

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

ÚSPORY ENERGIE V RODINNÉM DOMĚ

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2014/2015

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Josef KOPELNT**
Osobní číslo: **E12B0049K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Úspory energie v rodinném domě**
Zadávající katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

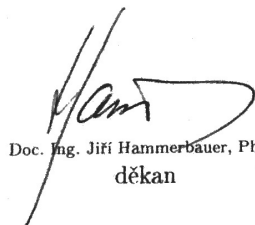
1. Proveďte energetickou bilanci rodinného domu.
2. Analyzujte energetické toky v RD.
3. Rozeberte používané elektrické spotřebiče a jednotlivé druhy vytápění se zaměřením na aplikaci v nízkoenergetických domech.
4. Odhadněte finanční nároky na inovaci běžného RD.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího
Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:


Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Milan Bělík, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **15. října 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **8. června 2015**


Doc. Ing. Jifi Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2014

Abstrakt

Bakalářská práce popisuje vznik, historii, účel a přínosy nízkoenergetických domů, obnovitelné zdroje energie a zařízení využívaná v úsporných rodinných domech. Dále je vysvětlena a popsána energetická bilance a náročnost. Je vyhotoven výpočet energetické náročnosti a průkaz energetické náročnosti budovy.

Klíčová slova

Rodinný dům, Úspory energie, Energetická bilance, Energetická náročnost, Průkaz energetické náročnosti budovy, Tepelné čerpadlo, Nucené větrání, Rekuperace vzduchu

Abstract

Bachelor thesis describes the origin, history, purpose and benefits of energy-efficient buildings, renewable energy, sources and equipment used in energy-saving houses. There is an explanation and description of energy balance and intensity. The second part contains the calculation of energy performance and energy performance certificate.

Keywords

Family house, Energy savings, Energy balance, Energy performance, Energy Performance Certificate, Heat pump, Forced ventilation, Air recovery

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software použitý při řešení této bakalářské práce je legální.

V Plzni dne 2.6.2015

.....

Podpis

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce Ing. Miroslavu Bělíkovi za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce a také Ing. Jiřímu Šinoglovi Ph.D. za odborné poradenství.

Obsah

1	ÚVOD	9
2	NÍZKOENERGETICKÉ DOMY - ÚVOD, VZNIK, OZE, PŘÍNOSY.....	10
2.1	HISTORIE ENERGETICKY ÚSPORNÝCH BUDOV.....	11
2.2	OZE A JEJICH VYUŽITÍ V ÚSPORNÝCH RODINNÝCH DOMECH	12
2.3	PŘÍNOSY ÚSPORNÝCH BUDOV	16
2.3.1	<i>Obecné zásady pro stavbu energeticky úsporných domů:</i>	<i>17</i>
2.3.2	<i>Druhy nejčastějších úsporných zařízení v NED.....</i>	<i>17</i>
3	ENERGETICKÁ BILANCE.....	22
3.1	DEFINICE	22
3.1.1	<i>Teplené ztráty.....</i>	<i>24</i>
3.1.2	<i>Tepelné zisky</i>	<i>24</i>
3.2	ZAVEDENÉ POJMY	25
3.3	ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOV	25
3.3.1	<i>Ukazatele energetické náročnosti</i>	<i>27</i>
3.3.2	<i>Splnění požadavků na energetickou náročnost.....</i>	<i>27</i>
3.3.3	<i>Klasifikační třídy EN.....</i>	<i>30</i>
3.4	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI RD	31
4	ENERGETICKÁ NÁROČNOST RODINNÉHO DOMU.....	33
4.1	ZÁKLADNÍ PARAMETRY DOMU.....	33
4.2	ZADÁNÍ OKRAJOVÝCH PODMÍNEK A ZÁKLADNÍ POPIS ZÓNY	34
4.3	ZDROJE TEPLA NA VYTÁPĚNÍ A PŘÍPRAVU TV V ZÓNĚ, VĚTRÁNÍ	34
4.4	VYHODNOCENÍ A VÝSLEDKY VÝPOČTU	34
4.5	PENB - VARIANTA PLYNOVÝ PRŮTOKOVÝ KOTEL.....	35
4.6	ODHAD FINANČNÍCH NÁROKŮ PRO TEPELNÉ ČERPADLO + VĚTRÁNÍ S REKUPERACÍ	36
4.7	PENB - VARIANTA TEPELNÉ ČERPADLO + VĚTRÁNÍ S REKUPERACÍ	38
5	ZÁVĚR.....	39
6	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	40
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	42
7	SEZNAM PŘÍLOH	43

1 Úvod

Předkládaná bakalářská práce se zabývá možnostmi úspor energie v rodinném domě. Ceny energií mají stále stoupající tendenci a uživatelé uvažují nad tím, jak výdaje na bydlení omezit. Základ pro řešení úspor pomocí uváděných zařízení je postaven na finančních možnostech a ochotě investovat v prvopočátcích stavby nebo rekonstrukce. S tímto je spojena možnost využít státní dotační program "Nová zelená úsporám", který pomůže snížit finanční náročnost, pokud jsou splněny určité podmínky.

Tato práce uvádí čtenáře do problematiky nízkoenergetických opatření v rodinných domech. V rešeršní části je uveden přínos nízkoenergetických domů, přehled zařízení, které jsou v těchto stavbách využívány, popis energetické bilance, náročnosti a dalších pojmů.

V další části práce je řešena energetická náročnost konkrétního rodinného domu, dle platné legislativy a norem, za pomoci softwaru ENERGIE 2014. Výpočet je proveden pro 2 varianty, kdy v jednom případě je zvoleno vytápění i ohřev teplé vody pomocí plynového kotle s průtokovým ohřevem vody. V druhém případě je volena úspornější varianta, a to užití tepelného čerpadla s elektrokotlem, v kombinaci s řízeným větráním s rekuperací odváděného tepla. Pro obě možnosti byl sestaven průkaz energetické náročnosti budovy.

V závěrečné části je vyhotoven odhad finančních nároků pro ekonomičtější variantu stavebního řešení.

V závěru je uveden vyhotovený PENB a finančních odhad pro ekonomičtější variantu stavebního řešení.

Kompletní výpočtová a projektová dokumentace pro stavební situaci je uvedena v přílohách této práce.

2 Nízkoenergetické domy - úvod, vznik, OZE, přínosy

Základním účelem jakéhokoliv obydlí či stavby je zejména zajištění ochrany člověka před vnějšími klimatickými vlivy a vytvoření prostředí pro pobyt a práci uživatelů. Stavba, užívání a provoz domu je ovšem velmi úzce provázán se spotřebou energie. Lidstvo se již od počátků stavění snaží co nejvíce minimalizovat potřebnou energii. V posledních dvou stoletích proběhl díky průmyslové a technické revoluci velmi značný vývoj. S tím ovšem přišla touha po zvýšení životního standardu, rozvoj dopravy, a taktéž opětovné zvyšování potřeby a spotřeby energie. Důsledkem je zhoršení životního prostředí. Hospodaření se spotřebou energie je tedy stále těžším úkolem. Navíc je nutné podotknout, že největší část energie, kterou za celý život spotřebujeme, souvisí s bydlením. Energii kupujeme celý život a potřebuje ji každý. Tak tomu bude téměř jistě i v budoucnu. Proto by měl každý z nás přemýšlet, jakým způsobem tyto výdaje omezit.

Existuje mnoho důvodů, jenž jsou motivem k tomu, abychom šetřili energii. Důvodem nemusí být vždy pouze peníze, i když většinou je to právě hlavní požadavek. Stimulem může být například to, že chceme udělat něco pro životní prostředí, či své svědomí. Podnětem může být také cílené snížení závislosti na dodavateli paliva, což se v poslední době jeví jako velký problém, s ohledem na míru nestability politicky problematických oblastí. Dále bychom mohli jako výhodu označit možnost posílení místní ekonomiky, čisté ovzduší, kontrolovatelná cena a stabilní dodávka energií.

Budovy spotřebují v globálním měřítku přibližně 40 – 50% vyrobených energií. Z toho na vytápění a chlazení připadnou tři čtvrtiny. To představuje také významnou položku v produkci skleníkových plynů. Ta činí přibližně 36% emisí CO₂. Budovy vytváří 9% z HDP v EU a zajišťují přibližně 7 – 8 % zaměstnanosti. Dle Evropské komise jsou jedním ze tří hlavních segmentů spotřeby energie.

2.1 Historie energeticky úsporných budov

Nejlevnější je ta energie, kterou nemusíme vyrobit. To je také důvodem, že se počátkem sedmdesátých let minulého století, v závislosti na počátcích energetických krizí (převážně ropná krize v USA), objevuje nový směr, jenž pátrá po formách energeticky úsporných staveb. V roce 1992 byla strategická úspora energie a ochrana tepla jedním z hlavních směrů západoevropské moderní architektury (výsledek konference OSN v Rio de Janeiru). [10], [11]

První ropná krize v počátku 70. let a následně válka mezi Íránem a Irákem přivedla již zmiňovanou myšlenku vedoucí k úsporám energie. Vznikají první úsporné stavby, jenž byly zaměřeny na využití solární energie. Tyto stavby jsou označovány jako nízkoenergetické domy první generace. Kladou důraz na velký zdroj tepla, jenž je zajištěn velkoplošnými solárními kolektory, skleníky a prosklenými stěnami. Byly používány také velké zásobníky, ve kterých se akumulovalo teplo získané z ohromných jímacích zařízení. Přisun tepla byl zajištěn, ovšem izolační schopnosti budovy zůstaly podceněny a opomenuty. Postupně se od těchto staveb upustilo pro velkou investiční náročnost. [10], [11]

Evropa se následkům ropné krize nevyhnula, i když dopad nebyl v takovém měřítku, jako v USA. Trend nízkoenergetické výstavby se zde ovšem rozvíjel taktéž. Na rozdíl od převládajícího využití dřevostaveb v USA je evropské stavebnictví zaměřeno spíše na kvalitní a tradiční materiály, důraz je kladen na podstatně větší životnost stavby. V Evropě se později trend vyvinul do nízkoenergetických staveb druhé generace. Pro tyto domy bylo významné čtenější použití tepelné izolace a kvalitních těsných oken. Energetická bilance RD byla postupně vylepšována solárními skleníky.

V této době se objevilo taktéž velké množství pokusných staveb. Experimentující architekti na západě pro své projekty stanovili tyto priority:

- částečné či úplné zakrytí stavby terénem,
- využití energie slunce a větru a pokusy o její akumulaci na delší dobu,
- recyklování tepla, vody a odpadů,
- energetické využití bioodpadů.

Realizované stavby byly sice relativně soběstačné, ale rovněž natolik technicky náročné, že byly pro bydlení a komerční výstavbu téměř nepoužitelné. Při srovnání poměru cena/výkon se ukázalo, že vložené náklady několikanásobně převyšují úspory dosažené

provozem domu po dobu předpokládané životnosti.

Díky těmto nadšencům byla však prakticky ověřena celá řada různých konceptů zejména u rodinných domů. Přínosem bylo vyznačení směrů, kudy cesta nevede.

Bylo patrné, že do budoucna je důležité pečlivě zvážit a ekonomicky vyhodnotit navrhovaná úsporná opatření u každého případu individuálně, v závislosti na specifikách místa a orientovat se spíše na jednoduché systémy, které svou obsluhou osoby v rodinném domě nezatěžují. Cílem je ekonomické návratnost vložených nákladů a cena, která se výrazně nebude lišit od výstavby běžného RD. Dále je také důležitá komplexnost, vyváženost a vnitřní provázanost navrhovaných opatření.

Postupem času se v Evropě začíná objevovat pojem „pasivní dům“. Dům obstarává teplo pomocí vnitřních tepelných zisků ve spolupráci se solárními kolektory. Prvním energeticky pasivním domem v Evropě byla stavba v dánském Kopenhagu postavená v roce 1976. Stavba byla realizována dokonce hned jako tzv. „nulový dům“ se spotřebou tepla na vytápění 0 kWh/(m².a.). Veškeré tepelné ztráty byly pokryty vnitřními tepelnými zisky a solárními kolektory.

Postupem času začaly v celé Evropě vznikat zájmová nevládní sdružení zvaná „Centrum pasivního domu“, jejichž cílem je poskytovat informace, vzdělávání, konference a zprostředkovávat kontakty a spolupráci mezi lidmi a firmami zaměřenými na pasivní domy. V České republice, konkrétně v Brně, vzniklo Centrum pasivního domu v roce 2006. Součástí a náplní takových center je také organizace „Dnů otevřených dveří v pasivních domech“. Tato akce se koná tradičně po celém světě každý rok. Cílem je sdílení zkušeností o tom, jak se v pasivních domech žije. V roce 2014 se konal už jedenáctý ročník, ale informovanost v ČR je stále velmi nízká. Dle odhadů bylo v ČR postaveno doposud přibližně 800 pasivních domů. Energetické úspory a nízkoenergetické stavby jsou ovšem mladým dynamickým oborem, jenž prošel v posledních třiceti letech značným vývojem. Ještě ho ovšem čeká velmi dlouhá cesta, aby se dostal do podvědomí většiny zákazníků a stavebníků.

2.2 OZE a jejich využití v úsporných rodinných domech

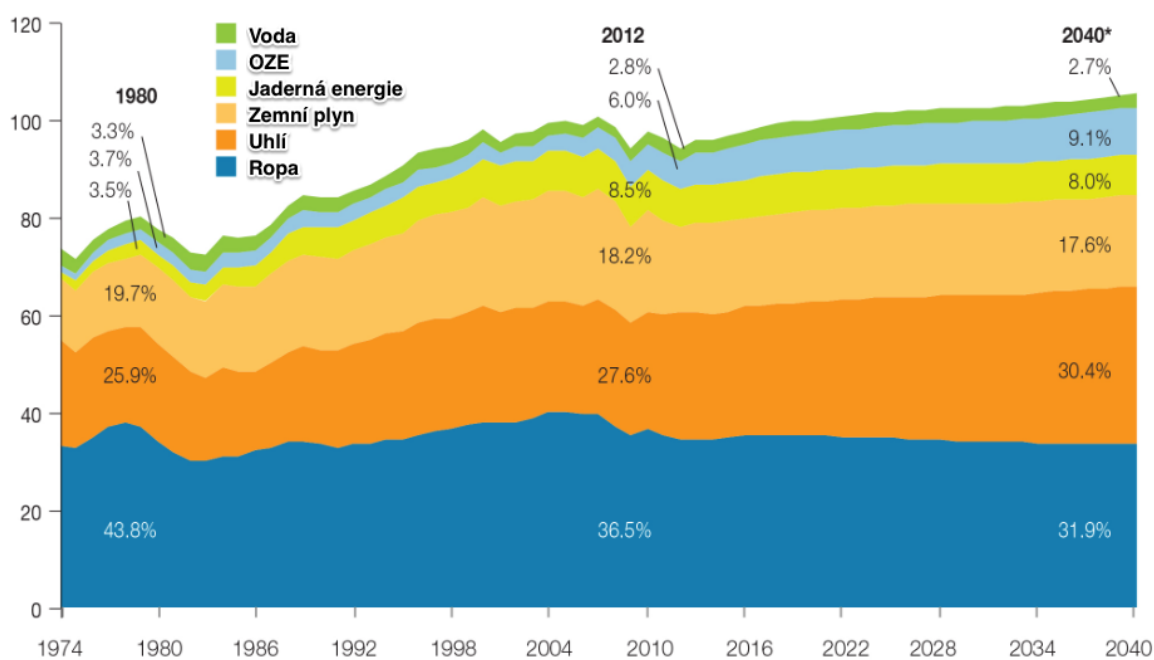
Obnovitelné zdroje (dále jen OZE) jsou takové zdroje, jenž jsou označovány jako „člověkem nevyčerpatelné“. OZE je označováno jako energie vybraných a přístupných forem energie, které jsou na zemi přístupné a jsou získané zejména z důvodu jaderných přeměn ve Slunci. Poté jsou zdroji také zemské teplo a setrvačnost soustavy Země–Měsíc. OZE jsou charakteristické tím, že mají schopnost částečné nebo úplné obnovy. Patří mezi ně

především sluneční, větrná a vodní energie, biomasa, bioplyn, skládkový a kalový plyn. Speciální kategorií je také biologicky rozložitelný komunální odpad. V některých lokalitách lze navíc využít mořského přílivu a geotermální energie.

