

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2015

Vladimír Schusser



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

studijní program: Stavební inženýrství
studijní obor: N - Stavební management
akademický rok: 2014/2015

Jméno a příjmení diplomanta: Vladimír Schusser
Zadávající katedra: Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví
Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Čásenský, CSc.
Název diplomové práce: Ekonomické posouzení pasivního domu v Českých Velenicích
Název diplomové práce
v anglickém jazyce: Economic assessment of the passive house in České Velenice


Rámcový obsah diplomové práce: Obecný popis problematiky, výpočet energetické náročnosti budovy RD, zvolení vhodných konstrukčních systémů a porovnání jednotlivých variant, porovnání součinitelů prostupu tepla zvolenými konstrukcemi, potřeby tepla na vytápění, posouzení návratnosti investice, vyhodnocení


Datum zadání diplomové práce: 22. září 2014 Termín odevzdání: 19. prosince 2014

Diplomovou práci lze zapsat, kromě oboru A, v letním i zimním semestru.


Pokud student neodevzdal diplomovou práci v určeném termínu, tuto skutečnost předem písemně zdůvodnil a omluva byla děkanem uznána, stanoví děkan studentovi náhradní termín odevzdání diplomové práce. Pokud se však student řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, může si student zapsat diplomovou práci podruhé. Studentovi, který při opakovaném zápisu diplomovou práci neodevzdal v určeném termínu a tuto skutečnost řádně neomluvil nebo omluva nebyla děkanem uznána, se ukončuje studium podle § 56 zákona o VŠ č. 111/1998 (SZŘ ČVUT čl 21, odst. 4).

Diplomant bere na vědomí, že je povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.


.....
vedoucí diplomové práce


.....
vedoucí katedry

Zadání diplomové práce převzal dne: 15. 10. 2014


.....
diplomant

Formulář nutno vyhotovit ve 3 výtiscích – 1x katedra, 1x student, 1x studijní odd. (zašle katedra)

Nejpozději do konce 2. výuky v semestru odešle katedra 1 kopii zadání DP na studijní oddělení a provede zápis údajů do informačního systému fakulty KOS. (zadání v elektronické podobě zašlete na adresu [zita.prostejovska@fsv.cvut.cz](mailto:prostejovska@fsv.cvut.cz))

DP zadává katedra nejpozději 1. týden semestru, v němž má student DP zapsanou.

(Směrnice děkana pro realizaci stud. programů a SZZ na FSv ČVUT čl. 5, odst. 7)

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v seznamu použitých zdrojů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 12. 12. 2014

.....
podpis

Poděkování

Rád bych zde poděkoval Ing. Martinu Časenskému, CSc., vedoucímu mé práce, za poskytnuté rady, názory, připomínky a čas, který mi věnoval.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra ekonomiky a řízení ve stavebnictví

Ekonomické posouzení pasivního domu

Anotace

V této práci se zabývám výpočtem energetické náročnosti stavby rodinného domu a výsledným ekonomickým vyhodnocením návratnosti do této investice.

Stavba bude postupně navržena tak, aby zůstalo zachováno dispoziční a objemové řešení, ale aby stavba splňovala požadavky pro klasickou výstavbu a tři energetické standardy - hodnoty doporučené pro pasivní domy, hodnoty požadované a hodnoty doporučené. Výsledné varianty budou v závěru práce vyhodnoceny a porovnány.

Klíčová slova

ekonomická návratnost, energetická náročnost budovy, nízkoenergetický dům, pasivní dům.

Annotation

In this work, I deal with calculating the energy performance of building a house and the resulting economic evaluation of return on this investment.

Construction will gradually designed to be preserved dispositional and volume solution, but that the building meets the requirements for the classic construction and three energy standards - the values recommended for passive houses, the values required and recommended values. The resulting variants in the conclusion will be evaluated and compared.

Key Words

economic return on, energy performance of buildings, low-energy house, passive house.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše a úvod do problému	3
3.1	Evropské požadavky na stavby energetických budov.....	3
3.1.1	Průkaz energetické náročnosti budovy	3
3.2	Typy domů dle jejich energetické náročnosti.....	5
3.2.1	Nízkoenergetické domy	5
3.2.2	Pasivní domy.....	5
3.2.3	Nulové domy.....	7
3.3	Zásadní parametry výstavby.....	10
3.3.1	Orientace budovy vůči světovým stranám.....	10
3.3.2	Ideální tvar domu	11
3.3.3	Konstrukční řešení budovy	12
3.4	Obnovitelné zdroje energie.....	21
3.4.1	Biomasa	22
3.4.2	Sluneční energie	23
3.4.3	Větrná energie.....	24
3.4.4	Energie vodních toků	25
3.4.5	Geotermální energie.....	25
3.4.6	Tepelná čerpadla	25
3.5	Výroba elektrické energie v ČR.....	26
3.5.1	Vývoj cen elektrické energie v ČR.....	27
3.5.2	Vývoj cen paliv z biomasy v ČR.....	29
4	Výzkumný problém	30
4.1	Výzkumné otázky.....	30
5	Popis rodinného domu	31
5.1	Energetické posouzení domu původního stavu.....	35
5.1.1	Popis konstrukcí	35
5.1.2	Tepelné ztráty.....	36
5.2	Energetické posouzení varianty domu navrženého dle PD	39
5.2.1	Popis konstrukcí	39
5.2.2	Tepelné ztráty.....	40

5.3	Energetické posouzení varianty domu na hodnoty požadované	43
5.3.1	Popis konstrukcí	43
5.3.2	Tepelné ztráty	44
5.4	Energetické posouzení varianty domu na hodnoty doporučené	47
5.4.1	Popis konstrukcí	47
5.4.2	Tepelné ztráty	48
5.5	Energetické posouzení varianty domu na hodnoty pro pasivní dům	51
5.5.1	Popis konstrukcí	51
5.5.2	Tepelné ztráty	52
5.6	Energetické vyhodnocení	55
5.6.1	Měrné tepelné ztráty dle typu stavby	56
5.6.2	Spotřeba tepla na vytápění po měsících dle typu stavby	57
5.6.3	Roční spotřeba energie na vytápění dle typu stavby	58
5.6.4	Měrná spotřeba energie za rok celkem dle typu stavby	59
5.7	Ekonomické posouzení nákladů na spotřebované energie	60
5.7.1	Varianta – stávající stav	60
5.7.2	Varianta – výměna TI a oken	61
5.7.3	Varianta – hodnoty požadované	62
5.7.4	Varianta – hodnoty doporučené	63
5.7.5	Varianta – pasivní dům	64
6	Posouzení návratnosti do vybraných variant investice	65
6.1	Přehled vícenákladů do vybraných variant investice	65
6.1.1	Odlišné konstrukční prvky varianty B od varianty A	65
6.1.2	Odlišné konstrukční prvky varianty C od varianty B	66
6.1.3	Odlišné konstrukční prvky varianty D od varianty C	66
6.1.4	Odlišné konstrukční prvky varianty E od varianty D	67
6.2	Posouzení návratnosti za konstantní ceny elektrické energie	68
6.3	Posouzení návratnosti při změnách cen el. energie za posledních 6 let	70
7	Diskuze výsledků	72
8	Závěr	73

1 Úvod

Životní úroveň neustále roste. Stále více lidí chce bydlet v komfortním prostředí, které jde ruku v ruce se snižováním nákladů na jeho provoz. Ceny energií se neustále navyšují a málokomu se chce vydávat vysoké výdaje za energie, které jsou spotřebovávány na provoz jejich bydlení.

Snižování energetické náročnosti budov má ale i jinou myšlenku, než je snižování nákladů na provoz. Dalším důvodem, proč je téma nízkoenergetických budov aktuální, je snaha snižovat dopady provozu na životní prostředí a tím i udržet určitý trvale udržitelný rozvoj. Nižší energetická náročnost znamená menší dopad na životní prostředí a při využívání alternativních zdrojů energie se tento dopad může ještě snížit a naopak dojde k zachování fosilních paliv, které nejen, že jejich využívání není příliš ekologické, ale jejich množství není zdaleka nevyčerpatelné.

Díky všem výše uvedeným aspektům je snaha navrhovat takové budovy, které budou mít tepelné ztráty co nejmenší, jejich vnitřní mikroklima bude co nejzdravější a bude v nich využívána v co největší míře energie z obnovitelných zdrojů.

Tato diplomová práce se skládá ze dvou částí. V první části – teoretické se budu zabývat zejména tím, jak lze ovlivnit tepelné ztráty objektu, jak využívat alternativních zdrojů energií a jak snižovat náklady na jeho provoz. V druhé části – praktické bude představen objekt, který bude dále zpracováván tak, že zůstane zachované dispoziční a objemové řešení, ale budou navrženy jednotlivé varianty obálky tohoto objektu tak, aby bylo dosaženo co nejmenších spotřeb energie na jednotlivý typ objektu. Stavba z poloviny 20. století bude postupně navržena tak, aby splňovala požadavky pro klasickou výstavbu a na tři energetické standardy- hodnoty doporučené pro pasivní domy, hodnoty požadované a hodnoty doporučené. Výsledné varianty budou v závěru vyhodnoceny a porovnány, čímž dojde k určení návratnosti do těchto investic.

V diplomové práci budou zodpovězeny otázky:

- 1) Jak vysoká je skutečná úspora energie navržené nízkoenergetické stavby oproti stávající stavbě?
- 2) Jaký je rozdíl v době návratnosti do investice pro variantu nízkoenergetického domu a pasivního domu?
- 3) Vyplatí se z hlediska návratnosti snažit se docílit u stávajících staveb co nejnižších spotřeb za energie a přitom sledovat normy pro nízkoenergetické a pasivní stavby?

2 Cíl práce

Tato diplomová práce si klade za cíl ekonomicky zhodnotit energetickou náročnost rodinného domu u Českých Velenic a navrhnout vhodné varianty konstrukčního řešení tak, aby dům vyhovoval vhodným životním podmínkám a normovým požadavkům pro nízkoenergetické a pasivní domy.

3 Literární rešerše a úvod do problému

3.1 Evropské požadavky na stavby energetických budov

Hlavním dokumentem v oblasti je směrnice 2010/31/EU – EPBD II. Požadavky této směrnice byly začleněny do zákona č. 318/2012 Sb., o hospodaření energií a do novely vyhlášky č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.

Jedná se o dokument, který stanovuje minimální požadavky na energetickou náročnost budov. Základem požadavků je, aby bylo dosaženo optimální rovnováhy mezi vstupními náklady na stavbu a ušetřenými náklady během celého životního cyklu stavby.

„V případě výstavby nové budovy je stavebník povinen plnit požadavky na energetickou náročnost budovy podle prováděcího právního předpisu a při podání žádosti o stavební povolení nebo ohlášení stavby doložit kladným závazným stanoviskem dotčeného orgánu splnění požadavků na energetickou náročnost budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a to v případě budovy, jejímž vlastníkem a uživatelem bude orgán veřejné moci nebo subjekt zřízený orgánem veřejné moci a jejíž celková energeticky vztažná plocha bude menší než 350 m², a to od 1. ledna 2018.“¹ Dále členské státy jsou do 31. prosince 2020 nuceny zajistit, aby veškeré nové stavby splňovaly požadavky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

Cílem tohoto dokumentu je postupně zavádět do praxe budovy, které za sebou zanechají menší dopad na životní prostředí. Důležité je využívat obnovitelných zdrojů, které zajistí udržitelný rozvoj – dojde k úspoře neobnovitelných zdrojů, sníží se uhlíková stopa² a zvýší se životní úroveň.

