

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**Ekonomické hodnocení systémů vytápění a přípravy
teplé vody**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Bc. Adéla Křížková

Vedoucí práce:

doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.

2018/2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 19.5.2019

.....
Bc. Adéla Křížková

Poděkování

Děkuji doc. Ing. Michalu Kabrhelovi, Ph.D. za vedení mé práce, cenné rady a odborný dohled. Dále děkuji Ing. Martinu Šauerovi za konzultace a odbornou i psychickou podporu při psaní této práce.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bc. Křížková Jméno: Adéla Osobní číslo: 409762
Zadávací katedra: K125 Technická zařízení budov
Studijní program: Inteligentní budovy
Studijní obor: Inteligentní budovy

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Ekonomické hodnocení systému vytápění a přípravy teplé vody
Název diplomové práce anglicky: Economic evaluation of the heating and hot water generation system
Pokyny pro vypracování:
Výpočetní nástroj pro ekonomické hodnocení systému vytápění a přípravy teplé vody pro obytné budovy v závislosti na jejich energetické náročnosti.
Studie vybrané varianty vytápění rodinného domu. Zjednodušená projektová dokumentace se základními výpočty, výkresy a technickou zprávou.

Seznam doporučené literatury:
Daniels, Klaus: Technika budov - Příručka pro architekty a projektanty. Jaga 2003. ISBN 80-88905-60-5.

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Michal Kabrhel, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce: 20.2.2019 Termín odevzdání diplomové práce: 19.5.2019
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

20.2.2019

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

**Ekonomické hodnocení systémů vytápění a přípravy
teplé vody**

**Economic evaluation of the heating and hot water
generation system**

Abstrakt

Diplomová práce pojednává o řešení systémů vytápění a přípravy teplé vody v obytných budovách. Jsou zde shrnuty možnosti a zdroje informací při volbě těchto systémů a je vytvořen vlastní výpočetní nástroj pro jejich ekonomické hodnocení. Na konkrétních příkladech je pak zhodnocena ekonomická výhodnost několika kombinací zdrojů tepla v závislosti na energetické náročnosti dané budovy. V závěru práce je vypracována studie vytápění vybrané varianty rodinného domu.

Klíčová slova

Energetická náročnost budov, vytápění, příprava teplé vody, ekonomické hodnocení investic, zdroje energie, spotřeba energie

Abstract

This diploma thesis is about a heating system and hot water generation in the apartment buildings. There is a summary about possibilities and sources of information during selection of these systems and there is made own ICT tool for its economical evaluation. Economical advantageousness of some combination of heating sources in dependency on energy performances of the concrete building is evaluated in the concrete examples. At the end of this thesis there is elaborated study about the heating in chosen variant of the family house

Keywords

Energy performance of buildings, heating, hot water generation, economic evaluation, energy sources, energy consumption

Obsah

Úvod.....	10
1. Energetická náročnost budov.....	12
1.1. Vývoj energetiky budov v České republice.....	12
1.2. Ukazatele energetické náročnosti budov.....	14
1.3. Energetické standardy v ČR.....	16
1.3.1. Nákladově optimální úroveň (PENB).....	17
1.3.2. Nízkoenergetický standard.....	18
1.3.3. Budova s velmi nízkou energetickou náročností.....	18
1.3.4. Budova s téměř nulovou spotřebou energie.....	18
1.3.5. Pasivní standard.....	19
2. Spotřeba energie v obytných budovách.....	20
2.1. Vytápění.....	20
2.2. Příprava teplé vody.....	22
2.3. Ostatní energie.....	23
3. Volba zdroje energie pro obytné budovy.....	24
3.1. Kritéria výběru.....	24
3.2. Ekonomické hodnocení dle Vyhlášky č. 480/2012 Sb. [3].....	24
3.2.1. Čistá současná hodnota.....	25
3.2.2. Vnitřní výnosové procento a reálná doba návratnosti.....	25
3.3. Zdroje informací.....	26
3.3.1. Internetové články a diskuze.....	26
3.3.2. Výpočetní pomůcka na portálu TZB-info.....	27
4. Výpočetní nástroj.....	30
4.1. Představení nástroje.....	30
4.2. Vstupní hodnoty.....	31
4.3. Způsob výpočtu.....	33
4.4. Postup zadávání.....	34
4.5. Výstup.....	34
5. Ekonomické porovnání systémů vytápění a přípravy teplé vody v závislosti na energetické náročnosti budovy.....	37
5.1. Posuzované budovy.....	38

5.2. Požadavky na energetické standardy.....	40
5.3. Navržené systémy.....	41
5.4. Vstupní hodnoty.....	43
5.5. Výsledky a vyhodnocení.....	43
6. Studie vytápění rodinného domu.....	50
6.1. Metoda návrhu podlahového vytápění [32].....	50
6.2. Technická zpráva.....	53
6.2.1. Úvod.....	53
6.2.2. Podklady.....	53
6.2.3. Základní technické údaje.....	54
6.2.4. Zdroj tepla a ostatní zařízení.....	55
6.2.5. Otopná soustava.....	55
6.2.6. Otopné plochy.....	56
6.2.7. Regulace.....	56
6.2.8. Podmínky provozu.....	57
6.2.9. Montáž a uvedení do provozu.....	57
Závěr.....	59
Seznam použité literatury.....	60
Příloha A – návod k zadávání vstupních hodnot.....	65
Příloha B – přehled vstupních údajů.....	72
Příloha C – výsledky ekonomického hodnocení.....	97
Příloha D – tepelné ztráty místností.....	99
Příloha E – výkresová dokumentace.....	100

Úvod

Jednou z klíčových úloh při návrhu nové budovy je volba systému dodávky energie, zejména energie na vytápění a přípravu teplé vody. Při návrhu musíme zohlednit veškeré faktory ovlivňující provoz budovy, jako např. její účel, místní podmínky stavby, dostupnost zdrojů atd. Především investor pak samozřejmě požaduje co nejnižší náklady na pořízení a provoz daného systému.

Zejména v posledních deseti letech však musíme myslet i na další hledisko návrhu, a to hledisko ekologické. Současná legislativa klade důraz na pokrývání spotřeby energie v co největší míře z obnovitelných zdrojů a technologií, které tento požadavek řeší, stále přibývá. Mnoho projektantů, ale i investorů z řad neodborné veřejnosti, pak stojí před otázkou, jaký systém zásobování energií zvolit, aby vyhověl z hlediska ekologického, ale byl co nejpříznivější i z hlediska ekonomického.

V souvislosti s obnovitelnými zdroji energie jsou v poslední době nejčastěji skloňovány pojmy tepelné čerpadlo a solární panely. Tyto systémy využívají z velké části energii okolního prostředí, zejména slunce, vzduchu a půdy. Energie dodaná těmito systémy je tak velice levná a náklady na provoz budovy jsou velmi nízké, nejednoho uživatele však odradí vysoká pořizovací cena těchto systémů. Další možností ekologického zdroje tepla jsou kotle na biomasu, nejčastěji na kusové dřevo nebo dřevěné pelety. U těch je opět na zvážení poměrně vysoká pořizovací cena a v neposlední řadě také nároky na prostor pro skladování paliva.

Někteří uživatelé pak volí „klasiku“ v podobě plynových nebo elektrických kotlů. Plynový kotel se jeví jako velice výhodné řešení, jedná se o poměrně ekologický zdroj tepla a jeho cena se pohybuje již od několika desítek tisíc korun. Nesmíme ale zapomínat na nutnost vybudování plynové přípojky a komínu, tyto položky pořizovací náklady značně navyšují. V případě elektrokotle jsou pořizovací náklady opravdu nízké, otázkou ale je, jak se pak jeho provoz projeví v účtech za elektřinu. Jeho nevýhodou je pak zejména to, že samotný s největší pravděpodobností nevyhoví legislativním požadavkům z hlediska neobnovitelné energie, dodávka elektřiny ze sítě je velmi neekologická. Elektrokotel je proto většinou nutné doplnit dalším (ekologičtějším) zdrojem.

Takto bychom mohli pokračovat dál a dál, možností systémů dodávky energie do budovy je celá řada a každá má své výhody i nevýhody. Jaký systém je ale ten nejvýhodnější? Vráť se nám díky levnějšímu provozu investice do dražších systémů? Nebo se vyplatí co nejvíce šetřit při pořízení i za cenu dražšího provozu? Nejsou nízké provozní náklady jen planými sliby výrobců? Proč si jeden soused chválí ekonomický provoz tepelného čerpadla, zatímco druhý nedá dopustit na plynový kotel?

Odpověď na tyto otázky je prostá, systém, který by byl ideální pro všechny budovy a ve všech případech, jednoduše neexistuje. Vedle ceny paliva záleží ekonomická náročnost systému hlavně na množství energie, kterou daná budova spotřebuje. Tato spotřeba je dána velikostí budovy, způsobem jejího užívání, počtem osob, lokalitou a z podstatné části mírou zateplení objektu. Z uvedeného vyplývá, že každá budova spotřebuje jiné množství energie a pro každou tak může být výhodnější jiný systém dodávky energie. Jak ale tedy zjistit, který systém bude pro naši budovu ten nejvýhodnější?

Právě touto problematikou se zabývá tato diplomová práce, zaměřena je především na obytné budovy. Budou zde shrnuty nejčastěji používané systémy dodávky energie do obytných budov, tedy energie na vytápění, na přípravu teplé vody a energie na další provoz budovy. Dále budou shrnuty a zhodnoceny současně dostupné zdroje informací, na základě kterých se mohou uživatelé rozhodovat mezi jednotlivými systémy. Nemenší pozornost bude věnována také energetické náročnosti budov, která s volbou systému dodávky energie úzce souvisí.

Hlavním cílem práce je pak vytvoření vlastního výpočetního nástroje, pomocí kterého lze provádět ekonomické hodnocení systémů dodávky energie (především na vytápění a přípravu teplé vody) v závislosti na jeho energetické náročnosti. Díky tomuto nástroji bude možné jednoduše porovnat jednotlivé systémy pro libovolné obytné budovy. Funkce nástroje pak bude předvedena na třech obytných budovách s různou energetickou náročností, v rámci těchto budov bude porovnáno několik variant systémů vytápění a přípravy teplé vody.

Na závěr bude zpracována studie vytápění vybrané varianty rodinného domu, a to pro variantu, která vyjde z ekonomického hlediska nejvýhodněji. Bude proveden koncepční návrh zdroje tepla a otopné soustavy včetně zjednodušené výkresové dokumentace.

1. Energetická náročnost budov

1.1. Vývoj energetiky budov v České republice

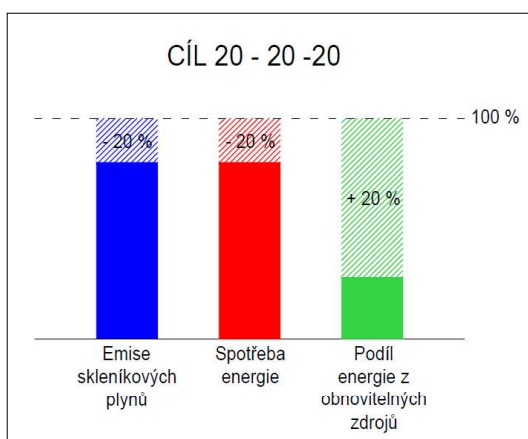
Téma hospodaření s energiemi řeší od listopadu roku 2000 zákon č. 406/2000 Sb. (zákon o hospodaření energií), v roce 2007 ho upravila vyhláška č. 148/2007 Sb. (vyhláška o energetické náročnosti budov). Tato vyhláška reaguje na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES (Energy Performance of Buildings Directive – EPBD). Jedná se o dokument, který podporuje snižování energetické náročnosti budov členských států Evropské unie, stanovuje požadavky na metodu výpočtu energetické náročnosti budov, požadavky na energetickou náročnost budov a energetickou certifikaci budov. V České republice byla tato směrnice impulsem k zavedení prvních průkazů energetické náročnosti budov (PENB), které řeší právě vyhláška č. 148/2007 Sb. [1], [2], [5]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY				
Typ budovy, místní označení			Hodnocení budovy	
Adresa budovy			stávající stav	po realizaci doporučení
Celková podlahová plocha:				
Měrná vypočtená roční spotřeba energie v kWh/m ² rok			XY	XY
Celková vypočtená roční dodaná energie v GJ			XY	XY
Podíl dodané energie připadající na:				
Vytápění	Chlazení	Větrání	Teplá voda	Osvětlení
%	%	%	%	%
Doba platnosti průkazu				
Průkaz vypracoval		Jméno a příjmení Osvědčení č.		

Obr. 1 - Grafická podoba PENB dle Vyhlášky č. 148/2007 Sb. [2]

V květnu roku 2010 vyšla směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU (EPBD II), jedná se o přepracování směrnice z roku 2002, kterým byla tato směrnice nahrazena. Cílem přepracované směrnice je snižování energetické náročnosti budov s ohledem na vnější klimatické a místní podmínky i požadavky na vnitřní mikroklimatické prostředí a efektivnost nákladů. V této směrnici se poprvé objevil

pojem „budova s téměř nulovou spotřebou energie“ (nZEB – nearly Zero Energy Building), tento pojem bude podrobně vysvětlen později. Členské státy měly zajistit, aby do konce roku 2018 byly nové budovy užívané a vlastněné orgány veřejné moci a do konce roku 2020 všechny nové budovy budovami s téměř nulovou spotřebou energie. Dalším důležitým bodem směrnice byl cíl „20 – 20 – 20“, tj. oproti roku 1990 do roku 2020 snížit o 20 % emise skleníkových plynů, snížit o 20 % spotřebu energie Unie a zvýšit podíl energie vyráběné z obnovitelných zdrojů na 20 %. Požadavky aktualizované směrnice byly implementovány do vyhlášky č. 78/2013 Sb. (vyhláška o energetické náročnosti budov), která nahradila vyhlášku č. 148/2007 Sb., a do vyhlášky č. 480/2012 Sb. (Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku). [1], [3], [4], [6]



Obr. 2 - Cíl 20-20-20 dle EPBD II [10]

Ve směrnici z roku 2010 byl mimo jiné stanoven požadavek na její vyhodnocení z hlediska zkušeností získaných během jejího uplatňování a z hlediska pokroku, jehož bylo dosaženo, a to nejpozději do 1.1.2017. Z výsledků tohoto přezkumu vyplynulo, že je nutné provést řadu změn, a proto byla v květnu 2018 vydána v pořadí třetí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2018/844/EU (EPBD III). Cílem směrnice je stanovení opatření, díky nimž bude možné do roku 2050 dosáhnout dlouhodobého cíle v oblasti emisí skleníkových plynů a která dekarbonizují fond budov. Zvláštní důraz je nově kladen na renovaci stávajících budov, a to tak, aby bylo co nejvíce stávajících budov transformováno na budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Pro naplnění cílů v oblasti energetické účinnosti by dle přezkumu bylo třeba provádět renovace průměrně 3 % budov ročně. Dalším cílem směrnice je podpora elektrických vozidel, která produkují méně emisí uhlíku, a tím přispívají k lepší kvalitě ovzduší. V rámci podpory by mělo dojít ke zjednodušení

procesu zavádění infrastruktury pro dobíjení elektrických vozidel, pro některé typy budov je pak předepsán požadavek na minimální počet dobíjecích stanic v závislosti na počtu parkovacích míst. V neposlední řadě se směrnice zabývá automatizací budov a digitalizací energetického systému. Pro možnost přizpůsobení provozu budov potřebám uživatele a zvýšení energetické účinnosti a celkové hospodárnosti budovy bude zaveden ukazatel připravenosti pro chytrá řešení. Požadavky této směrnice jsou členské státy povinné implementovat do právních a správních předpisů do 10.3.2020. Lze předpokládat, že stejně jako předchozí vydání, se i nová směrnice promítne do zákona č. 406/2000 Sb. a s ním souvisejících vyhlášek. [7]



Obr. 3 - Evropská směrnice nově podporuje elektromobilitu [11]

1.2. Ukazatele energetické náročnosti budov

Hlavním kritériem hodnocení energetické náročnosti budovy je množství energie potřebné pro její provoz. Jedná se především o energii na vytápění, chlazení, přípravu teplé vody, řízené větrání, umělé osvětlení, úpravu vlhkosti vzduchu a další. V současné době existuje několik energetických standardů, z nichž každý používá pro hodnocení energetické náročnosti různá kritéria. Jednotlivé standardy budou blíže popsány v kapitole 1.3.

V běžně zateplené budově (navržené podle doporučení tepelně-technických norem) tvoří zhruba třetinu veškeré potřeby energie potřeba tepla na vytápění, přičemž její výši lze významně ovlivnit již ve fázi návrhu. Společným kritériem pro všechny energetické standardy je proto právě potřeba tepla na vytápění, případně průměrný

součinitel prostupu tepla obálky budovy. Tyto parametry spolu velmi úzce souvisí – čím lépe bude budova zateplena (tzn. čím menší bude průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy), tím menší bude její potřeba tepla na vytápění. Některé standardy stanovují požadavky pouze na jeden z těchto parametrů, některé definují oba. Liší se samozřejmě také požadované hodnoty uvedených parametrů. Některé standardy kromě průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy stanovují také maximální hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.

Dalším požadavkem některých energetických standardů je použití systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Při tomto způsobu větrání dochází oproti přirozenému větrání k výrazně nižším tepelným ztrátám a tím ke snížení potřeby tepla na vytápění.

Kromě větrání dochází k dalším tepelným ztrátám také netěsnostmi v obálce budovy (infiltrací). Z tohoto důvodu stanovují některé standardy také požadavek na neprůvzdušnost obálky budovy n_{50} [h^{-1}]. Tato hodnota vyjadřuje podíl objemu vzduchu, který proudí netěsnostmi v obálce budovy při tlakovém rozdílu 50 Pa, vůči celkovému objemu vnitřního vzduchu. Na rozdíl od ostatních požadavků nelze tento výpočtově postihnout a jeho splnění je nutné prokázat měřením po realizaci stavby (např. tzv. blower-door testem).

Vedle množství energie dodané do budovy je třeba také sledovat, z jakých zdrojů je energie získávána. Cílem je, aby byla významná část dodané energie pokryta z obnovitelných zdrojů, např. biomasy, slunce, země či vzduchu, a aby spotřeba primární neobnovitelné energie byla co nejnižší. Druhým rozhodujícím kritériem pro většinu standardů je proto spotřeba primární neobnovitelné energie. Pro její výpočet se používá faktor neobnovitelné primární energie F [-], který vyjadřuje podíl mezi energií vynaloženou na její výrobu a distribuci vůči energii skutečně dodané. Tento termín je nejčastěji vysvětlován na příkladu uhelné elektrárny, kdy je potřeba vytěžit a dopravit uhlí, spalováním z něj s určitou účinností vyrobit elektřinu a tu poté distribuovat do místa spotřeby. K získání 1 kWh energie jsou tak třeba zhruba 3 kWh, faktor primární neobnovitelné energie je tedy roven 3. Vzhledem k různým technologiím výroby a odlišným místním podmínkám mohou být faktory primární neobnovitelné energie v různých zemích odlišné. Pro Českou republiku jsou hodnoty stanoveny ve vyhlášce č. 78/2013 Sb.

Tab. 1 - Faktory neobnovitelné primární energie pro ČR [4]

Energonositel	F [-]
zemní plyn	1,1
černé uhlí	1,1
hnědé uhlí	1,1
propan-butan/LPG	1,2
topný olej	1,2
elektřina	3,0
dřevěné peletky	0,2
kusové dřevo, dřevní štěpka	0,1
energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0,0
elektřina – dodávka mimo budovu	-3,0
teplo – dodávka mimo budovu	-1,0
soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů	0,1
soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem obnovitelných zdrojů	0,3
soustava zásobování tepelnou energií s 50% a nižším podílem obnovitelných zdrojů	1,0
ostatní neuvedené energonositele	1,2

Některé standardy mají požadavky vyjádřeny konkrétní číselnou hodnotou, jiné však pro hodnocení používají tzv. referenční budovu. Jedná se o budovu, jejíž rozměry a tvarové řešení, poloha a velikost prosvětlovacích konstrukcí, umístění, orientace ke světovým stranám a způsob užívání jsou shodné s budovou navrhovanou, přičemž je uvažováno s referenčními vlastnostmi konstrukcí a technických systémů. Požadavek je pak vyjádřen procentuálním snížením daného parametru vůči referenční budově.

1.3. Energetické standardy v ČR

V souladu s evropskou směrnicí (EPBD) je zákonem č. 406/2000Sb. vyžadován energetický standard na tzv. nákladově optimální úrovni. Od roku 2020 bude vyžadován nový energetický standard, tzv. budovy s téměř nulovou spotřebou energie (nZEB). Ve stavební praxi se však setkáváme i s dalšími energetickými standardy, které budou popsány níže. Na některé standardy je možné žádat i dotační podporu od Státního fondu životního prostředí. [1]

1.3.1. Nákladově optimální úroveň (PENB)

V současné době je průkaz energetické náročnosti nejpoužívanější a jediný legislativně závazný nástroj pro hodnocení energetické náročnosti budov. Pomocí jednotlivých kritérií se budova zařadí do energetické třídy A – G, kdy A je nejušpornější třída, G je nejméně úsporná. Hodnoceními kritérii jsou celková dodaná energie, tedy energie na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti, přípravu teplé vody a osvětlení, dále neobnovitelná primární energie a průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy. Požadavky pro jednotlivé třídy jsou stanoveny pomocí referenční budovy, aby byla budova z hlediska energetické náročnosti vyhovující, musí spadat nejhůře do třídy C (úsporná budova). Dále je nutné splnit požadavek na průměrnou hodnotu součinitele prostupu tepla obálkou budovy U_{em} a případně další parametry.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY
Vydání podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodářské energii, a vyhlášky č. xxx/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: _____
 PSČ, místo: _____
 Typ budovy: _____
 Plocha obálky budovy: _____ m²
 Objemový faktor tvaru A/V: _____ m³/m²
 Celková energeticky vztažená plocha: _____ m²

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

	Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Výř. provozu budovy na životní prostředí)
	Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)	
A Mírně až neúsporná	XXX	XXX
B Velmi úsporná	XXX	XXX
C Úsporná	XXX	XXX
D Neúsporná	XXX	XXX
E Neobnovitelná	XXX	XXX
F Velmi neobnovitelná	XXX	XXX
G Mírně až neobnovitelná	XXX	XXX
Hodnoty pro celou budovu kWh/m ²	XX,X	XX,X

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input checked="" type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střešní:	<input checked="" type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input checked="" type="checkbox"/>
Přípravu teplé vody:	<input checked="" type="checkbox"/>
Osvětlení:	<input checked="" type="checkbox"/>
Jiné:	<input type="checkbox"/>

PODÍL ENERGO NOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu kWh/m²

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
A	Dop.					
B		Dop.				
C	XXX					
D						
E		XX				
F						
G						
Hodnoty pro celou budovu kWh/m ²	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X

Zpracovatel: _____ Osvědčení č.: _____
 Kontakt: _____ Vyhotoveno dne: _____
 Podpis: _____

Obr. 4 - Grafická podoba průkazu energetické náročnosti budovy [4]

Případy, kdy je nutné opatřit průkaz energetické náročnosti budovy, jsou uvedeny v zákoně č. 406/2000 Sb., jeho podoba a způsob provedení je definován v nařízení vlády č. 78/2013 Sb. Od roku 2013 musí mít průkaz energetické náročnosti všechny obytné, veřejné a administrativní budovy při jejich prodeji, pronájmu nebo větších stavebních úpravách (při pronájmu ucelené části budovy až od roku 2016). Průkaz musí mít také některé stávající užívané budovy. [1]

1.3.2. Nízkoenergetický standard

Vůbec prvním energetickým standardem používaným v České republice je nízkoenergetický standard, jeho definici najdeme např. v ČSN 730540 2. Budova v nízkoenergetickém standardu je budova, jejíž měrná potřeba tepla na vytápění nepřekračuje hodnotu 50 kWh/(m²rok). Jedná se o jediný požadavek tohoto standardu a při současné kvalitě zateplovacích systémů není obtížné jej dodržet. Vzhledem k tomu, že tento standard není v České republice závazný a nevztahují se na něj žádné dotační programy, používá se jen zřídka a lze předpokládat jeho postupný zánik. [24]

1.3.3. Budova s velmi nízkou energetickou náročností

S tímto pojmem se setkáváme především v souvislosti s dotačním programem Nová zelená úsporám (NZÚ). Tento standard se nejvíce blíží pasivnímu standardu a často je takto nepřesně označován, liší se však způsob výpočtu i některé požadavky. Pro účely dotačního programu jsou budovy rozděleny do tzv. dotačních oblastí (B.0, B.1 a B.2 pro rodinné domy a B.1 pro bytové domy). Pro každou dotační oblast jsou definovány požadavky na součinitele prostupu tepla, a to na průměrné hodnoty pro obálku budovy i na jednotlivé konstrukce. Dále jsou stanoveny číselné požadavky na měrnou neobnovitelnou primární energii a pro některé oblasti i měrnou roční potřebu tepla na vytápění. Všechny budovy s velmi nízkou energetickou náročností pak musí být vybaveny systémem nuceného větrání se zpětným získáváním tepla a splňovat požadavek na neprůvzdušnost obálky budovy a nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období. Splnění výše uvedených požadavků se dokládá průkazem energetické náročnosti budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. nebo energetickým posudkem dle vyhlášky č. 480/2012 Sb. [13], [14]

1.3.4. Budova s téměř nulovou spotřebou energie

Budova s téměř nulovou spotřebou energie (z angličtiny zkráceně nZEB – nearly Zero Energy Building) je závazným energetickým standardem, který od roku 2020 musí splnit všechny nové budovy a stávající budovy při větších stavebních úpravách. Jedná se o budovu s velmi nízkou spotřebou energie, která je z velké části pokryta z obnovitelných zdrojů. Budova s téměř nulovou spotřebou energie je definována pouze dvěma parametry – průměrným součinitelem prostupu tepla obálkou budovy

a neobnovitelnou primární energií. Oba tyto požadavky jsou stanoveny v závislosti na referenční budově.

