

ENERGETICKÁ NÁROČNOST PASIVNÍHO DOMU S RŮZNÝMI ENERGETICKÝMI ZDROJI

Ing. Martin Bažant, ATREA s.r.o.

ANOTACE

Příspěvek pojednává o dnešních možnostech jak efektivně, úsporně zásobovat dnešní objekty s velice nízkou potřebou energie – pasivní domy – energií. Jaký systém je ten správný? To je otázka kterou si každý den klade mnoho lidí, kteří se právě rozhodli splnit si jeden ze svých snů, a to sen o bydlení. Do cesty se jim staví dodavatelé se zaručeně „nejúspornější“ technologií. Zkusme se tedy na některé z nich podívat v konfrontaci projektovaný stav versus výsledná energetická spotřeba celého objektu při jeho reálném provozu.

ÚVOD

Předně je nutné vysvětlit, pro jakou skupinu objektů je tento text určený. Domy nazývané



Obr. 1 Vizualizace domu

jako pasivní mají dnes rámcově stanovená pravidla pro spotřebu energií a technické parametry, které musí splnit. Tato pravidla jsou dnes převzata a odbornou veřejností uznávána dle standardů německého Passivhausa Institutu v Darmstadtu. Tato kritéria jsou:

- **měrná roční potřeba** tepla na vytápění je maximálně 15 kWh/(m²a),
- **neprůvzdušnost obálky budovy n50** ověřená tlakovou zkouškou (blower door test) nesmí překročit hodnotu 0,6 h⁻¹, což znamená, že při přetlaku nebo podtlaku 50 Pa se nesmí

netěsnostmi v obálce objektu vyměnit větší množství než 60% z celkového vnitřního objemu vzduchu

- **celková potřeba primární energie** spojená s provozem budovy včetně domácích spotřebičů je nižší než 120 kWh/(m²a). Primární energie vyjadřuje množství energie spotřebované při provozu určitého zdroje i se ztrátami při distribuci, a tedy máme větší výpovědní hodnotu o spotřebě energie pro zvolený typ zdroje vytápění a ohřevu TV. Použijeme-li jako zdroj například elektřinu z distribuční sítě,

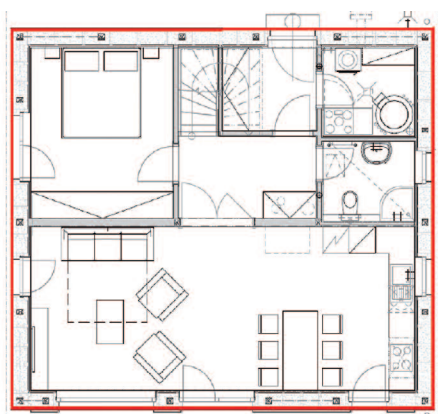
Tab. 1 Hlavní parametry potřebné pro bilanční výpočty typového domu K1

Typový dům ATREA K1		
Vnější půdorysné rozměry	[m]	9,66 x 8,66
Počet podlaží	[-]	2
Energeticky vztažná plocha celkem	[m ²]	164,9
Celková vnitřní plocha	[m ²]	132,3
Objem budovy z vnitřních rozměrů	[m ³]	305,7
Celková plocha obálky budovy	[m ²]	356

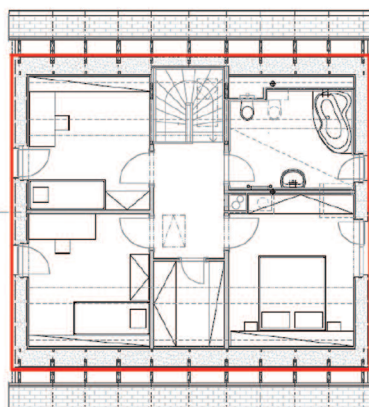
Předchozí parametry byly použity do energetických výpočtů.

Tab. 2 Hlavní energetické parametry objektu

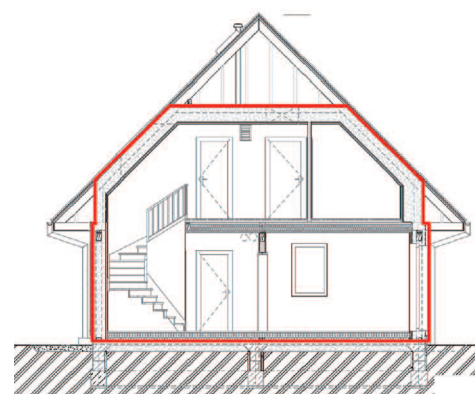
Typový dům ATREA K1		J	JV	JZ	Z	V
Měrná roční potřeba tepla na vytápění	[kWh/m ² *rok]	14	14	14	15	14
Nejvyšší teplota vzduchu v obytné místnosti	[°C]	26.1	26.4	26.2	26.5	26.2
Vzduchotěsnost	[1/h]	< 0,5				
Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	[W/m ² *K]	0,17				
Účinnost zpětného získávání tepla z odváděného vzduchu	[%]	77				
Měrná neobnovitelná primární energie	[kWh/m ² *rok]	níže v textu				