3.1.1 Průkaz energetické náročnosti budovy

Jedná se o průkaz graficky znázorňující, kolik dům spotřebovává energie na svůj provoz a kolik energie spotřebovávají jednotlivé technologie (vytápění, větrání, příprava teplé vody atd.). Ve výši této energie není obsažena například energie, která je spotřebována samotnými elektrickými spotřebiči v domácnosti.

¹ ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 318 / 2012 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších změn a doplňků.

² Uhlíková stopa je měřítkem dopadu lidské činnosti na životní prostředí a na klimatické změny. Měří se na množství skleníkových plynů, které jsou vyprodukovány během našeho každodenního života. Udává se v ekvivalentech oxidu uhličitého (CO₂).

Zákon stanoví každému stavebníkovi zpracovat průkaz vždy, kdy dochází ke stavbě nového domu:

- a) pokud se jedná o stavbu nového domu
- b) pokud dojde k prodeji nemovitosti
- c) při pronájmu domu

„Náročnost budovy a její grafické znázornění je rozdělena do klasifikačních tříd „A“ až „G“. Od mimořádně úsporných až po mimořádně nevhodné budovy. Jedná se o výpočet celkové dodané energie do budovy a dalších ukazatelů, které se porovnají s tzv. referenční budovou.“³

Tabulka 1: Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	Mimořádně úsporná
B	Velmi úsporná
C	Úsporná
D	Méně úsporná
E	Nehospodárná
F	Velmi nevhodná
G	Mimořádně nevhodná

Zdroj: ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších změn a doplňků.

Průkaz energetické náročnosti budovy musí být zpracován pouze oprávněnými osobami. „Oprávněnou osobou se rozumí osoba vysokoškolského vzdělání získaného studiem v bakalářských, magisterských nebo doktorských studijních programech v oblasti technických věd a jejich oborech energetiky nebo stavebnictví a 3 roky praxe v oboru nebo střední vzdělání s maturitní zkouškou v oblastech vzdělání technického směru v oboru energetiky nebo stavebnictví a 6 roků praxe v oboru nebo vyšší odborné vzdělání v oblastech technického směru v oboru energetiky nebo stavebnictví a 5 let praxe v oboru.“⁴

Průkaz je platný po dobu 10 let ode dne, kdy byl oprávněnou osobou vyhotoven.

³ ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších změn a doplňků.

⁴ ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 318 / 2012 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších změn a doplňků.

3.2 Typy domů dle jejich energetické náročnosti

Podle potřeby tepla na vytápění rozlišujeme v současné době klasické stavby, nízkoenergetické domy, pasivní domy a tzv. nulové domy.

3.2.1 Nízkoenergetické domy

Tyto stavby tvoří vývojový stupeň ke stavbám pasivních domů. Nízkoenergetický dům obsahuje obdobné komponenty jako pasivní dům jen v menším měřítku. Tento typ domu vyžaduje vyšší provozní náklady, než jakých lze dosáhnout v případě pasivního domu. Oproti běžné výstavbě mohou mít potřebu tepla nižší až několikanásobně.

„Za nízkoenergetickou stavbu lze považovat budovu, jejíž průměrný součinitel prostupu tepla nepřekračuje doporučenou hodnotu $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a současně měrná potřeba tepla na vytápění stanovena v souladu s ČSN EN ISO 13790, TNI 73 0329 a TNI 73 0330 nepřekračuje $50\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$.“⁵

3.2.2 Pasivní domy

Název pasivní dům vychází z principu využívání pasivních tepelných zisků v budově. Jedná se o vnitřní zisky, jakými je teplo, které je vyzařováno spotřebiči a lidmi, a vnější zisky, které jsou tvořeny slunečním zářením procházejícím okny. Za předpokladu použití kvalitních materiálů a izolací veškeré tyto zisky zůstávají uvnitř budovy a jejich ztráta skrz obálku je minimalizována. V zimě i v létě si tak lze užívat tepelné pohody. Vše dohromady zvyšuje kvalitu bydlení a hodnotu nemovitosti.

Tabulka 2: Základní vlastnosti pasivní budovy

	Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]	Měrná potřeba tepla na vytápění [$\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})$]	Měrná potřeba primární energie [$\text{W}/(\text{m}^2\text{a})$]
Rodinný dům	$\leq 0,20$ doporučeného	$\leq 0,15$ doporučeného	≤ 60

Zdroj: ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov, 2012.

Povinně hodnocenou vlastností je také celková průvzdušnost obálky budovy. Celková intenzita výměny vzduchu nesmí dle ČSN 73 040-4 překročit hodnotu $0,6 \text{ h}^{-1}$. Měrná potřeba primární energie podle TNI 73 0329 je max. $60 \text{ W}/(\text{m}^2\text{a})$. Podle PHPP⁶ je tato hodnota $120 \text{ W}/(\text{m}^2\text{a})$.

⁵ ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov, 2012.

⁶ PHPP - Passive House Planning Package - evropský nástroj pro návrh pasivních domů.

Rozdíl mezi těmito dvěma údaji spočívá v tom, že PHPP ve svém výpočtu uvažuje se spotřebiči, TNI nikoli.

U pasivního domu je tedy na první pohled patrná značná úspora tepla. Pokud budeme uvažovat o pasivním domě se 100 m² podlahové plochy, spotřebuje ročně 15 kWh/m² tepla (nízkoenergetický dům se pohybuje se svou spotřebou okolo 50 kWh/m²a). Pro vytápění jedné místnosti je potřeba přibližně 100 W⁷. Pro představu tepelný výkon člověka při kancelářské činnosti je cca 60 wattů na 1 m² tělesné plochy.⁸

Pasivní domy využívají jak zděné, tak i dřevěné konstrukce. Důraz je kladen na dokonalou tepelnou izolaci a minimalizování množství tepelných mostů. Těmto bodům je proto třeba věnovat zvýšenou pozornost.

3.2.2.1 Podstata pasivního domu

Vzhledem k výborné tepelné izolaci mají stěny a okna i při nízkých venkovních teplotách povrchovou teplotu, která se blíží 20 °C, a je tedy lidmi vnímána jako příjemná. Zvláštní důraz je kladen na vzduchotěsnost všech částí budovy. Čerstvý vzduch se do obytných prostor přivádí pomocí automatického větracího zařízení. Z odváděného vzduchu se odebírá teplo, kterým se ohřívá přiváděný čerstvý vzduch. Proto se na topení v pasivním domě spotřebuje mnohokrát méně tepla, než činí průměr pro stávající budovy. K udržení teploty postačí malé topné těleso, které může být umístěno kdekoliv v bytě a příjemně vyzařovat teplo. V mnoha případech lze od jeho instalace zcela upustit.⁹

3.2.2.2 Pasivní dům – výhody

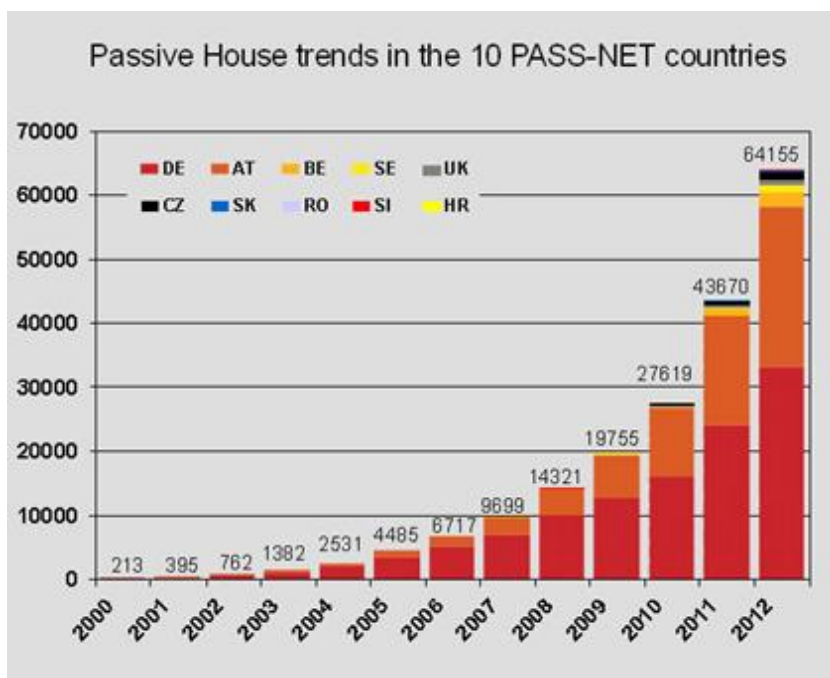
- kvalitní a zdravé vnitřní prostředí
- vyšší komfort života
- úspora energie a nákladů na vytápění
- stálý přívod čerstvého vzduchu
- vysoká tepelná pohoda v místnosti
- příjemné teploty v zimě i v létě
- šetrnost k životnímu prostředí

⁷ Návrhová místnost: podlahová plocha = 24m², objem vzduchu = 67 m³, $U_{\text{zed' souseďicí s exteriérem}} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

⁸ RUBIN, A., O. RUBINOVÁ. *Vnitřní prostředí budov*. Tzbinfo [online]. 2014, [cit. 2014-11-11]. Dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/2650-vnitřni-prostředí-budov-a-tepelna-pohoda-cloveka>.

⁹ BROTÁNEK, A. *Pasivní dům – zkušenosti z Rakouska a české začátky*, Brno Veronica, 2008, str. 5, ISBN 80-239-3048-6.

Obrázek 1: Trend ve stavění pasivních domů



Zdroj: PASSNET. *Graph Passive House trends in the 10 PASS-NET countries*. Pass-net [online]. 2014, [cit. 2014-11-6]. Dostupný z: <http://www.pass-net.net/situation/index.htm>.

3.2.3 Nulové domy

Nulové domy je doporučeno navrhovat jako pasivní domy. Jedná se o pasivní dům, který dokáže vyrobit takové množství energie, které sám spotřebuje na svůj provoz. Je tedy potřeba navrhnout pasivní dům, jehož spotřeba bude kryta z co nejvíce obnovitelných zdrojů. Skutečný nulový dům dokáže v průběhu roku vyrobit stejné množství energie z obnovitelných zdrojů, jaké sám spotřebuje.

Tabulka 3: Základní požadavky na energeticky nulové budovy

	Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} [W/(m ² K)]	Měrná potřeba tepla na vytápění [kWh/(m ² a)]
Rodinný dům	≤ 0,25	≤ 0,20

Zdroj: ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov, 2012.

Tabulka 4: Stavby podle energetické náročnosti

domy běžné ve 70.-80. letech	současná novostavba	nízkoenergetický dům	pasivní dům	nulový dům, dům s přebytkem tepla
charakteristika				
zastaralá otopná soustava, zdroj tepla je velkým zdrojem emisí; větrá se pouhým otevřením oken, nezateplené, špatně izolující konstrukce, přetápí se	klasické vytápění pomocí plynového kotle o vysokém výkonu, větrání otevřením okna, konstrukce na úrovni požadavků normy	otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	řízené větrání s rekuperací tepla, vynikající parametry tepelné izolace, velmi těsné konstrukce	parametry min. na úrovni pasivního domu, velká plocha fotovoltaických panelů
potřeba tepla na vytápění [kWh/(m²a)]				
většinou nad 200	80 - 140	méně než 50	méně než 15	méně než 5

Zdroj: CENTRUM PASIVNÍHO DOMU. *Co je pasivní dům.* CPD [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2?chapterId=1634>.