Povinnost stavět budovy jako budovy s téměř nulovou spotřebou energie je dána směrnicí Evropského parlamentu a rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov, požadavky této směrnice jsou do české legislativy implementovány prostřednictvím novely zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií. Způsob hodnocení a parametry výpočtu jsou stanoveny ve vyhlášce č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. [1], [4], [6]

1.3.5. Pasivní standard

V souvislosti s energetickou náročností je pasivní budova v posledních letech často skloňovaný pojem. Většinou je však za pasivní budovu nesprávně považována budova splňující podmínky dotačního programu NZÚ, tedy budova s velmi nízkou energetickou náročností. Jaké parametry musí skutečně splňovat pasivní budova, je stanoveno např. v Technických normalizačních informacích (TNI 73 0329 a TNI 73 0330) a německým Passivhaus Institutem, tzv. metodou PHPP (passivhaus-projektierungspaket). Obě tyto metodiky řeší mj. potřebu tepla na vytápění, neprůvzdušnost obálky budovy, maximální teplotu vzduchu v interiéru i primární neobnovitelnou energii, liší se však způsob výpočtu a okrajové podmínky. Hlavním rozdílem v těchto metodikách je stanovení energeticky vztažené plochy, kdy TNI stejně jako ostatní české energetické standardy stanovují plochu z vnějších rozměrů včetně všech vnitřních stěn, kdežto PHPP ji stanovuje z vnitřních rozměrů. Požadavky na pasivní dům dle metodiky PHPP budou proto vždy o něco přísnější než dle TNI. [15], [16]

V praxi se lze setkat i s dalšími standardy, jako např. energeticky nulová budova, plusová budova, budova energeticky nezávislá a další. Žádný z výše uvedených však není v České republice legislativně zakotven a nevztahují se na ně žádné dotační programy, jejich užívání je tedy v současné době méně časté až výjimečné.

2. Spotřeba energie v obytných budovách

Splnění výše uvedených požadavků na energetickou náročnost budovy lze mj. docílit správnou volbou systému zásobování energií. V závislosti na kvalitě obálky budovy, resp. na jejich tepelných ztrátách, je třeba navrhnout systém vytápění, který zejména při zimních teplotách zajistí tepelnou pohodu v budově. Možností, jak takový systém může vypadat, je mnoho, jak z hlediska použitého energonositele, tak z hlediska zdroje energie, přenosového média i distribuční soustavy. Kromě energie na vytápění zaujímá nemalou část celkové spotřeby také energie na přípravu teplé vody a spotřeba elektrické energie na ostatní provoz budovy (větrání, osvětlení atd.).

2.1. Vytápění

Způsobů, jak zajistit vytápění budovy, je celá řada a byly již mnohokrát popsány v odborné literatuře. Volba systému vytápění závisí kromě tepelných ztrát budovy také na jejím účelu, jiný systém použijeme v malém rodinném domě, jiný systém zajistí vytápění velké průmyslové haly. V úvahu je také nutné vzít veškeré souvislosti navrhované budovy (místní podmínky, velikost objektu, počet osob v budově apod.) Pojdme si nyní shrnout nejčastější možnosti vytápění obytných budov, zejména pak rodinných domů.

Možnosti energonositelů:

- paliva (zemní plyn, kusové dřevo, dřevní štěpka, dřevěné pelety)
- energie prostředí (solární energie, energie vzduchu, vody, země)
- elektřina ze sítě

Možnosti zdrojů tepla:

- kotle (plynové, elektrokotle, kotle na biomasu)
- krby a krbová kamna (samostatné, s teplovodním výměníkem)
- fotovoltaické panely
- fototermické panely
- tepelná čerpadla (vzduch/voda, země/voda, vzduch/vzduch)
- elektrické přímotopy (elektrická otopná tělesa, sálavé panely)

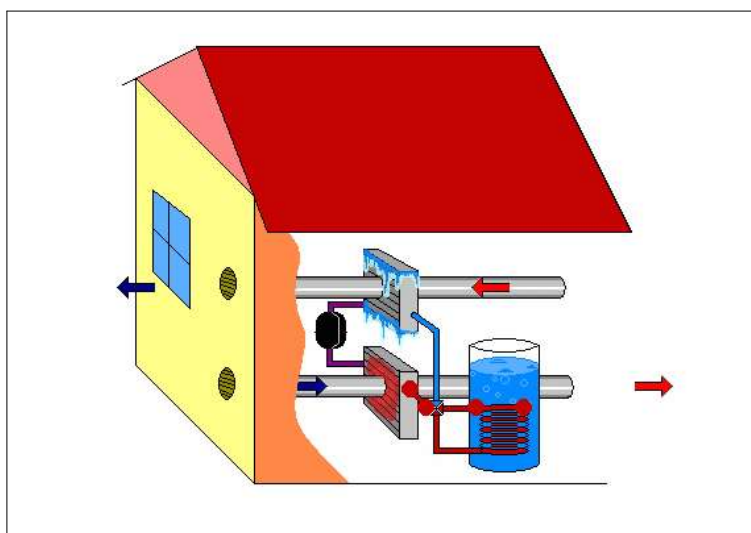
Možnosti distribučního média:

- voda
- vzduch
- přímo zdrojem

Možnosti otopných soustav:

- plošné vytápění (podlahové, stropní, stěnové)
- otopná tělesa (desková, trubková)
- vzduch

Všechny uvedené systémy byly již mnohokrát popsány včetně zhodnocení jejich výhod i nevýhod. Poněkud specifickým a dosud ne úplně známým systémem vytápění je tzv. aktivní rekuperace. Její princip je nejlépe patrný z následujícího obrázku.



Obr. 5 - Systém aktivní rekuperace [17]

Aktivní rekuperace funguje v principu jako dvě tepelná čerpadla – vzduch/voda a vzduch/vzduch. Chladný vzduch z exteriéru je přiváděn do kondenzátoru, kde je ohříván na požadovanou teplotu. Ohřev je zajištěn teplým vzduchem, který je vypouštěn z místnosti, ne však přímo, jako je tomu u pasivní rekuperace, ale principem tepelného čerpadla vzduch/vzduch. V systému obíhá chladivo, které ve výparníku odebere teplo odpadnímu vzduchu, v kompresoru se stlačí (čímž opět vzroste jeho teplota) a v kondenzátoru předá teplo přívodnímu vzduchu. Pomocí expanzního ventilu pak dojde k navýšení objemu chladiva a tím dalšímu snížení jeho teploty, chladivo pokračuje opět do výparníku a celý cyklus se opakuje. V letním

období lze systém provozovat opačně a přírodní vzduch tak chladit. V obou případech systém ohřívá i užitkovou vodu v zásobníku (principem čerpadla vzduch/voda), dochází tak k maximálnímu využití energie z vyměňovaného vzduchu.

Ohřátý vzduch přiváděný do budovy pokryje část spotřeby tepla na vytápění, při nízkých venkovních teplotách ale na plnohodnotné vytápění nestačí a je třeba ho doplnit dalším zdrojem tepla. Na trhu existují i systémy, kde je do jednotky instalováno ještě jedno tepelné čerpadlo vzduch/voda, které zajišťuje ohřev vody pro teplovodní vytápění. Technicky se jedná o dva samostatné zdroje, mnoho uživatelů ale jistě ocení kompaktnost tohoto systému a značnou úsporu místa. [17]

2.2. Příprava teplé vody

Energie na přípravu teplé vody tvoří nemalou část z celkové spotřebované energie, její podíl je vysoký zejména u objektů s kvalitním zateplením obálky budovy. Spotřeba energie na přípravu teplé vody je dána především počtem osob a požadovanou teplotou výstupní vody. Stejně jako u vytápění platí, že způsob přípravy teplé vody se bude lišit v závislosti na účelu objektu, zde se budeme opět zabývat pouze objekty obytnými.

Z hlediska energonositelů máme pro přípravu teplé vody stejné možnosti, jako pro vytápění (viz kap. 2.1), zdroje tepla lze využít rovněž stejně jako pro vytápění, samozřejmě s výjimkou přímotopných zdrojů. V praxi je poměrně časté, že zdroj tepla pro vytápění slouží zároveň pro ohřev teplé vody. Zároveň je ale možné využít oddělených systémů, např. tepelné čerpadlo pouze pro přípravu teplé vody či systém aktivní rekuperace bez přidaného čerpadla pro vytápění. Rovněž fotovoltaické a fototermické systémy budou využity především pro přípravu teplé vody, vzhledem k tomu, že nejvíce energie produkují ve slunečných letních dnech, kdy není třeba objekt vytápět.

Kromě energonositele a zdroje tepla lze systémy pro přípravu teplé vody dělit ještě dle způsobu ohřevu, a to na akumulární a průtočný. V budovách pro trvalý pobyt jsou vhodné systémy s akumulárním ohřevačem vody, průtočný ohřev najde využití zejména v rekreačních objektech s nárazovým užíváním.

Při návrhu vhodného systému je opět nutné vzít v úvahu konkrétní podmínky navrhované budovy.

2.3. Ostatní energie

Kromě energie na vytápění a na přípravu teplé vody je v budovách spotřebovávána energie na ostatní provoz, např. osvětlení, chlazení, nucené větrání, pomocné systémy, elektrické spotřebiče atd. Tyto energie nejsou hlavním předmětem práce, ale z hlediska energetického ani ekonomického hodnocení je nelze opomenout, se spotřebou energie na vytápění a na přípravu teplé vody často úzce souvisí.

Volbou určitých zdrojů energie pro vytápění a přípravu teplé vody je možné dosáhnout úspor i ostatních energií. Např. při použití fotovoltaických panelů je vyrobená energie použita primárně na osvětlení a elektrické spotřebiče, až poté na ohřev vody. Dojde tedy k výrazným úsporám za elektřinu, kterou bychom bez použití fotovoltaického systému museli dodat ze sítě. Při použití tepelného čerpadla máme zase nárok na nižší tarif elektřiny, a to nejen na provoz čerpadla, ale celé domácnosti.

3. Volba zdroje energie pro obytné budovy

3.1. Kritéria výběru

Možnosti zdrojů energie pro obytné budovy byly popsány v předchozí kapitole. Nyní se pojdme zaměřit na to, jaká kritéria bychom měli při výběru zdroje zohlednit.

Prvním a nejdůležitějším kritériem je výkon zdroje. Na základě vlastností obálky budovy, způsobu větrání, počtu osob a dalších parametrů je třeba stanovit roční spotřebu energie na vytápění, na přípravu teplé vody a na ostatní provoz budovy. Navržené zdroje pak musí tyto spotřeby spolehlivě pokrýt. Dále je třeba, aby byla velká část těchto spotřeb pokryta z obnovitelných zdrojů. S ohledem na neobnovitelnou primární energii například není možné veškerou energii do budovy dodávat z elektrické sítě, i kdyby to bylo ekonomicky nejvýhodnější.

Výběr zdroje je třeba přizpůsobit podmínkám stavby – jestli je v dané lokalitě dostupné palivo (plyn, dřevo), jestli nebude zdroj obtěžovat okolí (hluk tepelného čerpadla), jestli je na pozemku dostatek prostoru pro zemní kolektory, jestli mám v objektu nebo na pozemku dostatečný prostor pro skladování paliva atd. Rovněž je třeba zohlednit životnost navrženého systému, jeho obslužnost a samozřejmě také preference investora.

Posledním důležitým kritériem je ekonomická náročnost systému. Při výběru je třeba počítat nejen s pořizovacími náklady na samotný zdroj energie, ale také se všemi souvisejícími náklady. K ceně zdroje je třeba přičíst náklady na veškeré příslušenství, na montáž systému, případně na plynovou přípojku a komín či zemní práce pro položení plošných kolektorů apod. Dále je nutné zohlednit provozní náklady, a to nejen cenu a spotřebu energie, ale také náklady na údržbu, revize a opravy zdroje. Způsobů, jak hodnotit ekonomickou náročnost investice, je několik.

3.2. Ekonomické hodnocení dle Vyhlášky č. 480/2012 Sb. [3]

Pro energetické posudky jsou metody ekonomického hodnocení stanoveny ve Vyhlášce č. 480/2012 Sb. Tyto metody budou podrobně popsány v následujících odstavcích.

3.2.1. Čistá současná hodnota

Čistá současná hodnota (zkráceně NPV – Net Present Value) je rozhodující kritérium pro ekonomické hodnocení investic. Je definována jako současná hodnota všech peněžních toků za dobu životnosti projektu a vypočítá se dle následujícího vzorce:

$$NPV = \sum_{t=1}^{Tz} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN \quad (1)$$

kde:

NPV	[Kč/roky]	čistá současná hodnota
T_z	[roky]	doba životnosti projektu
CF_t	[Kč]	změna peněžních toků po realizaci projektu
$r^{1)}$	[-]	diskont
$(1+r)^{-t}$	[-]	odúročitel
IN	[Kč]	investiční výdaje projektu

¹⁾ Pro energetické posudky se stanovuje hodnota diskontního činitele ve výši 1,04.

Investice je tím výhodnější, čím vyšší je její čistá současná hodnota. V případě, že investujeme do zdroje energie v novostavbě, bude čistá současná hodnota této investice vždy záporná (investujeme do pořízení zdroje a následně platíme za jeho provoz). V tomto případě budeme volit variantu, jejíž čistá současná hodnota je nejméně v mínusu.

3.2.2. Vnitřní výnosové procento a reálná doba návratnosti

Jedním z doplňujících kritérií pro ekonomické hodnocení investic je kritérium vnitřní výnosové procento (IRR – Internal Rate of Return). Jeho hodnota udává relativní výnosnost projektu, tedy kolik procent na daném projektu vyděláme, zvážíme-li časovou hodnotu peněz. Matematická definice vyjadřuje vnitřní výnosové procento jako hodnotu diskontu, při níž je čistá současná hodnota investice rovna nule:

$$\sum_{t=1}^{Tz} CF_t \cdot (1+IRR)^{-t} - IN = 0 \quad (2)$$

kde:

IRR	[%]	vnitřní výnosové procento
-------	-----	---------------------------

Druhým doplňujícím kritériem je reálná doba návratnosti. Jedná se o dobu, za kterou se nám vrátí investice do projektu. Vyjádřeno matematicky, jedná se o dobu, při které je čistá současná hodnota investice rovna nule:

$$\sum_{t=1}^{T_{sd}} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN = 0 \quad (3)$$

kde:

T_{sd} [roky] reálná doba návratnosti

Jak je z definic patrné, kritéria vnitřní výnosové procento a reálná doba návratnosti nelze použít pro všechny typy investic. Oba předpokládají, že na začátku projektu je investice a v průběhu projektu výnosy, které po určité době výši investice překročí. Toto nastane např. v případě investice do zateplení objektu, kdy nejprve vynaložíme finanční prostředky na zateplovací systém a v dalších letech díky němu dochází k úsporám energie na vytápění. Po určité době součet těchto úspor přesáhne výši počáteční investice, o této době pak mluvíme jako o reálné době návratnosti.

V případě, že investujeme do zdroje energie do novostavby, neočekáváme, že se nám investice někdy vrátí. Čistá současná hodnota této investice bude vždy záporná a vnitřní výnosové procento ani reálná doba návratnosti zde neexistuje. Čistá současná hodnota je v tomto případě jediným univerzálně použitelným kritériem pro ekonomické hodnocení investic.

3.3. Zdroje informací

3.3.1. Internetové články a diskuze

V dnešní době je naprosto běžné, že většinu informací hledáme na internetu, v případě systémů vytápění a přípravy teplé vody tomu není jinak. Stačí do vyhledávače zadat např. „čím vytápět“ nebo „jaký zvolit zdroj tepla“ a prohlížeč nám nabídne nespočet informací a článků o různých systémech. Mezi těmito informacemi je však třeba pečlivě vybírat a odlišovat fakta od planých slibů výrobců.

Internetové články, zejména články výrobců konkrétních systémů, jsou často velmi zavádějící. Autoři článku zpravidla vyzdvihnou všechny výhody „jejich“ systému, ale možné nevýhody již nezmíní. Například výrobce elektrického podlahového vytápění láká zákazníky na nízké pořizovací náklady, vyvrací domněnky o tom, že vytápění

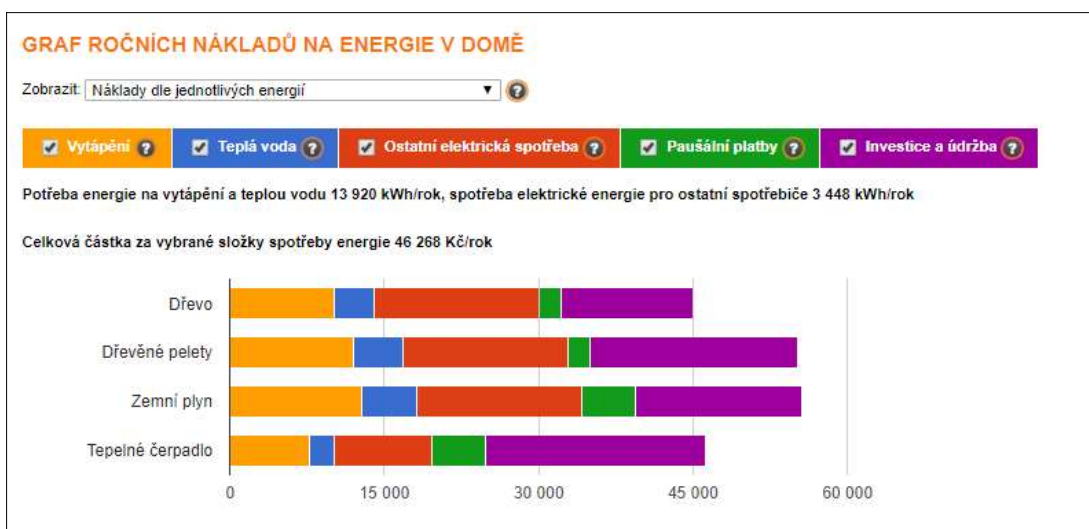
elektřinou je drahé (s vysvětlením, že v dobře zatepleném domě je jsou provozní náklady na vytápění elektřinou minimální) a slibuje bezobslužný a bezúdržbový provoz. Všechna tato tvrzení mohou být pravdivá, ale je opomenut fakt, že při použití pouze elektrického vytápění daný objekt s velkou pravděpodobností nevyhoví požadavkům na maximální spotřebu primární neobnovitelné energie. Elektrické vytápění je pak nutné doplnit o další zdroj, který využívá energii z obnovitelných zdrojů (např. fotovoltaické panely). O nákladech na pořízení a provoz takového zdroje už se však v článku nedočteme. Stejně tak výrobce tepelných čerpadel typu vzduch – voda bude zdůrazňovat jeho levný provoz a relativně nízké pořizovací náklady (ve srovnání např. s čerpadlem typu země – voda), nezmíní se však o problematice hluku venkovní jednotky a s ním spojených nákladech – hluková studie, akreditované měření hluku, případné náklady na protihluková opatření apod. Je třeba si uvědomit, že internetové články nejsou vždy zcela objektivní a často se z nich dozvíme jen poloviční pravdu.

Dalším pomocníkem při výběru zdroje energie jsou více či méně odborné internetové diskuze. Zde se dočteme informace o nejrůznějších systémech a zkušenostech s jejich pořizováním a provozem. Na jednu stranu jsou tyto diskuze užitečným doplňkem k internetovým článkům, protože běžní uživatelé nám na rozdíl od výrobců prozradí i možná úskalí a nevýhody jejich řešení. Na druhou stranu je nutné počítat s tím, že systém, který je ideální pro určitý objekt, nemusí být vhodný pro objekt jiný. V nezateplené budově může být nejlevnější vytápění např. plynem, kdežto v budově navržené v nízkoenergetickém standardu může být výhodnější tepelné čerpadlo. Významnou roli hraje také dostupnost paliva v dané lokalitě (dřevo, plyn), způsob užívání objektu nebo počet osob v domácnosti. Stejně tak je tomu např. na různých portálech o bydlení, kde si autoři vyberou konkrétní dům a na něm ukazují porovnání několika zdrojů energie. Toto porovnání sice může být objektivní, ale opět platí pouze pro daný dům a nelze ho vztáhnout na domy jiné.

3.3.2. Výpočetní pomůcka na portálu TZB-info

V současnosti asi nejpoužívanějším volně dostupným nástrojem pro ekonomické porovnání zdrojů energie je on-line kalkulačka portálu TZB - info - „Porovnání nákladů na vytápění, teplou vodu a elektrickou energii“. Výpočet umožňuje porovnání pořizovacích a provozních nákladů při použití různých zdrojů energie. Uživatel si do

kalkulačky zadá všechny potřebné údaje pro výpočet – informace o lokalitě, tepelných ztrátách objektu, způsobu ohřevu teplé vody a spotřebě elektřiny spotřebičů. Dále si navolí, jaké zdroje energie chce porovnávat a kalkulačka mu vypočítá roční náklady na energii v domě. Velkou výhodou této kalkulačky je, že orientační náklady na spotřebu energie si v ní může spočítat i laik s minimem vstupních informací. Veškeré hodnoty jsou zde přednastaveny, a tak není třeba zjišťovat ceny energií, ceny jednotlivých zdrojů apod. Pro přesnější hodnocení je pak možné všechny hodnoty zadat konkrétně podle daného případu. Většina zadávacích polí je opatřena poznámkou s nápovědou a podrobnými informacemi, co a jak se do daného pole zadává, uživatel tak může během krátké chvíle porovnat až patnáct různých zdrojů, a to bez odborných znalostí a zkušeností. Výstup z kalkulačky pak může vypadat např. takto:



Obr. 6 - Grafický výstup z kalkulačky TZB-info [9]

Kalkulačka TZB-info je velice šikovným nástrojem pro rychlé a jednoduché porovnání zdrojů energie, má však několik poměrně zásadních nedostatků. Prvním z nich je samotná metoda výpočtu. Kalkulačka sečte jednotlivé pořizovací náklady a vydělí je dobou jejich životnosti, přičte roční náklady na údržbu, opravy a paušální platby. Dále vezme roční spotřebu paliva a vynásobí ji jeho cenou. Celkové roční náklady pak stanoví jako součet těchto hodnot. Co do výpočtu není zahrnuto, je nárůst provozních nákladů v čase. Těžko lze předpokládat, že cena energií bude po celou dobu životnosti systému stejná. Dále je opomenuta možnost investice do jiného projektu, tzv. náklady ušlé příležitosti. Za předpokladu, že chceme systém pořídit z vlastních zdrojů, musíme zvážit hodnotu peněz, které ušetříme v případě nižší

investice. Nevynaložené prostředky můžeme investovat do jiného projektu s určitou výnosností nebo je uložit na spořicí účet, kde budou v čase zhodnocovány. Pro případ, že si na realizaci systému musíme půjčit, chybí naopak započítání úroků z úvěru.