Obr. 2 Půdorys 1.NP



Obr. 3 Půdorys 2.NP



Obr. 4 Řez objektu

musíme díky neefektivní počáteční výrobě při výpočtu primární energie vynásobit výsledek třemi (tzv. konverzním faktorem).

V příspěvku budeme vycházet z typového domu pod označením **ATREA K1**, který je koncipovaný jako rodinný dům dvoupodlažní konstrukce bez podsklepení. Ano, jak jistě většina z Vás dobře ví, jedná se o dřevostavbu zpracovanou vlastním konstrukčním systémem, který je dále používán i u ostatních objektů dodavatelské firmy.

Objekt tak splňuje bez větších problémů základní požadavky kladené na pasivní domy. Vyhodnocení je provedeno pro odklon $\pm 90^\circ$ od čistého jihu, pro hlavní fasádu. Ale vzhledem k předchozímu textu stále jeden z hlavních parametrů schází, a to ten velice důležitý – celkové provozní náklady objektu.

Objekt je rozdělen na dvě vytápěná podlaží a nevytápěný půdní prostor. Na obrázcích 2. – 4. je barevně odlišena hranice vytápěného prostoru.

SYSTÉMY ZÁSOBOVÁNÍ TEPLA

Předchozí hodnoty jsou velice důležité, dávají kvalitní základ pro budoucí používání, ale výsledná spotřeba energií závisí zejména ne efektivnosti instalovaných technologií, ale také na samotném uživateli. Pro porovnání jednotlivých zdrojů nejdříve vznikl soubor možných kombinací, který ve výsledku čítal více jak 13 variant. Pro naše potřeby budeme pracovat pouze s následujícími třemi variantami.

JAKÝ SYSTÉM ZVOLIT?

Pro investora, který je zpravidla naprostý laik, v lepším případě poučený nebo samovzdělaný laik, je i přes dostupnost mnoha studií nesnadné vybrat si v takto široké nabídce. Pro lepší uchopitelnost si vybereme referenční zástupce, kteří zastupují hlavní skupiny:

• **Příklad 01** - Cirkulační teplovzdušné vytápění a větrání, zdrojem UT a TV je IZT-U (650l) s krbovými kamny vč. teplovodního výměníku a solárními termickými kolektory (4m²) / Realizační cena = **511 750 Kč** bez DPH = **588 513 Kč** vč. 15% DPH

• **Příklad 02** - Cirkulační teplovzdušné vytápění a větrání, zdrojem UT a TV je TČ země/voda 3,1kW s IZT-U (650l) s krbovými kamny vč. teplovodního výměníku/Realizační cena = **590 300 Kč** bez DPH = **678 845 Kč** vč. 15% DPH

• **Příklad 03** - Cirkulační teplovzdušné vytápění a větrání, zdrojem UT a TV je s IZT-U (650l) a PV kolektory (7,8 kWp) a krb s teplovodní vložkou/Realizační cena = **724 000 Kč** bez DPH = **832 600 Kč** vč. 15% DPH

Pro porovnání byly stanoveny předpokládané hodnoty spotřeb:

- Příklady 01, 02 Příklad 03
- Potřeba tepla na vytápění
2200 kWh/rok 2450 kWh/rok
 - Potřeba tepla na ohřev TV
2550 kWh/rok 3350 kWh/rok
 - Potřeba energie domácnosti
2950 kWh/rok 3850 kWh/rok

Tab. 3 Hodnoty vstupující do výpočtu pro př. 01

Příklad 01 - předpoklad		
Pokrytí UT - soláry	[%]	5
Pokrytí TV - soláry	[%]	60
Účinnost systému	[%]	50
Pokrytí UT - krb	[%]	30
Pokrytí TV - krb	[%]	20
Účinnost systému	[%]	75
Pokrytí UT - IZT	[%]	65
Pokrytí TV - IZT	[%]	20
Měrná neobnovitelná primární energie	[kWh/m ² *rok]	80,2