V legislativě České republiky jsou OZE definovány následovně:

Definice obnovitelného zdroje dle zákona č.17/1992 Sb., v platném znění, o životním prostředí: „Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost se při postupném spotřebování částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka.“ Naopak neobnovitelný zdroj je takový zdroj energie, jehož vyčerpání je očekáváno v horizontu nejvýše stovek let. Jeho obnovení by ovšem trvalo mnohonásobně déle. Běžnými příklady neobnovitelných zdrojů energie jsou fosilní paliva, uhlí, ropa, zemní plyn, rašelina a také jaderná energie. [13]

Je nutné podotknout, že celosvětové zásoby fosilních paliv se rapidně tenčí. Navíc obecně platí, že celková spotřeba energie neustále stoupá. Rostoucí trend je zaznamenán ve všech zemích G20.



Obr. č. 1 Vývoj spotřeby energie ve světě [18]

Na výše uvedeném obrázku lze vidět vývoj celosvětové spotřeby různých druhů energií od roku 1974 a také předpověď spotřeby, jenž byla provedena statistickou společností Energy Information Administration (EIA) v roce 2013. Údaje jsou v biliardách jednotky BTU (British Thermal Unit). 1 BTU vyjadřuje množství energie potřebné ke

zvýšení teploty jedné libry vody (ekvivalent 1,5 litru) o jeden stupeň Fahrenheita. Což je teplo vyrobené přibližně shořením jedné sirky.

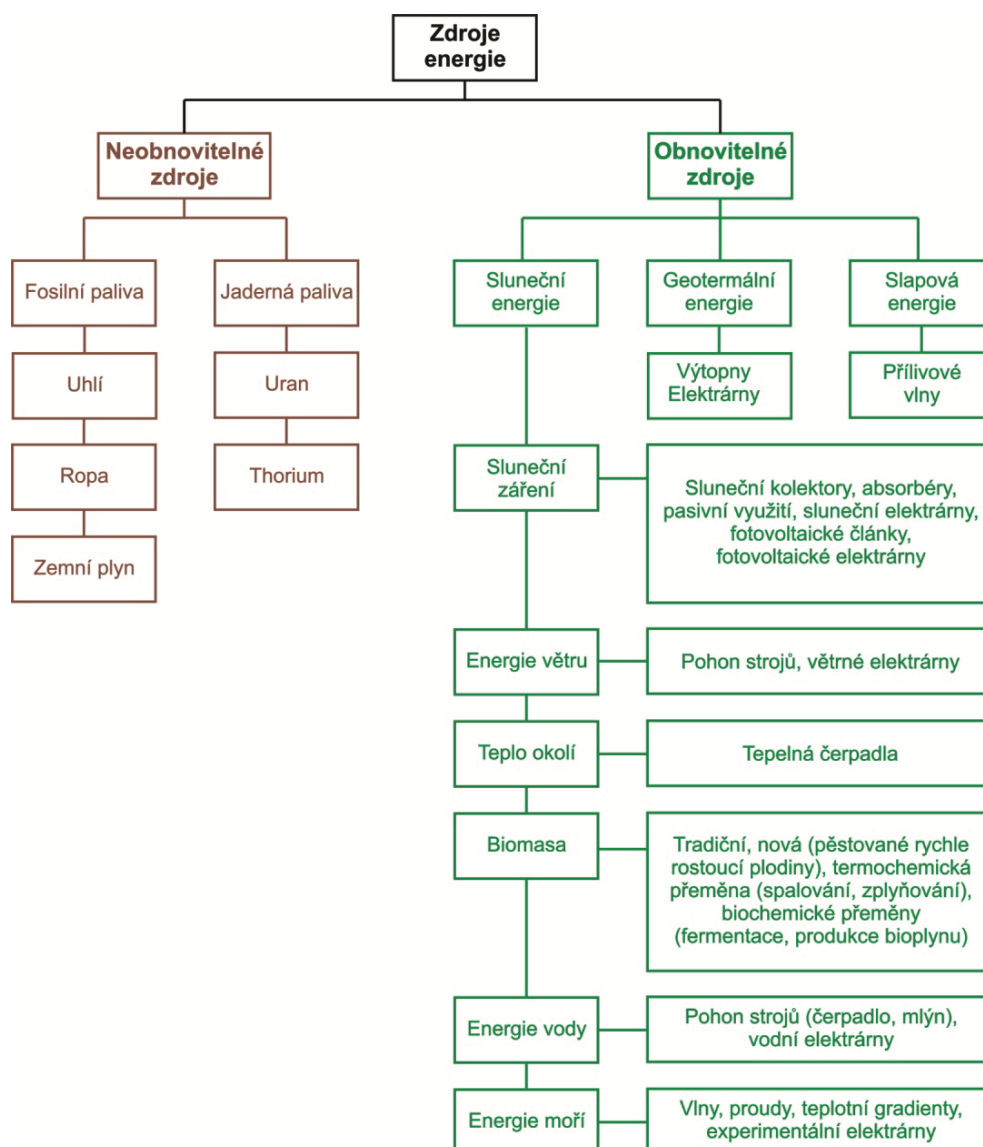
Celosvětové zásoby uhlí, dle statistiky energetické společnosti BP, dříve známe jako British Petroleum, budou vyčerpány za 200 let, zatímco zásoby ropy se odhadují na 50 let a zemního plynu na 60 let. Nedávno byla objevena nová naleziště ropy, takže odhad není úplně přesný. V současné době se ve světě vyrábí přibližně 30% celkové spotřebované energie z uhlí, v Evropě asi jedna třetina. V České republice se uhelné elektrárny podílejí dokonce na více než 50% výroby elektrické energie. Podíl zemního plynu na světové energetice je v současné době zhruba 20-25%.

Výhodou OZE je, že mohou sloužit za účelem zpomalení nevyhnutelného vyčerpání neobnovitelných zdrojů, dalším pozitivem je, že při využívání OZE nevznikají žádné jaderné odpady, či škodlivé emise a skleníkové plyny. Podrobnější rozřazení OZE:

- Energie slunečního záření (fotovoltaické systémy, solární kolektory)
- Větrná energie
- Biomasa
- Bioplyn
- Vodní energie
- Geotermální energie

Pro účel úspory energie v rodinných domech je využívána nejčastěji energie slunečního záření a energie geotermální. [15]

Tabulka č. 1 Rozdělení energetických zdrojů [15]



2.3 Přínosy úsporných budov

Energeticky úsporné domy a budovy, jenž jsou navrženy správně a projdou celkovou energeticky úspornou renovací, nabízejí zdravější, pohodlnější a prestižnější prostor pro bydlení i práci. Stěny v takto uzpůsobených objektech nejsou studené, okna neprofukují a radiátory zbytečně nehřejí. Tímto je rozšířena efektivně využívaná plocha pokojů. Zároveň je zde např. pomocí řízeného větrání s rekuperací odpadního tepla zajištěn přísun přehřátého a čerstvého vzduchu, což pomáhá utvořit pohodu vnitřního prostředí, netvoří se průvan, v místnosti nejsou velké teplotní rozdíly, a je zajištěno, že v pokojích budou příjemné teploty v zimě i v létě. Výsledkem může být odpočatý organismus, který je aktivní v práci nebo ve škole. V ovzduší se nevytváří prachové částice nebo alergeny, jelikož jsou pomocí řízeného větrání odváděny z domu společně s přebytečnou vlhkostí. Pro stálý přísun čerstvého vzduchu není potřeba větrat otevřenými okny, nevzniká průvan a interiér není zatížen ani hlukem z venkovního prostředí. V letním období nedochází k přehřívání prostor a to může pomoci ušetřit opět nějakou energii, protože klimatizační jednotky nejsou zapotřebí. [16]

Dalším z mnoha přínosů úsporných budov je také vytváření a udržení pracovních míst ve stavebnictví, zejména u malých a středních firem na celém území státu. Budovy a domy je nutné stavět či renovovat tam, kde budou následně sloužit lidem nebo institucím. Stavebnictví má také vysoký tzv. „multiplikátor“, což znamená, že jedna koruna investovaná do hodnoty budov se v ekonomice obrátí několikanásobně vícekrát, než je tomu u běžných státních výdajů. Dochází tedy k podpoře ekonomického růstu a rozvoje regionů. [16]

Stanovením minimálních energetických standardů pro nové budovy i změny staveb zákon zajistí, že v budoucnu nehrozí zbytečně vysoké platby za energie. Rozšíření Průkazu energetické náročnosti budov přispěje ke zlepšení orientace kupců a nových nájemníků v očekávaných nákladech na energii ve vybrané nemovitosti. [16]

Menší spotřeba energie snižuje naši závislost na dovozech paliv z nestabilních a politicky problematických regionů a zlepšuje tak energetickou bezpečnost. Vede k pomalejšímu vyčerpání domácích fosilních zdrojů a menší zátěži pro životní prostředí. [16]

Přechod k energeticky úsporným budovám podle novely zákona o hospodaření energií povede k ekonomickému přínosu (kumulované čisté současné hodnotě pro vlastníky budov) 223 miliard Kč při relativně konzervativních předpokladech: 3% reálném růstu ceny energie a životnosti budov 25 let. Pokud ale cena energie poroste rychleji, ekonomické přínosy

budou mnohem větší. Úsporné budovy tedy zajišťují své vlastníky a provozovatele proti růstu cen energií. [16]

Nevýhodou NED je, že projektová dokumentace musí být vypracována velmi důkladně. U stavby tomu není jinak, je důležité aby byla provedena precizně a ve všech detailech, např. za použití termovize, kvůli tepelným mostům, atp.

2.3.1 Obecné zásady pro stavbu energeticky úsporných domů:

- Výběr lokality s příznivými povětrnostními podmínkami
- Orientace maximálního počtu prosklených ploch na jih či jihozápad
- Optimální jsou jednoduché tvary domu, velikost by měla odpovídat potřebám obyvatel
- Použití špičkových izolačních materiálů, odpovídajících výplní okenních otvorů, rekuperace
- Využívání ekologických zdrojů energie pro ohřev TUV (DNES JIŽ TV)

2.3.2 Druhy nejčastějších úsporných zařízení v NED

- Tepelná čerpadla
- Kotel na biomasu
- Solární kolektory
- Řízené větrání s rekuperací

2.3.2.1 Tepelná čerpadla

Tepelné čerpadlo obsahuje čtyři základní části chladicího okruhu: výparník, kompresor, kondenzátor a expanzní ventil. Odebrané teplo z venkovního prostředí se ve výparníku předává pracovní látce (kapalnému chladivu) při relativně nízké teplotě. Zahřátím chladiva dojde k jeho odpaření a páry jsou následně stlačeny v kompresoru na vysoký tlak. Stlačené chladivo je přivedeno do kondenzátoru, kde se při kondenzaci předává teplo do topné vody za vyšší teploty, než bylo ve chvíli odebrání z výparníku. V expanzním ventilu se cyklus uzavírá a dojde ke snížení tlaku chladiva na původní hodnotu ve výparníku. [19]

Velmi důležitým parametrem TČ je topný faktor. Vyjadřuje poměr dodaného tepla k množství spotřebované energie, dle následujícího vzorce.

$$\varepsilon = \frac{Q}{E}$$

kde Q je teplo dodané do vytápění [kWh] a E je energie pro pohon TČ [kWh].

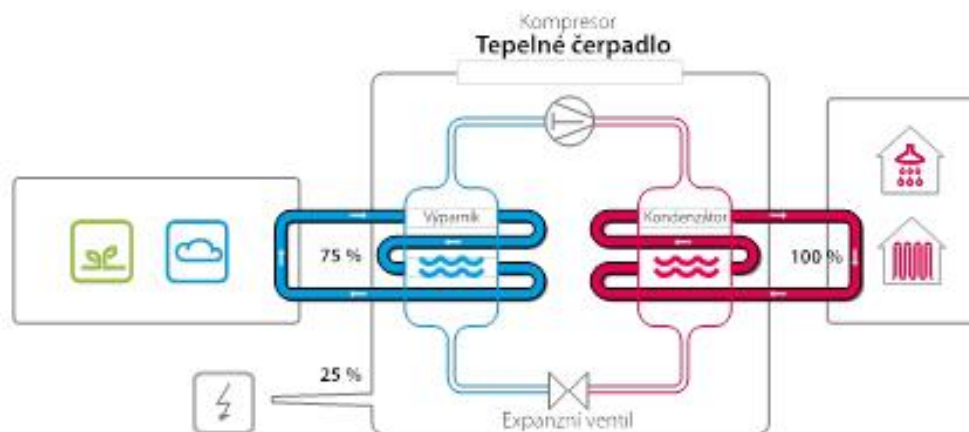
Topný faktor různých TČ je v rozmezí od 2 do 5. Závisí na vstupní a výstupní teplotě, typu kompresoru a dalších faktorech. Dodavatelé obvykle udávají topný faktor při různých teplotách vstupního a výstupního média.

Druhy TČ:

- **vzduch/voda** (nejlevnější, možnost změny umístění, konstrukčně složitější, univerzální, snadná montáž, často spojen s elektrokotlem, výkon TČ je závislý na okolní teplotě),
- **země/voda s horizontálním výměníkem** (stálé podmínky, náročnější na prostor),
- **země/voda se svislým výměníkem** (stálé podmínky, možnost pasivního chlazení, finančně náročnější),
- **voda/voda** (stálé podmínky, náročné na umístění),
- **odpadní vzduch/voda** (stálé podmínky, náročné na dostupnost odpadního vzduchu),
- **odpadní voda/voda** (stálé podmínky, náročné na dostupnost odpadní vody). [19]

Komponenty TČ:

- kompresor,
- expanzní ventil,
- výparník,
- kondenzátor,
- další zařízení (filtry, odlučovače, dehydrátory, ukazatele vlhkosti).[13]



Obr. č. 2 Princip tepelného čerpadla [20]

2.3.2.2 Kotel na biomasu

Biomasa je úsporné a ekologické palivo. Výhodou těchto kotlů je jednodušší údržba. Kotle na biomasu, které jsou dostupné v České republice, se liší podle toho, pro jakou biomasu jsou určeny. Zájem o tuto variantu v ČR není nijak veliký, ale má rostoucí tendenci. V jiných evropských zemích, především severovýchodních, je tato volba mnohem rozšířenější.

Druhy kotlů:

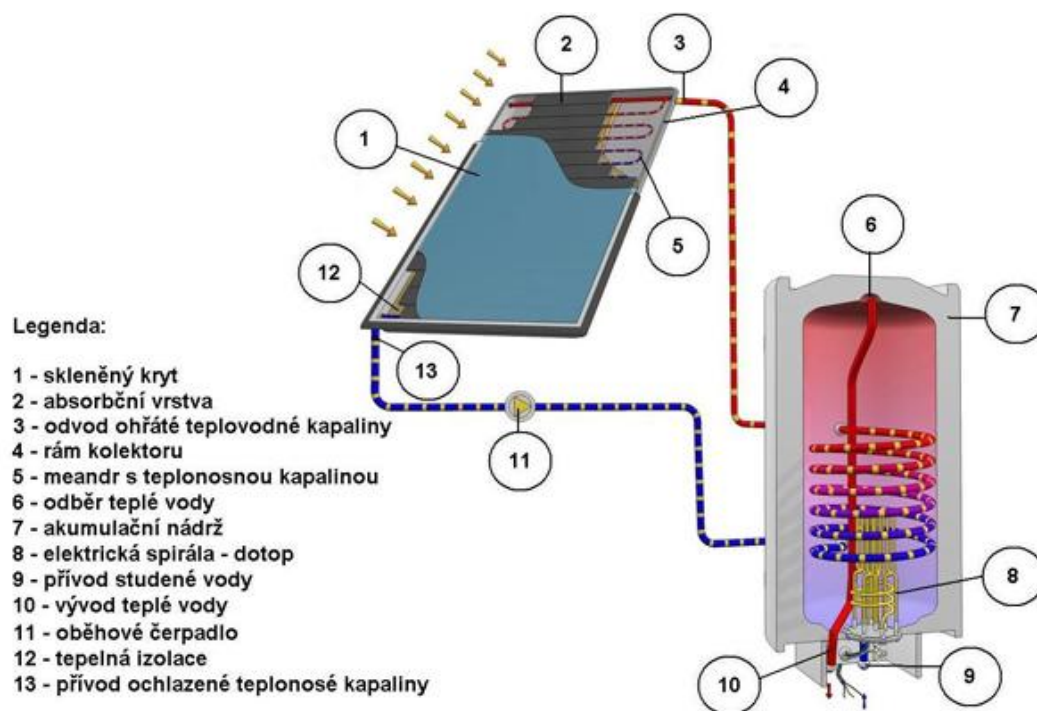
- **kotel na pelety:** snadná obsluha, poměrně rychlá návratnost investic
- **zplynovací kotle:** na dřevo a brikety z biomasy (pro ústřední vytápění domů ale i pro ohřev TV, výkon je možný regulovat, jsou levnější než kotle na pelety, ale nejsou tak pohodlné na obsluhu)
- **krbová kamna a krbové vložky:** určeny především na dřevěné topivo, volí se často kvůli designu
- **kombinované kotle**