Velkým minusem je chybějící možnost zadat fotovoltaické a fototermitické systémy. V dnešní době, kdy je kladen velký důraz na čerpání energie z obnovitelných zdrojů a roste poptávka po nezávislých zdrojích energie, je nutné s těmito systémy počítat.

Zejména se solárními systémy souvisí další nedostatek, kterým je možnost porovnávat mezi sebou pouze jednotlivé zdroje, kalkulačka neumožňuje porovnávat jejich kombinace. Nejedná se jen o solární systémy (které bez dalšího zdroje prakticky nelze použít), ale třeba o vytápění plynovým kotlem doplněné o krb s teplovodním výměníkem. V praxi lze jednotlivé zdroje kombinovat v mnoha variantách a ty kalkulačka neumí vyhodnotit.

Nepraktické je také to, že podobné typy zdrojů jsou schované v jednom rolovacím menu a lze z něj vybrat pouze jeden. Nemáme tedy možnost porovnat např. tepelné čerpadlo typu vzduch/voda s čerpadlem typu země/voda (pokud bychom chtěli tyto zdroje porovnat, musíme každý zadat do zvláštního formuláře a výsledky pak porovnávat mezi dvěma grafy, což je nepřehledné). Stejně tak nelze porovnat dva stejné zdroje s odlišnými vlastnostmi (jiné pořizovací náklady, jiný výkon, jiný topný faktor atd.). [9]

4. Výpočetní nástroj

4.1. Představení nástroje

S cílem eliminovat nedostatky uvedené v předchozí kapitole byl vytvořen výpočetní nástroj pro ekonomické hodnocení systémů vytápění a přípravy teplé vody. Tento nástroj umožňuje zadat jakékoliv kombinace zdrojů energie a otopných soustav a vypočítat jejich ekonomickou náročnost v časovém horizontu od 1 do 20 let. Nástroj je určen především pro projektanty a energetické specialisty, vzhledem k jeho návaznosti na další specializované programy není vhodný pro laickou veřejnost. Pokud však máme od specialisty k dispozici vypočtené roční spotřeby energií a procenta jejich pokrytí jednotlivými zdroji, poradíme si s ekonomickým výpočtem i bez hlubších znalostí dané problematiky.

Pomocí nástroje je možné porovnat až 10 variant systémů vytápění a přípravy teplé vody. Mezi sebou lze porovnávat jak různé zdroje energie, tak zdroje stejného typu s různými vlastnostmi (cena, výkon atd.). V rámci jednotlivých variant lze porovnávat různé typy otopných soustav, stejně tak jako uvažovat všude stejnou otopnou soustavu a porovnávat tak pouze zdroje energie. Ve výpočtu je možné zohlednit různé systémy větrání, není problém porovnat např. variantu s přirozeným větráním, variantu se systémem pasivní rekuperace a variantu se systémem aktivní rekuperace. Nástroj tedy umí pracovat s nespočtem kombinací systémů s nejrůznějšími vlastnostmi.

Do editoru je možné zadat konkrétní hodnoty pořizovacích i provozních nákladů, ceny energií i vlastnosti použitých systémů. Čím více konkrétních hodnot známe, tím přesnější je výsledné hodnocení. Při zadávání zdrojů energie je možné využít katalogy produktů s předvyplněnými cenami dle podkladů výrobců. Katalogy jsou k dispozici u všech zdrojů s výjimkou fotovoltaických a fototerických panelů, kde jejich výkon záleží na mnoha aspektech (úhel sklonu, natočení na světové strany aj.) a nelze jej univerzálně stanovit. Tyto zdroje je proto nutné zadávat vždy konkrétně.

Ekonomické hodnocení je provedeno metodou čisté současné hodnoty, ve výpočtu je tedy zahrnuta hodnota peněz v čase. Rovněž je možné zohlednit, zda danou investici pokryjeme z vlastních zdrojů nebo si na ni musíme vzít úvěr, případně kombinace obou možností. V případě úvěru je samozřejmě zohledněna výše úroku. V neposlední řadě je od počáteční investice možné odečíst případnou dotaci.

4.2. Vstupní hodnoty

Důležitým údajem pro stanovení provozních nákladů je roční spotřeba energie objektu – zvláště se zadává spotřeba energie na vytápění, na přípravu teplé vody a na ostatní provoz (osvětlení, nucené větrání atd.). Vzhledem k tomu, že pro účely energetického hodnocení není uvažováno s elektrickými spotřebiči, ale v reálném provozu je běžně užíváme, je možné tyto spotřebiče do formuláře zvláště zadat. Příkony spotřebičů je možné zadat nebo použít přednastavené průměrné hodnoty, viz tab. 2.

Tab. 2 - Průměrné příkony spotřebičů [9]

Spotřebič	Příkon [W]
Elektrický sporák	2000
Elektrická trouba	2000
Rychlovarná konvice	2000
Mikrovlnná trouba	600
Kombinovaná chladnička	120
Chladnička	120
Mraznička	120
Myčka na nádobí	650
Pračka	600
Sušička	750
Žehlička	2000
Tv	70
Pc	80
Internet (modem, router)	10
Fén	1000

Dalším krokem je nadefinování zdrojů energie, kterými budou tyto spotřeby pokryty. U fotovoltaických nebo fototermických systémů je třeba zadat jejich výkon. U ostatních zdrojů musíme stanovit, kolik procent spotřeby energie daný zdroj pokryje. Např. u krbu bez teplovodního výměníku lze předpokládat pokrytí spotřeby tepla na vytápění ve výši 20 %, zbylých 80 % musí pokrýt jiný zdroj. Poměr pokrytí jednotlivými zdroji lze vyčíst z ČSN 73 0331, případně stanovit na základě dosavadních zkušeností.

Vedle spotřeby energie jsou pro porovnání jednotlivých systémů rozhodující pořizovací náklady a ceny energií. Při zadávání pořizovacích nákladů je třeba

započítat nejen cenu samotného zdroje, ale také související náklady např. na montáž, stavební připravenost apod. Z hlediska provozních nákladů zase nesmíme opomenout všechny revize, opravy a údržbu systému.

Do kalkulačky je také možné zadat pořizovací náklady na otopnou soustavu. V případě, že uvažujeme ve všech variantách stejnou otopnou soustavu, není nutné náklady na její pořízení uvažovat. Pokud ale srovnáváme např. elektrické podlahové vytápění (kde zdroj tepla zároveň plní funkci otopné soustavy) s plynovým kotlem a teplovodním vytápěním, je nutné náklady na otopnou soustavu započítat. Obdobně je tomu při použití systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla. Pokud uvažujeme ve všech variantách stejný systém větrání, není třeba jej do výpočtu zadávat. Pokud ale srovnáváme vytápění pomocí aktivní rekuperace s jakýmkoli jiným zdrojem, je třeba k němu přičíst náklady na rekuperaci pasivní (případně jiný systém nuceného větrání).

Do ekonomického porovnání variant vstupuje také výše úroku z případného úvěru. Je tedy třeba zadat, jestli a případně kolik si musíme na pořízení systému půjčit a jaká bude roční procentní sazba nákladů (RPSN). Poslední (volitelnou) položkou je výše případné dotace, tu opět není nutné zadávat v případě, že je pro všechny varianty stejná.

Jak již bylo zmíněno, všechny buňky se vstupními údaji jsou editovatelné a je možné počítat s libovolnými hodnotami. Pro počáteční fáze projektu, kdy ještě nejsou vstupní údaje známe, nebo pro rychlé orientační hodnocení, jsou v editoru přednastavené průměrné hodnoty cen energií, nákladů na údržbu, diskontního činitele, ročního nárůstu provozních nákladů a doby životnosti (hodnocení). Diskontní činitel a doba hodnocení jsou dány vyhláškou č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku – diskontní činitel 1,04 a doba hodnocení 20 let. Roční nárůst provozních nákladů je přednastaven na hodnotu 3 %. Ostatní hodnoty byly stanoveny z informací od výrobců zdrojů a dodavatelů energií. Pro každý zdroj a každý energonositel bylo osloveno 3 – 5 výrobců a dodavatelů v ČR, ze získaných informací pak byly vypočteny průměrné ceny a náklady, viz tab. 3. Samotný zdroj lze pak vybrat z katalogů, které jsou k dispozici v příslušných kartách jednotlivých zdrojů včetně cen uváděných výrobcí (ceny jsou uvedeny vč. DPH ve výši 15 %).

Tab. 3 - Průměrné ceny energonositelů a náklady na údržbu

Zdroj	Ergonositel	Cena za kWh [Kč]	Roční náklady na údržbu a opravy [Kč]
Plynový kotel	zemní plyn	1,4	1 800
Elektrokotel	elektřina	4,0	700
Kotel na pelety	dřevěné pelety	1,2	1 500
Kotel na kusové dřevo	kusové dřevo	0,9	1 500
Kotel na dřevní štěpku	dřevní štěpka	0,7	1 500
Krb	kusové dřevo	0,9	1 100
Krb s teplovodním výměníkem	kusové dřevo	0,9	1 700
Tepelné čerpadlo vzduch/voda	elektřina	2,8	1 500
Tepelné čerpadlo země/voda	elektřina	2,8	0
Fotovoltaické panely	-	-	1 000
Fototermické panely	-	-0,2 ¹⁾	1 000
Aktivní rekuperace ²⁾	elektřina	2,8	2 900
Centrální zásobování teplem	teplá voda	2,3	0
Elektrické přímotopy	elektřina	4,0	0
Elektrické plošné vytápění	elektřina	4,0	0

¹⁾ při exportu elektřiny do sítě

²⁾ kompaktní jednotka pro vytápění i přípravu teplé vody

4.3. Způsob výpočtu

Výpočet je proveden dle vyhlášky č. 480/2012 Sb., tedy metodou čisté současné hodnoty (viz. kap. 3.2). Doba hodnocení je přednastavena na 20 let, ale je možné ji snížit podle vlastních potřeb. Delší dobu hodnocení výpočet neumožňuje (po 20 letech je již velmi nejistá životnost systémů a vývoj cen energií).

Nástroj nejprve vypočítá provozní náklady za první rok, v dalších letech jsou pak náklady sčítány diskontovaně. Cena paliva spotřebovaného za jeden rok se vypočte jako součin roční spotřeby energie a ceny příslušného paliva za kWh. V případě, že je zadáno více zdrojů s různými palivy, je cena vypočtena jako vážený průměr podle procent pokrytí spotřeb jednotlivými zdroji. Kromě spotřebovaného paliva jsou do provozních nákladů zahrnuty i náklady na údržbu systému a úrok z případného úvěru.

Poněkud specifický je výpočet v případě fotovoltaických a fototermických systémů. U nich nestanovujeme podíl, jakým pokryjí spotřebu energie, ale jejich výkon je od této spotřeby odečten. Princip výpočtu je lépe pochopitelný z konkrétního příkladu.

Uvažujme objekt se spotřebou energie na přípravu teplé vody 5 000 kWh/rok. Pro ohřev teplé vody použijeme solární termické panely o výkonu 2 000 kWh/rok v kombinaci s elektrokotlem (cena elektřiny 4 Kč/kWh). Výpočetní nástroj vezme spotřebu energie a odečte od ní výkon solárních panelů, zbylá spotřeba (která bude pokryta elektrokotlem) se vynásobí cenou elektřiny a výsledkem je roční cena spotřebované energie (tedy $(5\ 000 - 2\ 000) \cdot 4 = 1200$ Kč/rok).

U fototermických systémů se uvažuje s využitím jejího výkonu primárně na přípravu teplé vody, až v případě přebytku na vytápění. U fotovoltaiky je její výkon primárně využit na ostatní provoz budovy (osvětlení, spotřebiče...), v případě přebytku pak na ohřev teplé vody a výjimečně na vytápění (k tomuto dochází velmi zřídka, vzhledem k tomu, že výkon fotovoltaiky je nejvyšší v době, kdy nepotřebujeme objekt vytápět). Zejména v letních slunečných dnech, kdy je výkon fotovoltaiky vysoký, nemusí budova veškerou vyrobenou energii využít. V tomto případě exportuje přebytky energie za určitou cenu do elektrické sítě, cena exportované energie je od ročních nákladů odečtena. Druhou možností je akumulace přebytků energie do baterie, vzhledem k jejím vysokým pořizovacím nákladům je však její použití méně časté.

4.4. Postup zadávání

Podrobný návod pro zadání všech vstupních hodnot včetně příkladů s obrázky je uveden v příloze A.

4.5. Výstup

Výstupem nástroje je součet všech nákladů souvisejících s pořízením a provozem zadaných systémů za dobu jejich životnosti. Jak bylo vysvětleno v kapitole 3.2, čistá současná hodnota (jejíž metodou je výpočet proveden) by byla vždy záporná. Výsledky výpočtu jsou proto uvedeny nikoliv jako součet peněžních toků, ale jako součet veškerých nákladů. Jsou tedy kladné a vyjadřují všechny prostředky vynaložené na danou variantu (matematicky se jedná o opačné hodnoty NPV). Nejvýhodnější je samozřejmě varianta s nejnižším součtem nákladů.

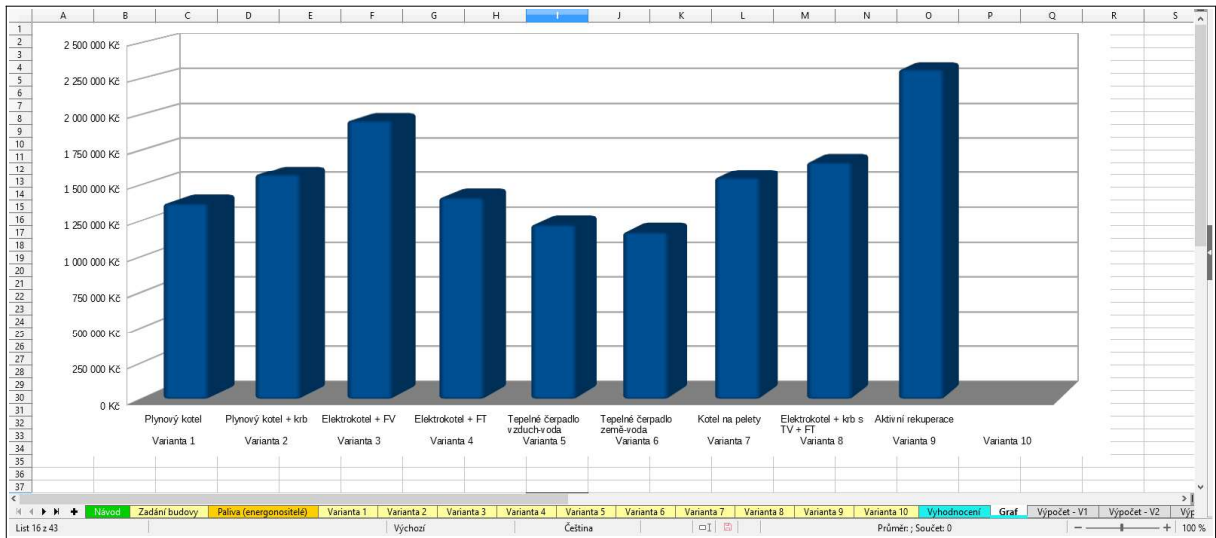
Roční náklady jednotlivých variant a jejich součty za dobu životnosti jsou zobrazeny v kartě „Vyhodnocení“. Pro vyhodnocení jsou rozhodující součty nákladů za dobu životnosti, tyto součty jsou uvedeny v modrých buňkách. Zeleně je pak zvýrazněna nejméně výhodná varianta, tedy varianta s nejvyšším součtem nákladů.

Doba hodnocení je zde přednastavena na 20 let, lze ji ale snížit podle potřeby. Pokud v některých variantách počítáme s úvěrem, je třeba ohlídat, že v době hodnocení bude již úvěr splacen (hodnocení v době, kdy máme před sebou ještě několik splátek, by bylo zavádějící a nesprávné). K tomuto účelu jsou pod buňkami s výsledky přidány šedé buňky, ve kterých je uvedena doba splácení jednotlivých variant (vypočtená dle zadaných parametrů úvěru) a případně upozornění, že je doba hodnocení kratší než doba splácení úvěru a variantu nelze v této době hodnotit.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1						Celkové roční náklady						
2		Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6	Varianta 7	Varianta 8	Varianta 9	Varianta 10	
3	Rok	Plynový kotel	Plynový kotel + krb	Elektrokotel + FV	Elektrokotel + FT	Teplé čerpadlo vzduch-voda	Teplé čerpadlo země-voda	Kotel na pelety	Elektrokotel + krb s TV + FT	Aktivní rekuperace		
4	0 (investice)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	115 852	116 936	123 078	118 780	104 605	100 782	115 559	125 947	105 357	0	
6	2	117 061	118 197	124 524	120 097	105 496	101 559	116 779	127 478	106 271	0	
7	3	119 347	119 497	126 014	121 462	106 415	102 359	119 036	129 057	107 213	0	
8	4	91 347	120 835			107 361	103 184	119 331	127 104	108 183	0	
9	5	46 114	122 214			108 335	104 033	120 664	122 038	109 182	0	
10	6	47 498	119 511			85 311	104 907	122 038	59 201	110 211	0	
11	7	48 923	50 217			35 493	57 472	59 657	60 877	111 271	0	
12	8	50 390	51 723			36 558	31 856	50 030	62 806	112 362	0	
13	9	51 902	53 275			37 654	32 812	51 531	64 690	113 487	0	
14	10	53 459	54 873			38 784	33 796	53 076	66 631	114 645	0	
15	11	55 063	56 519			39 947	34 810	54 669	68 630	115 838	0	
16	12	56 715	58 215			41 146	35 854	56 309	70 689	117 067	0	
17	13	58 416	59 961			42 380	36 930	57 998	72 810	118 332	0	
18	14	60 169	61 760			43 652	38 038	59 738	74 994	119 636	0	
19	15	61 974	63 613			44 961	39 179	61 530	77 244	120 979	0	
20	16					46 302	40 354	63 376	79 561	122 362	0	
21	17					47 682	41 565	65 277	81 948	123 786	0	
22	18					49 109	42 812	67 277	84 398	125 253	0	
23	19					50 582	44 096	69 372	86 914	126 764	0	
24	20					52 101	45 419	71 530	89 507	128 321	0	
25												
26												
27												
28												
29												
30												
31												
32	Předpokládaná životnost	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6	Varianta 7	Varianta 8	Varianta 9	Varianta 10	
33	20	1 372 140 Kč	1 675 207 Kč	1 958 134 Kč	1 434 081 Kč	1 225 964 Kč	1 115 317 Kč	1 563 416 Kč	1 668 137 Kč	2 316 518 Kč		
34	Doba splácení úvěru	4	6	9	3	6	7	7	4	>20	0	
35	Kontrola											POZOR - doba životnosti je kratší než doba splácení úvěru - nelze hodnotit

Obr. 7 - Vyhodnocení

Přehledný grafický výstup se součty nákladů za dobu životnosti jednotlivých variant je zobrazen v kartě „Graf“.



Obr. 8 - Grafický výstup

5. Ekonomické porovnání systémů vytápění a přípravy teplé vody v závislosti na energetické náročnosti budovy

Jak již bylo několikrát řečeno, neexistuje jeden univerzální systém, který by byl vhodný do všech obytných budov, ať už z hlediska ekonomického, technologického či provozního. Na několika příkladech bude nyní ukázáno, jak se mění ekonomická výhodnost různých systémů v závislosti na energetické náročnosti budovy.

Pro ukázkou byly vybrány tři objekty – menší rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu, větší rodinný dům pro šestičlennou rodinu a bytový dům s 24 byty. Pro tyto objekty budou navrženy obvodové konstrukce tak, aby splňovaly požadavky na různé energetické standardy - budovy s téměř nulovou spotřebou energie a budovy s velmi nízkou energetickou náročností dle dotačního programu Nová zelená úsporám (podoblast B.0, B.1 a B.2 pro rodinné domy a podoblast B.1 pro bytové domy). Celkem bude tedy uvažováno 10 variant:

- malý rodinný dům ve standardu nZEB
- malý rodinný dům ve standardu B.0
- malý rodinný dům ve standardu B.1
- malý rodinný dům ve standardu B.2
- velký rodinný dům ve standardu nZEB
- velký rodinný dům ve standardu B.0
- velký rodinný dům ve standardu B.1
- velký rodinný dům ve standardu B.2
- bytový dům ve standardu nZEB
- bytový dům ve standardu B.1

Do těchto budov pak bude navrženo několik variant zdrojů tepla pro vytápění a přípravu teplé vody opět tak, aby splňovaly požadavky jednotlivých standardů (na primární neobnovitelnou energii). Navržené varianty pak budou v rámci jednotlivých energetických standardů porovnány z hlediska ekonomické výhodnosti.

5.1. Posuzované budovy

Posuzované budovy a jejich parametry jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 4 - Posuzované budovy

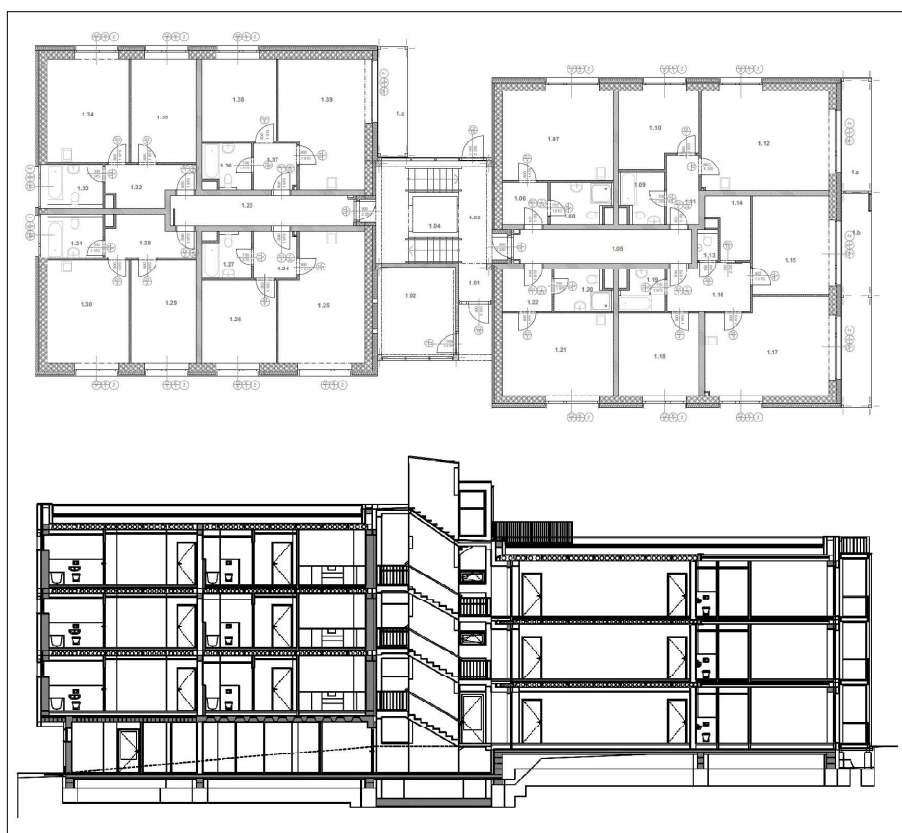
	Malý rodinný dům	Velký rodinný dům	Bytový dům
Počet podlaží	2	2	3
Dispozice	5+1	6+1	-
Zastavěná plocha	109 m ²	207 m ²	m ²
Obestavěný prostor	701 m ²	1287 m ²	m ²
Užitná plocha	154 m ²	341 m ²	m ²
Počet bytů	1	1	24
Počet osob	4	6	48



Obr. 9 - Malý rodinný dům [12]



Obr. 10 - Velký rodinný dům [12]



Obr. 11 - Bytový dům [10]

5.2. Požadavky na energetické standardy

V následujících tabulkách jsou uvedeny požadované parametry pro posuzované budovy v jednotlivých energetických standardech.