3.2.3.1 Měrná potřeba tepla na vytápění

„Měrná potřeba tepla na vytápění je veličina, která charakterizuje tepelně-izolační vlastnosti budovy bez ohledu na účinnost topného systému a zdroje tepla. Vyjadřuje množství tepla, které je vztaženo na jednotku plochy - kWh/(m².rok), popř. na jednotku objemu vytápěného prostoru - kWh/(m³.rok). Jde o energetický výstup z objektu, který je dán ztrátami obálky. Potřeba tepla tedy vychází z tepelných ztrát, nedá se ovlivnit tepelnými zisky ani vhodným systémem vytápění (na rozdíl od spotřeby tepla).“¹⁰

→ Podle hodnoty měrné potřeby tepla na vytápění lze budovy rozdělit na nízkoenergetické, pasivní a nulové. Nízkoenergetické domy mají hodnotu měrné potřeby tepla na vytápění menší než 50 kWh/(m².a). Hodnota nižší než 15 kWh/(m².a) platí pro pasivní domy a hodnota pod 5 kWh/(m².a) pro domy s přebytkem tepla – nulové domy. Pro srovnání

¹⁰ NAZELENO. *Měrná potřeba tepla na vytápění.* Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/merna-potreba-tepla-na-vytapeni.dic>.

běžné novostavby se pohybují v intervalu 80 – 140 kWh/(m².a), pro starší zástavbu nejsou výjimečné hodnoty nad 200 kWh/(m².a). (Viz Tabulka 4).

3.2.3.2 *Potřeba tepla na vytápění*

Vedle měrné potřeby tepla na vytápění se používá termín *spotřeba tepla na vytápění*, často se oba pojmy zaměňují. Zatímco potřebu tepla neovlivňuje topný systém ani tepelné zisky. Spotřeba tepla na těchto okolnostech přímo závisí. Účinnost zdroje vytápění, kvalita rozvodů, vhodnost regulačních systémů a schopnost využívat tepelné zisky, to všechno ovlivňuje spotřebu tepla na vytápění (energetickou náročnost).

3.2.3.3 *Celková energie dodaná do domu*

„Potřeba tepla na vytápění je součástí celkové dodané energie do domu. Kromě energie pro vytápění je to energie pro chlazení, větrání, zvlhčování, přípravu teplé vody, osvětlení a energie pro provoz energetických systémů. Potřeba tepla na vytápění hraje v energetické bilanci domu hlavní roli a je jí věnována největší pozornost.“¹¹

3.2.3.4 *Součinitel prostupu tepla*

„Součinitel prostupu tepla; U [W/(m²·K)], celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředími vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce, je definován vztahem: $U = 1/R_T$, kde R_T je odpor konstrukce při prostupu tepla (z prostředí do prostředí) [m²·K/W].“¹² Tyto hodnoty vyjadřují prostup tepla celou konstrukcí. Proto musí zahrnovat vliv všech tepelných mostů a jiných zdrojů navýšení tepelných toků obsažených v konstrukci.

→ Hodnoty R_{si}

		R_{si} [m ² ·K/W]
svislá konstrukce (dle ČSN 730540-2 a SN EN ISO 13788)		0.25 (pro neprůsvitné konstrukce) 0.13 (pro výplně otvorů)
vodorovná konstrukce	tepelný tok nahoru	0.10
	tepelný tok dolů	0.17

¹¹ NAZELENO. *Měrná potřeba tepla na vytápění*. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/merna-potreba-tepla-na-vytapeni.dic>.

¹² TZB-INFO. *Součinitel prostupu tepla*. Tzbinfo [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/soucinitel-prostupu-tepla>.

→ Hodnoty R_{se}

	R_{se} [m ² K/W]
zimní období	0.04
zimní období (nadmořská výška ≥ 1000 m. n. m.)	0.03
letní období	0.07

→ Tepelný odpor konstrukce R_N

$$R_N = \sum \frac{d}{\lambda} \quad [\text{m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}]$$

3.3 Zásadní parametry výstavby

K tomu, aby bylo dosaženo co nejlépe optimálních normových požadavků, je potřeba splnit základní zásady výstavby. Jedná se především o zvolení správného materiálového řešení, technologického postupu, správné a dostatečné provedení detailů konstrukce, vhodné umístění stavby na pozemku a její orientace vzhledem k světovým stranám. Dále je dobré dodržet správný poměr plocha/objem.

3.3.1 Orientace budovy vůči světovým stranám

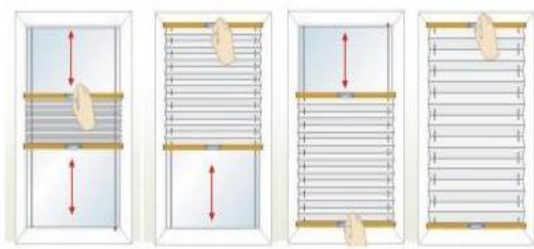
Základem je orientovat budovu tak, aby pasivní solární zisky byly co největší za předpokladu, že v letních měsících bude potřeba použít konstrukcí, které zabrání nadměrnému přehřívání interiéru. Naopak v zimních měsících můžeme využít těchto zisků ve svůj prospěch a šetřit tak náklady na vytápění.

Obecně platí – prosklené prvky fasády orientovat na jižní stranu (jihozápad až jihovýchod). Ostatní části stavby jako sklad, garáž apod., které nevyžadují zvýšené nároky na tepelnou pohodu, orientujeme na severní stranu.

Pro zastínění stavby můžeme využít ze široké nabídky markýz, rolet, žaluzií, slunolamů a okenic. Tyto prvky patří do skupiny exteriérových clon. Z interiéru lze objekt zastínit záclonami, žaluziemi, roletami, nebo typem žaluzií, který se nazývá plissé¹³. Nevýhodným typem přírodního zastínění může být okolní zástavba nebo jehličnaté stromy. Tyto prvky vrhají na naši stavbu trvalý stín. Výhodné může být například osazení pozemku listnatými dřevinami, které v letních měsících snižují solární zisky a naopak v zimních měsících, kdy listí opadá, nebrání solárním ziskům.

¹³ Skládaná žaluzie, kterou je možno regulovat povytažením jak spodního profilu žaluzie, tak i horního. V okně se tak vytvoří libovolný stínící pruh v potřebné výšce.

Obrázek 2: Plissé žaluzie



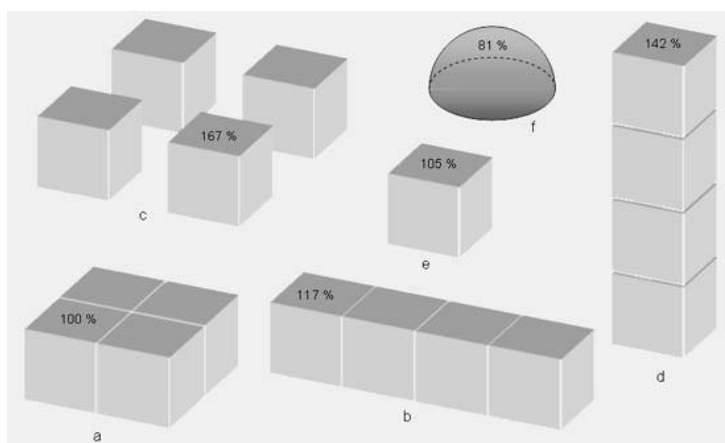
Zdroj: LEVNÉ GARNÝŽE. *Žaluzie plissé*. Levné garnýže [online]. 2014, [cit. 2014-11-08]. Dostupný z: <http://www.garnyze-levne.cz/plisse-zaluzie/>.

3.3.2 Ideální tvar domu

Klíčovým parametrem je tzv. faktor tvaru budovy, což je poměr ochlazované plochy obálky budovy a objemu budovy (A/V). A je plocha obvodového pláště [m^2] a V je obestavěný prostor budovy [m^3]. Čím vyšší je faktor tvaru budovy, tím se zvyšuje potřeba tepla při stejné zateplené obálce a stejné podlahové ploše. Faktor tvaru budovy je citlivý na samotný obestavěný prostor. Nelze říci, že budova tvaru krychle malých rozměrů bude mít stejný faktor tvaru, jako budova stejného tvaru, ale větších rozměrů. Je tedy potřeba vycházet ze stejných objemů různých tvarů. V tomto případě vychází nejvýhodněji tvar koule, ale tento tvar je z praktického a konstrukčního hlediska nereálný. Na obr. 3 je patrné, že dalším nejvýhodnějším tvarem je ležatý kvádr.

V případě rodinných domů je výhodnější variantou vícepodlažní dům, než jednopodlažní bungalovy, protože tyto stavby mají relativně podobnou plochu obálky, ale oproti dvoupodlažnímu rodinnému domu poloviční podlahovou plochu.

Obrázek 3: Vliv tvaru objektu při stejné velikosti objemu



Zdroj: ARCHIWEB. *Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty*. Archiweb [online]. 2014, [cit. 2014-11-08]. Dostupný z: <http://www.archiweb.cz/salon.php?type=10&action=show&id=1204>.

3.3.3 Konstrukční řešení budovy

Tabulka 5: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18°C až 22°C včetně.

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² .K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,1
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,1
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,1
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	těžká: 0,25	0,18 až 0,12
		lehká: 0,20	
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině	0,85	0,60	0,45 až 0,3
Stěna mezi sousedními budovami	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10°C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5°C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1
Nekovový rám výplně otvoru	-	1,3	0,9 - 0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,2

Zdroj: ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov, 2012.

3.3.3.1 Tepelné mosty

Za normálních okolností, tj. není-li některý konstrukční detail tepelné obálky řešen zvláště nesprávným způsobem, nemají tepelné mosty a tepelné vazby pro tepelnou propustnost obálky domu takový význam, jako optimalizace ploch a kvalita oken a dveří.

Tepelný most je místo, kde dochází ke zvýšenému tepelnému toku. Uniká jím více tepelné energie a má v interiéru studenější povrch a naopak v exteriéru teplejší povrch než okolní konstrukce.

„Tepelné mosty mohou být lineární, což je příklad třeba osazení okna do stěny (těmto tepelným mostům se také říká tepelné vazby, neboť se jedná o styk - vazbu - dvou různých konstrukcí) nebo například krokev při zateplování podkroví. Nebo mohou být bodové, což například může být kotevní hmoždinka zateplovacího systému s kovovým trnem.“¹⁴

Z hygienického hlediska jsou tepelné mosty nepřijatelné proto, že na jejich chladných površích v interiéru může kondenzovat vodní pára či zde může lokálně relativní vlhkost vzduchu stoupnout nad 80 %, což je prostředí, které je ideální pro růst plísní. Ty jsou výraznými zdroji alergenů a tím vytváří vnitřní mikroklima nevhodné pro pobyt lidí.

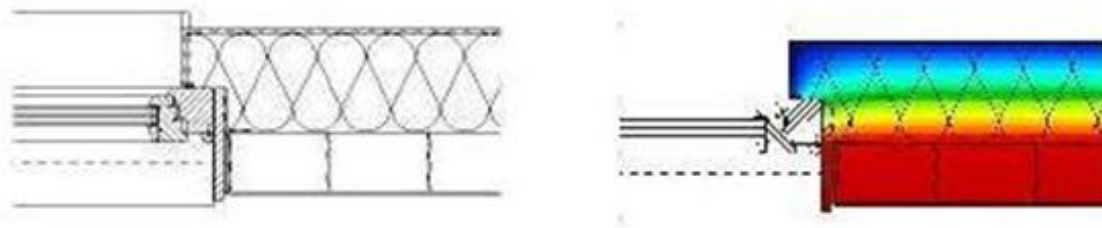
Statiku staveb ohrožují tepelné mosty tím, že způsobují kondenzaci vodní páry v konstrukci, což může vést u dřevěných částí staveb k hnilobě, u kovových ke korozi a u ostatních k porušení mrazem.

