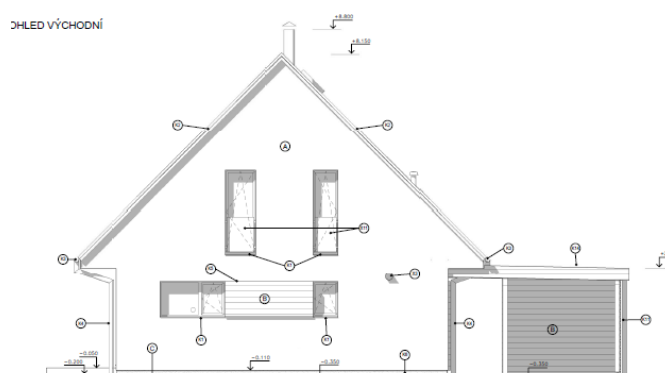
Energeticky vztažná plocha objektu – 155 m<sup>2</sup>.



Obr. 2: Příklad domu č. 1 - bungalov. Zdroj: Atelier MK, Ing. Korecký.

**Běžný rodinný dům (2NP)** – jedná se o dvoupodlažní objekt (přízemí a podkroví) bez podsklepení. Dům má šikmou střechu.

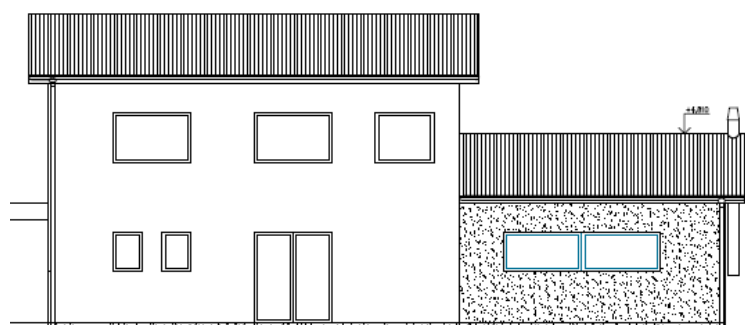
Energeticky vztažná plocha objektu – 164 m<sup>2</sup>.



Obr. 3: Příklad domu č. 2 – běžný rodinný dům (2NP). Zdroj: Ing. Stanislav Kroulík.

**Velký rodinný dům (2NP)** – jedná se o dvoupodlažní objekt (přízemí a podkroví) bez podsklepení. Dům má šikmou střechu s malým sklonem.

Energeticky vztažná plocha objektu – 253 m<sup>2</sup>.



Obr. 4: Příklad domu č. 3 – velký rodinný dům (2NP). Zdroj: Skeletsystem Goldbeck, Ing. Trtík.



Všechny objekty byly hodnoceny v **několika stupních zateplení** a způsobu větrání.

Základním kritériem pro nejnižší stupeň zateplení je splnění průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em}$ , což je základní požadavek vyplývající z průkazu energetické náročnosti budovy.

Tento základní typ je uvažován vždy s přirozeným větráním. Pro výplně otvorů jsou navržena dvojskla, parametr celého okna  $U_w = 1,20$  (W/m<sup>2</sup>.K).

V dalších stupních byla navyšována tepelná izolace obvodových konstrukcí a pro výplně otvorů jsou uvažována okna s trojskly. Rovněž bylo nahrazeno přirozené větrání za nucené se zpětným získáváním tepla (rekuperací). Zpravidla bylo dosaženo měrné potřeby tepla na vytápění max. 50 kWh/m<sup>2</sup>.

V nejvyšším stupni zateplení se pak jedná o pasivní rodinný dům (z pohledu měrné potřeby tepla na vytápění, max. 20 kWh/m<sup>2</sup>) s co nejkvalitněji zateplenými obvodovými konstrukcemi a s nuceným větráním s rekuperací.

Příprava teplé vody je ve všech případech uvažována v elektrickém akumulacním zásobnímu.