Tab. 5 - Požadavky na malý rodinný dům

Sledovaný parametr	nZEB	B.0	B.1	B.2
E_A [kWh/m ² rok]	-	-	≤ 20	≤ 15
$E_{pN,A}$ [kWh/m ² rok]	≤ 125	≤ 107 ¹⁾	≤ 90	≤ 60
U [W/m ² K]	-	≤ U_{rec}	≤ U_{pas}	≤ U_{pas}
U_w [W/m ² K]	-	-	-	-
U_{em} [W/m ² K]	≤ 0,28	≤ 0,28	0,22	0,22
n_{50} [1/h]	-	≤ 1,0 ²⁾	≤ 0,6 ²⁾	≤ 0,6 ²⁾
$\theta_{ai,max}$ [°C]	-	≤ 27 ³⁾	≤ 27 ³⁾	≤ 27 ³⁾
ZZT	ne	ano	ano	ano

Tab. 6 - Požadavky na velký rodinný dům

Sledovaný parametr	nZEB	B.0	B.1	B.2
E_A [kWh/m ² rok]	-	-	≤ 20	≤ 15
$E_{pN,A}$ [kWh/m ² rok]	≤ 153	≤ 120	≤ 90	≤ 60
U [W/m ² K]	-	≤ U_{rec}	≤ U_{pas}	≤ U_{pas}
U_w [W/m ² K]	-	-	-	-
U_{em} [W/m ² K]	≤ 0,36	≤ 0,36	0,22	0,22
n_{50} [1/h]	-	≤ 1,0 ²⁾	≤ 0,6 ²⁾	≤ 0,6 ²⁾
$\theta_{ai,max}$ [°C]	-	≤ 27 ³⁾	≤ 27 ³⁾	≤ 27 ³⁾
ZZT	ne	ano	ano	ano

Tab. 7 - Požadavky na bytový dům

Sledovaný parametr	nZEB	B.1
E_A [kWh/m ² rok]	-	≤ 15
$E_{pN,A}$ [kWh/m ² rok]	≤ 136	≤ 90
U [W/m ² K]	-	-
U_w [W/m ² K]	-	≤ U_{pas}
U_{em} [W/m ² K]	≤ 0,34	≤ 0,34
n_{50} [1/h]	-	≤ 0,6 ²⁾
$\theta_{ai,max}$ [°C]	-	≤ 27 ³⁾
ZZT	ne	ano

Vysvětlivky k tabulkám:

E_A	[kWh/m ² rok]	měrná roční potřeba tepla na vytápění
$E_{pN,A}$	[kWh/m ² rok]	měrná neobnovitelná primární energie
U	[W/m ² K]	součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici
U_w	[W/m ² K]	součinitel prostupu tepla výplně otvoru ve stěně a strmé střeše z vytápěného do venkovního prostředí kromě dveří
U_{em}	[W/m ² K]	průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy
n_{50}	[1/h]	průvzdušnost obálky budovy po dokončení stavby
$\theta_{ai,max}$	[°C]	nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období
ZZT	[-]	povinná instalace systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla

¹⁾ Dle požadavků dotačního programu Nová zelená úsporám je pro tuto podoblast požadována maximální hodnota 120 kWh/m²rok, v daném případě je ale přísnější požadavek pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie (v tomto případě 107 kWh/m²rok), který je od roku 2020 nutné splnit vždy

²⁾ Splnění požadavku se prokazuje měřením

³⁾ Dle metodického pokynu se požadavek považuje za splněný v případě, že jsou všechna okna na jižní, jihozápadní, západní, jihovýchodní a východní straně opatřena vnějšími aktivními stínícími prvky, výpočet v takovém případě nemusí být doložen [14]

5.3. Navržené systémy

Existuje nespočet možností, jak nakombinovat zdroje tepla. Pro ukázkou bylo vybráno následujících 10 variant zdrojů tepla, ve všech variantách je uvažováno teplovodní podlahové vytápění.

- kondenzační plynový kotel
- kondenzační plynový kotel + krb (pouze u rodinných domů)
- elektrokotel + fotovoltaické panely
- elektrokotel + fototermické panely (pouze u bytového domu)
- elektrokotel + fototermické panely + krb s teplovodním výměníkem (pouze u rodinných domů)
- tepelné čerpadlo typu vzduch/voda + elektrická topná patrona
- tepelné čerpadlo typu země/voda + elektrická topná patrona
- kotel na pelety
- aktivní rekuperace + elektrická topná patrona (pouze u rodinných domů)
- centrální zásobování teplem (pouze u bytového domu)

V souladu s ČSN 73 0331 je uvažováno s pokrytím spotřeby tepla na vytápění krbem ve výši 20 %, v případě krbu s teplovodním výměníkem je uvažováno s 50% pokrytím spotřeby tepla na vytápění i přípravu teplé vody.

Elektrická topná patrona u tepelných čerpadel a aktivní rekuperace slouží jako záložní zdroj v případě poruchy nebo extrémních zimních teplot. Ze zkušenosti je jejich podíl na celkové spotřebě tepla uvažován 5 % v případě aktivní rekuperace a tepelného čerpadla vzduch/voda, v případě tepelného čerpadla země/voda pak pouze 1 %.

V některých případech nebylo možné navrhnout zdroje tak, aby byl splněn požadavek na primární neobnovitelnou energii. Jedná se zejména o standard budovy s velmi nízkou energetickou náročností v podoblasti B.2, kdy je požadavek na primární neobnovitelnou energii poměrně přísný a nelze jej s použitím některých zdrojů v daném případě splnit. Dále toto nastává při použití elektrokotle v kombinaci s fotovoltaickými nebo fototermickými panely. V některých případech by bylo pro splnění požadavku na primární neobnovitelnou energii potřeba větší množství panelů, než je možné na objekt umístit. Varianty, ve kterých nebyl splněn požadavek na primární neobnovitelnou energii, byly z hodnocení vyloučeny. Přehled uvažovaných variant je uveden v následující tabulce (křížek znamená, že je s touto variantou ve výpočtu uvažováno).

Tab. 8 - Přehled variant

Varianta	Malý RD				Velký RD				BD	
	nZEB	B.0	B.1	B.2	nZEB	B.0	B.1	B.2	nZEB	B.1
Plynový kotel	x	x	x		x	x	x		x	
Plynový kotel + krb	x	x	x		x	x	x			
Elektrokotel + FV			x	x			x	x		x
El. kotel + FT									x	x
El. kotel + FT + krb s TV	x	x	x	x	x	x	x			
TČ vzduch/voda	x	x	x		x	x	x		x	
TČ země/voda	x	x	x		x	x	x		x	x
Kotel na pelety	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Aktivní rekuperace		x	x			x	x			
CZT									x	x

5.4. Vstupní hodnoty

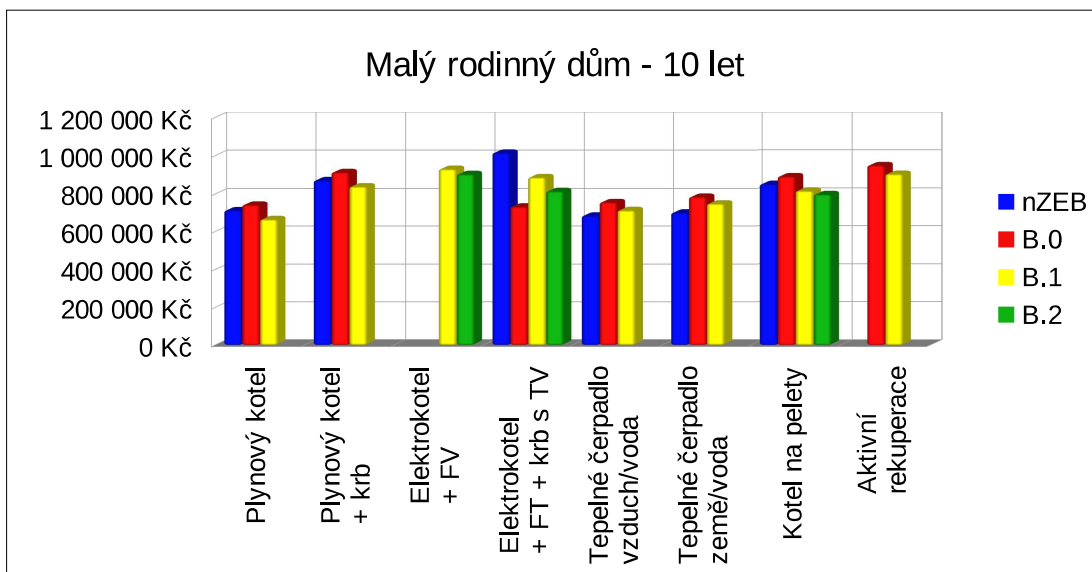
Ve výpočtu byly uvažovány současné průměrné ceny energií a průměrné náklady na údržbu systémů dle tab. 3. Do výpočtu jsou zahrnuty běžné domácí elektrické spotřebiče (jejich příkon, resp. spotřeba energie, je uvažována dle tab. 2). V souladu s syhláškou č. 480/2012 Sb. je doba hodnocení 20 let, pro srovnání byl výpočet proveden i pro životnost 10 a 15 let. Do výpočtu nejsou zahrnuty případné dotace. Vzhledem k tomu, že jsou mezi sebou vždy porovnávány budovy ve stejném energetickém standardu (a tedy se stejnou výší případné dotace), nemá tato položka na hodnocení vliv. Ze stejného důvodu není do výpočtu zahrnuta otopná soustava (ve všech variantách je uvažována stejná). Pro všechny varianty je uvažováno se 100% pokrytím investice z úvěru s roční procentní sazbou nákladů 8 %. Hodnota diskontního činitele je v souladu s vyhláškou č.480/2012 Sb. uvažována 1,04, roční nárůst provozních nákladů 3 %.

Konkrétní navržené výrobky a jejich pořizovací náklady jsou uvedeny v tabulkách v příloze B. Jedná se o nabídky jednotlivých dodavatelů a zahrnují veškeré náklady související s pořízením zdrojů (zdroj tepla, příslušenství, montáž atd.) [31]. V těchto tabulkách jsou rovněž uvedeny požadované a vypočtené hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla, měrné potřeby tepla na vytápění a měrné primární neobnovitelné energie. Nakonec jsou zde uvedeny vypočtené spotřeby energie, které dále vstupují do výpočtu. Jde tedy o ucelený přehled všech variant a vstupních hodnot, které jsou pro hodnocení potřeba.

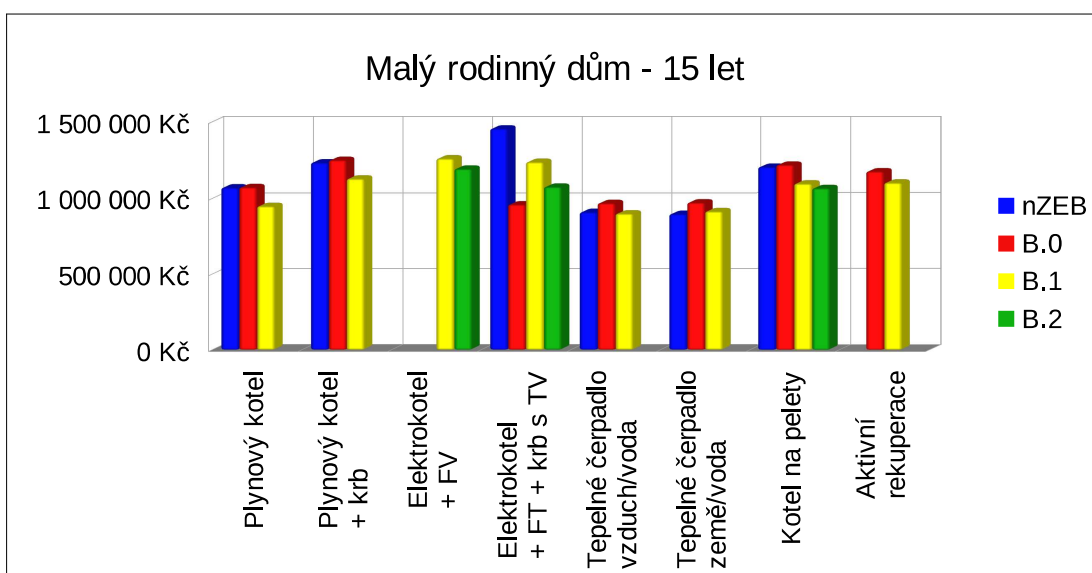
Výpočty součinitele prostupu tepla, potřeby tepla na vytápění, primární neobnovitelné energie a dílčích spotřeb energie byly provedeny v programu Deksoft (moduly Energetika, Tepelná technika 1D a Fotovoltaika) dle podkladů [18] - [30]

5.5. Výsledky a vyhodnocení

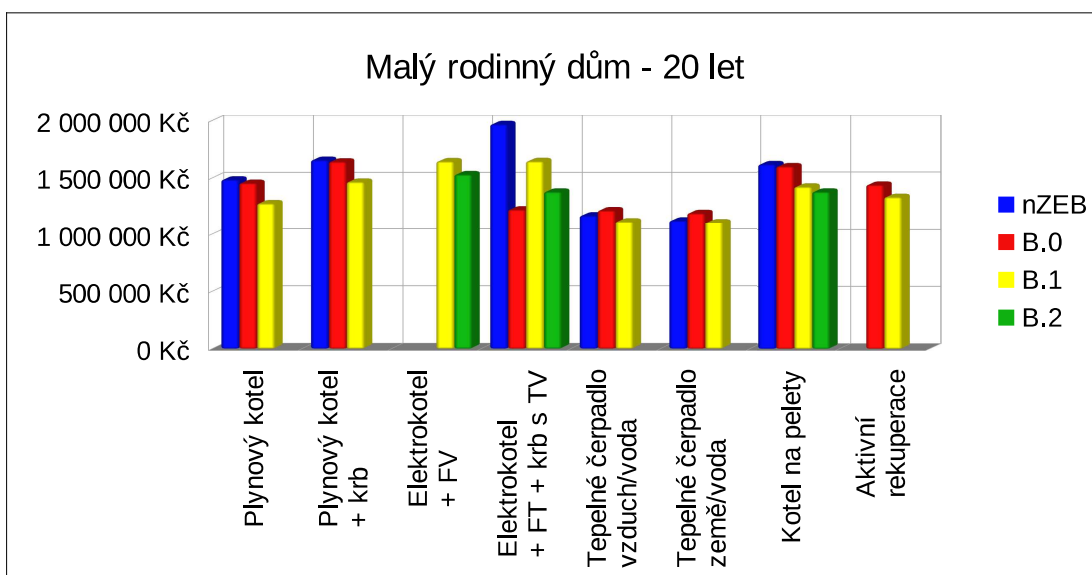
Výsledky výpočtů jsou patrné z následujících grafů, podrobné vypočtené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách v příloze C. Jedná se o součty veškerých nákladů vynaložených za danou variantu za dobu životnosti. V tabulkách 9 a 10 je pak uveden přehled „vítězných“ variant v rámci hodnocených objektů a energetických standardů. V obou tabulkách jsou totožné údaje, pro účel hodnocení jsou však odlišně seřazeny.



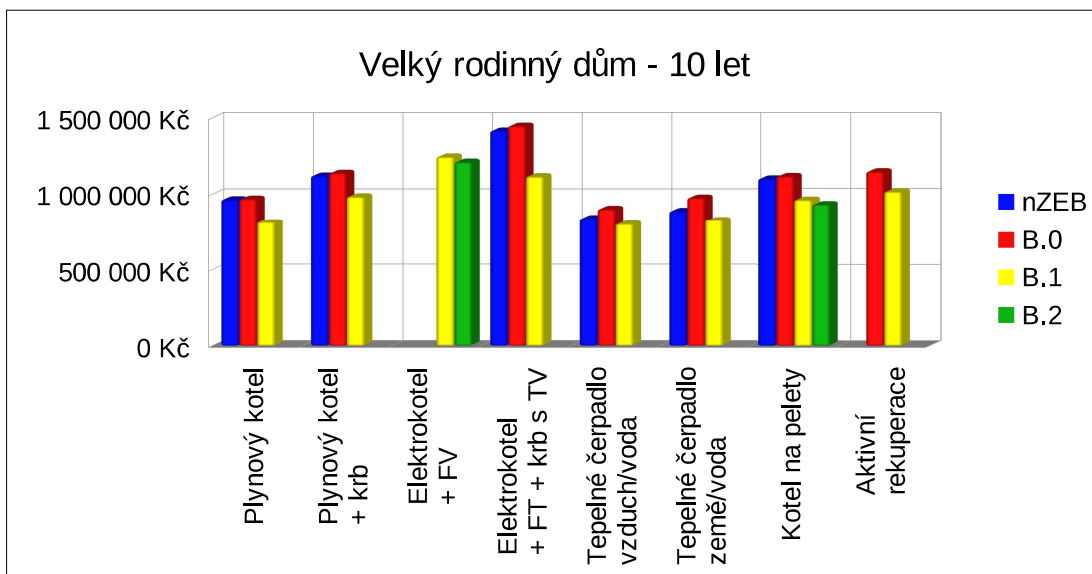
Obr. 12 - Hodnocení malého rodinného domu po 10 letech



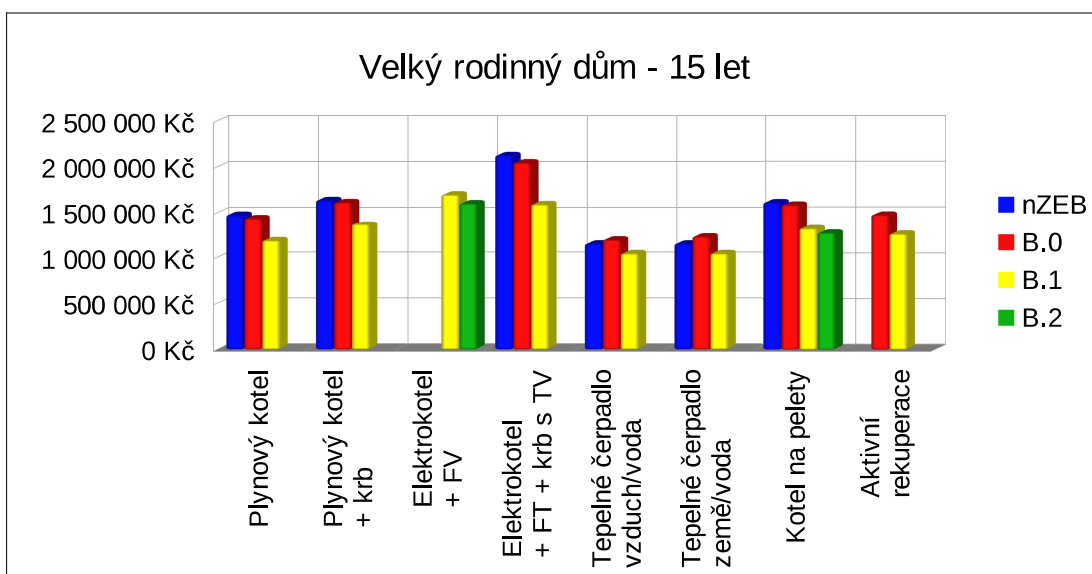
Obr. 13 - Hodnocení malého rodinného domu po 15 letech



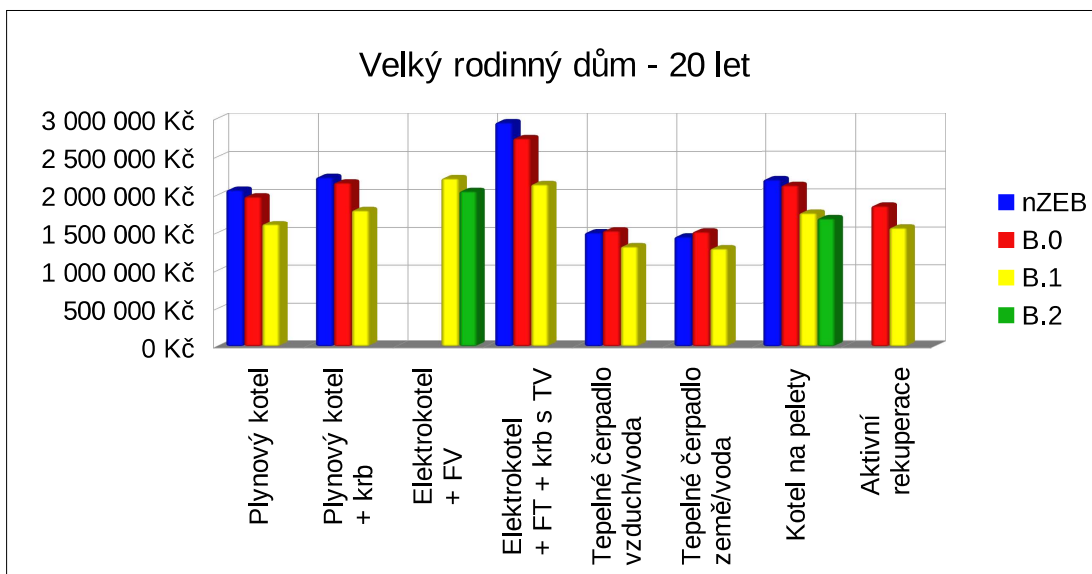
Obr. 14 - Hodnocení malého rodinného domu po 20 letech



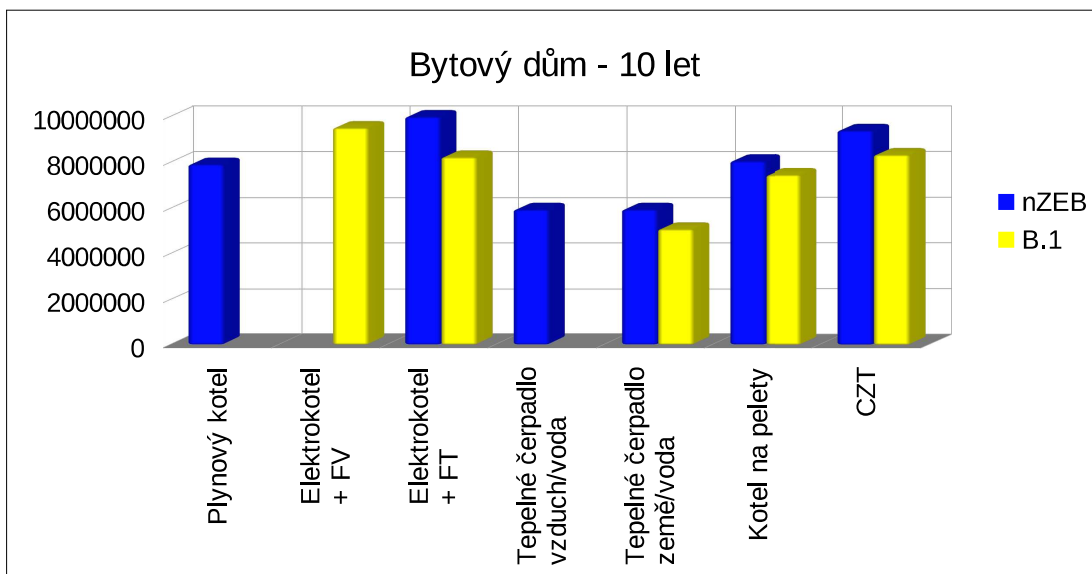
Obr. 15 - Hodnocení velkého rodinného domu po 10 letech