2.3.2.3 Solární kolektory (fototermika a fotovoltaika)

V posledních letech zaznamenávají solární kolektory dramatický vzestup počtu instalací. Tomu pomáhají v ČR aktuální dotační programy. Ve světě jsou pak solární kolektory užívány spíše jako nástroj ke snížení energetické náročnosti domácnosti. [21]

Fototermický kolektor - nejjednodušším způsobem, jak využít slunečního záření pro výrobu energie, je využití plochého solárního kolektoru. Na absorpční ploše kolektoru dojde k přeměně slunečního záření v teplo, které je odvedeno pomocí čerpadla k dalšímu využití

(ohřev TV, přitápění, atd.). Celé zařízení je vybaveno regulací a bezpečnostními prvky, jako je expanzní nádoba a pojistný ventil. [21]



Obr. č. 3 Schéma fototermického solárního kolektoru [22]

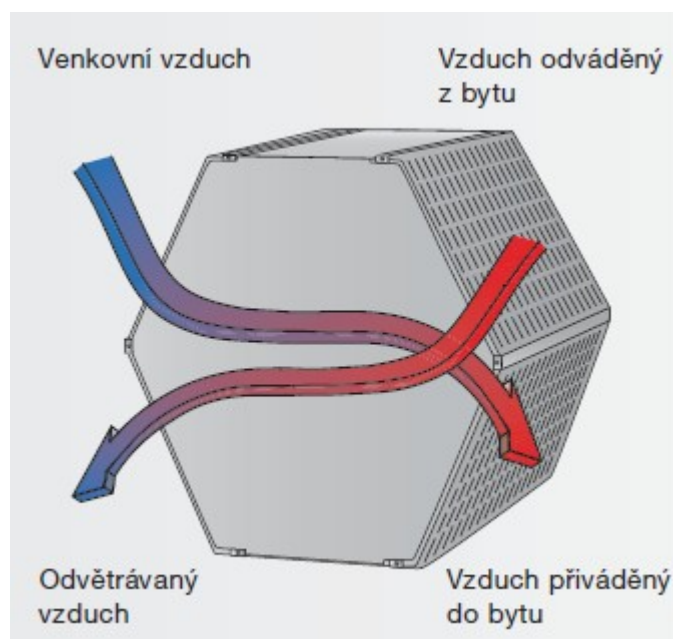
Fotovoltaický kolektor - schopnost přeměny slunečního záření na elektrickou energii je založena na fotovoltaickém jevu. Základem panelu jsou solární články, které jsou na sebe napojeny letovanými spoji. Článek je plochá polovodičová součástka, na které při dopadu slunečního záření dochází k uvolňování elektronů, tedy produkci napětí 0,6 - 0,7 V. Elektrické náboje jsou u tzv. ostrovních systémů (není spojení s rozvodnou sítí) odváděny přes regulátor do akumulátoru nebo ke spotřebiči. Nejvíce rozšířené jsou křemíkové panely.

2.3.2.4 Řízené větrání s rekuperací

Při klasickém větrání dochází k obrovským tepelným ztrátám. Řešením omezení těchto ztrát je řízené větrání s rekuperací, které je založeno na principu předávky tepla mezi vnitřním a venkovním vzduchem ve výměníku. Dochází ke zpětnému zisku vypuštěného teplého vzduchu. Tento oběh je realizován pomocí ventilátoru. Obrovskou výhodou těchto systémů je, kromě omezení tepelných ztrát, zvýšení kvality vzduchu v obytných prostorách. Ve většině případů je větrání v RD prováděno nedostatečně a z toho důvodu vzniká vlhkost, plísně, velké množství prachu a dalších alergenů (rekuperační zařízení obsahuje filtr).

Základem každého systému řízeného větrání s rekuperací tepla jsou větrací jednotky, které obsahují výměníky tepla uskutečňující zpětné získání tepelné energie. Přenos tepla probíhá přes tenké membrány. Do místnosti je vždy přiveden čistý a čerstvý vzduch. [13]

Základním parametrem větrací jednotky je velikost objemového průtoku vzduchu a tlaková rezerva. Pro konkrétní objekt se volí jednotka s průtokem vzduchu dle platných norem a v závislosti na počtu uživatelů. Pro rodinné domy se běžně používají jednotky, které mají průtok vzduchu 350 - 550 m³/h. Účinnost větracích jednotek je dána účinností rekuperace výměníku tepla. Účinnost se pohybuje od 60 do 95 %.



Obr. č. 4 Křížový rekuperační výměník tepla [13]

3 Energetická bilance

Výstupem a hodnocením každého rozpočtu a hospodaření vždy bývá nějaká bilance, či bilanční tabulka. V energetickém hospodářství domácností rodinných domů tomu není jinak. Energetická bilance je výborným výstupním hodnocením celkového hospodaření s energií a také nástrojem pro plánování energetické soběstačnosti. Energetická bilance popisuje závislost mezi energií, která do domácnosti vstupuje a energií, jež byla spotřebována.[7]

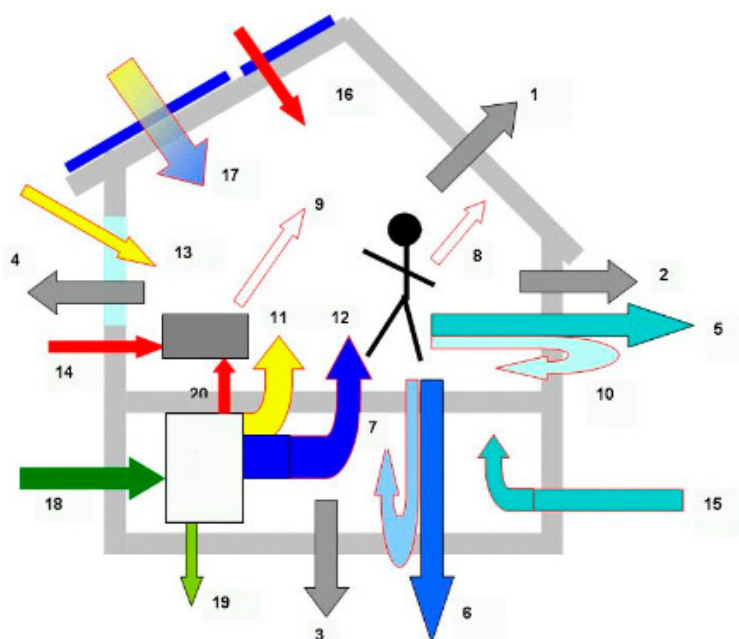
3.1 Definice

V rodinném domě je energie spotřebovávána pro různé účely. Největší část je ovšem zastoupena spotřebou tepla a elektrické energie. Například potřeba energie na osvětlení se u běžných domů pohybuje mezi 5-15% z celkové energetické spotřeby domácnosti. Pro sestavení bilance je potřeba zjistit všechny energetické ztráty (potřeby) a zisky (zdroje). U starších domů se na největším objemu ztrát podílí zejména potřeba tepla na vytápění a větrání. V druhé řadě potřeba teplé vody. Tyto zdroje jsou nejčastěji kryty kotlem a elektřinou. Ostatní zdroje už nejsou tolik citelné (např. zisky od elektro-spotřebičů) jelikož celkový podíl na celkové krytí je velmi malý.[9]

Energetická bilance je sestavena zejména ze tří základních složek:

- vytápění,
- ohřev vody,
- ostatní provoz domácnosti.

Dle následujícího obrázku je možné vidět energetické toky srozumitelněji.



Obr. č. 5 Energetické toky v RD [8]

Tabulka č.1: Ztráty a zisky

Zisky

7	rekuperace tepla z odpadní vody
8	zisky od osob
9	zisky od spotřebičů
10	rekuperace tepla z odpadního vzduchu
11	dodávka tepla pro vytápění
12	dodávka tepla pro ohřev vody
13	pasivní solární zisky (okna, prosklení)
14	elektřina z vnějšího zdr. (vlastní elna)
14	vodní energie a větrná energie
15	zisk zemního výměníku tepla
16	elektřina z fotovoltaických panelů
17	aktivní solární zisky (kolektory)
18	palivo
19	ztráty ve vlastním zdroji
20	dodávka elektřiny z kogenerace

Ztráty

1	ztráty prostupem střechou
2	ztráty prostupem stěnami
3	ztráty prostupem podlahou
4	ztráty okny a prosklením
5	ztráty větráním
6	teplo pro ohřev vody

grey	ztráty související s konstr. domu
cyan	ztráty související s větráním
blue	ztráty související s ohřevem vody
yellow	zisky pro vytápění
light blue	zisky pro ohřev vody
light cyan	zisky pro větrání
white	vnitřní zisky (vytápění i větrání)
red	dodávka elektřiny
green	dodávka paliva

Bilanci je možné ovlivnit na straně spotřeby i na straně zdrojů. Je důležité sladit obě strany pro vynaložení co nejmenších nákladů. Např. okna a dveře jsou jedním z velice významných prvků, jenž ovlivňuje EB rodinného domu. Jen okny se může ztratit až 30% energie.

3.1.1 Teplené ztráty

Teplené ztráty se dělí na ztráty prostupem tepla a ztráty v důsledku výměny vzduchu. Prostup tepla probíhá konstrukcemi přímo, jestliže jsou v kontaktu s venkovním vzduchem nebo nepřímo, pokud je mezi vytápěným prostorem a exteriérem prostor nevytápěný. Dalším případem je prostup tepla přes zeminu přiléhající k budově. Do této kategorie spadá situace, kdy je pod vytápěnou budovou jen základová deska na zemině, otevřený průlezný prostor, nevytápěné podzemní podlaží nebo podzemní podlaží v části/zcela vytápěné.

3.1.2 Tepelné zisky

Teplené zisky se dělí na zisky z metabolického tepla (přítomnost osob), zisky z elektrických spotřebičů a umělého osvětlení, v důsledku přítomných výrobních technologií a také z tzv. pasivních solárních zisků, kdy světlo proniká do interiéru prosklenými plochami. Pasivní solární zisky jsou ovšem velmi proměnlivé.

Metabolické teplo a energie od elektrických spotřebičů a umělého osvětlení, které působí ve prospěch interiéru budovy jsou vyjadřovány ve formě množství tepla vztaženého na jednotku podlahové plochy a také na osobu pobývající v daném prostoru. Velikost pasivních solárních zisků je závislá na:

- množství energie slunečního záření dopadající na prosklenou plochu,
- schopnosti prosklených ploch propouštět energii slunečního záření do interiéru,
- velikosti skutečně osluněné plochy.

3.2 Zavedené pojmy

Celková energeticky vztažná plocha - vnější plocha všech prostorů v celé budově, která je vymezená povrchem konstrukcí obálky budovy.

Referenční budova - výpočtem definovaná budova (v další kapitole vysvětleno podrobněji).

Zóna - ucelená část budovy (celá budova), který má podobné vlastnosti vnitřního prostředí (systém užívání a technickou skladbu).

Systémová hranice - plocha tvořená povrchem konstrukcí, jež ohraničují zónu.

Vytápění - dodávka tepla pro zajištění požadované teploty ve vnitřním prostředí.

Chlazení - odvod tepla pro zajištění požadované teploty ve vnitřním prostředí.

Větrání - přirozené nebo nucené dodávání/odvádění vzduchu do nebo z vnitřního prostoru pro zajištění požadované teploty ve vnitřním prostředí (přirozené nebo řízené)

Příprava teplé vody - dodávka tepla za účelem zvýšení teploty vstupní vody.

Osvětlení - zajištění potřebné intenzity osvětlení uvnitř zóny.

Energonositel - hmota/jev, který může být použit k výrobě mechanické práce nebo tepla na ovládání chemických nebo fyzikálních procesů.

Dodaná energie - dodaná energie, která je potřebná k zajištění typického užívání budovy.

Primární energie - energie, která neprošla procesem přeměny (podrobněji v další kapitole).

Obálka budovy - obvodové konstrukce, které oddělují vytápěný a nevytápěný prostor od okolí budovy.

3.3 Energetická náročnost budov

Jak již bylo uvedeno, 40 – 50% celkové spotřeby energie připadá spotřebě budov. Přitom v České republice se statistické hodnoty pohybují dokonce ještě výše. Na teplo budov připadá celkem 65% konečné spotřeby a téměř polovina konečné spotřeby elektrické energie. Ve většině případů staveb se energií plýtvá, přestože opatření, která výrazně sníží energetickou náročnost (dále jen EN) již existují a řada společností má s jejich uplatněním v budovách zkušenosti. [11]

Je tedy důležité, abychom při přípravě výstavby nových budov hleděli kromě zvýšení uživatelského komfortu, pro bydlení a práci, estetiky a efektivity, taktéž na spotřebu energie na běžný provoz budovy. Nejinak je tomu i při rozsáhlejších rekonstrukcích starších staveb, které jsou z dob, kdy na spotřebu energie nebyl brán takový zřetel jako dnes.

Toto je také důvodem vzniku prováděcí vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, v platném znění, jež je postavena na základě zákona o hospodaření energií 406/2000 Sb.

Vyhláška stanovuje:

1. nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro nové budovy, větší změny dokončených budov, jiné než větší změny dokončených budov a pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie,
2. metodu výpočtu energetické náročnosti budovy,
3. vzor posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie,
4. vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy,
5. vzor a obsah průkazu a způsob jeho zpracování a
6. umístění průkazu v budově. [12]

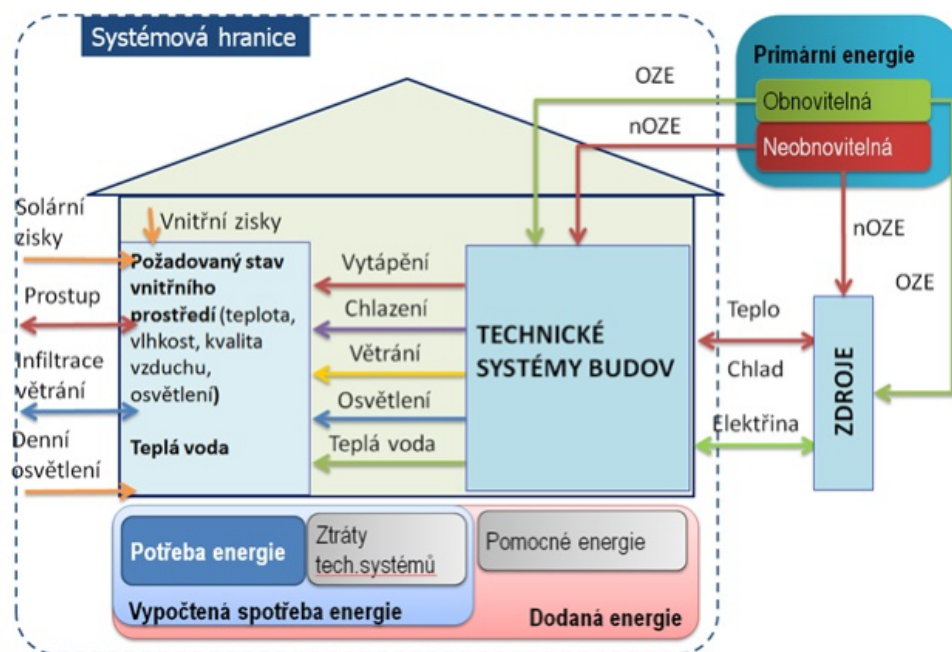
Vyhláška č. 78/2013 je náhrada za vyhlášku č. 148/2007 Sb. Pro stanovení referenční hodnoty minimálního požadavku na EN je navržen postup dle smyslu normy ČSN EN 15 217, Energetická náročnost budov – Metody pro vyjádření energetické náročnosti a pro energetickou certifikaci budov a jí odkazovaných platných norem a předpisů. Princip zpracování EN je ovšem odlišný oproti stávající právní úpravě. Na rozdíl od předchozího postupu, kdy byly referenční hodnoty dány tabulkou, se nyní pro revizi vyhlášky stanovuje nový postup metodou „referenční budovy“ ve smyslu odrážky 2 odstavce b) článku 6.3.1 normy ČSN EN 15 217. Podle této normy: „Referenční hodnota energetické náročnosti je hodnota EN vypočtená pro budovu, která má stejné umístění, funkci, velikost apod., ale s vlastnostmi jako je izolační úroveň, účinnost topné soustavy, rozvrhy činností, vnitřní tepelné zisky apod., nahrazenými referenčními hodnotami.“ [13]

Referenční budova je definována výpočty. Jedná se o budovu určitého druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti, stejného počtu prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění, situovanosti a podobnosti v ohledu na okolní přírodu, ale také na vnitřní uspořádání. Bere se ohled taktéž na klimatické podmínky a styl užívání. Vše musí být tedy v souladu s parametry hodnocené budovy, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejich konstrukcí a technických systémů budovy. Hodnocení budovy je poté v praxi provedeno porovnáním dvou paralelně porovnávaných budov. Výpočet je rozdělen na dvě části. Za prvé je nadefinováno zadání, výpočet a výstupy pro řešenou budovu – budova hodnocená. Druhá část obsahuje zadání, výpočet a výstupy pro referenční budovu s požadovanými hodnotami referenčních parametrů. [12], [13]

3.3.1 Ukazatele energetické náročnosti

Při stanovování EN je důležité splnit určité ukazatele EN. Podle [12] mezi tyto ukazatele patří zejména následující:

1. celková primární energie za rok,
2. neobnovitelná primární energie za rok,
3. celková dodaná energie za rok,
4. dílčí dodané energie pro technické systémy, vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok,
5. průměrný součinitel prostupu tepla,
6. součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
7. účinnost technických systémů.