#### Rámcový přehled uvažovaných parametrů obalových konstrukcí

Typ kce / stupeň zateplení	minimum U (W/m <sup>2</sup> .K)	50 kWh/m <sup>2</sup> U (W/m <sup>2</sup> .K)	20 kWh/m <sup>2</sup> U (W/m <sup>2</sup> .K)
Stěny	0,23 - 0,25	0,19 - 0,23	0,10 - 0,13
Střecha/strop pod půdou	0,18 - 0,23	0,18	0,06 - 0,11
Podlaha	0,35 - 0,40	0,3 - 0,40	0,13 - 0,17
Okna	1,20	0,85 - 1,2	0,6
Dveře	1,50 - 1,70	1,2	0,75 - 0,80

Tab. 2: Rámcový přehled parametrů obalových konstrukcí.

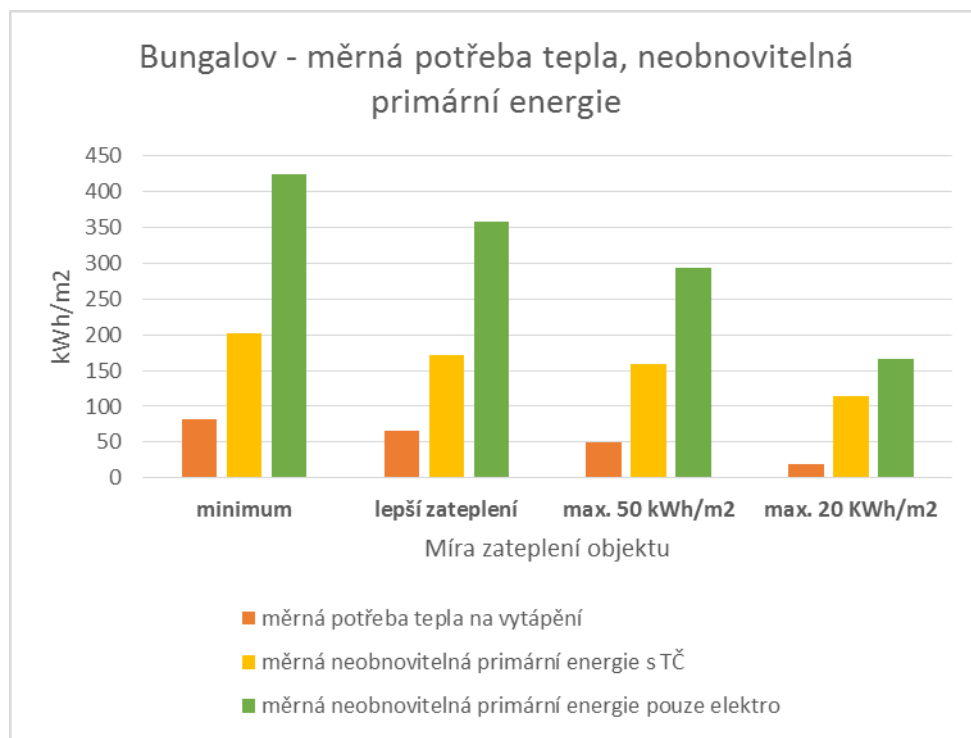
## 6. Přehled výsledků

		U <sub>em</sub> (W/m <sup>2</sup> .K)	měrná potřeba tepla na vytápění (kWh/m <sup>2</sup> )	tepelná ztráta (kW)	odhad výkonu el. zdrojů (kW)	poměr výkonů	pokrytí pomocí TČ	neobnovitelná primární energie (kWh/m <sup>2</sup> )	kategorie PENB dodaná energie / neobnov. primár. energie	splnění požadavků	kategorie PENB neobnov. primár. energie BEZ TČ – POUZE ELEKTRO
<b>bungalov</b>											
minimum	přirozené	0,31	82	8,2	8,5	0,36	93%	203	B / C	ANO	E
lepší zateplení	přirozené	0,25	66	6,7	7	0,40	97%	172	B / B	ANO	E
max. 50 kWh/m <sup>2</sup>	ZZT	0,25	50	5,6	6	0,44	97%	159	B / C	ANO	D
max. 20 kWh/m <sup>2</sup>	ZZT	0,14	20	3,3	3,5	0,57	97%	114	A / B	ANO	C
<b>běžný RD</b>											
minimum	přirozené	0,32	51	6,1	6,5	0,42	97%	147	B / C	ANO	E
max. 50 kWh/m <sup>2</sup>	ZZT	0,32	37	5,1	5,5	0,46	97%	144	B / C	ANO	E
max. 20 kWh/m <sup>2</sup>	ZZT	0,19	18	3,1	3,5	0,57	97%	111	A / B	ANO	D
<b>velký RD</b>											
minimum	přirozené	0,32	63	10,6	11	0,29	79%	202	C / D	NE	E
max. 50 kWh/m <sup>2</sup>	přirozené	0,26	50	9,1	9,5	0,33	93%	155	B / C	ANO	E
max. 20 kWh/m <sup>2</sup>	ZZT	0,18	19	5,2	5,5	0,46	97%	111	A / B	ANO	D