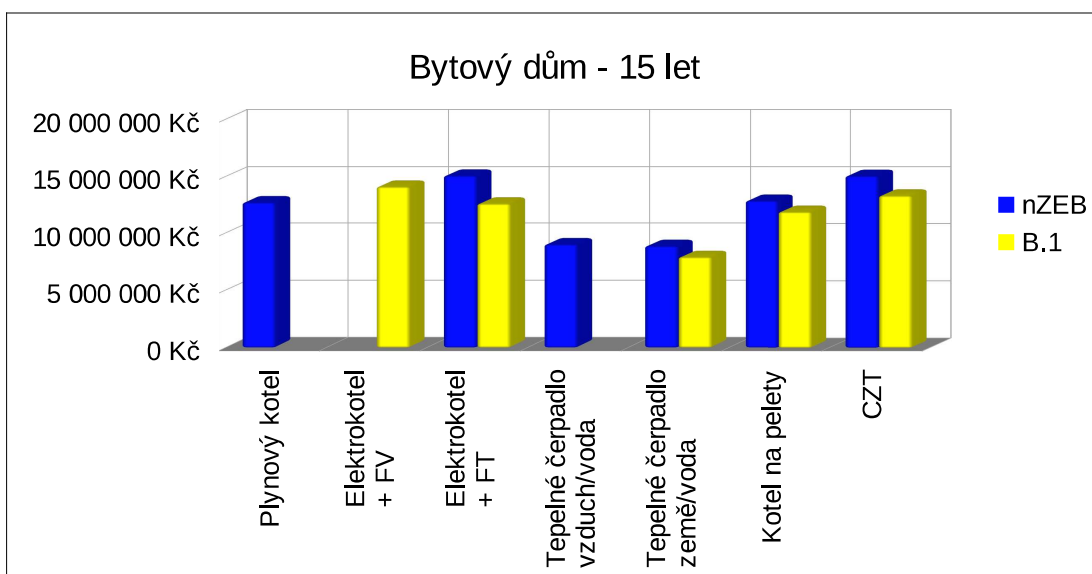
Obr. 16 - Hodnocení velkého rodinného domu po 15 letech



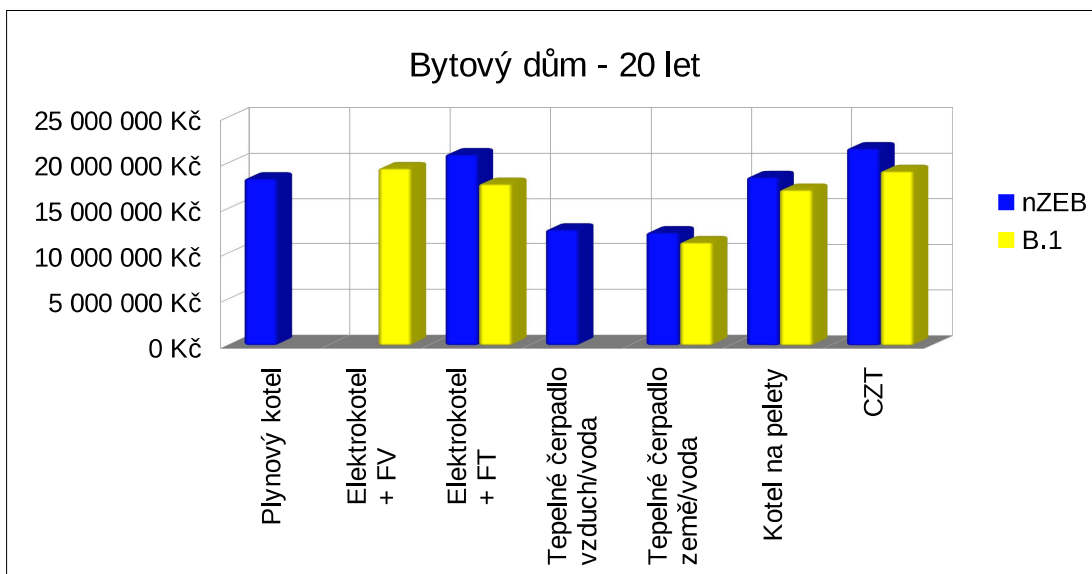
Obr. 17 - Hodnocení velkého rodinného domu po 20 letech



Obr. 18 - Hodnocení bytového domu po 10 letech



Obr. 19 - Hodnocení bytového domu po 15 letech



Obr. 20 - Hodnocení bytového domu po 20 letech

Tab. 9 - Vyhodnocení – řazení dle typu budov

	Doba hodnocení	nZEB	B.0	B.1	B.2
Malý RD	10 let	TČ vzduch/voda	Elektrokotel + FT + krb s TV	Plynový kotel	Kotel na pelety
	15 let	TČ země/voda	Elektrokotel + FT + krb s TV	TČ vzduch/voda	Kotel na pelety
	20 let	TČ země/voda	TČ země/voda	TČ země/voda	Kotel na pelety
Velký RD	10 let	TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	Kotel na pelety
	15 let	TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	Kotel na pelety
	20 let	TČ země/voda	TČ země/voda	TČ země/voda	Kotel na pelety
BD	10 let	TČ vzduch/voda	-	TČ země/voda	-
	15 let	TČ země/voda	-	TČ země/voda	-
	20 let	TČ země/voda	-	TČ země/voda	-

Tab. 10 - Vyhodnocení – řazení dle doby životnosti

	Doba hodnocení	nZEB	B.0	B.1	B.2
Malý RD	10 let	TČ vzduch/voda	Elektrokotel + FT + krb s TV	Plynový kotel	Kotel na pelety
Velký RD		TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	Kotel na pelety
BD		TČ vzduch/voda	-	TČ země/voda	-
Malý RD	15 let	TČ země/voda	Elektrokotel + FT + krb s TV	TČ vzduch/voda	Kotel na pelety
Velký RD		TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	TČ vzduch/voda	Kotel na pelety
BD		TČ země/voda	-	TČ země/voda	-
Malý RD	20 let	TČ země/voda	TČ země/voda	TČ země/voda	Kotel na pelety
Velký RD		TČ země/voda	TČ země/voda	TČ země/voda	Kotel na pelety
BD		TČ země/voda	-	TČ země/voda	-

Ještě před interpretací výsledků si připomeňme, že hodnocení se týká pouze daných budov, hodnocených systémů a pouze za daných podmínek. Varianty, které výpočtově vyšly jako nejvýhodnější, jsou nejvýhodnější pouze v rámci posuzovaných variant. Určitě to neznámá, že neexistuje jiná a lepší varianta. V případě jakékoliv změny parametrů budovy, např. změny velikosti, míry zateplení či počtu osob, můžeme dostat zcela odlišné výsledky.

Pokud bychom při hodnocení variant postupovali čistě dle vyhlášky č. 480/2012 Sb., tedy uvažovali životnost systémů 20 let, byla by volba poměrně jednoduchá – pro všechny budovy a standardy, kde lze použít tepelné čerpadlo země/voda, vychází nejvýhodněji právě tento zdroj. Druhým nejvýhodnějším zdrojem je pak tepelné čerpadlo vzduch/voda, ve většině případů se liší pouze o jednotky tisíc korun. Vzhledem k době hodnocení a nejistotě vstupních údajů je tento rozdíl prakticky zanedbatelný a oba typy čerpadel lze považovat za stejně výhodné. Tam, kde tepelná čerpadla nelze použít (protože nevyhoví z hlediska neobnovitelné primární energie), se z posuzovaných variant nejvíce vyplatí kotel na pelety.

Pro mnoho uživatelů je však doba hodnocení 20 let neuspokojivá. Přestože jsou do výpočtu zahrnuty náklady na údržbu i drobné opravy, nelze s jistotou říci, že všechny systémy této životnosti dosáhnou. Existuje jisté riziko, že již po kratší době dojde k závažnější poruše a bude nutná nákladnější oprava. S ohledem na neustálý vývoj technologií je pak otázkou, zda se v případě takové poruchy vyplatí investovat do opravy nebo raději pořídit nový, modernější zdroj.

Pojďme se tedy podívat, jak si jednotlivé systémy vedou po 10 a 15 letech, oproti první variantě jsou zde výsledky o něco zajímavější. Energetickému standardu rodinných domů B.2 jednoznačně vládne kotel na pelety, jeho jediný konkurent v podobě fotovoltaických panelů s elektrokotlem zaostává o statisíce korun. V ostatních standardech vévodí opět velmi vyrovnaně tepelná čerpadla vzduch/voda a země/voda, do popředí se ale dostává i plynový kotel a elektrokotel v kombinaci s fototermickými panely a krbem s teplovodním výměníkem. Naopak fotovoltaika či systém aktivní rekuperace zůstává i zde velmi pozadu.

Jaké závěry lze z výsledků vyvodit? Jednoznačně to, že na hodnocení variant má významný vliv uvažovaná doba životnosti systému. Z výsledků je patrné, že čím kratší je doba hodnocení, tím větší roli hraje výše pořizovacích nákladů. Naopak s prodlužováním doby hodnocení se víc a víc projevuje výše provozních nákladů.

Toto je nejlépe vidět na malém rodinném domě ve standardu B.1. Po deseti letech se jako nejvýhodnější zdroj jeví plynový kotel, jehož pořizovací náklady jsou nejnižší ze všech posuzovaných variant. Po dalších pěti letech už se ale projeví výrazně levnější provoz tepelných čerpadel. Náklady na jejich pořízení jsou sice přibližně 2x vyšší než na pořízení plynového kotle, úspory za provoz však tento rozdíl po méně než patnácti letech vyrovnají. Nejvýhodněji v tuto chvíli vychází čerpadlo typu vzduch/voda. Po dalších pěti letech se již dostává do popředí čerpadlo země/voda, jehož pořizovací náklady byly z uvedených čerpadel o něco vyšší, ale jeho provoz je opět o něco levnější. Při finálním výběru pak záleží zcela na nás, po jaké době chceme systémy hodnotit, případně v jak dlouhou životnost těchto systémů věříme.

6. Studie vytápění rodinného domu

Pro jednu z variant hodnocených v předchozí kapitole bude nyní zpracována studie vytápění. Pro návrh byl vybrán malý rodinný dům v energetickém standardu budovy s velmi nízkou energetickou náročností, konkrétně standard splňující podmínky podoblasti podpory B.1. V souladu s výsledky ekonomického hodnocení je jako zdroj tepla pro vytápění použito tepelné čerpadlo typu země/voda, přenos tepla je zajištěn teplovodním podlahovým vytápěním.

Návrh je proveden v souladu se současně platnými normami a vyhláškami, jejich výčet je uveden v technické zprávě. Návrh podlahového vytápění je proveden výpočtem, který vychází z teorie jednorozměrného vedení tepla válcovými zdroji. Tento výpočet je přesnější než postup dle ČSN EN 1264, která není v České republice závazná. Postup výpočtu je popsán v následující kapitole.

6.1. Metoda návrhu podlahového vytápění [32]

Principem správného návrhu podlahového vytápění je pokrytí tepelných ztrát místnosti při dodržení maximální přípustné střední povrchové teploty podlahy t_p [°C]. Hodnota střední povrchové teploty se vypočte dle vztahu (4). Maximální přípustné teploty, které jsou dány především hygienickými požadavky, jsou uvedeny v tabulce 11.

$$t_p = t_i + \frac{\Lambda_a}{\alpha_p} * (t_m - t_i) - \frac{\tanh\left(m + \frac{l}{2}\right)}{m + \frac{l}{2}} \quad (4)$$

kde:

t_p	[°C]	střední povrchová teplota podlahy
t_m	[°C]	střední teplota otopné vody
t_i	[°C]	výpočtová vnitřní teplota
m	[m ⁻¹]	charakteristické číslo podlahy
Λ_a	[W/m ² .K]	tepelná propustnost směrem nahoru
α_p	[W/m ² .K]	součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy
l	[m]	rozteč trubek

Tab. 11 - Maximální přípustné střední povrchové teploty

Účel místnosti	Maximální přípustná střední povrchová teplota t_p [°C]
pro trvalý pobyt (obytné místnosti, kanceláře atd.)	27 až 28
pro příležitostné přecházení (chodby, schodiště atd.)	30 až 32
kde člověk chodí převážně bos (plovárny, koupelny atd.)	32 až 34

Charakteristické číslo podlahy se vypočítá ze vztahu:

$$m = \frac{\sqrt{2 \cdot (\Lambda_a + \Lambda_b)}}{\pi^2 \cdot \lambda_d \cdot d} \quad (5)$$

kde:

m	[m ⁻¹]	charakteristické číslo podlahy
Λ_b	[W/m ² .K]	tepelná propustnost směrem dolů
α_d	[W/m.K]	součinitel tepelné vodivosti materiálu, do kterého jsou zality trubky
d	[m]	vnější průměr trubek

Tepelná propustnost vrstev nad trubkami a pod trubkami se vypočítá z následujících vztahů:

$$\Lambda_a = \frac{1}{\sum \frac{a}{\lambda_a} + \frac{1}{\alpha_p}} \quad (6)$$

kde:

Λ_a	[W/m ² .K]	tepelná propustnost směrem nahoru
a	[m]	tloušťka jednotlivých vrstev nad trubkami
λ_a	[W/m.K]	součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev nad trubkami
α_p	[W/m ² .K]	součinitel přestupu tepla na povrchu otopné plochy (doporučuje se uvažovat hodnotu 12 W/m ² K)

a

$$\Lambda_b = \frac{1}{\sum \frac{b}{\lambda_b} + \frac{1}{\alpha_p}} \quad (7)$$

kde:

Λ_b	[W/m ² .K]	tepelná propustnost směrem dolů
b	[m]	tloušťka jednotlivých vrstev pod trubkami
λ_b	[W/m.K]	součinitel tepelné vodivosti jednotlivých vrstev pod trubkami
α_p	[W/m ² .K]	součinitel přestupu tepla na spodní straně otopné plochy (obvykle se volí hodnota 8 W/m ² K)

Měrný tepelný výkon otopné plochy je pak dán vztahem:

$$q = \alpha_p \cdot (t_p - t_i) \quad (8)$$

Měrný tepelný tok směrem dolů se vypočte jako

$$q' = \Lambda_b \cdot \frac{\alpha_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i) \quad (9)$$

v případě, že je vnitřní teplota nad i pod otopnou plochou stejná, a jako

$$q' = \Lambda_b \cdot \frac{\alpha'_p}{\Lambda_a} \cdot (t_p - t_i) + \Lambda_b \cdot (t_i - t'_i) \quad (10)$$

v případě, že je vnitřní teplota nad a pod otopnou plochou rozdílná.

Tepelný tok směrem dolů představuje ztrátu, jeho velikost je tedy třeba co nejvíce omezit použitím kvalitní tepelné izolace. Za vyhovující se považuje podíl tepelného toku směrem dolů na celkovém tepelném výkonu 10 % až 15 %.

Celková otopná plocha se určí ze vztahu

$$S_p = \frac{Q_c}{q + q'} \quad (11)$$

pro místnost ležící pod jinou vytápěnou místností a jako

$$S_p = \frac{Q_c}{q} \quad (12)$$

pro místnost v nejvyšším podlaží. Celkový tepelný příkon otopné plochy je pak dán vztahem:

$$Q_{PC} = (q + q') \cdot S_p \quad (13)$$

kde:

Q_{PC}	[W]	celkový tepelný příkon otopné plochy
Q_c	[W]	celková tepelná ztráta místnosti
S_p	[m ²]	otopná plocha

Šířka okrajové zóny r , do které se neukládají trubky otopného hadu, se určí empiricky ze vztahu:

$$r = \frac{2,3}{m} \quad (14)$$

kde:

r	[m]	šířka okraje
-----	-----	--------------

6.2. Technická zpráva

6.2.1. Úvod

Identifikační údaje investora a stavby

Místo stavby:	pozemek parc. č. 880/42, k.ú. Vestec u Prahy
Stavebník:	-
Vypracoval:	Bc. Adéla Křížková
Část projektu:	studie vytápění
Datum:	05/2019

Popis objektu

Jedná se o dvoupodlažní rodinný dům se sedlovou střechou. Půdorys objektu je obdélníkový o rozměrech 10,0 x 9,0 m, k objektu je přistavena garáž o půdorysných rozměrech 3,4 x 6,5 m. Objekt je nepodsklepený, vytápěný prostor tvoří přízemí a obytné podkroví, garáž je nevytápěná. Vstup do objektu je řešen přes zádveři. V přízemí se nachází obytné místnosti, kuchyň, hygienické zázemí, sklad a chodba se schodištěm. Ve druhém nadzemním podlaží jsou obytné místnosti a hygienické zázemí.

Stavba je navržena jako zděná, obvodové stěny jsou z vápenopískových cihel tl. 240 mm zateplené polystyrenovými deskami tl. 280 mm. Střešní konstrukce je zateplena minerální vatou tl. 180 mm mezi krokvemi a PIR deskami tl. 200 mm nad krokvemi. Okna jsou plastová s izolačním trojsklem.

Vytápění objektu je řešeno teplovodní dvoutrubkovou soustavou s nuceným oběhem vody. Technická zařízení jsou umístěna v zádveři v 1.NP. Distribuce tepla bude zajištěna pomocí teplovodního podlahového vytápění doplněného o trubková otopná tělesa v koupelnách.

6.2.2. Podklady

- ČSN EN ISO 6946 (73 0558) Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda
- ČSN EN 12831-1 (06 0206) – Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu
- ČSN 06 1101 - Otopná tělesa pro ústřední vytápění

- ČSN EN 12828 (06 0205) - Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních tepelných soustav
- ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž
- ČSN 07 7401 - Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa
- Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu.
- Nařízení č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.
- Vyhláška č. 23/2008 Sb. O technických podmínkách požární ochrany staveb
- Vyhláška č 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby

6.2.3. Základní technické údaje

Klimatické údaje

Rodinný dům se nachází ve Vestci u Prahy, klimatické podmínky pro danou lokalitu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 12 - Klimatické podmínky [8]

Výpočtová venkovní teplota θ_e [°C]	-12
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $\theta_{m,e}$ [°C]	4,3
Počet dnů otopného období d_{13} [dny]	225

Tepelná bilance

Tepelné ztráty objektu a jednotlivých místností byly vypočteny dle ČSN EN 12831 [33]. Vypočtené tepelné ztráty objektu jsou uvedeny v následující tabulce, vypočtené tepelné ztráty jednotlivých místností jsou uvedeny v příloze D.

Tab. 13 - Tepelné ztráty objektu

Tepelná ztráta prostupem Φ_{Tm} [kW]	2,34
Tepelná ztráta větráním Φ_{Vm} [kW]	1,12
Celková tepelná ztráta Φ_{cm} [kW]	3,47

6.2.4. Zdroj tepla a ostatní zařízení

Zdroj tepla

Jako primární zdroj tepla je navrženo tepelné čerpadlo typu země/voda s plošnými zemními kolektory. Čerpadlo je doplněno o elektrickou topnou patronu, která bude umístěná v integrovaném zásobníku teplé vody. Jednotka tepelného čerpadla i zásobník budou umístěny v zádveři v 1.NP objektu. Parametry navržených zdrojů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 14 - Tepelné čerpadlo země/voda

Výkon při 0°C / 35°C [kW]	4,70
Příkon [kW]	1,12
Topný faktor při 0°C / 35°C [-]	4,20

Pojistné a zabezpečovací zařízení

K jednotce tepelného čerpadla bude připojena tlaková expanzní nádoba o objemu 18 l a pojistný ventil DN20 s otevíracím přetlakem 2,5 bar.

Úprava a doplňování vody

Teplonosnou látkou v soustavě je voda o teplotě 55°C. Doplňovací voda pro teplovodní otopnou soustavu musí splňovat požadavky ČSN 07 7401 [37] nebo požadavky výrobce. Plnění topné soustavy bude prováděno pitnou vodou plnicím zařízením. V případě nesplnění požadavků na kvalitu vody musí být voda upravena před doplněním do soustavy.

6.2.5. Otopná soustava

Typ soustavy

Otopná soustava bude teplovodní dvoutrubková uzavřená s nuceným oběhem topné vody. Zdroj je napojen přes integrovaný zásobník na jednu topnou větev, která je dále rozdělena a napojena na rozdělovače pro podlahové vytápění a na otopná tělesa. Tepelný spád pro vytápění otopnými tělesy je 55/45 °C a pro podlahové vytápění 40/30°C.

Vedení rozvodů

Rozvody k otopným tělesům a rozvaděčům budou z měděného potrubí Cu 18x1 a Cu 15x1 a budou vedeny v podlaze. Potrubí bude napojeno na akumulární zásobník tepla. Svislé potrubí bude vedeno volně ve špiži v 1.NP. Toto potrubí bude tepelně izolováno minerální plstí. Při prostupu potrubí stěnou nebo stropem tato část potrubí opatřena plastovou chráničkou o vnitřním průměru o minimálně 10 mm větším než průměr potrubí. Při přechodu dilatačních úseků bude otopné potrubí vedeno volně v plastových ohebných chráničkách. Z rozvaděče do jednotlivých místností bude vedeno potrubí podlahového vytápění ze zesíťovaného polyethylenu PE-Xa. Při přechodu dilatačních úseků bude otopné potrubí vedeno volně v plastových ohebných chráničkách.

6.2.6. Otopné plochy

V objektu bude použit systém podlahového vytápění se dvěma rozdělovači topných okruhů. Rozdělovač/sběrač bude umístěn ve skladu 1.03a v 1.NP a v prostoru WC 2.05 ve 2.NP. Plastové potrubí Ø17x2 mm bude kladeno na systémovou desku. Minimální rozteč potrubí bude 200 mm, rozteč přípojných částí potrubí bude nejméně 50 mm. Pod systémovou deskou bude v 1.NP uložena tepelná izolace z perimetrického polystyrenu tl. 300 mm a ve 2.NP izolace z minerálních vláken tl. 30 mm. Potrubí bude zalito betonovou mazaninou tl. 60 mm. Průtoky jednotlivými smyčkami budou nastaveny pomocí ventilů ve sběrači. Součástí rozdělovačů topných okruhů jsou kulové kohouty před rozdělovačem i sběračem a armatury pro odvodušnění a vypuštění.

Jako doplňkové otopné plochy jsou do koupelen navržena trubková otopná tělesa o výkonu 362 W a 483 W. Tělesa budou napojena na potrubí pomocí H-ventilu a budou osazena termostatickou hlavicí a odvzdušňovacími armaturami.

6.2.7. Regulace

Otopná tělesa a podlahové vytápění bude řízeno kombinovaně pomocí ekvitermní regulace a požadavku vnitřního prostředí. Čidlo ekvitermní regulace bude umístěno na severní fasádě ve výšce 2,5 m nad úrovní terénu v dostatečné vzdálenosti od zdrojů tepla a výplň otvorů. Podlahové vytápění bude regulováno pomocí ekvitermních křivek, otopná tělesa budou osazena termostatickou hlavicí.

6.2.8. Podmínky provozu

Ochrana zdraví a ochrana proti hluku a vibracím

System otopné soustavy musí být v souladu s požadavky nařízení č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací [39].

Požární bezpečnost

Z hlediska požárních předpisů musí být dodržena vyhláška č. 23/2008 Sb. [40] O technických podmínkách požární ochrany staveb.

Bezpečnost při realizaci a užívání

Bezpečnost při realizaci díla zajišťuje zhotovitel ve smyslu zákona č. 262/2006 ve znění pozdějších předpisů (Zákoník práce) a vyhlášky č. 324/1990 – bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích. Veškeré práce mohou provádět pouze osoby (fyzické i právnické) s odpovídající kvalifikací.

Při provozu zařízení musí zařízení obsluhovat zaškolená osoba. Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

6.2.9. Montáž a uvedení do provozu

Zdroj

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídající rozsahu. Před uvedením zařízení do provozu je nutno provést zkoušky zařízení a zajistit revizi elektroinstalace. Postup uvedení zařízení do provozu je uveden v dodavatelské dokumentaci zařízení.

Montáž

Montážní práce musí provádět osoba s osvědčením. Na realizované topné soustavě budou provedeny zkoušky těsnosti a zkoušky provozní v délce 24 hodin dle ČSN 06 0310 [36].

Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení zkoušky těsnosti instalovaného zařízení. Zkoušku provede přetlakem vody minimálně 6 bar. Kontrolu těsnosti provede

jednak prohlídkou zařízení a jednak poklesem zkušebního přetlaku. Zkouška vyhoví, pokud není zjištěn únik a neklesne zkušební přetlak.

Provozní zkoušky lze provádět pouze po úspěšně vykonané zkoušce těsnosti. Provozní zkoušky se skládají zejména z dilatační zkoušky a topné zkoušky. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani jiné závady. Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodou. Dále bude provedeno nastavení regulačních ventilů otopných těles tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání. Před zahájením topné zkoušky musí být provedeno autorizované uvedení soustavy do provozu.

Zkoušky těsnosti a provozní zkoušky jsou součástí dodávky dodavatele otopné soustavy. Zkoušky se provádějí za účasti zástupce investora a musí být potvrzeny protokolem o zkoušce.