Obr. č. 6 Princip výpočtu ENB [13]

3.3.2 Splnění požadavků na energetickou náročnost

Nové budovy musí splnit současně tři ukazatele EN, jenž jsou uvedeny v předchozí kapitole. Požadavky ve vztahu k referenčním hodnotám jsou uvedeny podrobně ve vyhlášce MPO ČR č. 78/2013 Sb., v platném znění. Jde o splnění ukazatelů 2,3 a 5. U budov, jenž podléhají rekonstrukci, je možné vybrat z určité kombinace ukazatelů. Při větší změně dokončené budovy je nutné splnit požadavek 2, 5 nebo 3, 5. Pokud se jedná o změnu prvku

obálky budovy nebo technického systému, je možné splnit pouze požadavky týkající se výměny prvků, tedy 7 a 8. Ostatní výše uvedené ukazatele jsou pouze informativního charakteru a požadavek na jejich splnění není ve vyhlášce uveden. [12, 13]

3.3.2.1 Výpočet dodané energie

Dodaná energie je součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie. Celková dodaná energie se stanoví součtem dílčích dodaných energií za jednotlivá období (měsíc) a vyjádří se i dle jednotlivých energonositelů. Dodaná energie pro technické systémy (vytápění, chlazení, větrání, úprava vlhkosti vzduchu, příprava teplé vody a osvětlení) je součtem spotřeby energie daného systému a potřebné energie pro provoz tohoto systému.

3.3.2.2 Výpočet celkové primární energie

Celková primární energie a neobnovitelná primární energie se vypočítá jako součet součinnů dodané energie, v rozdělení po jednotlivých energonositelích. Primární energie v případě dodávky vyrobené energie mimo budovu se stejným postupem do celkové primární energie a neobnovitelné primární energie zahrne i energie dodaná mimo budovu. Od 1.1.2015 se referenční neobnovitelná primární energie pro rodinný dům snižuje o 10%.

Tabulka č. 2 Hodnoty faktoru celkové primární a neobnovitelné primární energie pro nejběžnější energonositele [13]

Energonositel	Faktor celkové primární energie (-)	Faktor neobnovitelné primární energie (-)
Zemní plyn	1,1	1,1
Černé a hnědé uhlí	1,1	1,1
Elektřina	3,2	3
Dřevěné peletky	1,2	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1,1	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	1	0

3.3.2.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky (zóny) je váhová hodnota dílčích součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí a jsou v něm započítány tepelné vazby mezi konstrukcemi domu.

Hodnota součinitele je stanovena dle následujícího vztahu:

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

kde A je celková plocha konstrukcí ohraničujících vytápěný objem budovy nebo její části a H_T je měrný tepelný tok prostupem tepla obálky budovy nebo její části ve W/K.

Měrný tepelný tok prostupem tepla H_T lze stanovit v různé úrovni přesnosti např. podle ČSN EN 12831, ČSN EN ISO 13789 nebo podle ČSN 730540-4.

Pro základní výpočty se používá zjednodušený vztah

$$H_T = \sum A_i \cdot U_i \cdot b_i + A \cdot \Delta U_{tbn}$$

kde A_i je plocha i -té konstrukce ohraničující vytápěný prostor, U_i je součinitel prostupu tepla i -té konstrukce ve W/(m².K), b_i je činitel teplotní redukce pro i -tou konstrukci nebo tepelnou vazbu, A je celková plocha konstrukcí ohraničujících vytápěný objem budovy nebo její části a ΔU_{tbn} je průměrný vliv tepelných vazeb na hranici budovy nebo její části.

Požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla jsou uvedeny v ČSN 730540-2 v čl. 5.3. **Hodnota U_{em} by měla splňovat podmínku, že by měla být menší nebo rovna hodnotě průměrného součinitele prostupu tepla referenční budovy.**

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanovuje pro budovy s převažující vnitřní návrhovou teplotou **od 18 do 22 °C** ze vztahu:

$$U_{em,N} = \frac{\sum U_{n,j} \cdot A_j \cdot b_j}{\sum A_j} + 0,02$$

kde $U_{N,j}$ je požadovaný součinitel prostupu tepla j -té teplosměnné konstrukce na obálce budovy nebo její zóny ve W/(m².K), A_j je plocha j -té teplosměnné konstrukce v m² a b_j je činitel teplotní redukce j -té teplosměnné konstrukce (viz dále kap. 1.2).

Pro nové obytné budovy je velmi důležité aby hodnota splňovala následující:

$$U_{em,N} = 0,5$$

3.3.3 Klasifikační třídy EN

U hodnocené budovy musí být respektovány výše uvedené požadavky a navíc je ve výstupu provedeno rozřazení do stanovených klasifikačních tříd A – G. Třídy jsou definovány horní hranicí, která se stanoví jako násobek referenční hodnoty klasifikovaného ukazatele energetického hodnocení referenční budovy E_R . Zatřídění ukazatelů EN se provede dle následující tabulky, kdy se ukazatele celkové dodané, dílčí a primární energie zařazují do klasifikačních tříd EN. [13]

Tabulka č. 2 Klasifikační třídy energetické náročnosti

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	Uem	
A	0,5 x E_R	0,5 x E_R	Mimořádně úsporná
B	0,75 x E_R	0,8 x E_R	Velmi úsporná
C	E_R		Úsporná
D	1,5 x E_R		Méně úsporná
E	2 x E_R		Nehospodárná
F	2,5 x E_R		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná

Tyto klasifikační třídy jsou užity v grafickém znázornění PENB. Referenční budova spadá do třídy C v celkové dodané energii do budovy v kWh/m², tedy "úsporná".

3.4 Průkaz energetické náročnosti RD

Činnosti posuzování „energetické náročnosti budov“ (ENB) a „průkaz energetické náročnosti budov“ (PENB) mohou vykonávat jen státem schválené osoby. Tyto osoby se nazývají „energetičtí specialisté“. Tento výraz je používán pro jednoduché a srozumitelné označení osob, jenž mají oprávnění k činnostem v oblasti energetické účinnosti. Pověření specialisté mohou provádět a zpracovávat energetické audity, PENB, kontroly kotlů a kontroly klimatizačních systémů.

Úplný seznam energetických specialistů vede Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR, odbor elektroenergetiky, ve smyslu § 10 zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií. Kontrola nad plněním povinností ENB a PENB je v kompetenci Státní energetické inspekce, která také stanovuje pokuty pro:

- a) Fyzické osoby – při nesplnění požadavků ENB, nedoložení PENB, až do výše 100 000,- Kč (přestupek).
- b) Právní osoby a podnikající fyzické osoby – při nesplnění požadavků ENB, nedoložení PENB, až do výše 100 000,- Kč (správní delikt); při neumístění PENB na veřejně přístupném místě u „veřejných budov“, až do výše 1 000 000,- Kč (správní delikt); pokud zpracovatel PENB nemá oprávnění na jeho vypracování, je pokuta až do výše 100 000,- Kč (správní delikt).
- c) Společenství vlastníků jednotek – při nesplnění požadavků ENB, nedoložení PENB, až do výše 100 000,- Kč (správní delikt).

Nutným nástrojem pro přechod k energeticky úsporným budovám je rozšíření využití průkazů energetické náročnosti do oblasti prodeje a pronájmů nemovitostí. U bytových domů se pro tento účel bude zpracovávat jen jeden průkaz pro celý dům, který pak mohou využívat všichni majitelé bytů.

PENB poskytují informace o tom, že nová nebo právě zrenovovaná budova splňuje požadavky na energetickou náročnost. Při prodeji či novém pronájmu nabízí zájemci ověřenou hodnotu, ze které lze (při běžném užívání) odvodit roční náklady na energie. Jde o obdobu uvádění normované spotřeby u automobilu nebo například štítku s energetickou třídou na běžném spotřebiči. PENB slouží k ochraně spotřebitelů. Informují účastníky realitního trhu o kvalitě zboží, což je předpoklad pro jeho fungování. Lidé tak mohou již při koupi snadno poznat, zda se jedná o dům, který bude úsporný, nebo energeticky náročný na

provoz. Úkolem PENB je zlepšit orientaci kupců a nových nájemníků v nákladech na energii v nemovitostech. Průkaz také může přispět ke zlevnění případné renovace nemovitosti, jelikož pohled a doporučení odborníka může vést k optimálnímu řešení. [11]

Průkaz energetické náročnosti nemusí mít budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou do 50 m², objekty určené pro bohoslužby (kostely, mešity, chrámy, apod.), objekty pro rodinnou rekreaci (chaty a chalupy) a průmyslové a zemědělské budovy se spotřebou do 700 GJ. [11]

PENB je platný po deset let nebo do provedení větší změny dokončené stavby, případně do rozsáhlé změny způsobu využití. Průkaz musí být viditelně vyvěšen u veřejných budov. U rodinných domů musí být k dispozici při prodeji, pronájmu a na všech místech inzerce.

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

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

FOTO

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

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

Přechodní opatření (pro budovy s celkovou energeticky vztažnou plochou nad 50 m²) jsou vyznačena šedě. Doporučení:

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGIÍ

Hodnoty pro celou budovu kWh/rok

Elektřina ze sítě - XXX,X
 Slunce a em. prostředí - XXX,X
 Zemní plyn - XXX,X

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)																												
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)																													
<table border="1"> <tr><td>A</td><td>Mimořádně úsporná</td></tr> <tr><td>B</td><td>Velmi úsporná</td></tr> <tr><td>C</td><td>Úsporná</td></tr> <tr><td>D</td><td>Méně úsporná</td></tr> <tr><td>E</td><td>Nehospodárná</td></tr> <tr><td>F</td><td>Velmi nehospodárná</td></tr> <tr><td>G</td><td>Mimořádně nehospodárná</td></tr> </table>	A	Mimořádně úsporná	B	Velmi úsporná	C	Úsporná	D	Méně úsporná	E	Nehospodárná	F	Velmi nehospodárná	G	Mimořádně nehospodárná	<table border="1"> <tr><td>A</td><td>Dop.</td></tr> <tr><td>B</td><td>XXX</td></tr> <tr><td>C</td><td></td></tr> <tr><td>D</td><td></td></tr> <tr><td>E</td><td></td></tr> <tr><td>F</td><td></td></tr> <tr><td>G</td><td></td></tr> </table>	A	Dop.	B	XXX	C		D		E		F		G	
A	Mimořádně úsporná																												
B	Velmi úsporná																												
C	Úsporná																												
D	Méně úsporná																												
E	Nehospodárná																												
F	Velmi nehospodárná																												
G	Mimořádně nehospodárná																												
A	Dop.																												
B	XXX																												
C																													
D																													
E																													
F																													
G																													
Hodnoty pro celou budovu kWh/rok	XX,X																												

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obláčka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení																																																																																																		
Díčí dodaná energie																																																																																																								
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)																																																																																																								
<table border="1"> <tr><td>A</td><td>Mimořádně úsporná</td></tr> <tr><td>B</td><td>Velmi úsporná</td></tr> <tr><td>C</td><td>Úsporná</td></tr> <tr><td>D</td><td>Méně úsporná</td></tr> <tr><td>E</td><td>Nehospodárná</td></tr> <tr><td>F</td><td>Velmi nehospodárná</td></tr> <tr><td>G</td><td>Mimořádně nehospodárná</td></tr> </table>	A	Mimořádně úsporná	B	Velmi úsporná	C	Úsporná	D	Méně úsporná	E	Nehospodárná	F	Velmi nehospodárná	G	Mimořádně nehospodárná	<table border="1"> <tr><td>Dop.</td><td></td></tr> <tr><td>XX,X</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>	Dop.		XX,X												<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>															<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>															<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>															<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>															<table border="1"> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>														
A	Mimořádně úsporná																																																																																																							
B	Velmi úsporná																																																																																																							
C	Úsporná																																																																																																							
D	Méně úsporná																																																																																																							
E	Nehospodárná																																																																																																							
F	Velmi nehospodárná																																																																																																							
G	Mimořádně nehospodárná																																																																																																							
Dop.																																																																																																								
XX,X																																																																																																								
Hodnoty pro celou budovu kWh/rok	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X																																																																																																		

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

Obr. č. 7 Dvoustránková podoba PENB, platná od 1.4.2013

4 Energetická náročnost rodinného domu

V praktické části bakalářské práce je proveden výpočet energetické náročnosti rodinného domu. Výpočet je vyhotoven pomocí programu ENERGIE 2014. Tento program respektuje vyhlášku č. 78/2013 Sb., v platném znění a normy ČSN EN ISO 13790, 13789 a 13370. Software byl vytvořen odbornou organizací K-CAD, s.r.o. Kompletní protokoly praktické části jsou uvedeny v přílohách.

4.1 Základní parametry domu

Tento RD je z nabídky společnosti GSERVIS CZ, s.r.o. Jedná se o dům Bonus Plus. Budova je střední velikostní kategorie a je vhodná pro rovinnatý popř. mírně svažité pozemek. Z boční strany je navržena garáž.

Parametry domu:

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------|
| • dispozice | 4+1 |
| • celková vnitřní podlah. plocha | 131,38 m ² |
| • celková energeticky vztažná plocha | 162,44 m ² |
| • objem z vnějších rozměrů | 507,49,99 m ³ |
| • typ hodnocení | nová budova |



Obr. č. 8 Půdorysy a pohledy na dům

4.2 Zadání okrajových podmínek a základní popis zóny

Budova nebyla při výpočtu rozdělena na více zón. Počet osob byl stanoven 3,3 (1 osoba by měla mít k dispozici 40 m²), pro výpočty potřeby TV a zisku tepla od osob. Výpočet potřeby energie byl rozdělen po měsících. V programu je katalog teplot pro jednotlivé měsíce. Byla tedy určena teplota exteriéru a celková energie globálního slunečního záření v MJ/m². Účinná vnitřní kapacita byla stanovena na 165 kJ/(m².K). Vnitřní teplota byla navržena na 20 °C pro zimu i léto. Vytápění je nepřerušované s regulací. Průměrné vnitřní zisky 278 W, které byly odvozeny z produkce tepla osob a spotřebičů a dodané energie na osvětlení.

4.3 Zdroje tepla na vytápění a přípravu TV v zóně, větrání

Teplu je zajišťováno plynovým kotlem, jehož účinnost je dle příslušné dokumentace 90%. Příkon čerpadel vytápění je 25,2 W. **TV je taktéž zajišťována plynovým kotlem**, přičemž součástí kotle je zásobník na vodu. Délka rozvodů TV je 15m a měrná tepelná ztráta je 44,7 Wh/(m.d). Průměrná roční potřeba teplé vody stanovena na 51,1 m³, teplá voda nastavena na 55 °C a studená na 10 °C.

Větrání je zajištěno pouze přirozenou formou. Podíl objemu vzduchu z objemu zóny je 80%, tedy 324,792 m³ a návrhová násobnost výměny vzduchu je stanovena dle minimální požadované hodnoty, tedy 0,5 1/h. Měrný tepelný tok větráním 53,591 W/K.

4.4 Vyhodnocení a výsledky výpočtu

Program na základě vstupních a okrajových podmínek vypočítá následující výstupy.