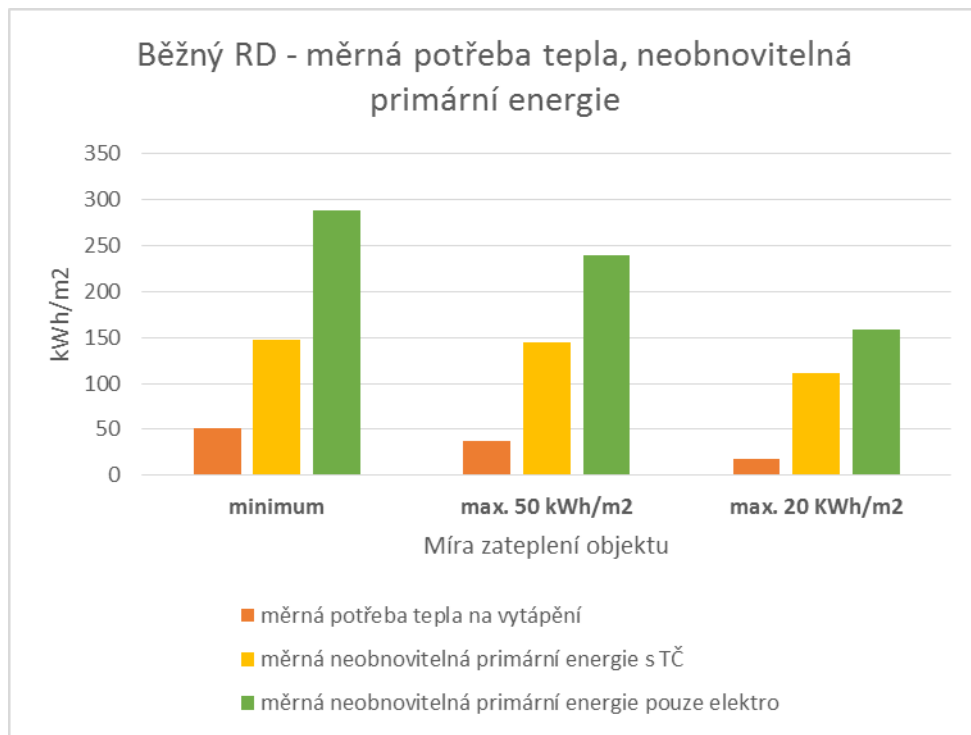
Tab. 3: Přehled výsledků vyhodnocení.

Na následujících grafech je zobrazena měrná potřeba energie na vytápění (1. sloupec) a měrná neobnovitelná primární energie při použití tepelného čerpadla (2. sloupec), resp. při použití vytápění elektřinou (3. sloupec).