3.3.3.1.1 Kde vzniká tepelný most

- V místě, kde konstrukcí zcela proniká jiná konstrukce. Příkladem může být konzole balkónu pronikající skrze obvodovou konstrukci domu nebo balkón vytvořený „vytažením“ betonové stropní desky skrze zateplení domu.
- Změnou tloušťky jednotlivých vrstev konstrukce – například v místě změny tloušťky zateplení soklu.
- Rozdílem mezi vnitřními a vnějšími rozměry konstrukce. Jako příklad můžeme uvést prostý vnější nebo vnitřní roh stěny domu. V rohu domu je skladba „stěny“ domu stále stejná, homogenní, ale vnější a vnitřní rozměry jsou jiné.

¹⁴ ŠUBRT, R. *Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích*. Tzbinfo [online]. 2012, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/2526-tepelne-mosty-ve-stavebnich-konstrukcich>.

Obrázek 4: Příklad osazení okna do tepelné izolace



Zdroj: DOMY DOMI, *Tepelné mosty a tepelné vazby v pasivních a nízkoenergetických domech*. DD [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: www.domydomi.cz/detail/tepelne-mosty-nizkoenergeticke-domy.

3.3.3.1.2 Hledání tepelných mostů

V současnosti se s dobrými výsledky k odhalování tepelných mostů používá termografie, která dokáže zobrazit celou „tepelnou mapu“ stavby. Díky termografickým snímkům lze vytvořit matematický model konstrukce domu a pomoci při řešení problémů. Měření lze ale provádět pouze v chladném období, kdy je dostatečný rozdíl mezi vnější a vnitřní teplotou a pokud měření neprovádí skutečný odborník, jsou výsledky orientační. Kvalitní měření se musí plánovat na správné období a může trvat i více dní.

3.3.3.2 Vnější stěny

Norma ČSN 73 0540-2 rozlišuje dvě varianty vnějších stěn. První jsou těžké stěny tvořeny například ze zděných, kamenných nebo betonových prvků. Tyto stěny se vyznačují vysokou tepelnou setrvačností, na rozdíl od lehkých obvodových plášťů. Druhé, lehké, mají plošnou hmotnost všech vrstev nižší než 100 kg/m^2 . Nízkou akumulaci schopnost u těchto konstrukcí lze vyvážit lepšími (nižšími) hodnotami součinitelů prostupu tepla. Typickým příkladem lehkých obvodových stěn jsou lehké obvodové pláště na bázi plastických hmot, skla, lehkých kovů a dřeva.

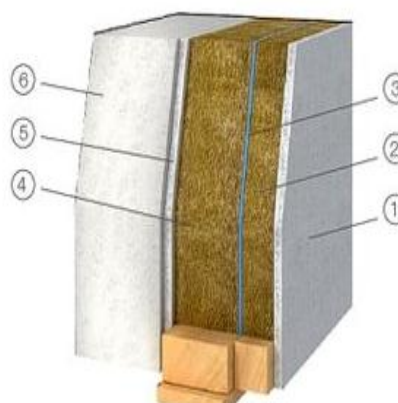
Obrázek 5: Příklad skladby LOP

SCHÉMA OBVODOVÉ STĚNY PRO PASIVNÍ DŮM

1. Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm
2. Dřevěný rám /vyplněn tepelnou izolací/ 60 mm
3. Parozábrana
4. Dřevěný rám /vyplněn tepelnou izolací/ 120 mm
5. Fermacell - sádrovláknitá deska 15 mm
6. Termofasáda 157 mm

Tloušťka celkem 367 mm

Součinitel prostupu tepla $U = 0,12 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

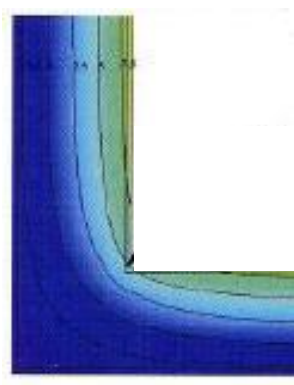


Zdroj: OBCHODNÍ CENTRUM PRAHA, *Technologie montované dřevostavby RD*, OC Praha [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.nova101.cz/technologie>.

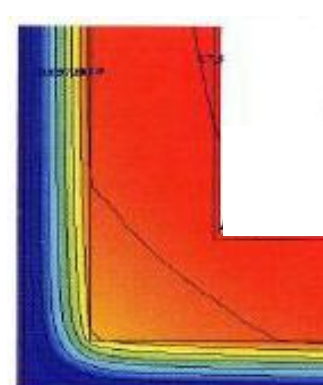
U obvodového pláště je potřeba vyloučit tepelné mosty a eliminovat kondenzaci vodních par uvnitř konstrukce. Toto se ověřuje pomocí výpočtu. Zamezení vnikání vodních par do konstrukce je možné přidáním parozábrany.

Jak je z obrázků 7 a 6 patrné, v prvním případě vzniká kondenzát uvnitř na stěnách vlivem nízké povrchové teploty. V tomto případě dochází ke vzniku plísní a zhoršení kvality konstrukce. Na obr. 6 je navržena vnější izolace. V konstrukci tak nedochází k velkému snížení teploty a dalším nežádoucím vlivům.

Obrázek 7: Průběh teplot uvnitř obvodové konstrukce bez přidání zateplení



Obrázek 6: Průběh teplot uvnitř obvodové konstrukce se správnou tloušťkou izolantu



3.3.3.3 Výplně otvorů

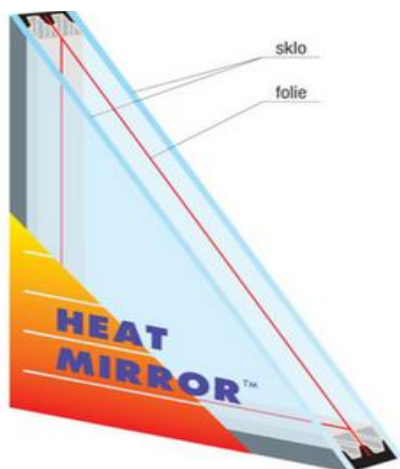
Díky kvalitnímu zasklení jsou eliminovány tepelné ztráty, avšak samotný rám okna tvoří nejslabší článek vnějších konstrukcí. Výplně otvorů u nízkoenergetických staveb jsou proto zasazovány co nejbližší vnějšímu okraji fasády, do tepelné izolace, aby se zabránilo vzniku tepelných mostů. U prosklených výplní otvorů je používáno zpravidla izolační trojsklo. Vnitřní prostor je vyplněn inertními plyny, jakými jsou argon nebo krypton.

Zatímco u jednoduchých oken se koeficient propustnosti U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] pohybuje okolo velikosti 5, u dnešních moderních izolačních dvojskel lze dosáhnout hodnot mnohonásobně nižších. Hodnota se zde pohybuje již okolo 1,2 a u oken s trojitým zasklením již okolo 0,8 $\text{W}/\text{m}^2\text{K}$ i nižší.

Díky správně zvolené okenní výplni můžeme předejít:

- vysokým nákladům na vytápění,
- snížit nadměrné tepelné zisky¹⁵,
- redukovat hluk v domě.

Obrázek 8: Izolační sklo Heat Mirror



Zdroj: ABLAK, *Heat Mirror*, Ablak [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.ablak.cz/izolacni-skla/>.

¹⁵ Například za pomoci izolačního skla Heat Mirror. Folie je průhledná pro viditelné světlo, ale zabraňuje průchodu tepelnému a ultrafialovému záření. Jedná se o třívrstvý systém se dvěma nezávislými komorami, přičemž prostřední vrstva je tvořena právě folií Heat Mirror.

3.3.3.4 Tepelná izolace

Výběrem tepelné izolace ovlivňujeme nejvíce velikost prostupu tepla konstrukcí. Obecně platí, že čím je větší vrstva tepelné izolace, tím jsou menší tepelné ztráty a náklady na vytápění. V zásadě rozlišujeme mezi vnitřním zateplením a vnějším zateplením.

U vnitřního zateplení zůstane vnější fasáda beze změn. Dojde ke zmenšení prostoru uvnitř objektu. Sníží se akumulární schopnost místnosti a je důležité konstrukci opatřit parozábranou. Toto řešení se využívá např. u staveb památkově chráněných, kdy je nutné zachovat vnější vzhled konstrukce.

V zásadě veškeré tepelně izolační materiály využívají velmi malé tepelné vodivosti vzduchu. Pokud tedy dojde k zabránění jeho pohybu tím, že bude uzavřen do drobných komůrek, nebo mezi tenká vlákna či částice, dostaneme izolační materiál. Materiály pro tepelnou izolaci jsou proto vždy poměrně lehké a porézní a jejich tepelná vodivost se více či méně blíží tepelné vodivosti nehybného vzduchu.

Tepelné izolace můžeme rozdělit do skupin:

Pěnové izolační materiály

- ▣ Pěnový polystyren – EPS
- ▣ Šedý polystyren
- ▣ Pěnový polyuretan PUR
- ▣ Extrudovaný polystyren XPS

Minerální izolační materiály

- ▣ Skelná vlna
- ▣ Minerální vlna

Alternativní izolační materiály

- ▣ Dřevovláknitá izolace
- ▣ Konopí
- ▣ Sláma
- ▣ Ovčí vlna

Další tepelně-izolační materiály

- ▣ Celulózová izolace

Tabulka 6: Přehled izolačních materiálů

Skupina materiálů	Materiál	ρ_v [kg.m ⁻³]	Λ [W.m ⁻¹ .K ⁻¹]
Pěnoplastické látky	Pěnové polystyreny	30	0,035
	Extrudované	30	0,030
	Pěnové polyuretany	35	0,027
	Pěnové polyetyleny	25	0,026
	Pěněné pryskyřice	40	0,040
	Pěněné PVC	60	0,043
Vláknité materiály	Skleněná vlákna	50	0,038
	Minerální vlákna	75	0,037
	Syntetická vlákna	160	0,065
	Ovčí vlna	30	0,039
Pěněné silikáty	Pěnové sklo	120	0,044
Minerální materiály	Expandovaný perlit	75	0,060
	Expandovaný	100	0,065
	Strusková pemza	500	0,130
	Keramzit	350	0,110
Materiály na bázi dřeva a přírodních vláken	Piliny a mineralizované	140	0,060
	Sláma a rákos	70	0,050
	Korek a korkové desky	150	0,058
	Dřevovláknité	400	0,092
Materiály na bázi celulóзовých vláken	Drcený mineralizovaný	30	0,039
	Desky z asfaltového	60	0,065

Zdroj: NAZELENO. *Tepelné izolace*. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace-2/tepelne-izolace-polystyren-mineralni-vata-a-dalsi.aspx>.