Zkouškou bude prokázána:

- správná funkce armatur
- těsnost systému
- rovnoměrné ohřívání otopných ploch
- dosažení technických předpokladů
- správná funkce měřících a regulačních zařízení
- správná funkce zabezpečovacích zařízení
- správná funkce zdrojů pro vytápění

Shrnutí

Dodavatel je povinen při provádění stavby dodržovat nařízení všech platných norem. Při realizaci stavby je nutné dodržovat montážní předpisy a návody výrobců. Změny prováděné při realizaci je nutné řešit v rámci autorského dozoru.

Výkresová dokumentace je zobrazena v příloze E.

Závěr

Diplomová práce ve své úvodní části poukázala na skutečnost, že návrh vhodného systému vytápění a přípravy teplé vody nelze jakkoli zobecňovat a ke každému projektu je nutné přistupovat individuálně. Je třeba vzít v potaz nejen vlastnosti dané budovy, ale také místní podmínky stavby. Návrh je nutné vždy řešit komplexně a zabývat se jak jeho technickou stránkou, tak také stránkou ekonomickou.

Jako pomůcka pro volbu vhodného systému vytápění a přípravy teplé vody byl v rámci diplomové práce vytvořen výpočetní nástroj pro ekonomické hodnocení těchto systémů. Nástroj poslouží zejména projektantům obytných budov, kteří si díky němu mohou již v prvotní fázi návrhu stavby ověřit, zda jimi navržené řešení vyhovuje nejen z hlediska technického, ale i z hlediska ekonomického. Práce s tímto nástrojem je velice jednoduchá a intuitivní, běžný uživatel zvládne vyhodnotit jednotlivá řešení během několika málo minut.

Funkce nástroje pak byla předvedena na konkrétních příkladech tří obytných budov. Pro každou z nich bylo navrženo osm variant systémů vytápění a přípravy teplé vody, vždy s ohledem na energetickou náročnost dané budovy.

Výsledky výpočtů prokázaly, že ne všechny varianty, které jsou pro daný objekt technicky vhodné, mají opodstatnění i z hlediska ekonomického. Z výsledků vyplývá, že volba systému s nejnižšími pořizovacími náklady není vždy ta nejvhodnější. Vzhledem k velkým rozdílům provozních nákladů jednotlivých systémů a době jejich životnosti se v mnoha případech vyplatí vyšší počáteční investice.

Dále bylo prokázáno, že ekonomická výhodnost systémů záleží mj. na energetické náročnosti dané budovy, potažmo na její spotřebě energie. V jedné z variant byla stejná budova hodnocena ve čtyřech energetických standardech. Přestože velikost budovy, její umístění i způsob užívání byl ve všech případech stejný, pro každý energetický standard vyšel výhodněji jiný systém. Byla tak jednoznačně potvrzena úvaha z úvodu práce, že nelze najít jediný univerzální systém, který by byl ideální pro všechny budovy. Výsledky výpočtů dále ukázaly, že výhodnost systémů značně závisí na předpokládané době jejich životnosti.

Na závěr byla zpracována studie vytápění jednoho z posuzovaných rodinných domů. Návrh systému vytápění, především pak zdroje tepla, byl proveden v souladu s výsledky ekonomického hodnocení.

Seznam použité literatury

- [1] Zákon č. 406/2000 Sb., Zákon o hospodaření energií
- [2] Vyhláška č. 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov
- [3] Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku
- [4] Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov
- [5] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES -Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)
- [6] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU - Energy Performance of Buildings Directive (EPBD II)
- [7] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2018/844/EU - Energy Performance of Buildings Directive (EPBD III)
- [8] TZB-info – internetový portál pro stavebnictví, úspory energií a technická zařízení budov (www.tzb-info.cz)
- [9] Porovnání nákladů na vytápění, teplou vodu a elektrickou energii – TZB-info (<https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapani-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>)
- [10] Archiv autora
- [11] oEnergetice – internetový portál (www.oenergetice.cz)
- [12] Katalog rodinných domů G SERVIS CZ, s.r.o.
- [13] Podmínky programu Nová zelená úsporám pro rodinné domy zveřejněné na webovém portálu www.novazelenausporam.cz
- [14] Závazné pokyny pro žadatele a příjemce podpory z podprogramu Nová zelená úsporám BYTOVÉ DOMY v rámci 3. výzvy k podávání žádostí
- [15] TNI 73 0329:2010 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy
- [16] TNI 73 0330:2009 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Bytové domy
- [17] Firemní podklady zveřejněné na stránkách www.nilan.cz
- [18] ČSN EN ISO 13790:2008 - Energetická náročnost budov - výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení

- [19] ČSN EN ISO 13789:2018 - Tepelné chování budov - Měrné tepelné toky
prostupem tepla a větráním - Výpočtová metoda
- [20] ČSN EN ISO 13370:2018 - Tepelné chování budov - Přenos tepla zeminou -
Výpočtové metody
- [21] ČSN EN 15316-3-1:2010 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočtová metoda
pro stanovení potřeb energie a účinností soustavy - Část 3-1: Soustavy teplé vody,
charakteristiky potřeb (požadavky na odběr vody)
- [22] TNI 73 0302:2009 - Energetické hodnocení solárních tepelných soustav -
Zjednodušený výpočtový postup
- [23] ČSN 73 0540-1:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie
- [24] ČSN 73 0540-2:2011 - Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- [25] ČSN 73 0540-3:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty
veličin
- [26] ČSN 73 0540-4:2005 - Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody
- [27] ČSN EN ISO 6946:2008 - Stavební prvky a stavební konstrukce - Tepelný odpor
a součinitel prostupu tepla - Výpočtová metoda
- [28] ČSN EN ISO 10077-1:2007 - Tepelné chování oken, dveří a okenic - Výpočet
součinitele prostupu tepla - Část 1: Všeobecně
- [29] ČSN EN ISO 13788:2013 - Tepelně-vlhkostní chování stavebních dílců a
stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti
a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody
- [30] ČSN EN ISO 13786:2008 - Tepelné chování stavebních dílců - Dynamické
tepelné charakteristiky - Výpočtové metody
- [31] Cenové nabídky výrobců a dodavatelů systémů vytápění a přípravy teplé vody
- [32] BAŠTA, Jiří. Velkoplošné sálavé vytápění. Praha: Grada, 2010, 96 s. ISBN 978-
80-247-3524-5.
- [33] ČSN EN 12831-1 (06 0206):2018 – Energetická náročnost budov - Výpočet
tepelného výkonu
- [34] ČSN 06 1101:2005 - Otopná tělesa pro ústřední vytápění
- [35] ČSN EN 12828 (06 0205):2014 - Tepelné soustavy v budovách - Navrhování
teplovodních tepelných soustav

- [36] ČSN 06 0310:2014 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž
- [37] ČSN 07 7401:1992 - Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa
- [38] Vyhláška č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
- [39] Nařízení č. 272/2011 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
- [40] Vyhláška č. 23/2008 Sb. O technických podmínkách požární ochrany staveb
- [41] Vyhláška č. 268/2009 Sb. O technických požadavcích na stavby

Seznam tabulek

Tab. 1 - Faktory neobnovitelné primární energie pro ČR [4].....	16
Tab. 2 - Průměrné příkony spotřebičů [9].....	31
Tab. 3 - Průměrné ceny energonositelů a náklady na údržbu.....	33
Tab. 4 - Posuzované budovy.....	38
Tab. 5 - Požadavky na malý rodinný dům.....	40
Tab. 6 - Požadavky na velký rodinný dům.....	40
Tab. 7 - Požadavky na bytový dům.....	40
Tab. 8 - Přehled variant.....	42
Tab. 9 - Vyhodnocení – řazení dle typu budov.....	47
Tab. 10 - Vyhodnocení – řazení dle doby životnosti.....	47
Tab. 11 - Maximální přípustné střední povrchové teploty.....	51
Tab. 12 - Klimatické podmínky [8].....	54
Tab. 13 - Tepelné ztráty objektu.....	54
Tab. 14 - Tepelné čerpadlo země/voda.....	55

Seznam obrázků

Obr. 1 - Grafická podoba PENB dle Vyhlášky č. 148/2007 Sb. [2].....	12
Obr. 2 - Cíl 20-20-20 dle EPBD II [10].....	13
Obr. 3 - Evropská směrnice nově podporuje elektromobilitu [11].....	14
Obr. 4 - Grafická podoba průkazu energetické náročnosti budovy [4].....	17
Obr. 5 - Systém aktivní rekuperace [15].....	21
Obr. 6 - Grafický výstup z kalkulačky TZB-info [9].....	28
Obr. 7 - Vyhodnocení.....	35
Obr. 8 - Grafický výstup.....	36
Obr. 9 - Malý rodinný dům [12].....	38
Obr. 10 - Velký rodinný dům [12].....	39
Obr. 11 - Bytový dům [10].....	39
Obr. 12 - Hodnocení malého rodinného domu po 10 letech.....	44
Obr. 13 - Hodnocení malého rodinného domu po 15 letech.....	44
Obr. 14 - Hodnocení malého rodinného domu po 20 letech.....	44
Obr. 15 - Hodnocení velkého rodinného domu po 10 letech.....	45
Obr. 16 - Hodnocení velkého rodinného domu po 15 letech.....	45
Obr. 17 - Hodnocení velkého rodinného domu po 20 letech.....	45
Obr. 18 - Hodnocení bytového domu po 10 letech.....	46
Obr. 19 - Hodnocení bytového domu po 15 letech.....	46

Seznam příloh

Příloha A – návod k zadávání vstupních hodnot.....	65
Příloha B – přehled vstupních údajů.....	74
Příloha C – výsledky ekonomického hodnocení.....	99
Příloha D – tepelné ztráty místností.....	101
Příloha E – výkresová dokumentace.....	102

CD příloha:

- výpočetní nástroj pro ekonomické hodnocení
- zdrojové soubory a protokoly energetických výpočtů z programu Deksoft
- výpočty ekonomického hodnocení
- zdrojové soubory a protokoly z výpočtů součinitelů prostupu tepla a tepelných ztrát z programu Deksoft
- výpočty podlahového vytápění

Příloha A – návod k zadávání vstupních hodnot

1. Základní informace

Výpočetní nástroj je vytvořen v tabulkovém editoru LibreOffice Calc a je nutné s ním pracovat pouze v tomto editoru. Některé buňky obsahují vzorce či nápovědy, které je nutné při zadání přepsat vstupními hodnotami (bude podrobněji vysvětleno níže), tyto vzorce později nelze do buňky vrátit. Z tohoto důvodu se doporučuje pro každý nový výpočet soubor zkopírovat a ponechat si vždy jeden prázdný pro další použití.

Nástroj obsahuje několik karet, které jsou barevně rozlišené podle účelu použití. První karta je označena zeleně a představuje zjednodušený návod pro zadávání a výpočet. Žluté karty jsou určeny pro zadávání vstupních hodnot, do oranžových karet je možné zadávat vstupní hodnoty, které nejsou pro výpočet povinné (v případě, že tyto karty nebudou vyplněny, budou ve výpočtu použity přednastavené průměrné hodnoty). Šedivě jsou vyznačeny karty, které se nesmí editovat a obsahují zpravidla vzorce a výpočty. Karty s výsledky a vyhodnocením jsou vyznačeny modře.

Stejným způsobem jsou barevně rozlišeny jednotlivé buňky. Kromě již zmíněných barev mohou být buňky červené a fialové. Červené buňky se vyskytují zpravidla ve dvou sloupcích v jednom listu a znamenají, že je třeba vstupní hodnoty zadat buď do jednoho nebo do druhého sloupce (pouze do jednoho z nich). Fialově jsou vybarveny buňky, které obsahují vzorec, a v některých případech je nutné do nich vepsat vstupní hodnotu (bude podrobněji vysvětleno níže). V případě, že se v průběhu práce změní zadání a je třeba použít původní vzorec, je nutné ho nakopírovat ze sousedního sloupce.

Po kliknutí na některé žluté buňky se po jejich pravé straně objeví malá šipka. Pod touto šipkou se skrývá rozbalovací menu s hodnotami, které je možné do příslušné buňky zadat. Jednu z těchto hodnot je pak možné do buňky vepsat nebo jednoduše vybrat kliknutím myši.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Varianta 10								
2									
3	Zdroje tepla	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6		
4	Zdroj								
5	PN na zdroj								
6	Náklady na údržbu zdroje [Kč/rok]								
7		Celkový							
8	výkon FV [kWh/rok]	Na vytápění							
9		Na TV							
10		Na ostatní							
11		Celkový							
12	výkon FT [kWh/rok]	Na vytápění							
13		Na TV							
14		Na ostatní							
15	procento využití zdroje	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
16	Cena paliva [Kč/rok]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17									
18	Otopné soustavy	OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6		
19	Otopná soustava								
20	PN na OS	0	0	0	0	0	0		
21									
22	Pořizovací náklady na zdroje	0	Kč						
23	Pořizovací náklady na OS	0	Kč						
24	Pořizovací náklady na vst. celkem	0	Kč						
25									
26	Cena pasivní rekuperace		Kč						
27	Roční náklady na údržbu pas. rek.		Kč/rok						
28	Výše dotace		Kč						
29	Tarif elektřiny								
30									
31	RPN na vytápění	0	Kč/rok						
32	RPN na přípravu TV	0	Kč/rok						
33	RPN na ostatní provoz	0	Kč/rok						
34	RPN celkem	0	Kč/rok						
35									
36	Roční náklady na údržbu zdrojů	0	Kč/rok						
37									

Obr. A.1 – Barevné rozlišení karet a buněk

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3	Zdroje tepla	Z1	Z2	Z3		
4	Zdroj					
5	PN na zdroj					
6	Náklady na údržbu zdroje [Kč/rok]					
7		Celkový				
8	výkon FV [kWh/rok]	Na vytápění				
9		Na TV				
10		Na ostatní				
11		Celkový				
12	výkon FT [kWh/rok]	Na vytápění				
13		Na TV				
14		Na ostatní				
15	procento využití zdroje	0%	0%	0%	0%	0%
16	Cena paliva [Kč/rok]	1,40	0,86	0,00	0,00	0,00
17						
18	Otopné soustavy	OS1	OS2	OS3		
19	Otopná soustava					
20	PN na OS	0	0	0		
21						
22	Pořizovací náklady na zdroje	265 000	Kč			
23	Pořizovací náklady na OS	0	Kč			
24	Pořizovací náklady na vst. celkem	265 000	Kč			
25						
26	Cena pasivní rekuperace	14 750	Kč			
27	Roční náklady na údržbu pas. rek.	1 800	Kč/rok			
28	Výše dotace		Kč			
29	Tarif elektřiny					
30						
31	RPN na vytápění	6 444	Kč/rok			
32	RPN na přípravu TV	2 762	Kč/rok			
33	RPN na ostatní provoz	22 354	Kč/rok			
34	RPN celkem	31 560	Kč/rok			
35						
36	Roční náklady na údržbu zdrojů	4 700	Kč/rok			
37						

Obr. A.2 – Barevné rozlišení buněk

2. Zadání budovy

V kartě „zadání budovy“ nadefinujeme všechny potřebné parametry posuzované budovy. Jako první musíme zadat roční spotřeby energií (ty je nutné spočítat pomocí specializovaného softwaru pro výpočet energetické náročnosti budovy, např. Deksoft, Protech nebo Svoboda Software). Je třeba zadat zvlášť spotřebu energie na vytápění (buňky I3 až R3), spotřebu energie na přípravu teplé vody (buňky I4 až R4), ostatní spotřebu energie (buňky I7 až R7) a spotřebu energie na pomocné systémy (I8 až R8). Náповěda pro zadání hodnot (příklad z programu Deksoft) je graficky zobrazena pod tabulkou spotřeb. Přestože posuzujeme jeden objekt, spotřeby energie se v rámci jednotlivých variant mohou vzhledem k použití různých zdrojů mírně lišit, je tedy nutné zadat spotřeby pro každou variantu zvlášť. Protože do výpočtu energetické náročnosti budovy nevstupují elektrické spotřebiče, ale reálně energii spotřebovávají, je možné je do výpočtu zadat v levé části karty. Ve sloupci B zvolíme

možnost „ano“, pokud chceme daný spotřebič započítat, ve vedlejších sloupcích pak můžeme upravit příkon spotřebiče a dobu jeho užívání v rámci dne (jinak bude použit průměr). V buňkách B24 až B33 je pak možné (a doporučené) pojmenovat posuzované varianty (např. fotovoltaika + elektrokotel). Tyto názvy se automaticky propíší do ostatních karet, pojmenování variant slouží k lepší orientaci v celém editoru.

1	spotřebič	započítat	příkon [W]	doba provozu [h/den]	roční spotřeba [kWh/rok]	do výpočtu
2	elektrický sporák		2000	1	720	0
3	elektrická trouba		2000	0.5	365	0
4	lychlovární konvice		2000	0.12	88	0
5	mikrovlnná trouba		600	0.3	66	0
6	kombinovaná chladnička		120	24	1 051	0
7	chladnička		120	24	1 051	0
8	mraznička		120	24	1 051	0
9	myčka na nádobí		650	1.5	356	0
10	pračka		600	1.5	329	0
11	sušička		750	2	548	0
12	žehlička		2000	0.25	183	0
13	TV		70	6	153	0
14	PC		80	6	175	0
15	internet (modem, router)		10	24	88	0
16	lín		1000	0.1	37	0
17	jiné				0	0
18	jiné				0	0
19	jiné				0	0
20	jiné				0	0
21	jiné				0	0
22						
23	Varianta	Popis varianty				
24	Varianta 1					
25	Varianta 2					
26	Varianta 3					
27	Varianta 4					
28	Varianta 5					
29	Varianta 6					
30	Varianta 7					
31	Varianta 8					
32	Varianta 9					
33	Varianta 10					
34						
35						
36						

	vytápění	chlazení	nucené větrání	úprava vlhkosti vzduchu	příprava teplé vody	osvětlení
	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
dotaný energie pro spotřebu	4 519,4	0,00	361,33	0,00	3 997,4	907,74
dokladná energie pro pomocné systémy	122,01	0,00	620,59	0,00	0,00	-
dotaný energie celkem pro místo spotřeby	4 641,4	0,00	981,93	0,00	3 997,4	907,74
dotaný energie celkem pro objekt						

Obr. A.3 – Karta Zadání budovy

3. Paliva (energonositelé)

V této kartě máme možnost zadat ceny použitých paliv. Do oranžových buněk se zadává cena příslušného paliva za jednotku, ve které je běžně udávána výrobcí. Přepočet jednotky na Kč/kWh se provede automaticky.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Q	R	S	T	U
1		cena				vyhlednost		cena		průměr		do výpočtu						
2		Kč/kg	Kč/m³	Kč/lpm	kg/kWh	m³/kWh	lpm/kWh	Kč/kWh		Kč/kWh		Kč/kWh						
3	plyn	-	-	-	-	-	-	0		1,4		1,4						
4	elektrina – nízký tarif	-	-	-	-	-	-	-		2,8		2,8						
5	elektrina – vysoký tarif	-	-	-	-	-	-	-		4,0		4,0						
6	dřevěné pelety	-	-	-	-	-	-	0		1,2		1,2						
7	dřevní štěpka	-	-	-	-	-	-	0		0,7		0,7						
8	palivové dříví	-	-	-	-	-	-	0		0,9		0,9						
9	dálkové vytápění	-	-	-	-	-	-	-		2,3		2,3						
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		
37																		

Obr. A.4 – Karta Paliva (energonositelé)

4. Nadefinování zdrojů

Nyní je na čase nadefinovat jednotlivé zdroje a jejich vlastnosti. V tuto chvíli ještě neřešíme, v jakých variantách budeme tyto zdroje uvažovat, pouze si je připravujeme pro další práci. Každý typ zdroje má svou vlastní kartu (např. elektrokotle), do které je možné zadat až 10 konkrétních výrobků. Ty lze buď nadefinovat v oranžových buňkách nebo vybrat z katalogu pod nimi. Výběr zdrojů se provede v buňkách B2 až B11 v rozbalovacím menu schovaném pod šipkou po pravé straně buněk. Po výběru zdroje se všechny jeho vlastnosti propíší automaticky. U zdrojů, jejichž palivem je elektřina, máme navíc možnost zvolit vysoký nebo nízký tarif (např. při použití tepelného čerpadla). V případě, že nadefinujeme vlastní zdroj, nesmíme ho poté zapomenout vybrat v rolovacím menu ve žlutých buňkách. Tímto způsobem nadefinujeme všechny zdroje, které budeme chtít ve výpočtu použít.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Kotel (výrobce, typ, výkon)	Cena kotle [Kč]	Cena příslušenství [Kč]	Cena montáže [Kč]	Celkové pořizovací náklady [Kč]	Náklady na údržbu [Kč/rok]	Palivo	Tarif	Cena paliva [Kč/kWh]
1	Elektrokotel – průměr	23000	3000	5000	31 000	700	elektřina	Vysoký	4,0
2	Elektrokotel – průměr								
3	Elektrokotel – průměr								
4	Elektrokotel Protherm Ray 6 KE 1 – 6 kW								
5	Elektrokotel Protherm Ray 9 KE 1 – 9 kW								
6	Elektrokotel Protherm Ray 12 KE 2 – 12 kW								
7	Elektrokotel Protherm Ray 14 KE 2,3 – 14 kW								
8	Elektrokotel Protherm Ray 18 KE 2 – 18 kW								
9	Elektrokotel Protherm Ray 21 KE 2,3 – 21 kW								
10	Elektrokotel Protherm Ray 24 KE 2 – 24 kW								
11	Elektrokotel Protherm Ray 28 KE 2,3 – 28 kW								
12	Elektrokotel Protherm Ray 28 KE 2,3 – 28 kW								
13	vlastní Elektrokotel Thermana Therm ELN 8 2,5 – 7,5 kW				0		elektřina		
14	vlastní Elektrokotel Thermana Therm ELN 15 5 – 15 kW				0		elektřina		
15	vlastní				0		elektřina		
16	vlastní				0		elektřina		
17	vlastní				0		elektřina		
18	Elektrokotel – průměr	23000	3000	5000	31 000	700	elektřina		
19	Elektrokotel Protherm Ray 6 KE 1 – 6 kW	23023	3000	5000	31 023	700	elektřina		
20	Elektrokotel Protherm Ray 9 KE 1 – 9 kW	23023	3000	5000	31 023	700	elektřina		
21	Elektrokotel Protherm Ray 12 KE 2 – 12 kW	23268	3000	5000	31 268	700	elektřina		
22	Elektrokotel Protherm Ray 14 KE 2,3 – 14 kW	25611	3000	5000	33 611	700	elektřina		
23	Elektrokotel Protherm Ray 18 KE 2 – 18 kW	26105	3000	5000	34 105	700	elektřina		
24	Elektrokotel Protherm Ray 21 KE 2,3 – 21 kW	27761	3000	5000	35 761	700	elektřina		
25	Elektrokotel Protherm Ray 24 KE 2 – 24 kW	28179	3000	5000	36 179	700	elektřina		
26	Elektrokotel Protherm Ray 28 KE 2,3 – 28 kW	28179	3000	5000	36 179	700	elektřina		
27	Elektrokotel Thermana Therm ELN 8 2,5 – 7,5 kW	17135	3000	5000	25 135	700	elektřina		
28	Elektrokotel Thermana Therm ELN 15 5 – 15 kW	18285	3000	5000	26 285	700	elektřina		
29	Elektrokotel Thermana Therm EL 8 2,5 – 7,5 kW	20585	3000	5000	28 585	700	elektřina		
30	Elektrokotel Thermana Therm EL 15 2,5 – 15 kW	21735	3000	5000	29 735	700	elektřina		
31	Elektrokotel Thermana Therm EL 23 2,5 – 22,5 kW	24035	3000	5000	32 035	700	elektřina		
32	Elektrokotel Thermana Therm EL 30 5 – 30 kW	27485	3000	5000	35 485	700	elektřina		
33	Elektrokotel Thermana Therm EL 38 5 – 37,5 kW	29785	3000	5000	37 785	700	elektřina		
34	Elektrokotel Thermana Therm EL 45 5 – 45 kW	32085	3000	5000	40 085	700	elektřina		
35	Elektrokotel Thermana Therm EL 5 0,5 – 4,5 kW	21735	3000	5000	29 735	700	elektřina		
36	Elektrokotel Thermana Therm EL 9 1 – 9 kW	22985	3000	5000	30 985	700	elektřina		
37	Elektrokotel Thermana Therm EL 14 1,5 – 13,5 kW	24035	3000	5000	32 035	700	elektřina		

Obr. A.5 – Karta zdroje energie

Některé zdroje vyžadují mírně specifické zadání. Například aktivní rekuperaci nelze vzhledem k principu jejího fungování (viz kap. 2.1) zadat jako jeden zdroj. Podle toho, o jaký typ aktivní rekuperace se jedná (pouze pro ohřev TV, pro ohřev TV i vytápění), musíme její jednotlivé komponenty zadat samostatně (tepelné čerpadlo vzduch/vzduch, tepelné čerpadlo vzduch/voda atd.) a každé z nich definovat vlastnosti (především SCOP). Pořizovací náklady jednotky je pak možné rozpočítat mezi jednotlivé komponenty a nebo je přiřadit pouze k jedné z nich a u ostatních je zadat nulové (stejně jako náklady na údržbu).