Výsledný měrný tok H, vypočítaný na základě dílčích měrných toků:

- | | |
|--|---|
| • měrný tepelný tok větráním | $H_v = 53,591 \text{ W/K}$ |
| • měrný tok prostupem do exteriéru a tepelnými vazbami | $H_{tb} = 94,459 \text{ W/K}$ |
| • ustálený měrný tok zeminou | $H_g = 19,019 \text{ W/K}$ |
| • měrný tok prostupem nevytápěnými prostory | $H_{ut} = 14,901 \text{ W/K}$ |
| • měrný tok větráním nevytápěnými prostory | $H_{uv} = 1,964 \text{ W/K}$ |
| • výsledný měrný tok | $H = 183,934 \text{ W/K}$ |

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla
Průměrný součinitel prostupu tepla

$$U_{em,N,20} = 0,38 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$$U_{em} = 0,38 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

$U_{em} \leq U_{em,N,20}$... **POŽADAVEK SPLNĚN**

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy
Měrná dodaná energie budovy
Měrná neobnovitelná primární energie

$$E_a = 72 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$EP_a = 126 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$E_{pN,A} = 148 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

Tyto hodnoty odpovídají běžnějším standardům dnešních novostaveb. Varianta, kdy je volena konstrukce dle požadavků normy, nenucené větrání a plynový kotel s průtokovým ohřevem teplé vody, pro vytápění domu i ohřev užitkové je v dnešní době nejběžnější. Ceny plynových kotlů se pohybují od 20 000 Kč u běžných plynových kotlů nebo od 35 000 Kč ve variantě plynového kondenzačního kotle, který má o 10-15% vyšší účinnost.

4.5 PENB - varianta plynový průtokový kotel

V této kapitole je uveden PENB pro vypočtenou variantu. Celkové hodnocení vychází, jako "úsporné", tedy kategorie C.



Obr. č. 9 PENB k variantě s plynovým průtokovým kotlem

4.6 Odhad finančních nároků pro tepelné čerpadlo + větrání s rekuperací

Investice do tepelného čerpadla představuje nejvyšší náklady. Oslovil jsem několik společností a požádal jsem o cenové nabídky pro RD Bonus Plus. Společnost IVT s.r.o. jsem zvolil z důvodu nejlepšího poměru cena/výkon. Tato firma nabízí švédská tepelná čerpadla. Bylo mi doporučeno tepelné čerpadlo IVT AIR X 70, které má topný výkon až 7 kW a topný faktor 4,13. Čerpadlo je možné dálkově ovládat mobilním telefonem, má nízkou hlučnost a je k němu zdarma dodáván zásobník teplé vody. V současné době je díky probíhající akci možné uplatnit slevu 25 080 Kč. Celková cena i s montáží vychází na 216 520 Kč s DPH.

Cenová nabídka - IVT AIR X vzduch/voda



Pro dům s tepelnou ztrátou 5 - 8,5 kW

Dodávka a montáž

Venkovní jednotka:	Air X 70	112 000 Kč
→ Vyhřívání vana kondenzátu, upevňovací konzole na zem		v ceně
Vnitřní jednotka:	AirModul E9	97 000 Kč
→ Systém ohřevu teplé vody	ve vestavěném zásobníku	v ceně
→ Dotopový a záložní zdroj tepla	elektrokotel 9 kW	v ceně
→ Úsporné oběhové čerpadlo, filtr nečistot, pojistný ventil		v ceně
→ Moderní ekvitermní regulátor v českém jazyce		v ceně
Zásobník teplé vody	vestavěný nerezový 185 l	- Kč
→ Trojcestný přepínací ventil s čidlem teplé vody		- Kč
→ Materiál, montáž a doprava zásobníku		- Kč
Prostorové čidlo		1 900 Kč
Materiál, montáž a doprava tepelného čerpadla	propojovací potrubí do 8 m	23 700 Kč
Uvedení do provozu a zaškolení obsluhy		7 000 Kč
ZÁKAZNICKÁ SLEVA (v případě probíhající obchodní akce)		- 25 080 Kč
CELKOVÁ CENA tepelného čerpadla s montáží		216 520 Kč

Obr. č. 10 Cenová kalkulace TČ společnosti IVT

Poptávku na cenovou kalkulaci pro rekuperační jednotku jsem uskutečnil u společnosti Atrea s.r.o. Nabídka je provedena pro 3 možnosti větracích jednotek. Součástí jednotky 370 EC4.A je protiproudý rekuperační výměník, čidla vnitřní teploty, filtry, regulaci a motory. Jednotka 370 EC4.D je navíc vybavena modulem digitální regulace přes internetové rozhraní a poslední verze obsahuje navíc řízení výkonu každého jednotlivého ventilátoru na konstantní průtok. Vzhledem k rozmachu výpočetní techniky a mobilních telefonů navrhuji možnost 370 EC4.D, kdy je možno regulovat jednotku pomocí internetového rozhraní.

Atrea s.r.o, ul. ČS armády 32
466 05 Jablonec nad Nisou
Česká republika



Tel.: 483 368 133
Fax.: 483 368 112
E- mail: rd@atrea.cz
www.atrea.cz

Věc: Orientační cena za dodávku a mon. teplovzd. vytápění RD

zakázka: **Větrání RD BONUS PLUS**

Josef Kopelent
Koncepte řešení RD pomocí rekuperační jednotky

název položky	MJ	množství	370 EC4.A	370 EC4.D	370 EC4.D.CF
Jednotka Duplex + příslušenství - dodávka včetně montáže					
Duplex	kus	1	32 800,00	40 400,00	44 800,00
Regulátor CP 19 RD (nástěnný)	kus	1	0,00	5 100,00	5 100,00
potrubí rozvody, tvarovky, podlahové rozvody, tlumiče, výustky, mřížky	kus	1	40 386,30	40 386,30	40 386,30
Montáž vzduchotechnického zařízení	kus	1	23 474,44	23 474,44	23 474,44
Mezisoučet			96 660,74	109 360,74	113 760,74
Součást dodávky VZT					
Projektová dokumentace	kpl	1	7 500,00	7 500,00	7 500,00
Zaregulování VZT systému	kpl	1	2 500,00	2 500,00	2 500,00
Doprava VZT zařízení	km				
Celkem dodávka a montáž VZT			106 661 Kč	119 361 Kč	123 761 Kč
15% DPH			15 999 Kč	17 904 Kč	18 564 Kč
Celkem cena s DPH			122 660 Kč	137 265 Kč	142 325 Kč

Obr. č. 11 Cenová kalkulace pro řízené větrání s rekuperací u společnosti Atria s.r.o.

Celková cena vychází TČ a rekuperační jednotky vychází na 353 785 Kč. Ministerstvo životního prostředí a Státní fond životního prostředí představily v dubnu roku 2015 program Nová Zelená úsporám. Do letošního programu byla nově zahrnuta podpora výměny elektrického topení za tepelné čerpadlo všech typů. V programu je pro letošní rok připraveno celkem 1,1 mld. korun, přičemž 600 mil. bude rozdáno majitelům rodinných domů na novou výstavbu. V oblasti instalace zdrojů vytápění, solárních systémů a nuceného větrání s rekuperací půjde o fixní příspěvky. Majitelé rodinných domů získají na tepelné čerpadlo dotaci až 100 000 korun, a to v případě, že bude současně provedeno i zateplení objektu. Bez zateplení lze dosáhnout až na 80 000 korun. Pro instalaci systému nuceného větrání se zpětným získáváním tepla je dotace stanovena na 75 000 Kč.

Zájemci o příspěvky mohou žádat až do doby vyčerpání vyčleněných finančních prostředků, nebo nejpozději do 31. října 2015. [13]

Pro řešený dům by bylo možné získat dotaci 175 000 Kč na kombinaci TČ a řízené větrání s rekuperací. Z celkové částky 353 785 Kč bychom se dostali na 178 785 Kč. Dotace by pokryla téměř polovinu vstupních nákladů.

4.7 PENB - varianta tepelné čerpadlo + větrání s rekuperací

PENB pro variantu s elektrokotlem, s tepelným čerpadlem vzduch voda a řízeným větráním rekuperací. Celková kategorie RD potom vyjde B - "velmi úsporné", kdy jsou programem vypočteny následující hodnoty:

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy

$$E_a = 49 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

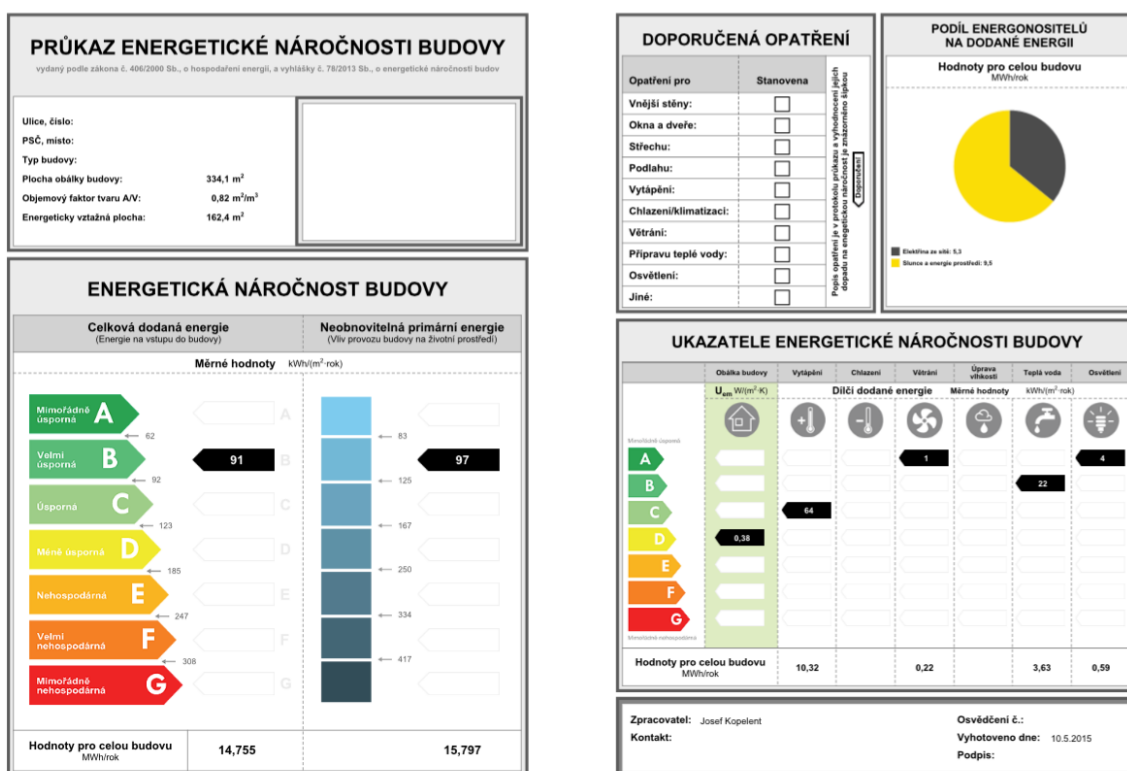
Měrná dodaná energie budovy

$$EP_a = 91 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

Měrná neobnovitelná primární energie

$$E_{pn,A} = 97 \text{ kWh}/(\text{m}^2\text{a})$$

Oproti variantě s plynovým vytápěním a ohřevem vody klesla měrná potřeba tepla na vytápění budovy o 23 kWh/(m²a), měrná dodaná energie budovy se snížila o 35 kWh/(m²a) a měrná neobnovitelná primární energie klesla o 51 kWh/(m²a). Na dalším obrázku je PENB pro zmíněnou variantu.



Obr. č. 12 PENB k variantě TČ + rekuperace

5 Závěr

Práce měla za úkol seznámit čtenáře s problematikou nízkoenergetických rodinných domů, vznikem, historií, obnovitelnými zdroji a jejich využitím při úsporách energie. Cílem bylo popsat přínosy nízkoenergetických domů, základní přehled užívaných zařízení, podrobnější popis energetické bilance, energetických toků a energetické náročnosti.

Dále jsem se věnoval výpočtovému řešení energetické náročnosti a návrhu možností úspor v rodinné domě Bonus Plus. Výpočet byl proveden pomocí programu ENERGIE 2014. Tento program používá většina specialistů, kteří mají oprávnění zpracovávat PENB. Software je aktualizován, aby byl v souladu s ČSN 730540-2, ISO EN 13790, 13789 a 13370 a podle principů vyhlášky MPO ČR č. 78/2013 Sb., v platném znění, která nahradila předchozí vyhlášku z roku 2007.

Výpočty byly provedeny pro 2 případy. Zaprvé, dům vytápěný plynovým průtokovým kotlem, který také zajišťuje ohřev vody. Druhý případ klade větší nároky na úspornost. Jedná se o dům s tepelným čerpadlem s elektrokotlem pro vytápění a ohřev vody s navržením řízeného větrání s rekuperací tepla. Pro oba případy byl splněn požadavek na hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla.

Při realizaci odhadu finančních nároků na úspornější variantu jsem kontaktoval několik firem zabývajících se touto problematikou. V závěru jsou uvedeny cenové kalkulace několika společností. Vzhledem k tomu, že byl v současnosti spuštěn program "Nová zelená úsporám", by bylo možné z nákladů na systém ušetřit až 175 000 Kč. Z toho důvodu velmi doporučuji zvolit variantu s tepelným čerpadlem a řízeným větráním.

6 Seznam použité literatury

- [1] POČINKOVÁ, Marcela, Danuše ČUPROVÁ a Olga RUBINOVÁ. *Úsporný dům*. 1. vyd. Brno: ERA, 2004, x, 183 s. Stavíme. ISBN 80-865-1796-9.
- [2] TYWONIAK, Jan, Danuše ČUPROVÁ a Olga RUBINOVÁ. *Nízkoenergetické domy 2: principy a příklady*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 193 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2061-6.
- [3] TYWONIAK, Jan, Danuše ČUPROVÁ a Olga RUBINOVÁ. *Nízkoenergetické domy 3: nulové, pasivní a další*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 195 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-3832-1.
- [4] SMOLA, Josef, Danuše ČUPROVÁ a Olga RUBINOVÁ. *Stavba a užívání nízkoenergetických a pasivních domů: nulové, pasivní a další*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2011, 352 s. Stavitel. ISBN 978-80-247-2995-4.
- [5] Vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov
- [6] *Časopis stavebnictví* [online]. 2009 [cit. 2010-05-12]. článek Hodnocení energetické náročnosti budov - otázky a odpovědi. Dostupné z WWW: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-otazky-aodpovedi_N1861>.
- [7] TINTĚRA, Ladislav. *Úspory energie v domácnosti*. 1. vyd. Brno: ERA, 2004, viii, 144 s. Bydlíme. ISBN 80-86517-87-X.
- [8] Energetická bilance domu. In: *Ekowatt.cz* [online]. 2008 [cit. 2014-10-15]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/uspory/energeticka-bilance-domu.shtml>
- [9] SRDEČNÝ, Karel. *Energeticky soběstačný dům - realita, či fikce?*. 1. vyd. Brno: ERA, 2006, viii, 92 s. 21. století. ISBN 80-736-6052-0.
- [10] SMOLA, Josef. Nízkoenergetické a pasivní domy očima architekta. *Nízkoenergetické a pasivní domy*. 2009, č. 13, s. 15.
- [11] ŠANCE PRO BUDOVY. *Průkaznadům* [online]. Program efekt. 2012 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: prukaznadum.cz
- [12] Česká republika. Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2013, 36.
- [13] TOPINFO S.R.O. *TZBINFO: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2001 [cit. 2014-11-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz>
- [14] ČEZ. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2014-11-25]. Dostupné z: <http://www.cez.cz>
- [15] MASTNÝ, Petr, Jiří DRÁPELA, Stanislav MIŠÁK, Jan MACHÁČEK, Michal

- PTÁČEK, Lukáš RADIL, Tomáš BARTOŠÍK a Tomáš PAVELKA. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. 254s. ISBN 978-80-01-04937-2.
- [16] Šance pro budovy. *Průkaz na dům* [online]. Program EFEKT, 2012 [cit. 2015-05-20]. Dostupné z: <http://www.prukaznadum.cz/>
- [17] HAMALČÁKOVÁ, Kamila. Srovnání cen energií v Evropě. *Www.usetreno.cz* [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.usetreno.cz/srovnani-cen-el-energie-v-evrope/>
- [17] Global Horizontal Irradiation - Czech republic. *Solargis.com* [online]. 2011 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: http://solargis.info/doc/_pics/freemaps/1000px/ghi/SolarGIS-Solar-map-Czech-Republic-en.png
- [18] Global Energy Demand. *Energy Tomorrow* [online]. 2014 [cit. 2015-05-23]. Dostupné z: <http://www.energytomorrow.org/energy-101/global-energy-demand>
- [19] Tepelná čerpadla. *EkoWATT - Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie* [online]. 2007 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/obnovitelne-zdroje-energie/energie-prostredi-geothermalni-energie-tepelna-cerpadla>
- [20] ATREA: *Systémy pro rodinné domy, byty a bazény*. Dokumentace [online]. 2012, [cit. 2015-03-03]. Dostupné z WWW: < <http://www.atrea.cz/cz/ke-stazeni-divize-vetrani-teplovzdušne-vytapeni-rodinnych-domu-bytu> >
- [21] Solární kolektory. *PROPULS SOLAR s.r.o.* [online]. 2015 [cit. 2015-05-24]. Dostupné z: <http://www.propuls.cz>
- [22] ENERGETICKÝ PORADCE PRE: *Solární kolektory*. [online]. [cit. 2012-04-15]. Dostupné WWW:< <http://www.energetickyporadce.cz/obnovitelne-zdroje/energie-slunce/solarni-kolektory.html>>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 Vývoj spotřeby energie ve světě [18].....	13
Obr. č. 2 Princip tepelného čerpadla [20].....	19
Obr. č. 3 Schéma fototermického solárního kolektoru [22].....	20
Obr. č. 4 Křížový rekuperační výměník tepla [13].....	21
Obr. č. 5 Energetické toky v RD [8].....	23
Obr. č. 6 Princip výpočtu ENB [13].....	27
Obr. č. 7 Dvoustránková podoba PENB, platná od 1.4.2013.....	32
Obr. č. 8 Půdorysy a pohledy na dům	33
Obr. č. 9 PENB k variantě s plynovým průtokovým kotlem.....	35
Obr. č. 10 Cenová kalkulace TČ společnosti IVT.....	36
Obr. č. 11 Cenová kalkulace pro řízené větrání s rekuperací u společnosti Atria s.r.o.....	37
Obr. č. 12 PENB k variantě TČ + rekuperace	38