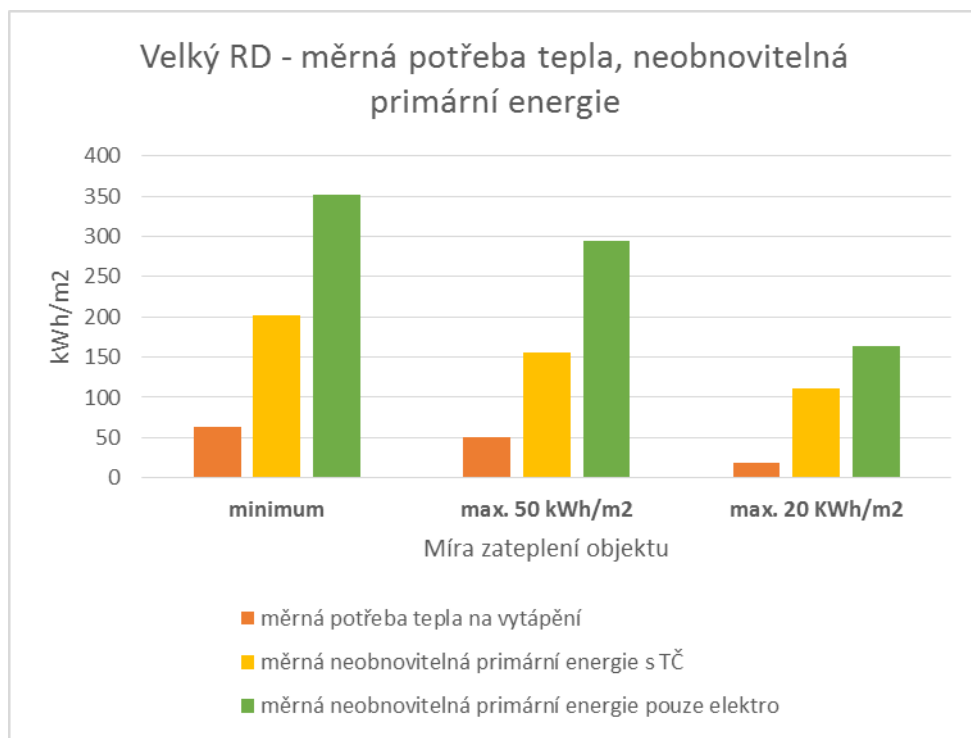
Grafy jsou seřazeny postupně podle typu objektu a míry zateplení obálky budovy.



Obr. 5: Bungalov – měrná potřeba tepla na vytápění a měrná neobnovitelná primární energie.



Obr. 6: Běžný RD – měrná potřeba tepla na vytápění a měrná neobnovitelná primární energie.



Obr. 7: Velký RD – měrná potřeba tepla na vytápění a měrná neobnovitelná primární energie.

## 7. Závěr

Z výše uvedené tabulky vyplývá, že instalace tepelného čerpadla zásadně ovlivní **splnění** požadavku na neobnovitelnou primární energii. V posledním sloupci je uvedeno, v jaké kategorii se objekty z hlediska neobnovitelných primárních energií nachází, pokud jsou vybaveny pouze přímotopným vytápěním. U nejlépe zatepleného objektu typu bungalov je toto kritérium vyhovující. Je to však spíše výjimka.

Všechny ostatní kategorie RD i s nejvyšší mírou zateplení a nuceným větráním s rekuperací nespĺňují pouze s přímotopným vytápěním požadavek na primární energie.

Při použití tepelného čerpadla IVT NORDIC INVERTER KHR o výkonu **4,7 kW** (při +2°C) a s průměrným topným faktorem **3,07**, se výsledky výrazně zlepší.

Všechny objekty kromě jediného vycházejí minimálně v kategorii C nebo vyšší, což je vyhovující stav.

Jediný případ, kde i s tepelným čerpadlem nebylo dosaženo vyhovující kategorie je velký rodinný dům s vyšší tepelnou ztrátou, kde výkon tepelného čerpadla vůči součtu všech instalovaných zdrojů činí méně než 30 %. V tomto případě je potřebné použít minimálně dvě tepelná čerpadla vzduch/vzduch.

Obecně lze konstatovat, že instalace tepelného čerpadla do rodinného domu vytápěného elektrinou přinese splnění požadavku na neobnovitelnou primární energii z hlediska vyhl. 78/2013 Sb.

Případy, kdy s použitím tepelného čerpadla nemusí být požadavek na neobnovitelnou primární energii splněn, jsou zpravidla rodinné domy s vyšší tepelnou ztrátou. V těchto případech tepelné čerpadlo zpravidla pokrývá méně než cca 90 % potřeby tepla na vytápění. Pro výslednou kategorii má však vliv více parametrů, např. způsob přípravy teplé vody, instalace krbu apod.