3.3.3.5 Způsob větrání

Energeticky úsporný dům musí být těsný, aby nedocházelo ke zbytečným tepelným ztrátám. Zároveň ale musí být jednotlivé prostory v objektu správně odvětrávány. Do vzduchu v objektu jsou uvolňovány zplodiny našeho metabolismu, především oxid uhličitý, vodní pára a těkavé organické látky. V moderním těsném domě je samovolná výměna vzduchu už příliš malá, než aby zajistila potřebnou kvalitu vnitřního prostředí, a je proto zcela nezbytné zajistit přiměřené větrání. K těsnosti objektu se používá tzv. blowerdoor test ¹⁶.

3.3.3.5.1 Přirozené – větrání okny

Jde o nejjednodušší systém větrání. Jedná se o pravidelné větrání při otevřených oknech. Nevýhodou tohoto větrání je fakt, že dochází k nárazovým změnám teplot uvnitř v interiéru. Další nevýhodou může být, pokud venku nastane bezvětrí. Nejúčinnějším způsobem jak vyvětrat, je otevřít okna tak, aby se vytvořil průvan a vzduch uvnitř mohl proudit pryč z místnosti.

3.3.3.5.2 Mikroventilace

Jde o další způsob větrání, kdy je v okenním rámu vytvořena mezera, kterou proniká venkovní vzduch dovnitř do interiéru. Nevýhodou při tomto způsobu větrání je, že v zimě, kdy je rozdíl mezi teplotami v interiéru a exteriéru příliš vysoký, může docházet k nadpřiměřené výměně vzduchu. To samé se dá říci i v případě, kdy venku fouká vítr. Výhodou je, že na větrání nemusíme myslet a nedochází k poklesu teploty jako u větrání plně otevřeným oknem. Naopak v teplých obdobích za bezvětrí nedochází k větrání prakticky vůbec. Zjednodušeně řečeno mikroventilace může pomoci, pokud je používána s rozmyslem a jako doplněk klasického větrání.

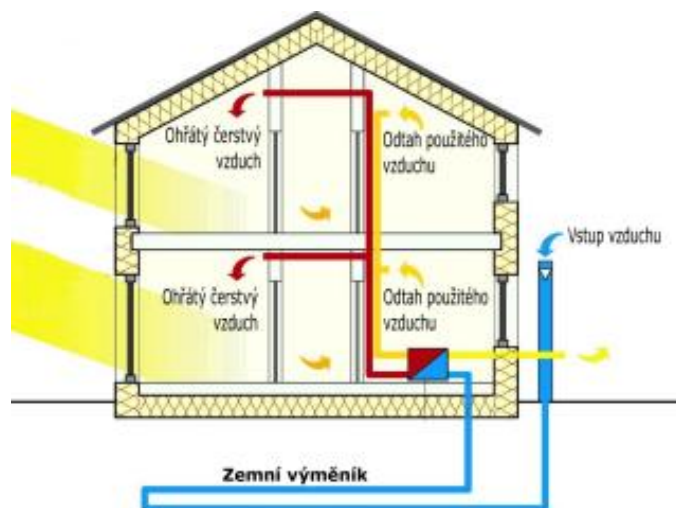
3.3.3.5.3 Nucené větrání s rekuperací tepla

Nejlepší způsob, jak snížit tepelné ztráty větráním, je pomocí zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu neboli rekuperací. Při rekuperaci tepla dochází k předání tepla z použitého odpadního vzduchu odcházejícího z objektu do čerstvého vzduchu nasávaného zvenku. Tato výměna tepla probíhá ve výměníku tepla, který je hlavní součástí rekuperační jednotky. V praxi se setkáme s několika typy výměníků:

¹⁶ Zařízení blower door je složeno z velkopřůměrového ventilátoru zasazeného ve dveřním rámu popř. okně v obvodové stěně, pomocí kterého je vytvořen v budově podtlak i přetlak při tlakovém rozdílu 50 Pa. Tímto měřením lze zjistit, kolik vzduchu proudí netěsnostmi do interiéru.

- **Deskový výměník** – v současné době asi nejběžnější typ výměníku pro malé jednotky. Odváděný vzduch je od přiváděného vzduchu oddělen tepelně vodivými deskami (nerez ocel, hliník, plasty). Obvyklé je provedení s kolmým křížením proudů ve tvaru čtverce. Teplotní účinnost těchto výměníků je mezi 40 až 80 %.
- **Rotační regenerační výměník** – nachází uplatnění především u větších zařízení. Vzduch prochází otvory v pomalu rotujícím válci a předává mu teplo. Výhodou je vysoká účinnost, snadná regulace, relativně malé rozměry a možnost přenosu nejen tepla citelného, ale i tepla vázaného (ve formě latentního tepla vodní páry, vlhkosti). Teplotní účinnost rotačních výměníků je 60 až 80 %, vlhkostní účinnost 10 až 20 % a potažením povrchu hygroskopickou vrstvou se dá zvýšit až na 60 až 70 %.
- **Zemní výměník** - další možností jak snížit tepelnou ztrátu větráním, je použití přehřevu nasávaného vzduchu v zemním výměníku. Je to vlastně dostatečně dlouhá trubka zakopaná do nezámrzné hloubky, skrze kterou přisáváme větrací vzduch. Efekt zemního výměníku je nejvýraznější v zimě, kdy se mrazivý vzduch přehřeje znatelně. Naopak v letních vedrech jej můžeme využít k ochlazení větracího vzduchu.

Obrázek 9: Schéma větrání s rekuperací tepla



Zdroj: NAZELENO. *Větrání a rekuperace*. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: http://www.nazeleno.cz/stavba/okna-a-dvere/chap_271/vetrani-rekuperace-a-dalsi-moznosti-stavime-energeticky-usporny-dum-4-dil.aspx.

3.4 Obnovitelné zdroje energie

Využití obnovitelných zdrojů se stává v současnosti důležitým pojmem, který nabývá na váze. Je potřeba zachovat udržitelný rozvoj prostředí a zbytečně neplýtvat fosilními palivy, jejichž množství je omezené a zároveň využívání poměrně neekologické. Alternativní zdroje energií, nejen že nás obklopují v podstatě na každém kroku, ale může se s nimi nakládat další tisíce let, aniž by se jejich využíváním výrazně zvýšila uhlíková stopa.

„Obnovitelné přírodní zdroje mají schopnost oproti zdrojům konvekčním (fosilním a jaderným), se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat, a to samy nebo za přispění člověka. Neobnovitelné přírodní zdroje spotřebováváním zanikají.“¹⁷

Za obnovitelné zdroje energie jsou považovány ty přírodní zdroje energie, které jsou k dispozici v závislosti na podnebních pochodech přírody (sluneční, větrná, vodní a geotermální energie), ale lze mezi ně rovněž zařadit i ty zdroje, jejichž obnova je dána přírodními opakujícími se cykly (např. růst dřevin, obilnin apod.).

V domácnostech a nízkoenergetických stavbách bude využívána především energie vzniklá spalováním biomasy, sluneční energie, kdy za pomoci fotovoltaických článků bude vyráběna el. energie a solárních kolektorů, kdy bude docházet k přípravě teplé vody a teplého vzduchu pro vytápění. Dále jsou využívána tepelná čerpadla.

I když je potenciál obnovitelných zdrojů obrovský, zásadním problémem zůstává účinnost přeměny. Zejména u biomasy je účinnost velmi nízká. Účinnost se dále snižuje tím, že využíváme jen část biomasy (např. zrno). Další významné ztráty vznikají při jejím spalování – zatímco při přeměně na teplo v kotlích na biomasu využijeme až 80 % energie v rostlinách, automobilový motor poháněný třeba řepkovým olejem má účinnost jen okolo 25 %. Důsledkem ztrát v celém řetězci je pak potřeba velkých ploch pro pěstování biomasy, zejména při výrobě biopaliv.

„Obnovitelné zdroje v současnosti pokrývají asi 5 % spotřeby primárních zdrojů. Teoretický potenciál obnovitelných zdrojů mnohokrát přesahuje současnou spotřebu. Pro využití však můžeme použít pouze ekonomicky dostupné technologie, což potenciál značně snižuje. Odhadované využití v roce 2030 ve výši 320 PJ by představovalo pokrytí 17 % dnešní spotřeby

¹⁷ ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších změn a doplňků.

primárních zdrojů. V současnosti však primární zdroje využíváme jen s účinností 60 %, což je poměrně málo.¹⁸

3.4.1 Biomasa

„Biomasa se rozumí biologicky rozložitelná část výrobků, odpadů a zbytků ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných látek), lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví a rovněž biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu.“¹⁹ „Jedná se o rostlinný materiál, který lze použít jako palivo pro účely využití jeho energetického obsahu, pokud pochází ze zemědělství, lesnictví, nebo z potravinářského průmyslu, z výroby surové buničiny a z výroby papíru z buničiny, ze zpracování korku, ze zpracování dřeva s výjimkou dřevního odpadu, který obsahuje halogenované organické sloučeniny nebo těžké kovy v důsledku ošetření látkami na ochranu dřeva nebo nátěrovými hmotami, a dřevní odpad pocházející ze stavebnictví“²⁰.

Biomasu lze dělit v zásadě na:

- dřevní hmotu,
- obilní a řepkovou slámu,
- spalitelné odpadní suroviny (komunální, příp. průmyslový odpad).

Energii z biomasy lze získat klasickým způsobem – spalováním, dále zplyňováním, popř. kogenerační výrobou tepla a elektrické energie.

Každý potenciál zdroje energie je omezený. Pokud by byla veškerá plocha plnicí funkci lesa, polí apod. využita pro energetické účely, dalo by se tímto způsobem získat až 700 PJ, což je více než polovina celkové energetické spotřeby.²¹ Tato myšlenka je ale nereálná a reálný potenciál biomasy je odhadován na 276 PJ.

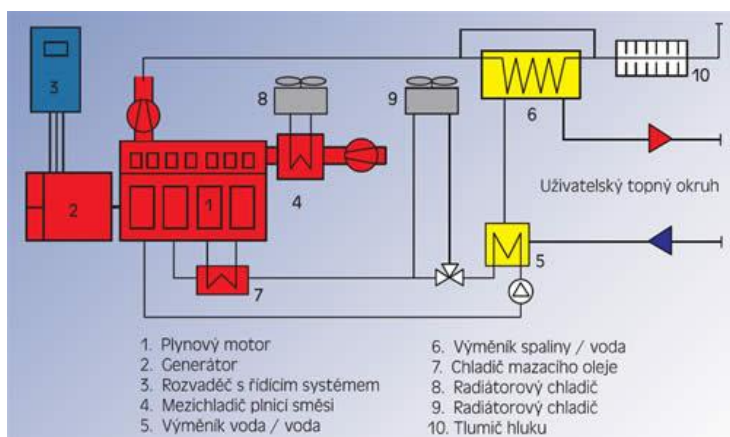
¹⁸ MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Potenciál obnovitelných zdrojů energie*. MŽP [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: http://www.mzp.cz/cz/potencial_oze.

¹⁹ EVROPSKÁ UNIE. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES., o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou, ve znění pozdějších změn a doplňků.

²⁰ ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., o stanovení emisních limit a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, ve znění pozdějších změn a doplňků.

²¹ MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Potenciál obnovitelných zdrojů energie*. MŽP [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: http://www.mzp.cz/cz/potencial_oze.

Obrázek 10: Kogenerační jednotka



Zdroj: EKOWATT. Kogenerační jednotka. Ekowatt [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://www.ekowatt.cz/uspory/kogenerace.shtml>.

3.4.2 Sluneční energie

Sluneční energii můžeme využít, obdobně jako biomasu, při výrobě elektrické energie, k vytápění, ke zpracování vody (ohřev, destilace).