Tab. 4 Výstupní hodnoty spotřeby energie celého domu pro př. 01

Příklad 01 - srovnání			
Provozní náklady - předpoklad	[kWh/rok]	7150	
	[Kč/rok]	20386	
Provozní náklady - měření	[kWh/rok]	2013	7050
		2014	6850
	[Kč/rok]	2013	21900
		2014	20500

Tab. 5 Hodnoty vstupující do výpočtu pro př. 02

Příklad 02 - předpoklad		
Pokrytí UT - TČ	[%]	80
Pokrytí TV - TČ	[%]	100
Topný faktor	[-]	3,5
Pokrytí UT - krb	[%]	20
Pokrytí TV - krb	[%]	0
Účinnost systému	[%]	75
Měrná neobnovitelná primární energie	[kWh/m ² *rok]	55

Tab. 6 Výstupní hodnoty spotřeby energie celého domu pro př. 02

Příklad 02 - srovnání			
Provozní náklady - předpoklad	[kWh/rok]	4681	
	[Kč/rok]	16085	
Provozní náklady - měření	[kWh/rok]	2013	5035
		2014	4915
	[Kč/rok]	2013	16594
		2014	16406

POZN.: zvýšení potřeby v př. 03 je dáno zvýšenými nároky obyvatel na potřebu TV a vnitřní teplotní komfort.

PŘÍKLAD 01

Představuje systém nenáročný na uživatele, velice konzervativního stylu. V rámci poměru cena/výkon je mezi investory velice oblíbený. Díky složce obnovitelné energie je zajímavý i z pohledu některých dotačních titulů.

PŘÍKLAD 02

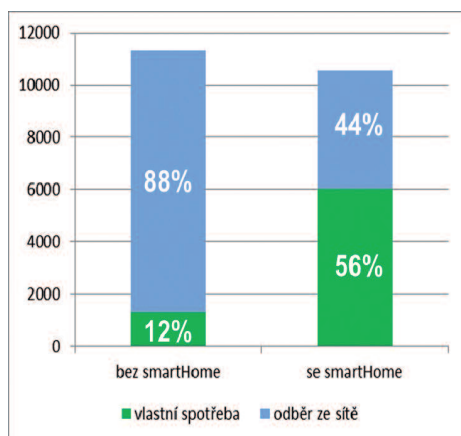
Oproti předchozímu systému je solární systém nahrazen tepelným čerpadlem země/voda. Tím dojde k významnému snížení výsledné spotřeby. Rozdíl mezi předpokládanými a odměřenými hodnotami je možné přičíst k nižšímu celoročnímu COP získaného z měření. Po jeho započtení bude rozdíl necelých 70 kWh.

PŘÍKLAD 03

Proti systému v příkladu 02 je TČ nahrazeno velkoplošným systémem PV elektrárny.

Na první pohled Vás určitě zaujme výrazný rozdíl mezi predikovanými a odměřenými hodnotami. Ano, skutečně byl takto zásadní. PV systém byl v roce 2012 na objekt instalován dle dobových zvyklostí, tedy bez optimalizace spotřeby vs. výroba energie. Výsledkem bylo, že systém byl do objektu schopen dodat **pouze 12 %** z vyrobené energie a zbytek bez využití přetékal do sítě. V tu chvíli jedna kWh vyrobené energie stála uživatele domu 1,60 Kč oproti 2,40 Kč bez DPH při nákupu z distribuční sítě. Rozdíl minimální a výsledkem jsou vyšší náklady na užívání domu.

V roce 2013/14 byl systém doplněn o chytrý řídicí modul, pod názvem **juwi smartHome**. Tento komplexní regulační systém zajišťuje optimalizaci energetických toků tak, aby co možná největší procento z výroby bylo využito pro vlastní potřebu. V roce 2014 tak klesly náklady na provoz celého domu na 1/3 původních nákladů. Při porovnání maximální úspory to znamená úsporu **CO₂ ve výši 22,06 tun/rok**.



Obr. 6 Navýšení využitelnosti vyrobené el. energie pro vlastní potřebu mezi lety 2012 a 2014

ROZŠÍŘENÍ DOPORUČENÝCH ŘEŠENÍ

Pro investory byly nakonec vytipovány variantní řešení systému technického zařízení budov, které jsou vhodná pro objekty s nízkou potřebou tepla na vytápění a zejména pokud je objekt uzpůsoben pro žádost k dotačnímu titulu NZÚ 2015 pro hladinu B1/B2.