Dále pro získání výhodnějšího tarifu pro tepelná čerpadla od distributora je podmínkou splnění minimálně **60% pokrytí tepelných ztrát objektu tepelným čerpadlem**. V případě výpočtové tepelné ztráty je deklarovaný výkon 5,4 kW, při venkovní teplotě +7°C. Tedy pouze objekty **do tepelné ztráty 9,0 kW** (prostup + větrání) vyhoví pro získání tarifu **D56d**. Objekty s vyšší tepelnou ztrátou pak získají tarif D45d.

**Pozn.: Tepelné čerpadlo je ve všech případech považováno za hlavní zdroj tepla. Tomu musí odpovídat zapojení a rozvod tepla po objektu! Technické řešení není součástí této studie.**

## Seznam tabulek a obrázků

Tab. 1: Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy dle 78/2013 Sb. ....	7
Tab. 2: Rámcový přehled parametrů obalových konstrukcí. ....	9
Tab. 3: Přehled výsledků vyhodnocení. ....	10
Obrázek 1: Příklad umístění tepelného čerpadla v rámci dispozice rodinného domu (zdroj IVT). V rámci studie neřešeno. ....	5
Obr. 2: Příklad domu č. 1 - bungalov. Zdroj: Atelier MK, Ing. Korecký. ....	8
Obr. 3: Příklad domu č. 2 – běžný rodinný dům (2NP). Zdroj: Ing. Stanislav Kroulík. ....	8
Obr. 4: Příklad domu č. 3 – velký rodinný dům (2NP). Zdroj: Skeletsystem Goldbeck, Ing. Trtík. ....	8
Obr. 5: Bungalov – měrná potřeba tepla na vytápění a měrná neobnovitelná primární energie. ....	11
Obr. 6: Běžný RD – měrná potřeba tepla na vytápění a měrná neobnovitelná primární energie. ....	12
Obr. 7: Velký RD – měrná potřeba tepla na vytápění a měrná neobnovitelná primární energie. ....	12

## Příloha č. 1

**Průkaz energetické náročnosti – grafická část  
pro objekt s vytápěním elektřinou a s použitím  
tepelného čerpadla**

**Běžný RD – střední stupeň zateplení**

**Běžný RD – vytápění pomocí tepelného čerpadla**

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

**Ulice, číslo:** Běžný RD - použito tepelné čerpadlo

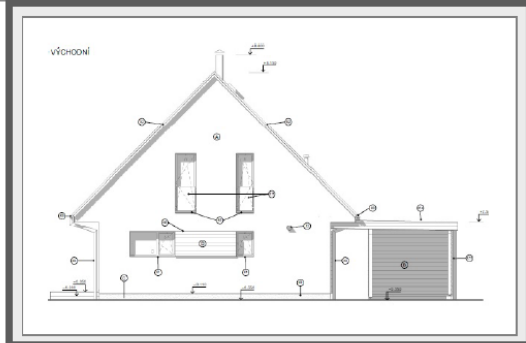
**PSC, místo:**

**Typ budovy:** Rodinný dům

**Plocha obálky budovy:** 360,5 m<sup>2</sup>

**Objemový faktor tvaru A/V:** 0,78 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

**Energeticky vztažná plocha:** 164,9 m<sup>2</sup>

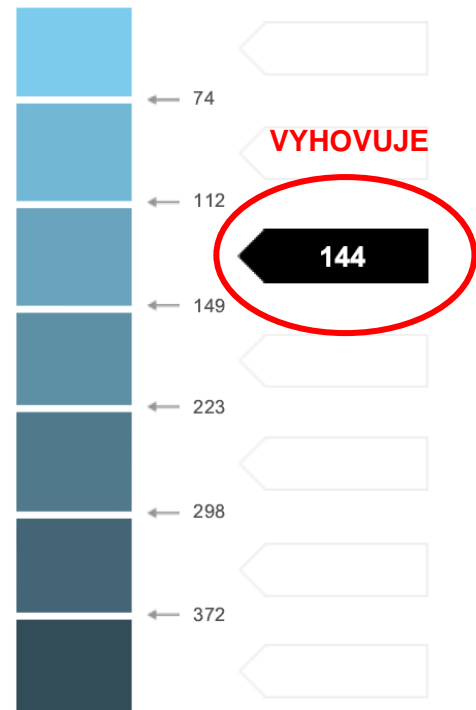


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**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)