Sluneční energii nelze ale přeceňovat. Na Obrázku 11 můžeme vidět, jaké množství energie dopadá na území ČR. Její využití je globální, nicméně její účinnost se bude v různých regionech, podnebných pásích lišit.

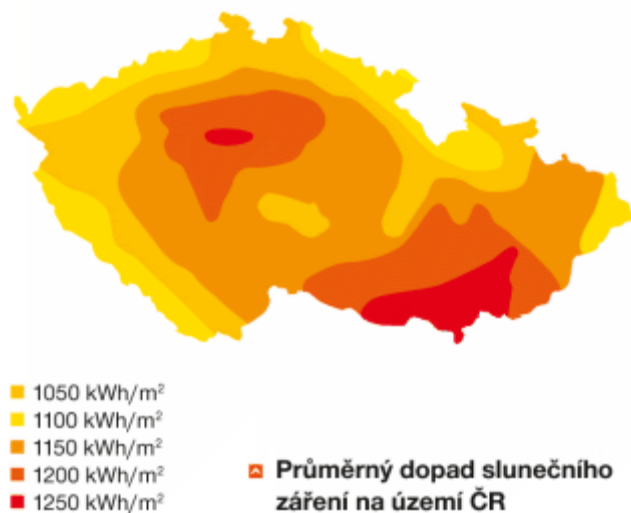
Fotovoltaické články – Jedná se o polovodič. Který je schopen vyrábět z dopadajícího světla elektrickou energii. „Při výrobě energie ve fotovoltaických článkách se využívá jevu, kdy při dopadu slunečního záření (fotonů) na polovodičový přechod PN dochází k uvolnění volných elektronů. Při doplnění PN přechodu o elektrody (anodu a katodu), lze již hovořit o fotovoltaickém článku, ve kterém může protékat elektrický proud.“

Solární kolektor – Toto zařízení vyrábí tepelnou energii ze slunečního záření, tato energie pak využívána k přípravě teplé vody, vytápění apod.

Solární kolektory se dělí podle druhu oběžného média na:

- kapalinové solární kolektory,
- teplovzdušné solární kolektory.

Obrázek 11: Sluneční mapa ČR

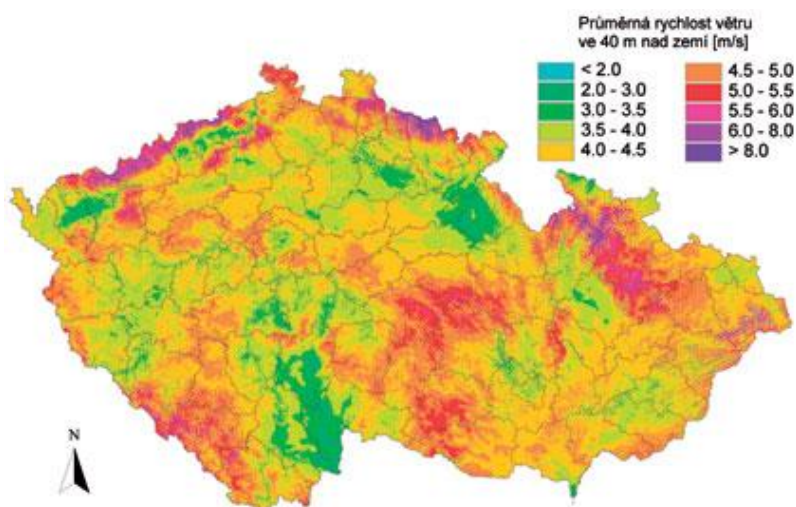


Zdroj: ČESKÁ FOTOVOLTAICKÁ ASOCIACE. *Mapa slunečního svitu pro ČR*. ČFA [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://www.cefas.cz/caste-dotazy/>.

3.4.3 Větrná energie

Větrná energie, obdobně jako sluneční energie patří spíše k doplňkovým zdrojům energie. Je závislá na průměrné rychlosti větru, která není vždy a všude optimální. Na území ČR nemůže figurovat jako jediný zdroj energie. Optimální je doplňování tohoto typu energie právě se sluneční energií, protože zvýšená povětrnost je obvykle spojena se zataženou oblohou.

Obrázek 12: Větrná mapa ČR



Zdroj: HRDLIČKA, F. *Specifika větrné energetiky*. EXPO DATA [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.casopisstavbnictvi.cz/clanek.php?detail=185>.

3.4.4 Energie vodních toků

Energie získaná z vodních děl a toků patří mezi doplňující zdroj energie mnoha regionů. V ČR je potenciál vodních toků poměrně značný, nicméně reálnost využití tohoto potenciálu je nižší.

Výhodou vodních elektráren jsou nízké provozní náklady a dlouhá doba životnosti vodního díla i vlastního generátoru.

3.4.5 Geotermální energie

Česká Republika patří mezi geologicky stabilní plochu a geotermální prameny se vyskytují jen v některých oblastech, zejména na Karlovarsku. Většina zdrojů geotermální energie je těžko přístupná, a proto je její potenciál v ČR poměrně málo využitelný. Vyžaduje hluboké vrty, které jsou i finančně náročné. Při využití této energie je potřeba počítat s tím, že je potřeba dosáhnout teplot v intervalu 60-90 °C, které lze docílit přidáním tepelného čerpadla, aby bylo dosaženo potřebné výstupní teploty.

3.4.6 Tepelná čerpadla

3.4.6.1 Princip TČ

„Princip je založen na Carnotově cyklu, se kterým operují například běžné ledničky a obecně všechna chladicí zařízení. Jde o transport tepla z jednoho místa na druhé, ovšem to se neděje spontánně, ale za přispění práce. Tu v tomto případě produkují výkonné kompresory napájené elektřinou. Vedle nich tvoří základ okruhu kolektor nebo také výparník, který odebírá teplo okolní látky (typicky vzduchu, zemině nebo vodě). Výparníkem proudí plyn o nízké teplotě, který je ohříván a jeho teplota je ještě zvýšena stlačením v kompresoru, kdy se plyn mění v kapalinu. Za ním následuje topná část kondenzátoru, ve které je teplo již přímo předáváno stavbě – v podobě podlahového nebo teplovzdušného vytápění apod. Zde se kapalina ochladí, odevzdá skupenské teplo a je přes expanzní trysku převedena zpět na plyn do výparníku.“²² Zřízení tepelného čerpadla není limitováno pozemkem ani druhem podloží, jde jen o volbu správného typu. Existují zařízení odebírající teplo ze vzduchu, země a vody, přičemž jako topné médium využívají buď vzduch, nebo vodu. Odtud vyplývají označení soustav jako vzduch/vzduch, vzduch/voda a země/voda.

²² NAZELENO. *Tepelná čerpadla*. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://www.nazeleno.cz/energie/tepelnac-berpadla/tepelnac-berpadla-idealni-reseni-pro-rodinny-dum.aspx>.

3.5 Výroba elektrické energie v ČR

V České Republice bylo dle Tabulky 7 vyrobeno za poslední roky obdobné množství elektrické energie. V roce 2013 jí bylo vyrobeno 87 064 GWh.

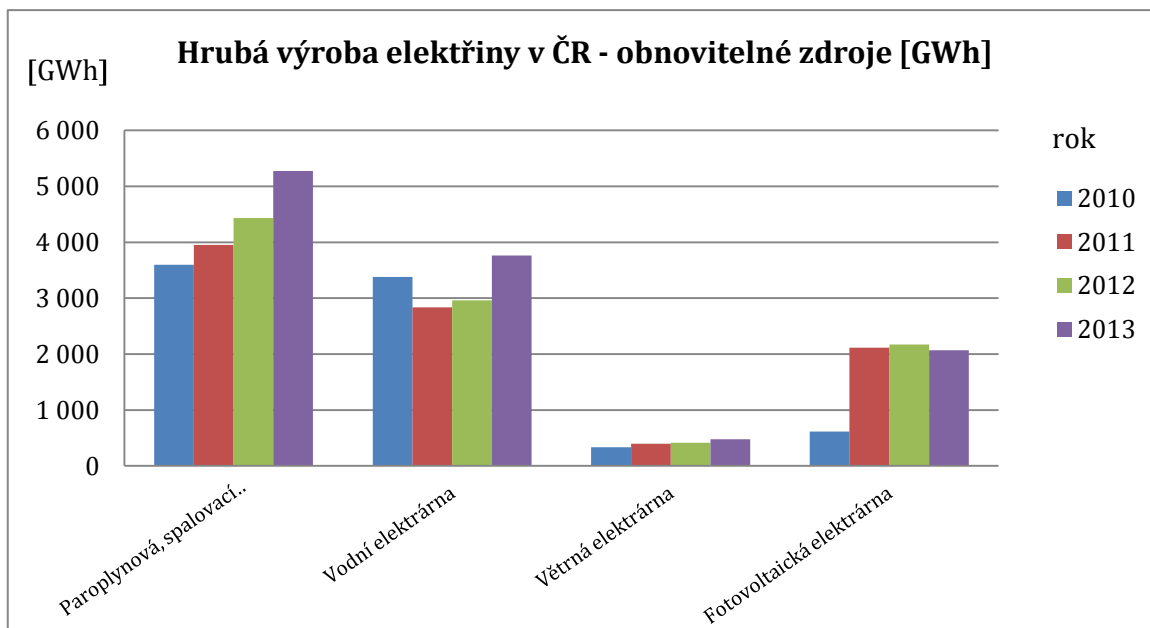
V průběhu let se mění i změna typu zdroje elektrické energie. Snižuje se množství elektrické energie vyrobené v elektrárnách využívající fosilní paliva, naopak se zvyšuje podíl paroplynových a spalovacích elektráren (zejména díky zavádění bioplynových stanic do provozu). Ostatní typy elektráren využívající obnovitelné zdroje zaznamenávají mírný vzestup, respektive stagnaci.

Tabulka 7: Výroba elektřiny v ČR celkem [GWh]

	2010	2011	2012	2013
Paroplynová, spalovací elektrárna	3 600,4	3 955,1	4 435,1	5 272,4
Vodní elektrárna	3 380,6	2 835	2 963	3 761,7
Větrná elektrárna	335,5	396,8	417,3	478,3
Vodní elektrárna	615,7 2963	2 118, 3761,7	2 173,1	2 070,2
Černouhelná, hnědouhelná	49 979,7	49 973,0	47 261,0	44 737,0
Jaderná elektrárna	27 998,2	28 282,6	30 324,2	30 745,3
Geotermální elektrárna	0	0	0	0
Výroba elektřiny – hrubá celkem	85 910,1	87 560,6	87 537,7	87 064,9

Zdroj: ENERGOSTAT. *Obnovitelné zdroje*. Energostat [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://energostat.cz/obnovitelne-zdroje.html>.