7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A - Půdorys RD (1. nadzemní podlaží)

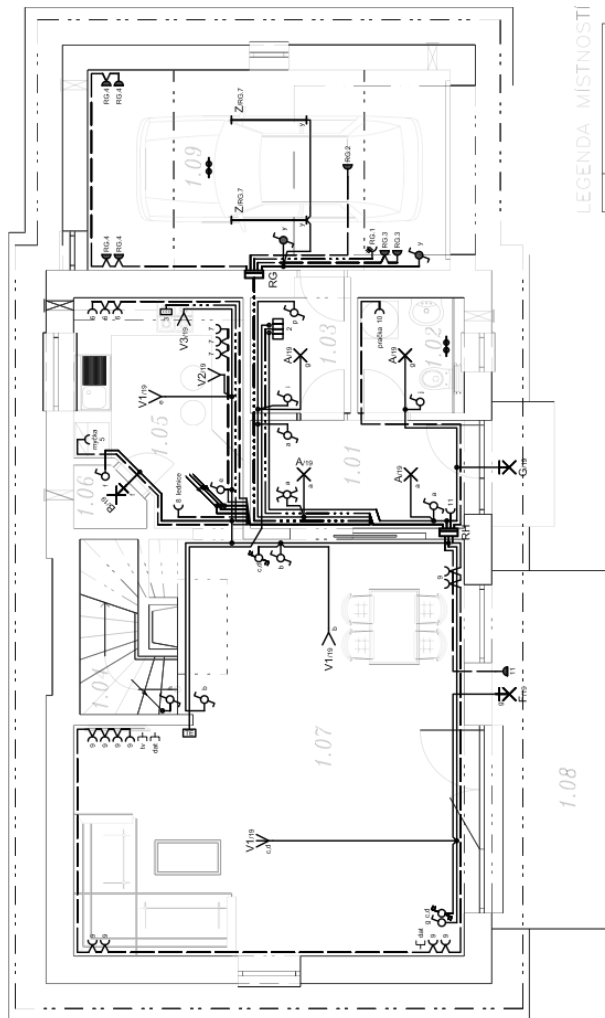
Příloha B - Půdorys RD (2. nadzemní podlaží)

Příloha C - Dům s plynovým kotlem + ohřev vody plynem

Příloha D - Dům s tepelným čerpadlem vzduch/voda + elektrokotel + řízené větrání s rekuperací

Příloha A - Půdorys RD (1. nadzemní podlaží)

- Legenda:**
- souběh kabelů
 - páteří rozvody kabely podle schéma zapojení jističích skříní
 - vedení třířázkových okruhů podle schéma zapojení jističích skříní
 - vedení zásuvkových okruhů kabelem CYKY-J 3x2,5
 - vedení světlých okruhů kabelem CYKY-J(O) 2x7 x 1,5
 - zásuvka třířázková ABB typ 418RS8
 - svorkovnice pětipólová s krytem ABB Element
 - zásuvka jednofázová s víčkem ABB Variant, IP54
 - přepínač síťový ABB Variant+ Izení 6, IP54
 - zásuvka dvojnásobná ABB Tango
 - zásuvka jednofázová ABB Tango
 - spínač jedno pólový ABB Tango Izení 1
 - přepínač senový ABB Tango Izení 5
 - přepínač síťový ABB Tango Izení 6
 - přepínač křížový ABB Tango Izení 7
 - prostorový termostat univerzální ABB Tango
 - A svidlo stropní, E27, komp. zář. 11W, IP20
 - B svidlo nástěnné, E27, komp. zář. 11W, IP20
 - E svidlo stropní, E27, komp. zář. 15W, IP44
 - F svidlo nástěnné, E27, komp. zář. 11W, IP44
 - G svidlo venkovní s pohyb. čidlem, E27, komp. zář. 11W, IP 43
 - Z svidlo záhlavové 1x30W, lin. zář. 30W, IP 44
 - V1 stropní světlý vývod
 - V2 vývod pro digestoř
 - V3 vývod pro digestoř
 - RH zap. okruhová rozvodnice domu Eaton typ BF-U-372-C (v. ŠxVxH 500x470x127)
 - RG nádelná okruhová rozv. garáže Eaton typ FKV-O7-FR65-H-236, 36 mod., IP55
 - v místnosti provést doplňující pospojování
 - příprava pro napájení elektrokotle



LEGENDA MÍSTNOSTI

Č.M.	MÍSTNOSTI
1.01	ZÁVĚRÍ
1.02	WC
1.03	CHODBA
1.04	SCHLOUISTĚ
1.05	KUCHYŇ
1.06	SPĚ
1.07	OB. POKOJ
1.08	TERASA
1.09	GARŽ

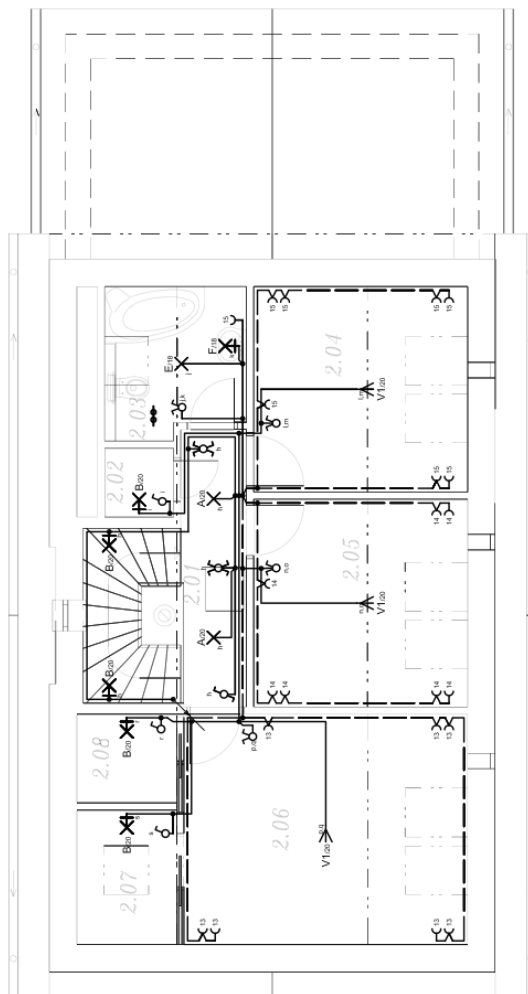
rozvodná soustava: síť TN-C-S; 3+N+PE; ~ 50Hz; 400/230V
 ochranná opatření: automatickým odpojením od zdroje dle ČSN EN 61140 ed. 2
 ostatní potřebné údaje: viz Technická zpráva

	Kancelář elektrotechniky a projektování	Prac:
	Fakulta elektrotechnická Univerzity Jiřího z Prahy e-mail: kee@ee.zcu.cz	
Projektant: Josef Kopelent	Zodpovědný projektant: Josef Kopelent	Číslo zakázky: 1212/14
Objednatel: Západočeská univerzita v Plzni, Univerzitní 26, Plzeň		Datum: 12/2014
Ka: Ústředí	Obec: Chomutov	Wtřik: 1:50
Alka: RODINNÝ DŮM BONUS PLUS na p.p.č. 904/1, k.ú. Chomutov, obec Chomutov		Stupeň: DSP
Číslo: Sinoproudá elektrotechnika včetně ochrany před bleskem		Číslo výkresu: D.1.4.3
Objekt: Půdorys 1.NP		

Příloha B - Půdorys RD (2. nadzemní podlaží)

Legenda:

- scoběh kabelů
- páteřní rozvody kabely podle schéma zapojení jističích skříní
- vedení třířázkových okružní podle schéma zapojení jističích skříní
- vedení zásuvkových okružní kabelů CYKY-J 3x2,5
- vedení světlých okružní kabelů CYKY-J(O) 2x7 x 1,5
- ☐ zásuvka třířázková ABB typ 416RS6
- ☐ svorkovnice přepínavá s krytem ABB Element
- ☐ zásuvka jednofázová s víčkem ABB Variant*, IP54
- ☐ přepínač třířádkový ABB Variant* řazení 6, IP54
- ☐ zásuvka dvojfázová ABB Tango
- ☐ zásuvka jednofázová ABB Tango
- ☐ spínač jednopólový ABB Tango řazení 1
- ☐ přepínač sériový ABB Tango řazení 5
- ☐ přepínač třířádkový ABB Tango řazení 6
- ☐ přepínač třířádkový ABB Tango řazení 7
- ☐ prostorový termostát univerzální ABB Tango
- A svítidlo stropní, E27, komp. zář. 11W, IP20
- B svítidlo nástěnné, E27, komp. zář. 11W, IP20
- E svítidlo stropní, E27, komp. zář. 15W, IP44
- F svítidlo nástěnné, E27, komp. zář. 11W, IP44
- G svítidlo venkovní s pohybl. číselm. E27, komp. zář. 11W, IP 43
- Z svítidlo zářivkové 1x36W, lin. zář. 36W, IP 44
- V1 stropní světlý vývod
- V2 vývod pro osvětlení pod kuchyňskou linkou
- V3 vývod pro digestoř
- RH nastěnná okružná rozv. garážě Eaton typ FKV-07-FR55H-2/26, 36 mod., IP55
- RG v místnosti provést depulující pospojování
- ☐☐☐ příprava pro napájení elektrokotle



LEGENDA MÍSTNOSTÍ

Č. M.	MÍSTNOSTI
2.01	CHODBA
2.02	KOMORA
2.03	KOUPELNA
2.04	OKOJ. 1
2.05	OKOJ. 2
2.06	OKOJ. 3
2.07	SATNA
2.08	SATNA

rozvodná soustava: síť TN-C-S; 3+N+PE; ~ 50Hz; 400/230V
 ochranná opatření: automatickým odpojením od zdroje dle ČSN EN 61140 ed. 2
 ostatní potřebné údaje: viz Technická zpráva

	Fakulta elektrotechnická Laborator: E04 číselník: 6024	Katedra: obecná elektrotechnika a fyzika Laborator: E04 číselník: 6024
	Jméno: Josef Kopelent Sílka: 121214	Zpracoval: Josef Kopelent Datum: 12/2013
Ústav: Ústav elektrotechniky a fyziky Adresa: Chomutov	Ústav: Ústav elektrotechniky a fyziky Adresa: Chomutov	Ústav: Ústav elektrotechniky a fyziky Adresa: Chomutov
RODINNÝ DŮM BONUS PLUS na p.č. 904/1, k.ú. Chomutov, obec Chomutov Územní plán: 121214 Střecha: 50 Sídlo: 30000		
Odběratel: DSP Objednatel: Silnoproudá elektrotechnika včetně ochrany před bleskem Odběratel: DSP Datum: 12/2013		
Odběratel: D.1.4.4		

PŘÍLOHA C - Dům s plynovým kotlem + ohřev vody plynem

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2

a podle EN ISO 13790, EN ISO 13789 a EN ISO 13370

Název úlohy: **Kopelent - bakalářská práce**

Zpracovatel: Josef Kopelent

Zakázka:

Datum: 15.4.2015

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1
 Počet osob v budově podle NZÚ: 3,3
 Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2
srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :**PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :****Základní popis zóny**

Název zóny: rodinný dům
 Typ zóny pro určení Uem,N: nová obytná budova
 Typ zóny pro refer. budovu: rodinný dům
 Typ hodnocení: nová budova

Objem z vnějších rozměrů:	405,99 m ³
Podlah. plocha (celková vnitřní):	131,38 m ²
Celk. energet. vztažná plocha:	162,44 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	165,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	nepřerušované
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	278 W
..... odvozeny pro	· produkci tepla: 1,5+3,0 W/m ² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 70+20 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: jen zisky · minimální přípustnou osvětlenost: 100,0 lx · dodanou energii na osvětlení: 4,5 kWh/(m ² .a) <small>(vztaženo na podlah. plochu z celk. vnitřních rozměrů)</small> · prům. účinnost osvětlení: 10 % · další tepelné zisky: 0,0 W
Teplu na přípravu TV:	9611,91 MJ/rok
..... odvozeno pro	· roční potřebu teplé vody: 51,1 m ³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 89,0 %
Název zdroje tepla:	Plynový kotel (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby tepla:	90,0 %
Příkon čerpadel vytápění:	25,2 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	Plynový kotel průtokově (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV:	90,0 %
Délka rozvodů TV:	15,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	44,7 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	324,792 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	přirozené
Minimální násobnost výměny:	0,5 1/h
Návrhová násobnost výměny:	0,5 1/h
Měrný tepelný tok větráním Hv:	53,591 W/K

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m ² K]
Stěna	127,44	0,300	1,00	38,232	0,300
Střecha	50,51	0,240	1,00	12,122	0,240
1250x1250	1,56 (1,25x1,25 x 1)	1,200	1,00	1,875	1,500
1000x1250	1,25 (1,0x1,25 x 1)	1,200	1,00	1,500	1,500
3000x2250	6,75 (3,0x2,25 x 1)	1,200	1,00	8,100	1,500
1250x1250	1,56 (1,25x1,25 x 1)	1,200	1,00	1,875	1,500
1500x2250-dveře	3,38 (1,5x2,25 x 1)	1,500	1,00	5,063	1,500
625x750	0,47 (0,63x0,75 x 1)	1,200	1,00	0,563	1,500
500x500	0,25 (0,5x0,5 x 1)	1,200	1,00	0,300	1,500
780x980-střešní	4,59 (0,78x0,98 x 6)	1,400	1,00	6,421	1,500

780x780-střešní 1,22 (0,78x0,78 x 2) 1,400 1,00 1,704 1,500
 Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je činitel teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro $T_{im}=20$ C.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem ($A * \Delta U_{,tbm}$).
 Průměrný vliv tepelných vazeb $\Delta U_{,tbm}$: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi $H_{d,c}$: 77,754 W/K
 a příslušnými tepelnými vazbami $H_{d,tb}$: 9,949 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	Podlaha na terénu
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	81,22 m ²
Exponovaný obvod podlahy:	30,46 m
Součinitel vlivu spodní vody G_w :	1,0
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:	0,45 m
Tepelný odpor podlahy:	2,617 m ² K/W
Přídavná okrajová izolace:	není
Součinitel prostupu tepla bez vlivu zeminy U_f :	0,359 W/m ² K
Požadovaná hodnota souč. prostupu $U_{,N,20}$:	0,45 W/m ² K
Činitel teplotní redukce b:	0,65
Souč. prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,234 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou H_g :	19,019 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků $H_{g,m}$:	od 14,632 do 64,934 W/K
..... stanoveny pro periodické toky H_{pi} / H_{pe} :	20,697 / 9,42 W/K
Cellkový ustálený měrný tok zeminou H_g:	19,019 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami $H_{g,tb}$:	4,061 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků $H_{g,m}$:	od 14,632 do 64,934 W/K

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory u zóny č. 1 :

1. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	Půda
Objem vzduchu v prostoru:	17,96 m ³
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h
Násobnost výměny do exteriéru:	0,3 1/h

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	Umístění	U,N,20 [W/m ² K]
	34,35	0,240	do interiéru	0,300
	3,18	0,300	do exteriéru	----
	41,95	4,331	do exteriéru	----

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro $T_{im}=20$ C.