**Hodnoty pro celou budovu**  
MWh/rok

**12,657**

**23,682**



**Běžný RD – vytápění pomocí elektrokotle či přímotopů**

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

**Ulice, číslo:** Běžný RD - vytápěno pouze elektřinou

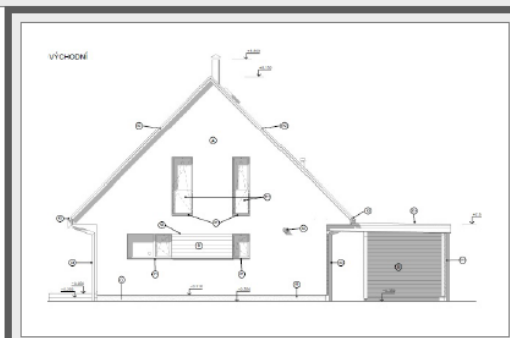
**PSC, místo:**

**Typ budovy:** Rodinný dům

**Plocha obálky budovy:** 360,5 m<sup>2</sup>

**Objemový faktor tvaru A/V:** 0,78 m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>

**Energeticky vztažná plocha:** 164,9 m<sup>2</sup>

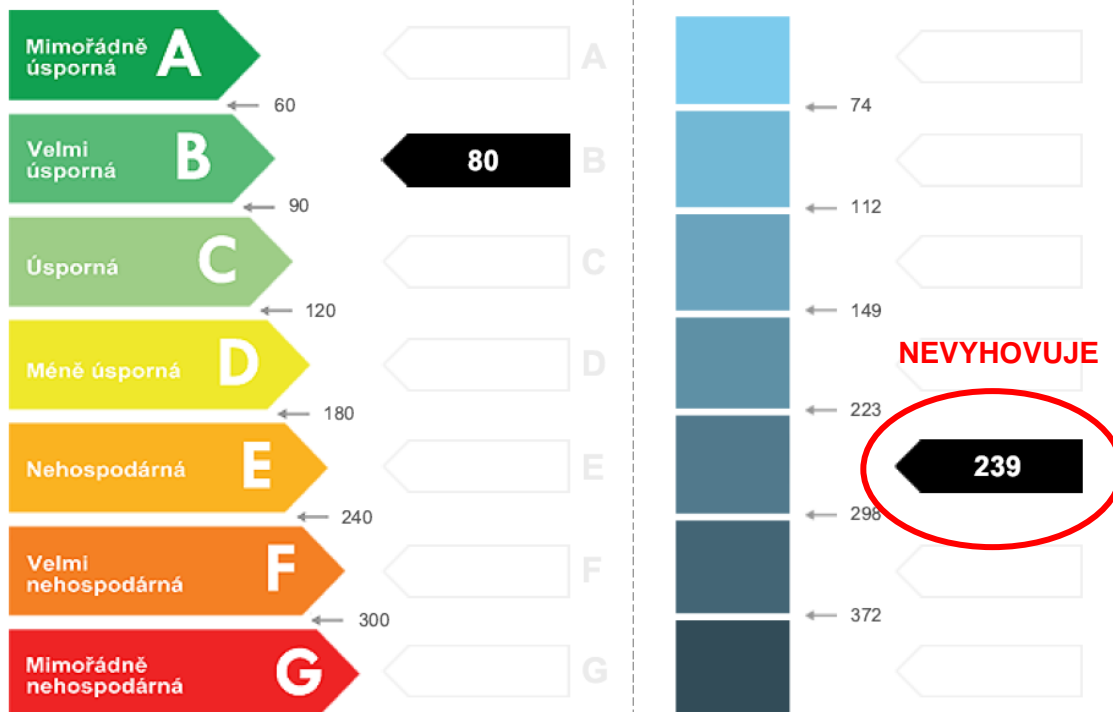


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**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)



**Hodnoty pro celou budovu**  
MWh/rok

**13,107**

**39,322**