I. Systém pro objekty žádající o podporu v hladině B2

VAR 7. - Tepelné čerpadlo TCV 4.8 - TC (vzduch-voda) + ATREA Teplovzdušné vytápění s cirkulací DUPLEX RA4 – vč. chlazení + IZT650 TTS + krb s teplovodním výměníkem

VAR 3. - Tepelné čerpadlo TCA 3.1- (země-voda) + ATREA Teplovzdušné vytápění s cirkulací DUPLEX RA4 – vč. pasivního chlazení + IZT650 TTS + krb s teplovodním výměníkem

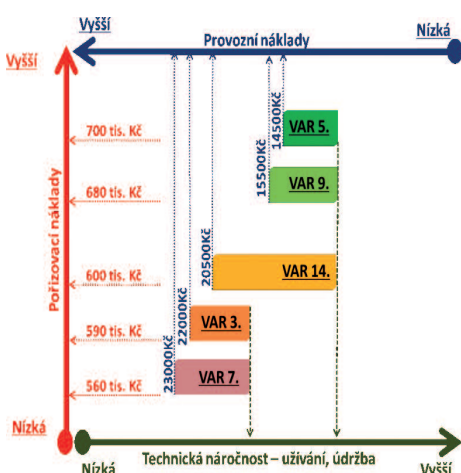
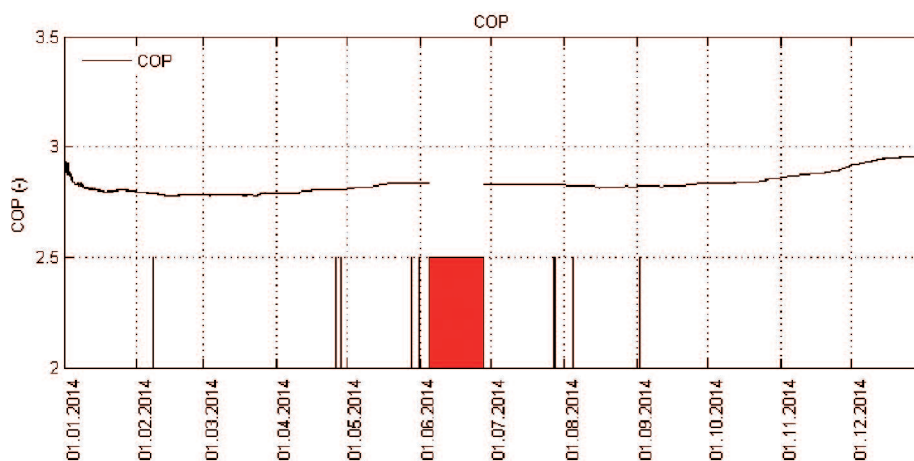
Tab. 7 Hodnoty vstupující do výpočtu pro př. 03

Příklad 03 - předpoklad		
Pokrytí UT - PV	[%]	10
Pokrytí TV - PV	[%]	75
Pokrytí domácnost - PV	[%]	55
Zisk dle možných osvitových podmínek	[kWh/rok]	6000 -7000
Pokrytí UT - krb	[%]	25
Pokrytí TV - krb	[%]	15
Účinnost systému	[%]	75
Pokrytí UT - IZT	[%]	65
Pokrytí TV - IZT	[%]	10
Měrná neobnovitelná primární energie	[kWh/m ² *rok]	45

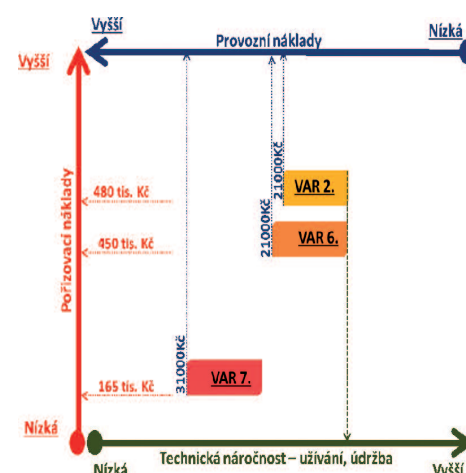
Tab. 8 Výstupní hodnoty spotřeby energie celého domu pro př. 03

Příklad 03 - srovnání		Měřené	Předpoklad
Provozní náklady	[kWh/rok]	2012: 11890	7380
		2014: 4280	
	[Kč/rok]	2012: 29437	18250
		2014: 10570	