V případě zadávání fotovoltaických nebo fototermických systémů je kromě všech nákladů potřeba zadat také roční výkon daného systému, v případě fotovoltaiky

i roční množství energie distribuované mimo budovu (přebytky energie, které se v budově nevyužijí). Tyto přebytky jsou pak odečteny od provozních nákladů.

Elektrické plošné vytápění (přestože je z hlediska výpočtu uvažováno jako zdroj) se zadává stejným způsobem jako otopné soustavy (viz následující kapitola).

4. Nadefinování otopných soustav

V případě, že chceme hodnotit systémy s různými typy otopných soustav, je nutné tyto soustavy do výpočtu zadat. Podle typu otopné soustavy vybereme příslušnou kartu a tam soustavu zadáme obdobným způsobem, jako zdroje. Cenu otopných soustav lze zadat dvěma způsoby. Buď zadáme (nebo vybereme z katalogu) jednotkovou cenu dané soustavy (např. cena za jedno otopné těleso nebo za metr čtvereční plošného vytápění) a připišeme počet těchto jednotek, celková cena se vypočte automaticky. Druhá možnost je zadat přímo cenu kompletní soustavy. Pro toto zadávání jsou buňky vybarveny červeně a znamenají, že pro danou položku máme vyplnit buď jeden nebo druhý údaj. V případě vyplnění obou údajů je vždy započítána přímo zadaná cena kompletní soustavy.

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
2	Otopná soustava		Jednotková cena [Kč/ks]	Orientační výpočet Počet otopných těles	Celkové pořizovací náklady [Kč]	Konkrétní nabídka Celkové pořizovací náklady [Kč]	CPN do výpočtu [Kč]			
3	1	teplvodní otopná tělesa – průměr	5 000		40 000		40 000			
4	2	deskové otopné těleso Radik Klasik 2000x600 8 ks			0	38 800	38 800			
5	3									
6	4									
7	5									
8	6									
9	7									
10	8									
11	9									
12	10									
13										
14	vlastní	deskové otopné těleso Radik Klasik 2000x600 8 ks								
15	vlastní									
16	vlastní									
17	vlastní									
18	vlastní									
19		teplvodní otopná tělesa – průměr	5000							
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										

Obr. A.6 – Karta otopné soustavy

Pokud ve výpočtu uvažujeme přímotopy nebo jiné zdroje, které jsou zároveň otopnou soustavou, zadávají se pouze jednou, a to jako zdroje. V případě, že je otopná soustava ve všech variantách stejná, není třeba ji do výpočtu zadávat (v hodnocení se neprojeví).

5. Nadefinování variant

Pokud máme připravené všechny zdroje i otopné soustavy, můžeme začít definovat jednotlivé varianty (karty Varianta 1 – Varianta 10). V řádku 4 vybereme požadovaný zdroj a jeho vlastnosti zadané v předchozím kroku se automaticky propíší. Pokud zadáme fotovoltaické nebo fototermické systémy, propíše se i jejich výkon. U ostatních zdrojů musíme v řádcích 15 a 16 zadat procento spotřeby, kterou daný zdroj pokryje. Stejným způsobem jako zdroj můžeme v řádku 20 vybrat otopnou soustavu.

Cenu pasivní rekuperace a roční náklady na její údržbu můžeme zadat v řádcích 27 a 28. O řádek níže máme možnost zadat výši případné dotace. Po zadání je třeba zkontrolovat, jestli výše dotace nepřesahuje pořizovací náklady. V takovém případě by celkové náklady po odečtení dotace byly záporné a výpočet by neproběhl správně. Pokud je tedy dotace vyšší než pořizovací náklady, doporučuje se ji v dané variantě nezadávat a v ostatních variantách (u kterých nárok na dotaci nevzniká) ji zadat zápornou, tedy se znaménkem minus. Tímto způsobem pak výpočet proběhne správně. O další řádek níže je možné zadat tarif elektřiny. Tuto možnost jsme měli již při zadávání zdroje, v této kartě se ale jedná o elektřinu spotřebovanou na ostatní provoz budovy (osvětlení, nucené větrání atd.), nikoliv na provoz samotného zdroje.

V případě, že si na danou variantu bereme úvěr, zadáme jeho parametry v buňkách C43 až C45. Je třeba zadat výši úvěru, roční procentní sazbu nákladů (nikoli úrok) a výši měsíční splátky. Kalkulačka si pak sama spočítá, kolik na úvěru přeplatíme. Pokud danou variantu nebo její část pokryjeme z vlastních zdrojů, je třeba jejich výši vepsat do buňky C47. Do zbylých dvou buněk se zadá diskont a předpokládaný roční nárůst provozních nákladů v procentech.

Buňky ve spodní části karty (C53 až C56) se nevyplňují, ale slouží pro kontrolu zadaných údajů. První dvě buňky kontrolují procenta pokrytí spotřeb jednotlivými zdroji (součet musí být 100 %), další kontroluje výši finančních prostředků (aby vlastní kapitál nebo výše úvěru, případně jejich součet, odpovídaly pořizovacím nákladům) a poslední výši splátek případného úvěru (aby úrok z úvěru nebyl vyšší než měsíční splátka). Pokud kterákoliv z těchto buněk hlásí chybu, výpočet neproběhne správně.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1					Varianta 10			
2								
3	Zdroje tepla		Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
4	Zdroj		Plynový kotel – průměr					
5	PN na zdroj		151 000 Kč					
6	Náklady na údržbu zdroje [Kč/rok]		1 000 Kč					
7								
8								
9	výkon FV [kWh/rok]							
10								
11								
12								
13	výkon FT [kWh/rok]							
14								
15	procento využití zdroje				0%	0%	0%	0%
16								
17	Cena paliva [Kč/kWh]		1,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18								
19	Otopné soustav		OS1	OS2	OS3	OS4	OS5	OS6
20	Otopná soustava							
21	PN na OS		0	0	0	0	0	0
22								
23	Pořizovací náklady na zdroj		151 000 Kč					
24	Pořizovací náklady na OS		0 Kč					
25	Pořizovací náklady na vyt. celkem		151 000 Kč					
26								
27	Cena pasivní rekuperace							
28	Roční náklady na údržbu pas. rek.							
29	Výše dotace							
30	Tarif elektřiny							
31								
32	RPN na vytápění		6 140 Kč/rok					
33	RPN na přípravu TV		5 433 Kč/rok					
34	RPN na ostatní provoz		22 364 Kč/rok					
35	RPN celkem		33 928 Kč/rok					
36								
37	Roční náklady na údržbu zdrojů		1 000 Kč/rok					
38	Dodávka z FV mimo budovu		0 Kč/rok					
39								
40	Pořizovací náklady celkem		151 000 Kč					
41	Roční provozní náklady celkem		35 728 Kč/rok					
42								
43	Výše úvěru							
44	RPSN							
45	Výše měsíční splátky							
46								
47	Vlastní kapitál		151 000 Kč					
48	Diskont		4,0 %					
49								
50	Roční nárůst provozních nákladů		3,0 %					
51								
52								
53	Kontrola % vytápění							
54	Kontrola % TV							
55	Kontrola součtu pořizovacích nákladů							
56	Kontrola výše splátek							

Obr. A.7 – Karta varianty

Po nadefinování všech variant je zadání dokončeno a můžeme přejít k výsledkům.

Příloha B – přehled vstupních údajů

Malý rodinný dům – nZEB – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}						125 025 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	125	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	121	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	12 903	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 260	

Malý rodinný dům – nZEB – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}						236 906 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	125	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	107	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	13 788	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 260	

Malý rodinný dům – nZEB – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 10 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	125	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	185	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Malý rodinný dům – nZEB – elektrokotel + fototermitické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	Fototermitické panely Regulus KPG1+ 4 ks, výkon 4748 kWh/rok					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					250 684 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	125	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	125	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	14 295	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 937	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 514	

Malý rodinný dům – nZEB – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 50 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 4 kW, COP 4,02, SCOP 3,92					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					263 350 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	125	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	103	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	12 167	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 882	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 260	

Malý rodinný dům – nZEB – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 4,5 výkon 4,7 kW, COP 4,2, SCOP 4,22					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					303 264 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	125	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	95	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	12 136	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 872	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 260	

Malý rodinný dům – nZEB – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					230 440 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	125	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	40	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	15 353	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 898	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 260	

Malý rodinný dům – B.0 – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					182 410 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	103	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	9 011	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 614	

Malý rodinný dům – B.0 – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					294 291 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	94	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	13 788	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 260	

Malý rodinný dům – B.0 – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 30 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Atrea...					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)					250 000 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	124	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	12 903	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 260	

Malý rodinný dům – B.0 – elektrokotel + fototermické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	Fototermické panely Regulus KPG1+ 3 ks, výkon 3806 kWh/rok					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					292 291 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	106	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	10 055	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 979	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 846	

Malý rodinný dům – B.0 – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 50 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 4 kW, COP 4,02, SCOP 3,92					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					320 735 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	91	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	8 497	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 882	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 614	

Malý rodinný dům – B.0 – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 4,5 výkon 4,7 kW, COP 4,2, SCOP 4,22					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					303 264 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	86	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	8 474
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	3 872
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	5 614

Malý rodinný dům – B.0 – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					287 825 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	41	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	10 722
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	4 898
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	5 614

Malý rodinný dům – B.0 – aktivní rekuperace						
Zdroj	Systém Anaconda = rekuperační jednotka Nilan + tepelné čerpadlo Convert AW6					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					416 560 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	107	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	96	ano
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	8 470
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	3 882
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	5 614

Malý rodinný dům – B.1 – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					182 410 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	77	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	4 666	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 588	

Malý rodinný dům – B.1 – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					294 291 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	72	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	4 986	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 588	

Malý rodinný dům – B.1 – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 20 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1, výkon do budovy 4078 kWh/rok, výkon mimo budovu 876 kWh/rok					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					218 500 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	87	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	4 666	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 588	

Malý rodinný dům – B.1 – elektrokotel + fototermické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	Fototermické panely Regulus KPG1+ 1 ks, výkon 1572 kWh/rok					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					261 989 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	88	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	5 257	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 326	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 774	

Malý rodinný dům – B.1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 50 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 4 kW, COP 4,02, SCOP 3,92					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					320 735 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	70	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	4 400	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 882	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 588	

Malý rodinný dům – B.1 – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 4,5 výkon 4,7 kW, COP 4,2, SCOP 4,22					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					303 264 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	69	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	4 389	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 872	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 588	

Malý rodinný dům – B.1 – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					287 825 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	35	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	5 552
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	4 898
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	5 588

Malý rodinný dům – B.1 – aktivní rekuperace						
Zdroj	Systém Anaconda = rekuperační jednotka Nilan + tepelné čerpadlo Convert AW6					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					416 560 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	74	ano
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	4 386
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	3 881
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	5 588

Malý rodinný dům – B.2 – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)					-	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	70	ano
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	-
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	-
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	-

Malý rodinný dům – B.2 – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	66	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Malý rodinný dům – B.2 – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 24 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1, výkon do budovy 4297 kWh/rok, výkon mimo budovu 1652 kWh/rok					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}						241 500 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	53	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	3 624	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 116	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 579	

Malý rodinný dům – B.2 – elektrokotel + fototermické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 – 9 kW					
Zdroj 2	Fototermické panely Regulus KPG1+ 4 ks, výkon 3816 kWh/rok					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}						308 069 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	58	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	4 018	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	3 945	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 786	

Malý rodinný dům – B.2 – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 50 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 4 kW, COP 4,02, SCOP 3,92					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	65	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Malý rodinný dům – B.2 – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 4,5 výkon 4,7 kW, COP 4,2, SCOP 4,22					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	65	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Malý rodinný dům – B.2 – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*)						287 825 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	34	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	4 312	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 898	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	5 579	

Malý rodinný dům – B.2 – aktivní rekuperace						
Zdroj	Systém Anaconda = rekuperační jednotka Nilan + tepelné čerpadlo Convert AW6					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	69	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – nZEB – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 25 MKO-A výkon 6,3 – 26,5 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*						129 165 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	153	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	127	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	22 369	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 100	

Velký rodinný dům – nZEB – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 25 MKO-A výkon 6,3 – 26,5 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*						214 046 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	153	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	112	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	23 903	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 100	

Velký rodinný dům – nZEB – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 14 KE výkon 2,3 – 14 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 20 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	153	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	198	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – nZEB – elektrokotel + fototermitické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 14 KE výkon 2,3 – 14 kW					
Zdroj 2	Fototermitické panely Regulus KPG1+ 3 ks, výkon 3298 kWh/rok					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*						246 464 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	153	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	146	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	25 157	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	4 618	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 415	

Velký rodinný dům – nZEB – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 90 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 8 kW, COP 4,22, SCOP 4,11					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*						278 300 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	153	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	104	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	21 094	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 174	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 100	

Velký rodinný dům – nZEB – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 8 výkon 7,6 kW, COP 4,7, SCOP 4,72					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					355 835 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	153	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	91	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	21 040	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 158	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 100	

Velký rodinný dům – nZEB – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					233 430 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	153	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	43	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	26 616	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	7 790	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 100	

Velký rodinný dům – B.0 – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 25 MKO-A výkon 6,3 – 26,5 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					186 550 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	110	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	16 446	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 654	

Velký rodinný dům – B.0 – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 25 MKO-A výkon 6,3 – 26,5 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}						298 431 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	100	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	17 574	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 654	

Velký rodinný dům – B.0 – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 14 KE výkon 2,3 – 14 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 20 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	182	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – B.0 – elektrokotel + fototermické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 14 KE výkon 2,3 – 14 kW					
Zdroj 2	Fototermické panely Regulus KPG1+ 7 ks, výkon 5447 kWh/rok					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}						365 121 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	119	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	18 415	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 409	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 989	

Velký rodinný dům – B.0 – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 90 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 8 kW, COP 4,22, SCOP 4,11					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					335 685 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	96	ano
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	15 509
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	6 174
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	6 654

Velký rodinný dům – B.0 – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 8 výkon 7,6 kW, COP 4,7, SCOP 4,72					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					355 835 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	84	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	12 903
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	4 116
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	6 654

Velký rodinný dům – B.0 – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*					290 815 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	44	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	19 569
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	7 790
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	6 654

Velký rodinný dům – B.0 – aktivní rekuperace						
Zdroj	Systém Anaconda = rekuperační jednotka Nilan + tepelné čerpadlo Convert AW12					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					436 110 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	120	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	103	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	15 459	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 174	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 654	

Velký rodinný dům – B.1 – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					185 400 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	77	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	7 536	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 607	

Velký rodinný dům – B.1 – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					297 281 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	72	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	8 052	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 607	

Velký rodinný dům – B.1 – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 - 9 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 32 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1, výkon do budovy 6449 kWh/rok, výkon mimo budovu 1489 kWh/rok					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					287 500 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	87	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	7 536	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 607	

Velký rodinný dům – B.1 – elektrokotel + fototermické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 - 9 kW					
Zdroj 2	Fototermické panely Regulus KPG1+ 2 ks, výkon 2510 kWh/rok					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					286 196 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	87	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	8 490	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 878	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 847	

Velký rodinný dům – B.1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 50 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 4 kW, COP 4,02, SCOP 3,92					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					320 735 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	71	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	7 106	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 174	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 607	

Velký rodinný dům – B.1 – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 4,5 výkon 4,7 kW, COP 4,2, SCOP 4,22					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					303 264 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	69	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	7 088
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	6 158
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	6 607

Velký rodinný dům – B.1 – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					290 815 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	36	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	8 966
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	7 790
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	6 607

Velký rodinný dům – B.1 – aktivní rekuperace						
Zdroj 1	Systém Anaconda = rekuperační jednotka Nilan + tepelné čerpadlo Convert AW9					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					428 060 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	20	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	74	ano
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	7 083
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	6 174
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	6 607

Velký rodinný dům – B.2 – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	70	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – B.2 – plynový kotel + krb						
Zdroj 1	Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 12 MKO-A výkon 4,3 – 12,7 kW					
Zdroj 2	Krbová vložka DUFA Haas Sohn JONAVA IV					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	67	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – B.2 – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 - 9 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 36 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1, výkon do budovy 6697 kWh/rok, výkon mimo budovu 2235 kWh/rok					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)*)						322 000 Kč
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	59	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	5 819	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	6 547	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	6 595	

Velký rodinný dům – B.2 – elektrokotel + fototermické panely + krb s teplovodním výměníkem						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 9 KE výkon 1 - 9 kW					
Zdroj 2	Fototermické panely Regulus KPG1+ 10 ks					
Zdroj 3	Teplovodní krbová vložka DUFA IC IDRO 50/CS					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	65	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – B.2 – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 50 + vnitřní jednotka IVT AirModul E9 výkon 4 kW, COP 4,02, SCOP 3,92					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	66	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – B.2 – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT PremiumLine EQ C 4,5 výkon 4,7 kW, COP 4,2, SCOP 4,22					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)						-
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	65	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Velký rodinný dům – B.2 – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety DUFA IC TERMIKA výkon 3,7 - 12 kW					
Větrání	VZT jednotka s rekuperačním výměníkem Regulus Sentinel Kinetic B Plus					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					230 440 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	34	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	6 923
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	7 790
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	6 595

Velký rodinný dům – B.2 – aktivní rekuperace						
Zdroj	Systém Anaconda = rekuperační jednotka Nilan + tepelné čerpadlo Convert AW9					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)					-	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	60	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	69	ano
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	-
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	-
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	-

Bytový dům – nZEB – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Panther Condens 48 KKO-A výkon 8,7 – 48 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					176 741 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	136	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	123	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	78 570
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	66 807
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	105 822

Bytový dům – nZEB – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	2x Elektrokotel Protherm Rey 24 KE výkon 2 - 24 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 300 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)					-	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	136	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	180	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	-
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	-
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	-

Bytový dům – nZEB – elektrokotel + fototermické panely						
Zdroj 1	2x Elektrokotel Protherm Rey 24 KE výkon 2 - 24 kW					
Zdroj 2	Fototermické panely Regulus KPG1+ 104 ks, výkon 81 614 kWh/rok					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					1 685 992 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	136	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	136	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	77 244
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	62 923
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	106 867

Bytový dům – nZEB – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda HELIOTHERM S40L M Solid výkon 43,6 kW, COP 4,4, SCOP 4,29					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					959 100 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	136	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	102	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	74 092
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	62 999
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	105 822

Bytový dům – nZEB – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT GEO G 248 výkon 47 kW, COP 4,72, SCOP 4,74					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					1 178 723 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	136	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	96	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	73 903
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	62 838
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	105 822

Bytový dům – nZEB – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety ATMOS DC50 S výkon 13,5 – 45 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					311 920 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	136	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	36	ne
Roční spotřeba energie na vytápění					[kWh/rok]	93 488
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody					[kWh/rok]	79 491
Roční spotřeba ostatní energie					[kWh/rok]	105 822

Bytový dům – nZEB – centrální zásobování teplem						
Zdroj	Centrální zásobování teplem					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					280 585 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	136	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	-	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	106	ne
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	74 602	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	63 433	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	105 220	

Bytový dům – B.1 – plynový kotel						
Zdroj	Kondenzační plynový kotel Protherm Panther Condens 30 KKO-A výkon 9,3 – 32,8 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)					-	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	97	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Bytový dům – B.1 – elektrokotel + fotovoltaické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 28 KE výkon 2,3 - 28 kW					
Zdroj 2	FV panely Astronergy STAVE CHSM6610P 275W 270 ks + měnič Fronius Galvo 1.5-1, výkon do budovy 56480 kWh/rok, výkon mimo budovu 8115 kWh/rok					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					1 897 500 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	87	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	27 342	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	66 807	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	112 294	

Bytový dům – B.1 – elektrokotel + fototermitické panely						
Zdroj 1	Elektrokotel Protherm Rey 28 KE výkon 2,3 - 28 kW					
Zdroj 2	Fototermitické panely Regulus KPG1+ 67 ks, výkon 59 950 kWh/rok					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					1 092 615 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	90	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	27 139	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	63 182	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	112 655	

Bytový dům – B.1 – tepelné čerpadlo vzduch/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo vzduch/voda IVT AIR X 170 výkon 14 kW, COP 4,03, SCOP 3,93					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)					-	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	93	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	-	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	-	

Bytový dům – B.1 – tepelné čerpadlo země/voda + elektrická topná patrona						
Zdroj	Tepelné čerpadlo země/voda IVT GEO G 248 výkon 17 kW, COP 4,7, SCOP 4,72					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %)					497 648 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	88	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	25 718	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	62 838	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	112 294	

Bytový dům – B.1 – kotel na pelety						
Zdroj	Kotel na pelety ATMOS D31 P výkon 8,9 – 30 kW					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 % ^{*)}					279 950 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	41	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	32 534	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	79 471	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	111 984	

Bytový dům – B.1 – centrální zásobování teplem						
Zdroj	Centrální zásobování teplem					
Celkové pořizovací náklady (včetně DPH 15 %) ^{*)}					280 585 Kč	
$U_{em,pož}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,pož}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,pož}$ [kWh/m ² rok]	90	ZZT
$U_{em,vyp}$ [W/m ² K]	0,28	$E_{A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	15	$E_{pN,A,vyp}$ [kWh/m ² rok]	86	ano
Roční spotřeba energie na vytápění				[kWh/rok]	25 961	
Roční spotřeba energie na přípravu teplé vody				[kWh/rok]	63 433	
Roční spotřeba ostatní energie				[kWh/rok]	111 538	