Graf 1: Výroba elektřiny v ČR z obnovitelných zdrojů



Zdroj: Vlastní tvorba

3.5.1 Vývoj cen elektrické energie v ČR

→ Tarif D 25d, jistič 3 x 25A

Tabulka 8: Vývoj cen elektřiny, E.ON - Tarif D 25d, jistič 3 x 25A

rok	Cena za MWh (nízký tarif) E.ON	Cena za MWh (vysoký tarif) E.ON	Měsíční plat za jistič E.ON
2009	1892,78	5093,66	184
2010	1892,78	5093,66	184
2011	1981,3	5096,21	184
2012	2105,88	5060,30	176
2013	2235,03	5187,84	177
2014	1984,02	4715,54	167

Zdroj: Vlastní tvorba

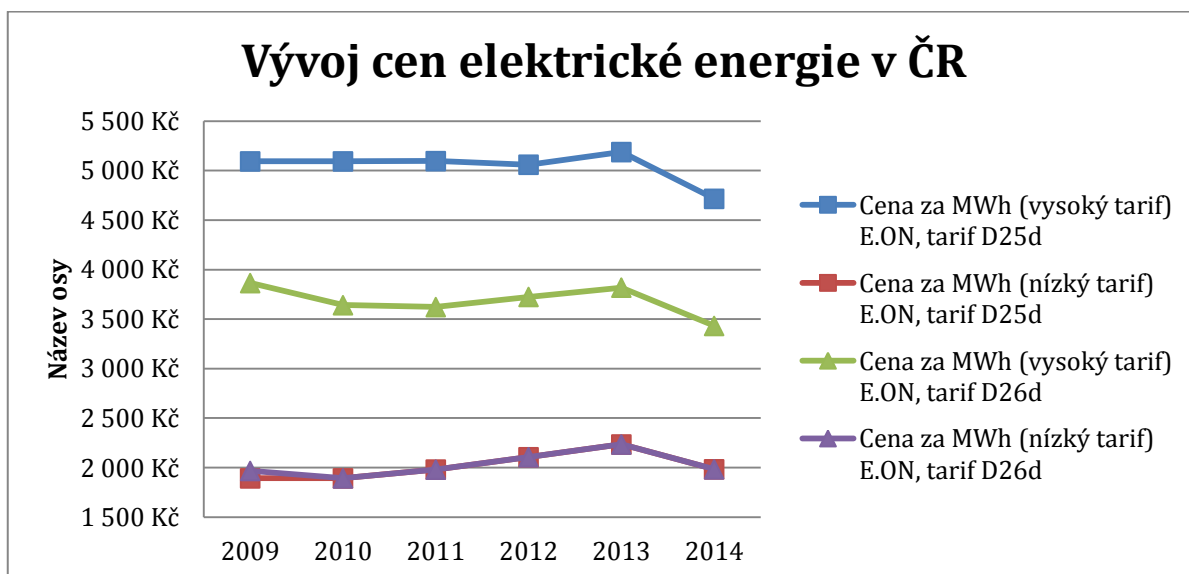
→ Tarif D 26d, jistič 3 x 25A

Tabulka 9: Vývoj cen elektřiny, E.ON - Tarif D 26d, jistič 3 x 25A

rok	Cena za MWh (nízký tarif) E.ON	Cena za MWh (vysoký tarif) E.ON	Měsíční plat za jistič E.ON
2009	1967,84	3864,84	325
2010	1892,78	3641,52	338
2011	1981,3	3622,72	338
2012	2105,88	3724,94	310
2013	2235,03	3818,92	312
2014	1984,02	3432,18	294

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 2: Vývoj cen elektrické energie v ČR



Zdroj: Vlastní tvorba

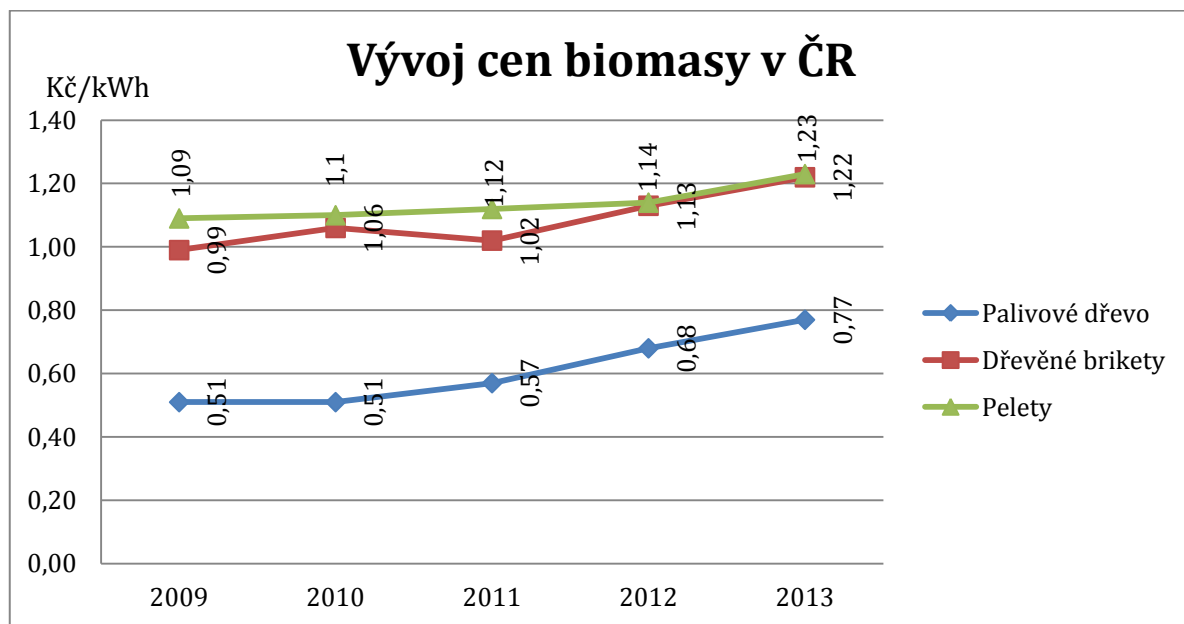
3.5.2 Vývoj cen paliv z biomasy v ČR

Tabulka 10: Vývoj cen paliv: palivové dřevo, dřevěné brikety, pelety

	Palivové dřevo (4,2 kWh/kg)		Dřevěné brikety (4,5 kWh/kg)		Pelety (4,8 kWh/kg)	
	Kč/t	Kč/kWh	Kč/t	Kč/kWh	Kč/t	Kč/kWh
2009	2150	0,51	4450	0,99	5250	1,09
2010	2150	0,51	4775	1,06	5300	1,10
2011	2375	0,57	4600	1,02	5375	1,12
2012	2875	0,68	5100	1,13	5475	1,14
2013	3250	0,77	5500	1,22	5900	1,23

Zdroj: ČESKÁ PELETA. *Vývoj cen paliv z biomasy pro domácnosti*. Tzbinfo [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://oze.tzb-info.cz/peletky/9653-drevene-pelety-vyvoj-cen-a-novinky-na-trhu>.

Graf 3: Vývoj cen paliv: palivové dřevo, dřevěné brikety, pelety



Zdroj: Vlastní tvorba

4 Výzkumný problém

V této diplomové práci je představen rodinný dům, který dále bude postupně navržen na dvě varianty nízkoenergetických staveb a jednu pasivní stavbu, a poté budou posuzovány jejich energetické náročnosti. Konečné výsledky budou porovnány a vyhodnoceny. Výpočty budou prováděny za pomoci programu Energie 2010.

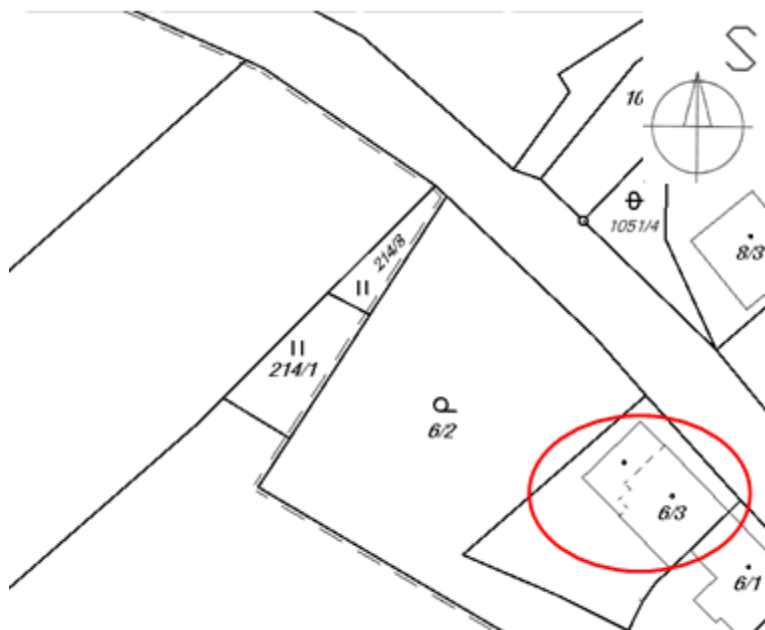
4.1 Výzkumné otázky

- 1) Jak vysoká je skutečná úspora energie navržené nízkoenergetické stavby oproti stávající stavbě?
- 2) Jaký je rozdíl v době návratnosti do investice pro variantu nízkoenergetického domu a pasivního domu?
- 3) Vyplatí se z hlediska návratnosti snažit se docílit u stávajících staveb co nejnižších spotřeb za energie a přitom sledovat normy pro nízkoenergetické a pasivní stavby?

5 Popis rodinného domu

Stavba se nachází na pozemku parcelní číslo 6/3. Toto katastrální území spadá do území s pověřeným obecním úřadem v Českých Velenicích, přibližně 180km jižně od Prahy. Stavba je situována na jihozápadní světovou stranu.

Obrázek 13: RD situace

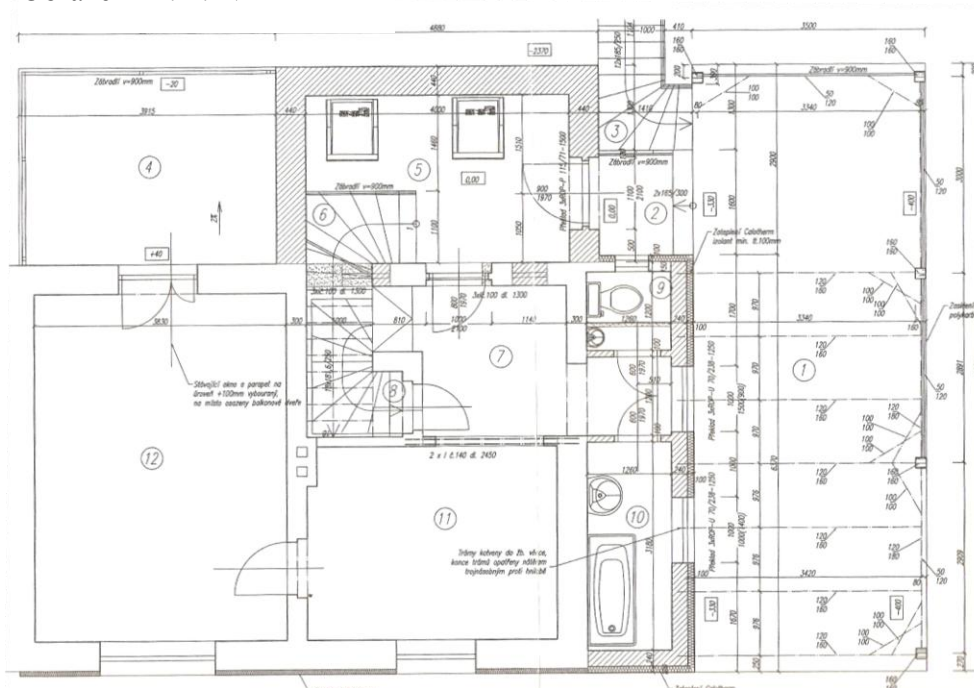


Zdroj: Dokumentace investora, dokumentace pro ohlášení, autor Ing. Vladislav Vaněk.