Měrný tep. tok prostupem $H_{,t,iu}$: 8,244 W/K
 Měrný tep. tok prostupem $H_{,t,ue}$: 182,64 W/K
 Měrný tok H_{iu} (z interiéru do nevytápěného prostoru): 8,244 W/K
 Měrný tok H_{ue} (z nevytápěného prostoru do exteriéru): 184,418 W/K
 Teplota v nevytápěném prostoru: -13,5 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).
 Parametr b dle EN ISO 13789: 0,957

2. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	Garáž
Objem vzduchu v prostoru:	71,25 m ³
Násobnost výměny do interiéru:	0,1 1/h
Násobnost výměny do exteriéru:	0,3 1/h

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	Umístění	U,N,20 [W/m ² K]
Stěna	17,77	0,300	do interiéru	0,300
Dveře	1,8	1,700	do interiéru	0,300
Stěna	33,76	0,300	do exteriéru	----
Střecha	23,75	0,240	do exteriéru	----

Podlaha	23,75	0,818	do exteriéru	----
Vrata	6,07	1,700	do exteriéru	----
Okna	1,56	1,200	do exteriéru	----

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro $T_{in}=20\text{ C}$.

Měrný tep. tok postupem H,t,iu:	8,391 W/K
Měrný tep. tok postupem H,t,ue:	47,447 W/K
Měrný tok Hiu (z interiéru do nevytápěného prostoru):	10,742 W/K
Měrný tok Hue (z nevytápěného prostoru do exteriéru):	54,5 W/K
Teplota v nevytápěném prostoru:	-9,2 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).
Parametr b dle EN ISO 13789:	0,835

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory Hu:	16,865 W/K
..... a příslušnými tep. vazbami Hu,tb:	2,696 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fsh [-]	Orientace
1250x1250	1,56	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	S (90 st.)
1000x1250	1,25	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	Z (90 st.)
3000x2250	6,75	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
1250x1250	1,56	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
1500x2250-dveře	3,38	0,67	0,5/0,5	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
625x750	0,47	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
500x500	0,25	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	S (90 st.)
780x980-střešní	4,59	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	H (43 st.)
780x780-střešní	1,22	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	H (43 st.)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční číselník zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční číselník rámu (podíl plochy rámu k celk. ploše okna); Fc,h je korekční číselník clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční číselník clonění pro režim chlazení a Fsh je korekční číselník stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	814,4	1280,8	2060,5	2701,0	3092,3	2888,7
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2902,0	3103,1	2272,0	1888,1	1054,1	662,3

2. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru: Garáž
 Průměrná propustnost obálky: 0,0
 Tato hodnota udává rel. množství slun. záření, které prochází do zimní zahrady přes její obálku.

Název konstrukce	Plocha [m ²]	Upe [W/m ² K]	Alfa [-]	Orientace	Umístění
Stěna	17,77	0,100	0,0	Východ	do interiéru
Dveře	1,8	0,100	0,0	Východ	do interiéru
Stěna	33,76	----	0,0	Východ	do exteriéru
Střecha	23,75	----	0,0	Východ	do exteriéru
Podlaha	23,75	----	0,0	Východ	do exteriéru
Vrata	6,07	----	0,0	Východ	do exteriéru

Název okna do interiéru	Plocha [m ²]	Fc [-]	Fgl [-]	g [-]	Orientace	
Celk. zisk přes zimní zahrady Qss (MJ):						
Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: rodinný dům
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazena: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv: 53,591 W/K
 Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový
 měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb: 94,459 W/K
 Ustálený měrný tok zeminou Hg: 19,019 W/K
 Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu,t: 14,901 W/K
 Měrný tok větráním nevytápěnými prostory Hu,v: 1,964 W/K
 Měrný tok Trombeho stěnami H,tw: ---
 Měrný tok větranými stěnami H,vv: ---
 Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti: ---
 Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt: ---
Výsledný měrný tok H: 183,934 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	10,243	0,828	0,814	1,642	0,998	100,0	8,605
2	8,746	0,708	1,281	1,989	0,994	100,0	6,770
3	7,908	0,750	2,061	2,810	0,977	100,0	5,164
4	5,665	0,696	2,701	3,397	0,911	100,0	2,570
5	3,426	0,694	3,092	3,787	0,717	82,4	0,710
6	2,050	0,664	2,889	3,553	0,577	0,0	---
7	1,231	0,686	2,902	3,588	0,343	0,0	---
8	1,278	0,694	3,103	3,798	0,337	0,0	---
9	3,225	0,699	2,272	2,971	0,786	68,9	0,890
10	5,761	0,748	1,888	2,636	0,953	100,0	3,248
11	7,879	0,757	1,054	1,811	0,993	100,0	6,080
12	9,403	0,825	0,662	1,487	0,998	100,0	7,919

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 41,956 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	12,207	---	---	---	0,973	0,275	0,067	13,523
2	9,604	---	---	---	0,965	0,204	0,061	10,834
3	7,326	---	---	---	0,973	0,188	0,067	8,555
4	3,647	---	---	---	0,970	0,149	0,065	4,831
5	1,007	---	---	---	0,973	0,127	0,056	2,163
6	---	---	---	---	0,970	0,114	---	1,084
7	---	---	---	---	0,973	0,117	---	1,091
8	---	---	---	---	0,973	0,127	---	1,100
9	1,262	---	---	---	0,970	0,152	0,045	2,430
10	4,607	---	---	---	0,973	0,186	0,067	5,834
11	8,626	---	---	---	0,970	0,217	0,065	9,879
12	11,235	---	---	---	0,973	0,271	0,067	12,546

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 73,869 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 128,4 W/K
 Plocha obalových konstrukcí zóny: 334,1 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,38 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,38 W/m²K

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :Faktor tvaru budovy A/V: 0,82 m²/m³**Rozložení měrných tepelných toků**

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	183,934	100,00 %
z toho:	Měrný tok větráním Hv:	---	53,591	29,14 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	19,019	10,34 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	16,865	9,17 %
	..... z toho tok prostupem Hu,t:	---	14,901	8,10 %
	..... a tok větráním Hu,v:	---	1,964	1,07 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	16,706	9,08 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	77,754	42,27 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:				
	Obvodová stěna:	127,4	38,232	20,79 %
	Střecha:	50,5	12,122	6,59 %
	Podlaha:	81,2	19,019	10,34 %
	Otvorová výplň:	21,0	27,399	14,90 %
	Konstrukce u nevyt. prostoru:	53,9	14,901	8,10 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	183,934 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	406,0 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,45 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	33,3 kWh/(m ³ .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht:	128,4 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	334,1 m ²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,38 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em}: 0,38 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	41,956 GJ	11,654 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	406,0 m ³	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	162,4 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	28,7 kWh/(m ³ .a)	

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 72 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3959.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q _{f,H} [GJ]	Q _{f,C} [GJ]	Q _{f,RH} [GJ]	Q _{f,F} [GJ]	Q _{f,W} [GJ]	Q _{f,L} [GJ]	Q _{f,A} [GJ]	Q _{fuel} [GJ]
1	12,207	---	---	---	0,973	0,275	0,067	13,523
2	9,604	---	---	---	0,965	0,204	0,061	10,834
3	7,326	---	---	---	0,973	0,188	0,067	8,555
4	3,647	---	---	---	0,970	0,149	0,065	4,831
5	1,007	---	---	---	0,973	0,127	0,056	2,163
6	---	---	---	---	0,970	0,114	---	1,084
7	---	---	---	---	0,973	0,117	---	1,091
8	---	---	---	---	0,973	0,127	---	1,100
9	1,262	---	---	---	0,970	0,152	0,045	2,430
10	4,607	---	---	---	0,973	0,186	0,067	5,834

11	8,626	---	---	---	0,970	0,217	0,065	9,879
12	11,235	---	---	---	0,973	0,271	0,067	12,546

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	59,522 GJ	16,534 MWh	102 kWh/m2
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	0,562 GJ	0,156 MWh	1 kWh/m2
Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	60,084 GJ	16,690 MWh	103 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	---	---	---
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	11,659 GJ	3,239 MWh	20 kWh/m2
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	11,659 GJ	3,239 MWh	20 kWh/m2
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	2,126 GJ	0,591 MWh	4 kWh/m2
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	2,126 GJ	0,591 MWh	4 kWh/m2
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	73,869 GJ	20,519 MWh	126 kWh/m2

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie:	20,519 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	406,0 m3
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	162,4 m2
Měrná dodaná energie EP,V:	50,5 kWh/(m3.a)
Měrná dodaná energie budovy EP,A:	126 kWh/(m2.a)

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise CO2

Ergo- nositel	Faktory transformace			Vytápění				Teplá voda			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---	---
zemní plyn	1,1	1,1	0,2000	16,5	18,2	18,2	3,3	3,2	3,6	3,6	0,6
SOUČET				16,5	18,2	18,2	3,3	3,2	3,6	3,6	0,6

Ergo- nositel	Faktory transformace			Osvětlení				Pom.energie			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	0,6	1,8	1,9	0,7	0,2	0,5	0,5	0,2
zemní plyn	1,1	1,1	0,2000	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				0,6	1,8	1,9	0,7	0,2	0,5	0,5	0,2

Ergo- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---	---
zemní plyn	1,1	1,1	0,2000	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---	---

Ergo- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,el	Q,pN	Q,pC
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---
zemní plyn	1,1	1,1	0,2000	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO2 je součinitel emisí CO2 v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,eI je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO2 [t/a]
elektřina ze sítě	0,747	2,240	2,390	0,874
zemní plyn	19,772	21,750	21,750	3,954
SOUČET	20,519	23,990	24,139	4,828

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Měrná primární energie a emise CO2 budovy

Emise CO2 za rok:	4,828 t	
Celková primární energie za rok:	24,139 MWh	86,902 GJ
Neobnovitelná primární energie za rok:	23,990 MWh	86,364 GJ
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	406,0 m3	
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	162,4 m2	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m3):	11,9 kg/(m3.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,V:	59,5 kWh/(m3.a)	
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	59,1 kWh/(m3.a)	
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m2):	30 kg/(m2.a)	
Měrná celková primární energie E,pC,A:	149 kWh/(m2.a)	

PŘÍLOHA D - Dům s tepelným čerpadlem vzduch/voda + elektrokotel + řízené větrání s rekuperací

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA podle vyhlášky č. 78/2013 Sb. a ČSN 730540-2

a podle EN ISO 13790, EN ISO 13789 a EN ISO 13370

Název úlohy: **Kopelent - bakalářská práce**

Zpracovatel: Josef Kopelent

Zakázka:

Datum: 15.4.2015

ZADANÉ OKRAJOVÉ PODMÍNKY:

Počet zón v budově: 1
 Počet osob v budově podle NZÚ: 3,3
 Typ výpočtu potřeby energie: měsíční (pro jednotlivé měsíce v roce)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m ²]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
leden	31	-1,3 C	29,5	123,1	50,8	50,8	74,9
únor	28	-0,1 C	48,2	184,0	91,8	91,8	133,2
březen	31	3,7 C	91,1	267,8	168,8	168,8	259,9
duben	30	8,1 C	129,6	308,5	267,1	267,1	409,7
květen	31	13,3 C	176,8	313,2	313,2	313,2	535,7
červen	30	16,1 C	186,5	272,2	324,0	324,0	526,3
červenec	31	18,0 C	184,7	281,2	302,8	302,8	519,5
srpen	31	17,9 C	152,6	345,6	289,4	289,4	490,3
září	30	13,5 C	103,7	280,1	191,9	191,9	313,6
říjen	31	8,3 C	67,0	267,8	139,3	139,3	203,4
listopad	30	3,2 C	33,8	163,4	64,8	64,8	90,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	104,4	40,3	40,3	53,6

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m ²]			
			SV	SZ	JV	JZ
leden	31	-1,3 C	29,5	29,5	96,5	96,5
únor	28	-0,1 C	53,3	53,3	147,6	147,6
březen	31	3,7 C	107,3	107,3	232,9	232,9
duben	30	8,1 C	181,4	181,4	311,0	311,0
květen	31	13,3 C	235,8	235,8	332,3	332,3
červen	30	16,1 C	254,2	254,2	316,1	316,1
červenec	31	18,0 C	238,3	238,3	308,2	308,2

srpen	31	17,9 C	203,4	203,4	340,2	340,2
září	30	13,5 C	127,1	127,1	248,8	248,8
říjen	31	8,3 C	77,8	77,8	217,1	217,1
listopad	30	3,2 C	33,8	33,8	121,7	121,7
prosinec	31	0,5 C	21,6	21,6	83,2	83,2

PARAMETRY JEDNOTLIVÝCH ZÓN V BUDOVĚ :

PARAMETRY ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny:	rodinný dům
Typ zóny pro určení Uem,N:	nová obytná budova
Typ zóny pro refer. budovu:	rodinný dům
Typ hodnocení:	nová budova
Objem z vnějších rozměrů:	405,99 m ³
Podlah. plocha (celková vnitřní):	131,38 m ²
Celk. energet. vztažná plocha:	162,44 m ²
Účinná vnitřní tepelná kapacita:	165,0 kJ/(m ² .K)
Vnitřní teplota (zima/léto):	20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená:	ano / ne
Typ vytápění:	nepřerušované
Regulace otopné soustavy:	ano
Průměrné vnitřní zisky:	278 W
..... odvozeny pro	<ul style="list-style-type: none"> · produkci tepla: 1,5+3,0 W/m² (osoby+spotřebiče) · časový podíl produkce: 70+20 % (osoby+spotřebiče) · zohlednění spotřebičů: jen zisky
	<ul style="list-style-type: none"> · minimální přípustnou osvětlenost: 100,0 lx · dodanou energii na osvětlení: 4,5 kWh/(m².a)
	(vztaženo na podlah. plochu z celk. vnitřních rozměrů)
	<ul style="list-style-type: none"> · prům. účinnost osvětlení: 10 % · další tepelné zisky: 0,0 W
Teplu na přípravu TV:	9611,91 MJ/rok
..... odvozeno pro	<ul style="list-style-type: none"> · roční potřebu teplé vody: 51,1 m³ · teplotní rozdíl pro ohřev: (55,0 - 10,0) C
Zpětně získané teplo mimo VZT:	0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT:	ne
Účinnost sdílení/distribuce:	88,0 % / 89,0 %

Název zdroje tepla:	tepelné čerpadlo (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	tepelné čerpadlo
Parametr COP:	3,2
Příkon čerpadel vytápění:	25,2 W
Příkon regulace/emise tepla:	0,0 / 0,0 W

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	tepelné čerpadlo + zásobník (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	tepelné čerpadlo (1. zdroj tepla)
Topný faktor pro přípravu TV:	3,2
Objem zásobníku TV:	300,0 l
Měrná tep. ztráta zásobníku TV:	6,5 Wh/(l.d)
Délka rozvodů TV:	15,0 m
Měrná tep. ztráta rozvodů TV:	44,7 Wh/(m.d)
Příkon čerpadel distribuce TV:	0,0 W
Příkon regulace:	0,0 W

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	324,792 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	přirozené
Minimální násobnost výměny:	0,5 1/h
Návrhová násobnost výměny:	0,5 1/h
<u>Měrný tepelný tok větráním Hv:</u>	<u>53,591 W/K</u>

Měrný tepelný tok prostupem mezi zónou č. 1 a exteriérem :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	H,T [W/K]	U,N,20 [W/m ² K]
Stěna	127,44	0,300	1,00	38,232	0,300
Střecha	50,51	0,240	1,00	12,122	0,240
1250x1250	1,56 (1,25x1,25 x 1)	1,200	1,00	1,875	1,500
1000x1250	1,25 (1,0x1,25 x 1)	1,200	1,00	1,500	1,500
3000x2250	6,75 (3,0x2,25 x 1)	1,200	1,00	8,100	1,500
1250x1250	1,56 (1,25x1,25 x 1)	1,200	1,00	1,875	1,500
1500x2250-dveře	3,38 (1,5x2,25 x 1)	1,500	1,00	5,063	1,500
625x750	0,47 (0,63x0,75 x 1)	1,200	1,00	0,563	1,500
500x500	0,25 (0,5x0,5 x 1)	1,200	1,00	0,300	1,500
780x980-střešní	4,59 (0,78x0,98 x 6)	1,400	1,00	6,421	1,500
780x780-střešní	1,22 (0,78x0,78 x 2)	1,400	1,00	1,704	1,500

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce; b je číselný koeficient teplotní redukce; H,T je měrný tok prostupem tepla a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro T_{im}=20 C.

Vliv tepelných vazeb je ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).