Příloha C - podrobné výsledky ekonomického hodnocení

Budova	Doba hodnocení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6	Varianta 7	Varianta 8
		Plynový kotel	Plynový kotel + krb	Elektrokotel + FV	Elektrokotel + FT + krb s TV	Tepelné čerpadlo vzduch/voda	Tepelné čerpadlo země/voda	Kotel na pelety	Aktivní rekuperace / CZT
malý RD nZEB	10	713 557 Kč	870 480 Kč		1 014 401 Kč	685 725 Kč	701 414 Kč	847 797 Kč	
	15	1 070 247 Kč	1 233 709 Kč		1 454 931 Kč	910 175 Kč	897 785 Kč	1 202 577 Kč	
	20	1 483 748 Kč	1 654 791 Kč		1 965 626 Kč	1 170 375 Kč	1 125 433 Kč	1 613 864 Kč	
malý RD B.0	10	742 419 Kč	913 011 Kč		733 159 Kč	755 857 Kč	783 879 Kč	888 417 Kč	946 852 Kč
	15	1 072 107 Kč	1 249 802 Kč		959 937 Kč	968 744 Kč	972 478 Kč	1 216 109 Kč	1 172 915 Kč
	20	1 454 307 Kč	1 640 235 Kč		1 222 836 Kč	1 215 538 Kč	1 191 117 Kč	1 595 993 Kč	1 434 984 Kč
malý RD B.1	10	666 442 Kč	838 045 Kč	929 483 Kč	886 331 Kč	713 780 Kč	748 629 Kč	812 285 Kč	900 947 Kč
	15	948 843 Kč	1 128 177 Kč	1 259 622 Kč	1 236 885 Kč	900 478 Kč	915 289 Kč	1 092 593 Kč	1 098 439 Kč
	20	1 276 223 Kč	1 464 520 Kč	1 642 344 Kč	1 643 272 Kč	1 116 911 Kč	1 108 494 Kč	1 417 546 Kč	1 327 387 Kč
malý RD B.2	10			902 637 Kč	813 643 Kč			793 889 Kč	
	15			1 192 763 Kč	1 075 140 Kč			1 062 747 Kč	
	20			1 529 099 Kč	1 378 286 Kč			1 374 428 Kč	
velký RD nZEB	10	964 383 Kč	1 119 953 Kč		1 414 064 Kč	839 197 Kč	887 777 Kč	1 098 206 Kč	
	15	1 474 055 Kč	1 634 790 Kč		2 123 556 Kč	1 145 276 Kč	1 146 234 Kč	1 606 223 Kč	
	20	2 064 903 Kč	2 231 629 Kč		2 946 051 Kč	1 500 106 Kč	1 445 856 Kč	2 195 155 Kč	
velký RD B.0	10	968 555 Kč	1 138 426 Kč		1 445 764 Kč	901 344 Kč	975 529 Kč	1 114 070 Kč	1 144 977 Kč
	15	1 435 607 Kč	1 611 505 Kč		2 044 704 Kč	1 189 498 Kč	1 223 464 Kč	1 579 343 Kč	1 470 225 Kč
	20	1 977 049 Kč	2 159 933 Kč		2 739 040 Kč	1 523 548 Kč	1 510 890 Kč	2 118 721 Kč	1 847 276 Kč
velký RD B.1	10	811 555 Kč	983 200 Kč	1 244 509 Kč	1 115 586 Kč	799 058 Kč	825 592 Kč	958 243 Kč	1 012 660 Kč
	15	1 181 831 Kč	1 360 784 Kč	1 694 440 Kč	1 589 059 Kč	1 038 832 Kč	1 040 153 Kč	1 326 531 Kč	1 265 611 Kč
	20	1 611 082 Kč	1 798 507 Kč	2 216 035 Kč	2 137 944 Kč	1 316 796 Kč	1 288 888 Kč	1 753 476 Kč	1 558 851 Kč
velký RD B.2	10			1 210 489 Kč				928 074 Kč	
	15			1 598 839 Kč				1 277 584 Kč	
	20			2 049 043 Kč				1 682 761 Kč	
BD nZEB	10	7 904 760 Kč			9 978 212 Kč	5 934 239 Kč	5 936 727 Kč	8 048 904 Kč	9 374 160 Kč
	15	12 709 314 Kč			15 048 470 Kč	8 990 489 Kč	8 844 432 Kč	12 854 385 Kč	15 025 141 Kč
	20	18 279 109 Kč			20 926 289 Kč	12 533 521 Kč	12 215 259 Kč	18 425 253 Kč	21 576 176 Kč
BD B.1	10			9 495 536 Kč	8 216 421 Kč		5 055 753 Kč	7 434 877 Kč	8 310 674 Kč
	15			14 080 835 Kč	12 602 045 Kč		7 875 364 Kč	11 879 278 Kč	13 299 749 Kč
	20			19 396 453 Kč	17 686 186 Kč		11 144 066 Kč	17 031 558 Kč	19 083 455 Kč

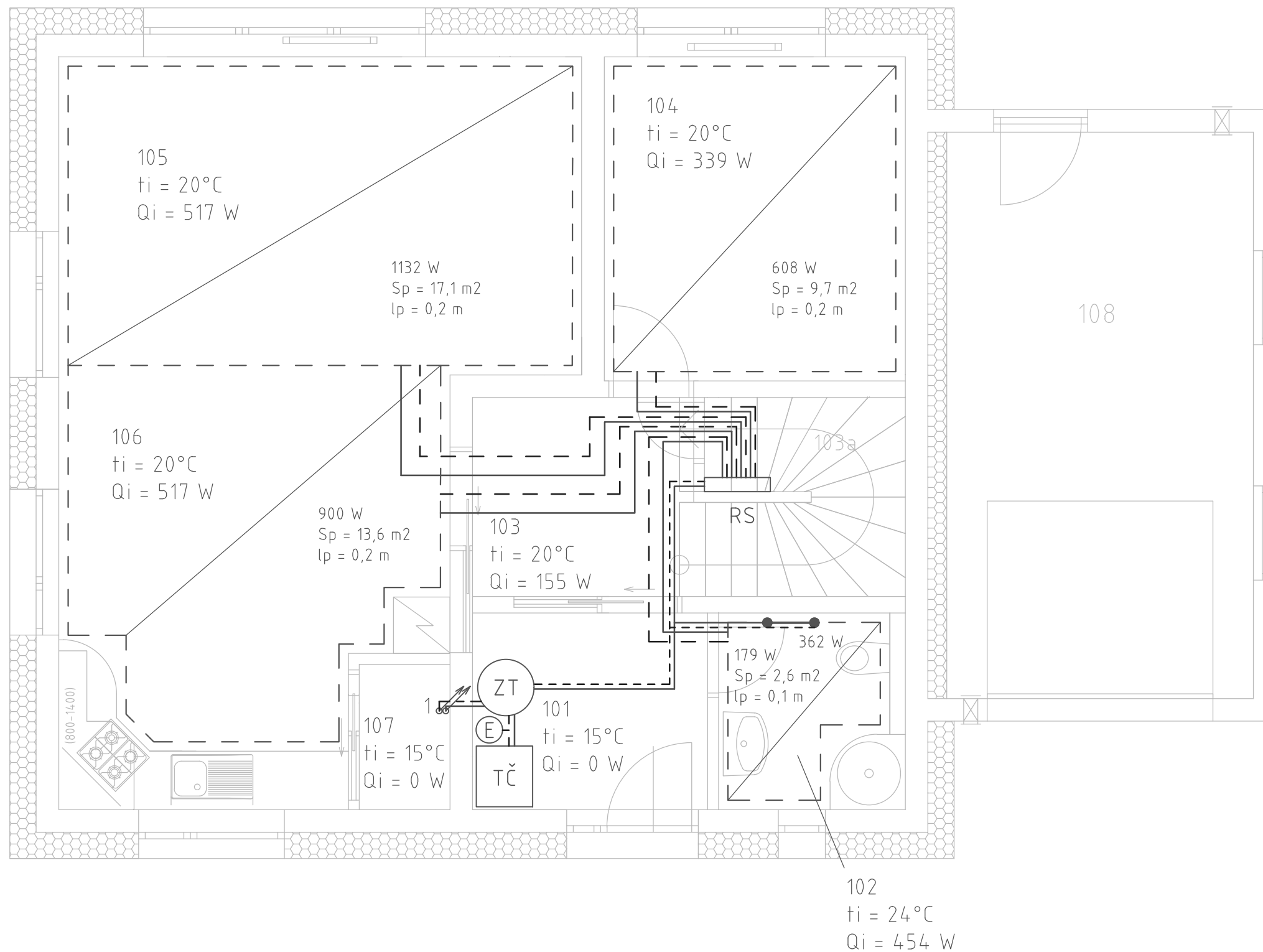
Budova	Doba hodnocení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6	Varianta 7	Varianta 8
		Plynový kotel	Plynový kotel + krb	Elektrokotel + FV	Elektrokotel + FT + krb s TV	Tepelné čerpadlo vzduch/voda	Tepelné čerpadlo země/voda	Kotel na pelety	Aktivní rekuperace / CZT
malý RD nZEB	10	713 557 Kč	870 480 Kč		1 014 401 Kč	685 725 Kč	701 414 Kč	847 797 Kč	
	15	1 070 247 Kč	1 233 709 Kč		1 454 931 Kč	910 175 Kč	897 785 Kč	1 202 577 Kč	
	20	1 483 748 Kč	1 654 791 Kč		1 965 626 Kč	1 170 375 Kč	1 125 433 Kč	1 613 864 Kč	
malý RD B.0	10	742 419 Kč	913 011 Kč		733 159 Kč	755 857 Kč	783 879 Kč	888 417 Kč	946 852 Kč
	15	1 072 107 Kč	1 249 802 Kč		959 937 Kč	968 744 Kč	972 478 Kč	1 216 109 Kč	1 172 915 Kč
	20	1 454 307 Kč	1 640 235 Kč		1 222 836 Kč	1 215 538 Kč	1 191 117 Kč	1 595 993 Kč	1 434 984 Kč
malý RD B.1	10	666 442 Kč	838 045 Kč	929 483 Kč	886 331 Kč	713 780 Kč	748 629 Kč	812 285 Kč	900 947 Kč
	15	948 843 Kč	1 128 177 Kč	1 259 622 Kč	1 236 885 Kč	900 478 Kč	915 289 Kč	1 092 593 Kč	1 098 439 Kč
	20	1 276 223 Kč	1 464 520 Kč	1 642 344 Kč	1 643 272 Kč	1 116 911 Kč	1 108 494 Kč	1 417 546 Kč	1 327 387 Kč
malý RD B.2	10			902 637 Kč	813 643 Kč			793 889 Kč	
	15			1 192 763 Kč	1 075 140 Kč			1 062 747 Kč	
	20			1 529 099 Kč	1 378 286 Kč			1 374 428 Kč	
velký RD nZEB	10	964 383 Kč	1 119 953 Kč		1 414 064 Kč	839 197 Kč	887 777 Kč	1 098 206 Kč	
	15	1 474 055 Kč	1 634 790 Kč		2 123 556 Kč	1 145 276 Kč	1 146 234 Kč	1 606 223 Kč	
	20	2 064 903 Kč	2 231 629 Kč		2 946 051 Kč	1 500 106 Kč	1 445 856 Kč	2 195 155 Kč	
velký RD B.0	10	968 555 Kč	1 138 426 Kč		1 445 764 Kč	901 344 Kč	975 529 Kč	1 114 070 Kč	1 144 977 Kč
	15	1 435 607 Kč	1 611 505 Kč		2 044 704 Kč	1 189 498 Kč	1 223 464 Kč	1 579 343 Kč	1 470 225 Kč
	20	1 977 049 Kč	2 159 933 Kč		2 739 040 Kč	1 523 548 Kč	1 510 890 Kč	2 118 721 Kč	1 847 276 Kč
velký RD B.1	10	811 555 Kč	983 200 Kč	1 244 509 Kč	1 115 586 Kč	799 058 Kč	825 592 Kč	958 243 Kč	1 012 660 Kč
	15	1 181 831 Kč	1 360 784 Kč	1 694 440 Kč	1 589 059 Kč	1 038 832 Kč	1 040 153 Kč	1 326 531 Kč	1 265 611 Kč
	20	1 611 082 Kč	1 798 507 Kč	2 216 035 Kč	2 137 944 Kč	1 316 796 Kč	1 288 888 Kč	1 753 476 Kč	1 558 851 Kč
velký RD B.2	10			1 210 489 Kč				928 074 Kč	
	15			1 598 839 Kč				1 277 584 Kč	
	20			2 049 043 Kč				1 682 761 Kč	
BD nZEB	10	7 904 760 Kč			9 978 212 Kč	5 934 239 Kč	5 936 727 Kč	8 048 904 Kč	9 374 160 Kč
	15	12 709 314 Kč			15 048 470 Kč	8 990 489 Kč	8 844 432 Kč	12 854 385 Kč	15 025 141 Kč
	20	18 279 109 Kč			20 926 289 Kč	12 533 521 Kč	12 215 259 Kč	18 425 253 Kč	21 576 176 Kč
BD B.1	10			9 495 536 Kč	8 216 421 Kč		5 055 753 Kč	7 434 877 Kč	8 310 674 Kč
	15			14 080 835 Kč	12 602 045 Kč		7 875 364 Kč	11 879 278 Kč	13 299 749 Kč
	20			19 396 453 Kč	17 686 186 Kč		11 144 066 Kč	17 031 558 Kč	19 083 455 Kč

Příloha D – tepelné ztráty místností

Souhm tepelných ztrát vytápěných místností

místnost	návrhová teplota v místnosti $\theta_{int,i}$ [°C]	teplota vnitřního vzduchu θ_{air} [°C]	objem vzduchu v místnosti V_{int} [m ³]	podlahová plocha místnosti $A_{e,int}$ [m ²]	návrhová tepelná ztráta prostupem $\dot{\Phi}_T$ [W]	návrhová tepelná ztráta větráním $\dot{\Phi}_V$ [W]	zátopový tepelný výkon $\dot{\Phi}_{RH}$ [W]	návrhový tepelný výkon $\dot{\Phi}_{HL}$ [W]
101 - Zádveří	15	-	13,8	5,23	-171,7	1,5	0,0	-170,2
102 - Koupelna	24	-	10,9	4,15	311,4	142,4	0,0	453,8
103 - Chodba	20	-	25,6	9,73	92,0	62,6	0,0	-154,6
104 - Pokoj	20	-	29,0	11,02	259,8	78,9	0,0	338,6
105 + 106 - Obývací pokoj + kuchyně	20	-	95,3	36,23	759,4	275,1	0,0	1 034,5
107 - Spiž	15	-	3,9	1,49	-85,0	31,7	0,0	-53,3
201 - Chodba	20	-	41,3	6,12	-23,2	62,6	0,0	39,4
202 - Pokoj	20	-	36,3	13,52	228,0	84,6	0,0	312,6
203 - Pokoj	20	-	45,9	17,40	276,4	87,1	0,0	363,5
204 - Ložnice	20	-	50,8	17,04	294,5	88,3	0,0	382,8
205 - WC	20	-	5,3	1,92	33,1	62,6	0,0	95,6
206 - Koupelna	24	-	16,4	7,87	367,9	145,6	0,0	513,4
Celkem za zadané místnosti	-	-	374,5	131,72	2 342,5	1 122,7	0,0	3 465,3

Příloha E – výkresová dokumentace



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

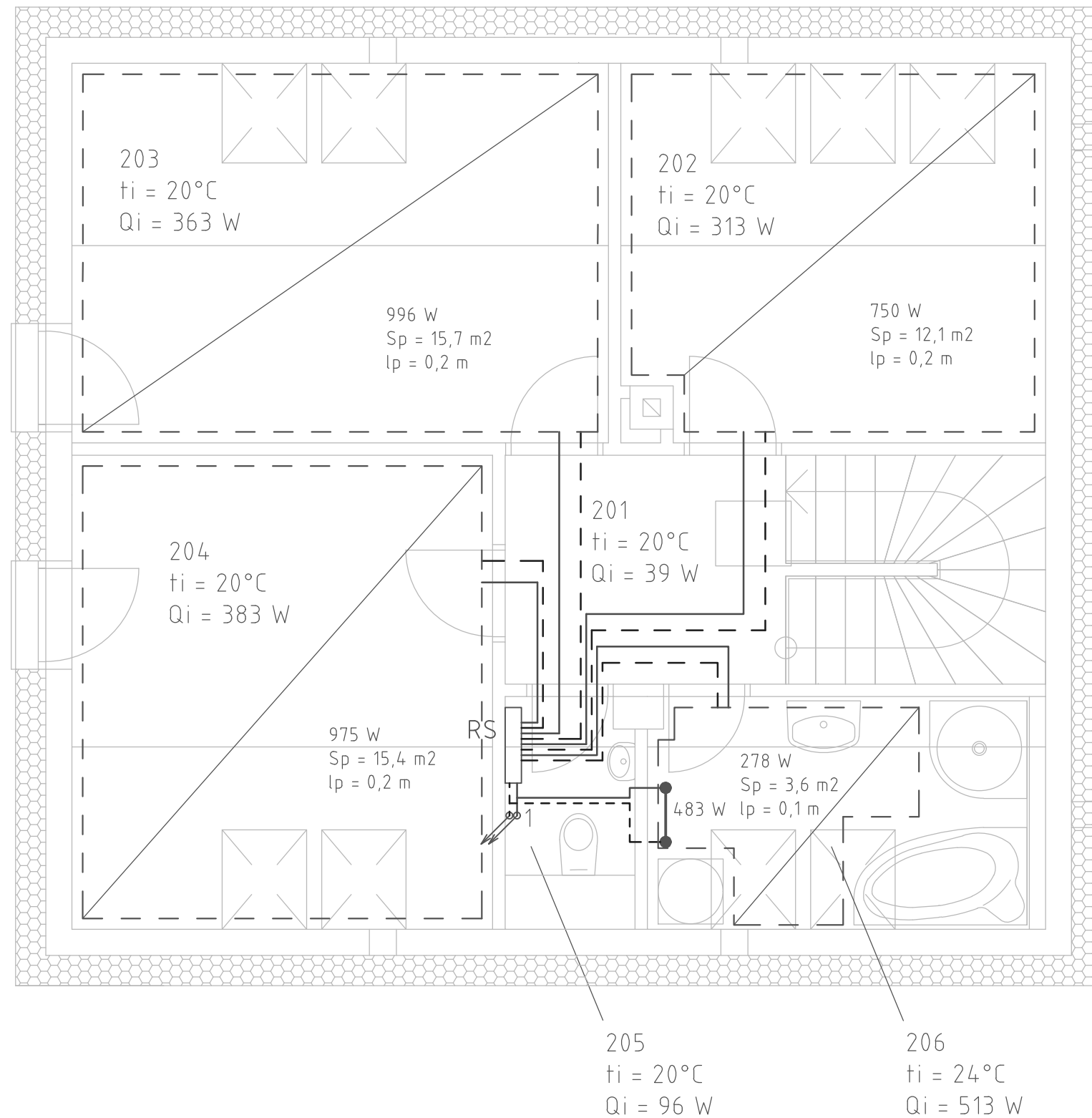
Č.M.	MÍSTNOSTI	M ²
101	ZÁDVEŘÍ	5,23
102	KOUPELNA	4,15
103	CHODBA	7,05
103a	SKLAD	2,13
104	POKOJ	11,02
105	OBÝVAČÍ POKOJ	28,03
106	KUCHYŇ	8,18
107	SPÍŽ	1,49
108	GARÁŽ	19,63

- STOUPACÍ POTRUBÍ
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- VRATNÉ POTRUBÍ
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ - PODLAHOVÉ
- VRATNÉ POTRUBÍ - PODLAHOVÉ
- TEPLOTNÍ SPÁD VĚTVE PRO OTOPNÁ TĚLESA 55/45 °C
- TEPLOTNÍ SPÁD VĚTVE PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ 40/30 °C
- TČ TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ/VODA 4,5 kW
- E TLAKOVÁ EXPANZNÍ NÁDOBA 18 l
- ZT AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK TEPLA 320 l
- RS KOMBINOVANÝ ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ

VYPRACOVAL:	BC. ADÉLA KRÍŽKOVÁ	DATUM:	05.05.2019
STAVBA:	RODINNÝ DŮM VESTEC U PRAHY	FORMÁT:	A3
ČÁST PROJEKTU:	STUDIE VYTÁPĚNÍ	MĚŘÍTKO:	1:50
OBSAH VÝKRESU:	PŮDORYS 1.NP	VÝKRES Č.:	1

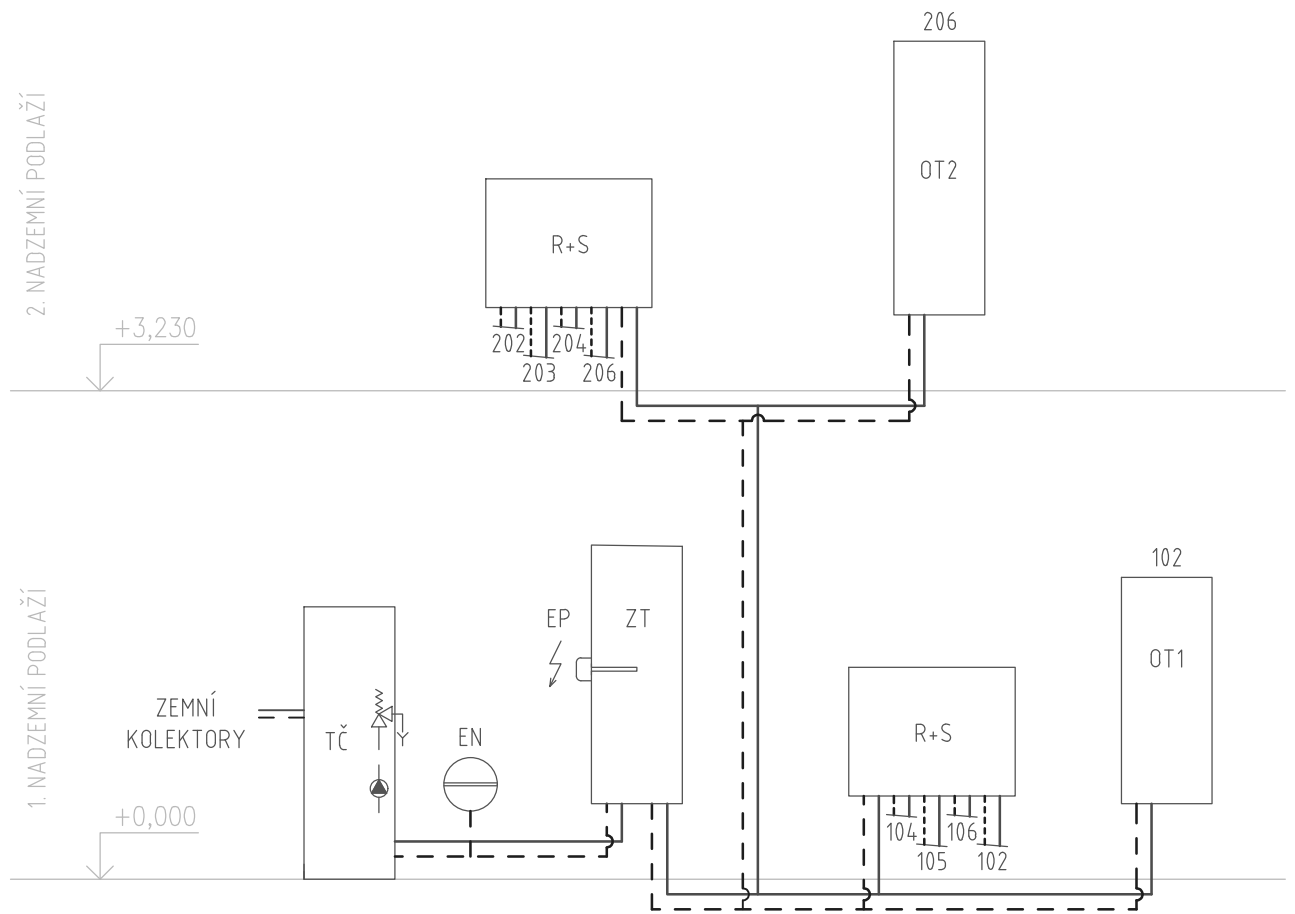
LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č.M.	MÍSTNOSTI	M ²
201	CHODBA	10,56
202	POKOJ	13,50
203	POKOJ	17,39
204	LOŽNICE	17,04
205	WC	2,58
206	KOUPELNA	7,91



- STOUPACÍ POTRUBÍ
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ
- VRATNÉ POTRUBÍ
- PŘÍVODNÍ POTRUBÍ - PODLAHOVÉ
- VRATNÉ POTRUBÍ - PODLAHOVÉ
- TEPLOTNÍ SPÁD VĚTVY PRO OTOPNÁ TĚLESA 55/45 °C
- TEPLOTNÍ SPÁD VĚTVY PRO PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ 40/30 °C
- RS KOMBINOVANÝ ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ

VYPRACOVAL:	BC. ADÉLA KŘÍŽKOVÁ	DATUM:	05.05.2019
STAVBA:	RODINNÝ DŮM VESTEC U PRAHY	FORMÁT:	A3
ČÁST PROJEKTU :	STUDIE VYTÁPĚNÍ	MĚŘÍTKO :	1:50
OBSAH VÝKRESU:	PŮDORYS 2.NP	VÝKRES Č.:	2



TČ - TEPELNÉ ČERPADLO ZEMĚ/VODA 4,5 kW
 EN - TLAKOVÁ EXPANZNÍ NÁDOBA 18 l
 ZT - AKUMULAČNÍ ZÁSOBNÍK TEPLA 320 l
 EP - ELEKTRICKÁ TOPNÁ PATRONA 4 kW
 R+S - KOMBINOVANÝ ROZDĚLOVAČ/SBĚRAČ
 OT1 - TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 362 W
 OT2 - TRUBKOVÉ OTOPNÉ TĚLESO 483 W

VYPRACOVAL:	BC. ADÉLA KŘÍŽKOVÁ	DATUM:	05.05.2019
STAVBA:	RODINNÝ DŮM VESTEC U PRAHY	FORMÁT:	A4
ČÁST PROJEKTU :	STUDIE VYTÁPĚNÍ	MĚŘÍTKO :	1:50
OBSAH VÝKRESU:	ŘEZ	VÝKRES Č.:	3