Obr. 5 První hodnoty COP z celoročního provozu TČ pro příklad 02



Obr. 7 Znázornění jednotlivých doporučených variant pro NZÚ



Obr. 8 Znázornění jednotlivých doporučených variant bez podpory NZÚ

VAR 14. - Vytápění elektrickými přímotopy + oddělené větrání s rekuperací DUPLEX 370EC4.D, příprava TV v zásobníku s TČ (vzduch-voda) 300 I + krbová vložka s teplovodním výměníkem + FTV max. 4kWp vč. IZT 500 I

VAR 9. - Tepelné čerpadlo TCV 4.8 - TC (vzduch-voda) + ATREA Teplovzdušné vytápění s cirkulací DUPLEX RA4 – vč. chlazení + IZT650 TTS + FTV max. 4 kWp

VAR 5. - Tepelné čerpadlo TCA 3.1- (země-voda) + ATREA Teplovzdušné vytápění s cirkulací DUPLEX RA4 – vč. pasivního chlazení + IZT650 TTS + FTV max. 4 kWp

II. Systém NZÚ 2015 pro objekty bez podpory dotačních titulů

VAR 15. - Vytápění elektrickými přímotopy + oddělené větrání s rekuperací DUPLEX 370EC4.D, příprava TV v el. boileru 200 I

VAR 6. - Tepelné čerpadlo TCV 4.8 - TC (vzduch-voda) + ATREA Teplovzdušné vytápění s cirkulací DUPLEX RA4 – vč. chlazení + IZT650 TTS

VAR 2. - Tepelné čerpadlo TCA 3.1- (země-voda) + ATREA Teplovzdušné vytápění s cirkulací DUPLEX RA4 – vč. pasivního chlazení + IZT650 TTS

ZÁVĚR

Pro lepší rozhodování jaký systém do domu zvolit je potřebné udělat ten úplně první a nejzásadnější krok – provést stavbu domu v pasivním standardu. Pokud bude stavba energeticky efektivní, samotný systém je již ta pomyslná třesnička na dortu, ale i v jejím výběru budme obezřetní. Hodnoty predikované a skutečně dosažené při užívání mohou být značně odlišné. Pouhé „osázení“ celého povrchu střechy PV panely nemusí být ta správná cesta ke kvalitnímu výsledku, i když to tak v mnoha případech, zejména při honbě za čísly pro různé formy dotací, bývá.

V rámci doporučení optimální cesty se tato v případě většiny realizací bude dle mého názoru skrývat pod příkladem č. 02. Oproti příkladu č. 01 je zde výrazně lepší využití vložené investice, a oproti příkladu č. 03 nižší pořizovací náklady. Na otázku,

zda se v rámci úspory realizačních nákladů vyplatí volit systém č. 01, je z ověřených hodnot odpověď záporná. Nejenomže efektivnost vložené investice je nejnižší, rovněž získání vyšší státní podpory není možné. Systém v př. 03 je ideální volbou, pokud máme při startu realizace dostatečné finanční zajištění v takové výši, aby úspory z výnosů byly schopny pokrýt případné splátky úvěru.

SEZNAM OZNAČENÍ

TV	teplá voda	[-]
PV	fotovoltaický systém	[-]
UT	vytápění	[-]
TČ	tepelné čerpadlo	[-]
COP	topný faktor tepelného čerpadla	[-]
IZT-U	integrováný zásobník tepla pro přípravu UT i TV	[-]
CO ₂	oxid uhličitý	[-]

Specialista na větrání a rekuperaci tepla



SYSTÉMY PRO

• RODINNÉ DOMY, BYTY A BAZÉNY

Systémy větrání s rekuperací tepla, teplovzdušného vytápění a chlazení pro rodinné a bytové domy vč. systémů regulace.

DUPLEX Easy
DUPLEX EC4 / ECV4
DUPLEX R4
DUPLEX RDH4



DUPLEX RB4

• ZDROJE TEPLA

Zdroje tepla a chladu, integrované zásobníky tepla, tepelná čerpadla země-voda, vzduch-voda a vzduch-vzduch, stěnové topné panely.



Tepelné čerpadlo TCA 3.1

VÝHODY

- Systémy umožňující větrání, vytápění i chlazení objektů
- Vysoká účinnost zpětného zisku tepla až 95 %
- Použití nejlepších dostupných technologií – EC ventilátory, servopohon, rekuperační výměníky
- Univerzální a jednoduchá instalace a zapojení
- Možnost spolupráce s různými zdroji tepla, nebo chladu
- Vlastní digitální regulace, integrováný webserver
- Široká škála příslušenství
- Široká servisní síť v rámci celé ČR a SR