Průměrný vliv tepelných vazeb $\Delta U_{t,bm}$: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru plošnými konstrukcemi $H_{d,c}$: 77,754 W/K

..... a příslušnými tepelnými vazbami $H_{d,tb}$: 9,949 W/K

Měrný tepelný tok prostupem zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	Podlaha na terénu
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK
Plocha podlahy:	81,22 m ²
Exponovaný obvod podlahy:	30,46 m
Součinitel vlivu spodní vody G_w :	1,0
Typ podlahové konstrukce:	podlaha na terénu
Tloušťka obvodové stěny:	0,45 m
Tepelný odpor podlahy:	2,617 m ² K/W
Přídavná okrajová izolace:	není
Součinitel prostupu tepla bez vlivu zeminy U_f :	0,359 W/m ² K
Požadovaná hodnota souč. prostupu $U_{N,20}$:	0,45 W/m ² K
Činitel teplotní redukce b :	0,65
Souč. prostupu mezi interiérem a exteriérem U :	0,234 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou H_g :	19,019 W/K
Kolísání ekv. měsíčních měrných toků $H_{g,m}$:	od 14,632 do 64,934 W/K
..... stanoveno pro periodické toky H_{pi} / H_{pe} :	20,697 / 9,42 W/K
<u>Celkový ustálený měrný tok zeminou H_g:</u>	<u>19,019 W/K</u>
..... a příslušnými tep. vazbami $H_{g,tb}$:	4,061 W/K
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků $H_{g,m}$:	od 14,632 do 64,934 W/K

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory u zóny č. 1 :

1. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru:	Půda
Objem vzduchu v prostoru:	17,96 m ³
Násobnost výměny do interiéru:	0,0 1/h
Násobnost výměny do exteriéru:	0,3 1/h

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	Umístění	U _{N,20} [W/m ² K]
	34,35	0,240	do interiéru	0,300
	3,18	0,300	do exteriéru	----
	41,95	4,331	do exteriéru	----

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce a $U_{N,20}$ je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro $T_{im}=20$ C.

Měrný tep. tok prostupem H,t,iu: 8,244 W/K
 Měrný tep. tok prostupem H,t,ue: 182,64 W/K
 Měrný tok Hiu (z interiéru do nevytápěného prostoru): 8,244 W/K
 Měrný tok Hue (z nevytápěného prostoru do exteriéru): 184,418 W/K
 Teplota v nevytápěném prostoru: -13,5 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).
 Parametr b dle EN ISO 13789: 0,957

2. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru: Garáž
 Objem vzduchu v prostoru: 71,25 m³
 Násobnost výměny do interiéru: 0,1 1/h
 Násobnost výměny do exteriéru: 0,3 1/h

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	Umístění	U,N,20 [W/m ² K]
Stěna	17,77	0,300	do interiéru	0,300
Dveře	1,8	1,700	do interiéru	0,300
Stěna	33,76	0,300	do exteriéru	----
Střecha	23,75	0,240	do exteriéru	----
Podlaha	23,75	0,818	do exteriéru	----
Vrata	6,07	1,700	do exteriéru	----
Okna	1,56	1,200	do exteriéru	----

Vysvětlivky: U je součinitel prostupu tepla konstrukce a U,N,20 je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 730540-2 pro T_{im}=20 C.

Měrný tep. tok prostupem H,t,iu: 8,391 W/K
 Měrný tep. tok prostupem H,t,ue: 47,447 W/K
 Měrný tok Hiu (z interiéru do nevytápěného prostoru): 10,742 W/K
 Měrný tok Hue (z nevytápěného prostoru do exteriéru): 54,5 W/K
 Teplota v nevytápěném prostoru: -9,2 C (při návrhové venkovní teplotě -15,0 C).
 Parametr b dle EN ISO 13789: 0,835

Měrný tepelný tok nevytápěnými prostory Hu: 16,865 W/K
 a příslušnými tep. vazbami Hu,tb: 2,696 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g/alfa [-]	Fgl/Ff [-]	Fc,h/Fc,c [-]	Fsh [-]	Orientace
1250x1250	1,56	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	S (90 st.)
1000x1250	1,25	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	Z (90 st.)
3000x2250	6,75	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
1250x1250	1,56	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
1500x2250-dveře	3,38	0,67	0,5/0,5	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
625x750	0,47	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	J (90 st.)
500x500	0,25	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	S (90 st.)
780x980-střešní	4,59	0,67	0,7/0,3	1,0/1,0	1,0	H (43 st.)

780x780-střešní 1,22 0,67 0,7/0,3 1,0/1,0 1,0 H (43 st.)

Vysvětlivky: g je propustnost slunečního záření zasklení v průsvitných konstrukcích; alfa je pohltivost slunečního záření vnějšího povrchu neprůsvitných konstrukcí; Fgl je korekční činitel zasklení (podíl plochy zasklení k celkové ploše okna); Ff je korekční činitel rámu (podíl plochy rámu k celk. ploše okna); Fc,h je korekční činitel clonění pohyblivými clonami pro režim vytápění; Fc,c je korekční činitel clonění pro režim chlazení a Fsh je korekční činitel stínění nepohyblivými částmi budovy a okolní zástavbou.

Celkový solární zisk konstrukcemi Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	814,4	1280,8	2060,5	2701,0	3092,3	2888,7
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2902,0	3103,1	2272,0	1888,1	1054,1	662,3

2. nevytápěný prostor

Název nevytápěného prostoru: Garáž

Průměrná propustnost obálky: 0,0

Tato hodnota udává rel. množství slun. záření, které prochází do zimní zahrady přes její obálku.

Název konstrukce	Plocha [m2]	Upe [W/m2K]	Alfa [-]	Orientace	Umístění
Stěna	17,77	0,100	0,0	Východ	do interiéru
Dveře	1,8	0,100	0,0	Východ	do interiéru
Stěna	33,76	-----	0,0	Východ	do exteriéru
Střecha	23,75	-----	0,0	Východ	do exteriéru
Podlaha	23,75	-----	0,0	Východ	do exteriéru
Vrata	6,07	-----	0,0	Východ	do exteriéru

Název okna do interiéru	Plocha [m2]	Fc [-]	Fgl [-]	g [-]	Orientace
-------------------------	-------------	--------	---------	-------	-----------

Celk. zisk přes zimní zahrady Qss (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: rodinný dům
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano

Měrný tepelný tok větráním Hv:	53,591 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd a celkový měrný tok prostupem tep. vazbami H,tb:	94,459 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	19,019 W/K
Měrný tok prostupem nevytápěnými prostory Hu,t:	14,901 W/K
Měrný tok větráním nevytápěnými prostory Hu,v:	1,964 W/K
Měrný tok Trombeho stěnami H,tw:	---
Měrný tok větranými stěnami H,vw:	---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H,ti:	---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dHt:	---
Výsledný měrný tok H:	183,934 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q,H,ht[GJ]	Q,int[GJ]	Q,sol[GJ]	Q,gn [GJ]	Eta,H [-]	fH [%]	Q,H,nd[GJ]
1	10,243	0,828	0,814	1,642	0,998	100,0	8,605
2	8,746	0,708	1,281	1,989	0,994	100,0	6,770
3	7,908	0,750	2,061	2,810	0,977	100,0	5,164
4	5,665	0,696	2,701	3,397	0,911	100,0	2,570
5	3,426	0,694	3,092	3,787	0,717	82,4	0,710
6	2,050	0,664	2,889	3,553	0,577	0,0	---
7	1,231	0,686	2,902	3,588	0,343	0,0	---
8	1,278	0,694	3,103	3,798	0,337	0,0	---
9	3,225	0,699	2,272	2,971	0,786	68,9	0,890
10	5,761	0,748	1,888	2,636	0,953	100,0	3,248
11	7,879	0,757	1,054	1,811	0,993	100,0	6,080
12	9,403	0,825	0,662	1,487	0,998	100,0	7,919

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty; Q,int jsou vnitřní tepelné zisky; Q,sol jsou solární tepelné zisky; Q,gn jsou celkové tepelné zisky; Eta,H je stupeň využitelnosti tepelných zisků; fH je část měsíce, v níž musí být zóna s regulovaným vytápěním vytápěna, a Q,H,nd je potřeba tepla na vytápění.

Potřeba tepla na vytápění za rok Q,H,nd: 41,956 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	10,986	---	---	---	1,093	0,275	0,067	12,422
2	8,644	---	---	---	1,065	0,204	0,061	9,974
3	6,593	---	---	---	1,093	0,188	0,067	7,942
4	3,282	---	---	---	1,084	0,149	0,065	4,580
5	0,907	---	---	---	1,093	0,127	0,056	2,182
6	---	---	---	---	1,084	0,114	---	1,198
7	---	---	---	---	1,093	0,117	---	1,211
8	---	---	---	---	1,093	0,127	---	1,220
9	1,136	---	---	---	1,084	0,152	0,045	2,417
10	4,147	---	---	---	1,093	0,186	0,067	5,494
11	7,763	---	---	---	1,084	0,217	0,065	9,130

12 10,111 --- --- --- 1,093 0,271 0,067 11,543

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 69,313 GJ

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny

Měrný tepelný tok prostupem obálkou zóny Ht: 128,4 W/K

Plocha obalových konstrukcí zóny: 334,1 m²

Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,38 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla zóny U,em: 0,38 W/m²K

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELOU BUDOVU :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,82 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Plocha [m ²]	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	---	183,934	100,00 %
z toho:	Měrný tok větráním Hv:	---	53,591	29,14 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	---	19,019	10,34 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	16,865	9,17 %
	..... z toho tok prostupem Hu,t:	---	14,901	8,10 %
	..... a tok větráním Hu,v:	---	1,964	1,07 %
	Měrný tok tepelnými vazbami H,tb:	---	16,706	9,08 %
	Měrný tok do ext. plošnými kcemí Hd,c:	---	77,754	42,27 %

rozložení měrných toků po konstrukcích:

Obvodová stěna:	127,4	38,232	20,79 %
Střecha:	50,5	12,122	6,59 %
Podlaha:	81,2	19,019	10,34 %
Otvorová výplň:	21,0	27,399	14,90 %
Konstrukce u nevyt. prostoru:	53,9	14,901	8,10 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	183,934 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	406,0 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,45 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	33,3 kWh/(m ³ .a)

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu budovy lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón Hc působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Měrný tepelný tok prostupem obálkou budovy Ht: 128,4 W/K
 Plocha obalových konstrukcí budovy: 334,1 m²
 Výchozí hodnota požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla podle čl. 5.3.4 v ČSN 730540-2 (2011) Uem,N,20: 0,38 W/m²K

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U,em: 0,38 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 41,956 GJ 11,654 MWh
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 406,0 m³
 Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 162,4 m²
 Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m³): 28,7 kWh/(m³.a)

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 72 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3959.

Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinností systémů výroby, distribuce a emise tepla.

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,F[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	10,986	---	---	---	1,093	0,275	0,067	12,422
2	8,644	---	---	---	1,065	0,204	0,061	9,974
3	6,593	---	---	---	1,093	0,188	0,067	7,942
4	3,282	---	---	---	1,084	0,149	0,065	4,580
5	0,907	---	---	---	1,093	0,127	0,056	2,182
6	---	---	---	---	1,084	0,114	---	1,198
7	---	---	---	---	1,093	0,117	---	1,211
8	---	---	---	---	1,093	0,127	---	1,220
9	1,136	---	---	---	1,084	0,152	0,045	2,417
10	4,147	---	---	---	1,093	0,186	0,067	5,494
11	7,763	---	---	---	1,084	0,217	0,065	9,130
12	10,111	---	---	---	1,093	0,271	0,067	11,543

Vysvětlivky: Q,f,H je vypočtená spotřeba energie na vytápění; Q,f,C je vypočtená spotřeba energie na chlazení; Q,f,RH je vypočtená spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu; Q,f,F je vypočtená spotřeba energie na nucené větrání; Q,f,W je vypočtená spotřeba energie na přípravu teplé vody; Q,f,L je vypočtená spotřeba energie na osvětlení (popř. i na spotřebiče); Q,f,A je pomocná energie (čerpadla, regulace atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Dodané energie:

Vyp.spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	53,569 GJ	14,880 MWh	92 kWh/m ²
Pomocná energie na vytápění Q,aux,H:	0,562 GJ	0,156 MWh	1 kWh/m ²
Dodaná energie na vytápění za rok EP,H:	54,132 GJ	15,037 MWh	93 kWh/m²
Vyp.spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Pomocná energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Dodaná energie na chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Pomocná energie na úpravu vlhkosti Q,aux,RH:	---	---	---
Dodaná energie na úpravu vlhkosti EP,RH:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na nucené větrání Q,fuel,F:	---	---	---
Pomocná energie na nucené větrání Q,aux,F:	---	---	---
Dodaná energie na nuc.větrání za rok EP,F:	---	---	---
Vyp.spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	13,055 GJ	3,626 MWh	22 kWh/m ²
Pomocná energie na přípravu teplé vody Q,aux,W:	---	---	---
Dodaná energie na přípravu TV za rok EP,W:	13,055 GJ	3,626 MWh	22 kWh/m²
Vyp.spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	2,126 GJ	0,591 MWh	4 kWh/m ²
Dodaná energie na osvětlení za rok EP,L:	2,126 GJ	0,591 MWh	4 kWh/m²
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	69,313 GJ	19,254 MWh	119 kWh/m²

Měrná dodaná energie budovy

Celková roční dodaná energie: 19,254 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 406,0 m³

Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy: 162,4 m²

Měrná dodaná energie EP,V: 47,4 kWh/(m³.a)

Měrná dodaná energie budovy EP,A: 119 kWh/(m².a)

Poznámka: Měrná dodaná energie zahrnuje veškerou dodanou energii včetně vlivů účinností tech. systémů.

Rozdělení dodané energie podle energonositelů, primární energie a emise**CO₂**

Energono- nositel	Faktory			Vytápění				Teplá voda			
	transformace			----- MWh/a -----		t/a		----- MWh/a -----		t/a	
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂
elektrina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	4,7	14,0	14,9	5,4	1,1	3,4	3,6	1,3
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	10,2	---	10,2	---	2,5	---	2,5	---
SOUČET				14,9	14,0	25,1	5,4	3,6	3,4	6,1	1,3

Energono- nositel	Faktory			Osvětlení				Pom.energie			
	transformace			----- MWh/a -----		t/a		----- MWh/a -----		t/a	
	f,pN	f,pC	f,CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO ₂

elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	0,6	1,8	1,9	0,7	0,2	0,5	0,5	0,2
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				0,6	1,8	1,9	0,7	0,2	0,5	0,5	0,2

Energono- nositel	Faktory transformace			Nuc.větrání				Chlazení			
				----- MWh/a -----		t/a		----- MWh/a -----		t/a	
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---	---
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---	---

Energono- nositel	Faktory transformace			Úprava RH				Export elektřiny		
				----- MWh/a -----		t/a		----- MWh/a -----		
	f,pN	f,pC	f,CO2	Q,f	Q,pN	Q,pC	CO2	Q,el	Q,pN	Q,pC
elektřina ze sítě	3,0	3,2	1,1700	---	---	---	---	---	---	---
Slunce a jiná energie prostředí	0,0	1,0	0,0000	---	---	---	---	---	---	---
SOUČET				---	---	---	---	---	---	---

Vysvětlivky: f,pN je faktor neobnovitelné primární energie v kWh/kWh; f,pC je faktor celkové primární energie v kWh/kWh; f,CO2 je součinitel emisí CO2 v kg/kWh; Q,f je vypočtená spotřeba energie dodávaná na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,el je produkce elektřiny v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá na daný účel příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Součty pro jednotlivé energonositele:	Q,f [MWh/a]	Q,pN [MWh/a]	Q,pC [MWh/a]	CO2 [t/a]
elektřina ze sítě	6,530	19,591	20,897	7,640
Slunce a jiná energie prostředí	12,723	---	12,723	---
SOUČET	19,254	19,591	33,620	7,640

Vysvětlivky: Q,f je energie dodaná do budovy příslušným energonositelem v MWh/rok; Q,pN je neobnovitelná primární energie a Q,pC je celková primární energie použitá příslušným energonositelem v MWh/rok a CO2 jsou s tím spojené emise CO2 v t/rok.

Měrná primární energie a emise CO2 budovy

Emise CO2 za rok:	7,640 t
Celková primární energie za rok:	33,620 MWh 121,032 GJ
Neobnovitelná primární energie za rok:	19,591 MWh 70,526 GJ
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	406,0 m3
Celková energeticky vztažná podlah. plocha budovy:	162,4 m2
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m3):	18,8 kg/(m3.a)
Měrná celková primární energie E,pC,V:	82,8 kWh/(m3.a)
Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,V:	48,3 kWh/(m3.a)
Měrné emise CO2 za rok (na 1 m2):	47 kg/(m2.a)
Měrná celková primární energie E,pC,A:	207 kWh/(m2.a)

Měrná neobnovitelná primární energie E,pN,A: 121 kWh/(m2.a)