Jedná se o rodinný dům s jednou bytovou jednotkou. Stavba je členěna do dvou nadzemních podlaží. Půdorysná velikost celé stavby činí 13,3m x 9,27m. Do výpočtů bude použita ale čistá plocha obytné části o zastavěném ploše 89,32m² (místnost s číslem 1 v 1.NP a místnost číslo 5 v 2.NP nejsou nikterak odděleny od venkovního prostředí, jedná se o otevřené kryté stání pro osobní automobil respektive otevřenou terasu ve 2. NP. Oba tyto prostory jsou pouze zastřešeny, nejedná se tedy o stavební prvky, které výrazně ovlivňují tepelné ztráty objektu a budou tak ve výpočtech vynechány). Dům byl postaven ve 30. letech 20. století a v současné době prochází rekonstrukcí.

V 1. NP se nachází předsíň, schodiště, vstupní hala, koupelna, WC, kuchyně a obývací pokoj.

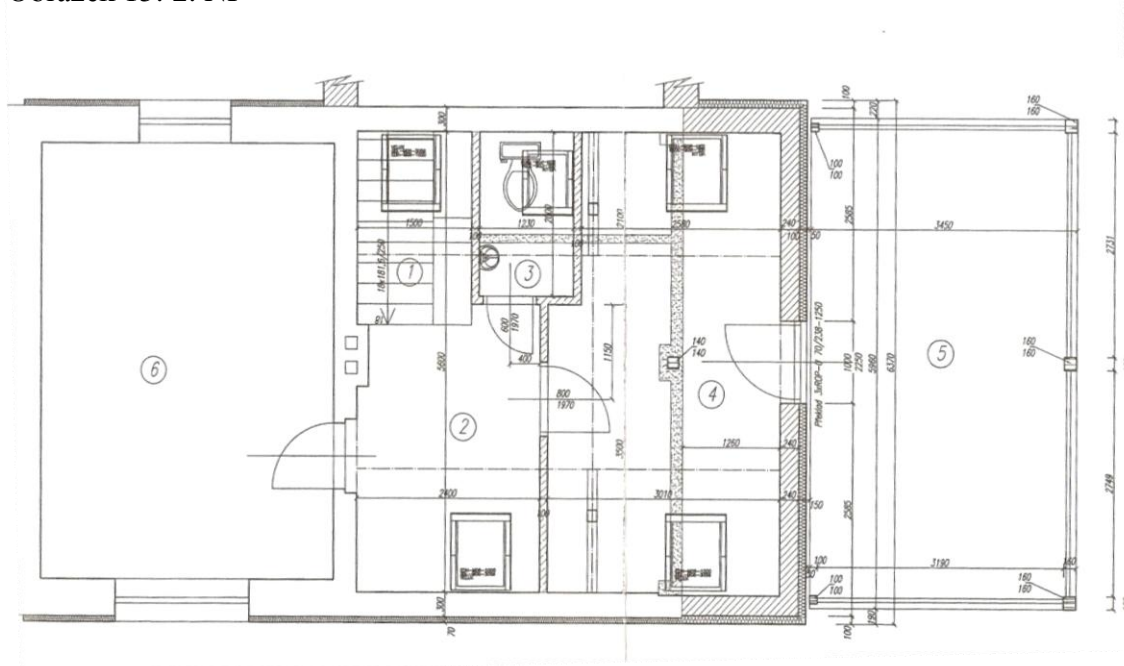
Obrázek 14: 1. NP



Zdroj: Dokumentace investora, dokumentace pro ohlášení, autor Ing. Vladislav Vaněk.

V 2. NP je ložnice, dětský pokoj, hala, schodiště a WC se sprchovým koutem.

Obrázek 15: 2. NP



Zdroj: Dokumentace investora, dokumentace pro ohlášení, autor Ing. Vladislav Vaněk.

Základní informace o stavbě

- Půdorysná plocha: 89,32 m²
- Obestavěný prostor: 367 m³
- Užitná plocha: 99,4 m²

Tabulka 11: Tabulka místností 1.NP

Tabulka místností 1.NP			
Č.	Popis místnosti	m ²	Podlaha
1	Otevřená garáž	32,5	Keramická dlažba
2	Vstup	2,3	Keramická dlažba
3	Vnější schodiště	2,8	-
4	Terasa	11,8	Keramická dlažba
5	Předsíň	8,8	Keramická dlažba
6	Schodiště	-	-
7	Hala	7,4	Keramická dlažba
8	Schodiště do sklepa	-	-
9	WC	1,5	Keramická dlažba
10	Koupelna	4,1	Keramická dlažba
11	Kuchyně	11,1	Keramická dlažba
12	Obývací pokoj	20,3	Koberec

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 12: Tabulka místností 2. NP

Tabulka místností 2.NP			
Č.	Popis místnosti	m ²	Podlaha
1	Schodiště	-	-
2	Hala	7,9	Koberec
3	WC	2,5	Keramická dlažba
4	Pokoj	15,5	Koberec
5	Terasa	20,5	Dřevěné fošny
6	Ložnice	20,3	Koberec

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 13: Tabulka výplně otvorů

-	Výška výplně [mm]	Šířka výplně [mm]	Orientace	Počet ks
Balkonové dveře	2250	1200	JZ	1
Balkonové dveře	2250	1000	SZ	1
Střešní okno	1000	700	S	3
Střešní okno	1000	700	JZ	4
okno	1500	1450	S	2
Okno	400	1000	SZ	1
Okno	1500	1000	SZ	1
Okno	1500	1000	S	2
Okno	1500	1000	JZ	1
Vstupní dveře	2100	1100	JZ	1

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 14: Tabulka fasády

Orientace	Plocha fasády celkem [m ²]	Plocha výplní otvorů [m ²]	Plocha fasády bez výplní otvorů [m ²]
JZ	28,4	6,51	21,89
SZ	28,4	4,15	24,25
S	50,1	7,35	42,75
JV	8,9	-	8,9

Zdroj: Vlastní tvorba

- V následující části práce jsou za pomoci výsledků z programu Energie 2010 znázorněny hodnoty měrných tepelných ztrát budovy a roční dodané energie budovy.
- Pro okrajové podmínky výpočtu byla zvolena lokalita Jindřichův Hradec.

5.1 Energetické posouzení domu původního stavu

Jedná se o typ stavby bez jakékoli tepelné izolace. Jsou předpokládány obrovské tepelné ztráty střechou, výplněmi otvorů i samotnými svislými konstrukcemi. Nevyhovující jednoduchá špaletová okna. Konstrukce se znatelnými tepelnými mosty (např. přípojovací spára u okenních konstrukcí, nedostatečné ošetření betonových věnců, překladů apod.) Kotel na tuhá paliva bez jakékoli regulace. Dům se snadno přetopí, naopak v chladnějších měsících, kdy kotel není v provozu, díky vysokému úniku tepla, rychle klesá i teplota v interiéru.

5.1.1 Popis konstrukcí

Skladba obvodové stěny:

- 5 mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 20 mm omítka vápenocementová $\lambda=0,990$ [W/(m.K)]
- 450 mm CPP $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 20 mm omítka vápenocementová $\lambda=0,990$ [W/(m.K)]
- 8mm břízolit $\lambda=0,900$ [W/(m.K)]

Skladba střechy:

- 5 mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 5 mm rákosová rohož $\lambda=0,054$ [W/(m.K)]
- 15mm dřevěný záklop $\lambda=0,024$ [W/(m.K)]
- 0,2 mm pojistná hydroizolace $\lambda=0,200$ [W/(m.K)]
- Střešní krytina

Skladba podlahy k nevytápěnému prostoru typ A (20,3m²):

- 20 mm betonová dlažba $\lambda=1,010$ [W/(m.K)]
- 5 mm betonový potěr $\lambda=1,230$ [W/(m.K)]
- 200 mm železobetonová deska $\lambda=1,500$ [W/(m.K)]
- 5mm omítka vápenná $\lambda=1,500$ [W/(m.K)]

Skladba podlahy k nevytápěnému prostoru typ B (33,3m²):

- 2 mm povlak PVC $\lambda=1,010$ [W/(m.K)]
- 25 mm dřevěné palubky $\lambda=0,220$ [W/(m.K)]
- 100 mm šterkopískový zásyp $\lambda=1,500$ [W/(m.K)]

- 200 mm železobetonová deska $\lambda=1,500$ [W/(m.K)]
- 5mm omítka vápenná $\lambda=1,500$ [W/(m.K)]

5.1.2 Tepelné ztráty

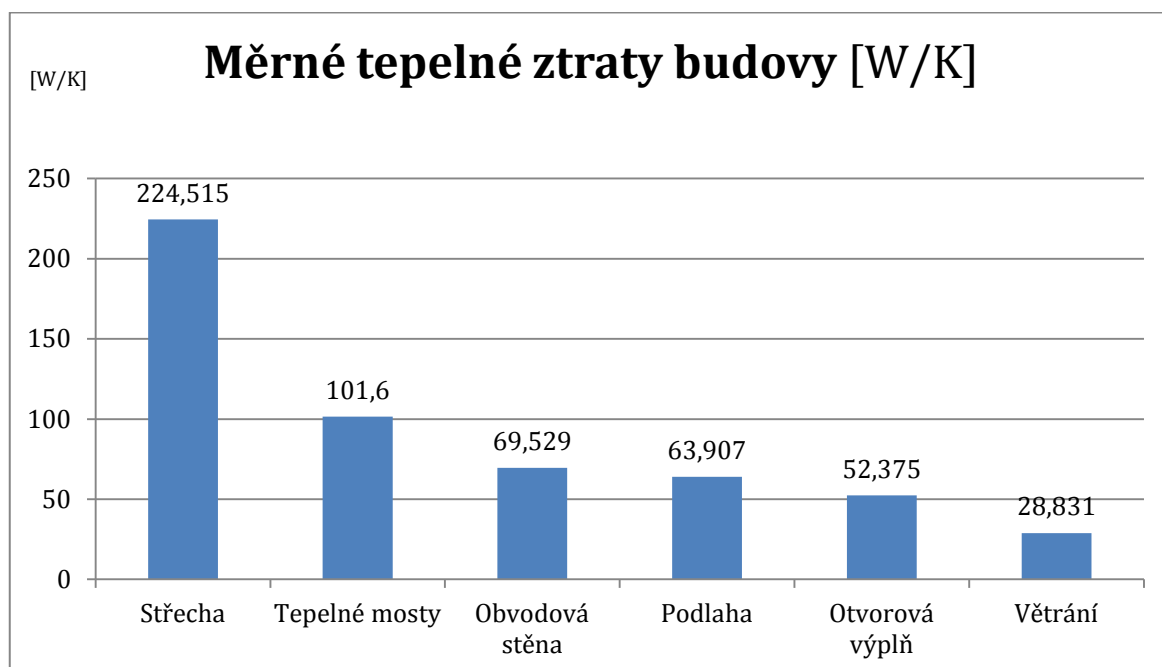
V tomto případě se nejedná o nízkoenergetickou stavbu, ale pro přesnější výsledek a následné celkové porovnání hodnot bylo použito výpočtu dle TNI 73 0329. Větrání bylo navrženo jako přirozené.

Tabulka 15: Měrné tepelné ztráty budovy – původní stav

Tepelné ztráty RD	[W/K]
Větrání	28,831
Tepelné mosty	101,600
Obvodová stěna	69,529
Střecha	224,515
Podlaha	63,907
Otvorová výplň	52,375

Zdroj: Vlastní tvorba

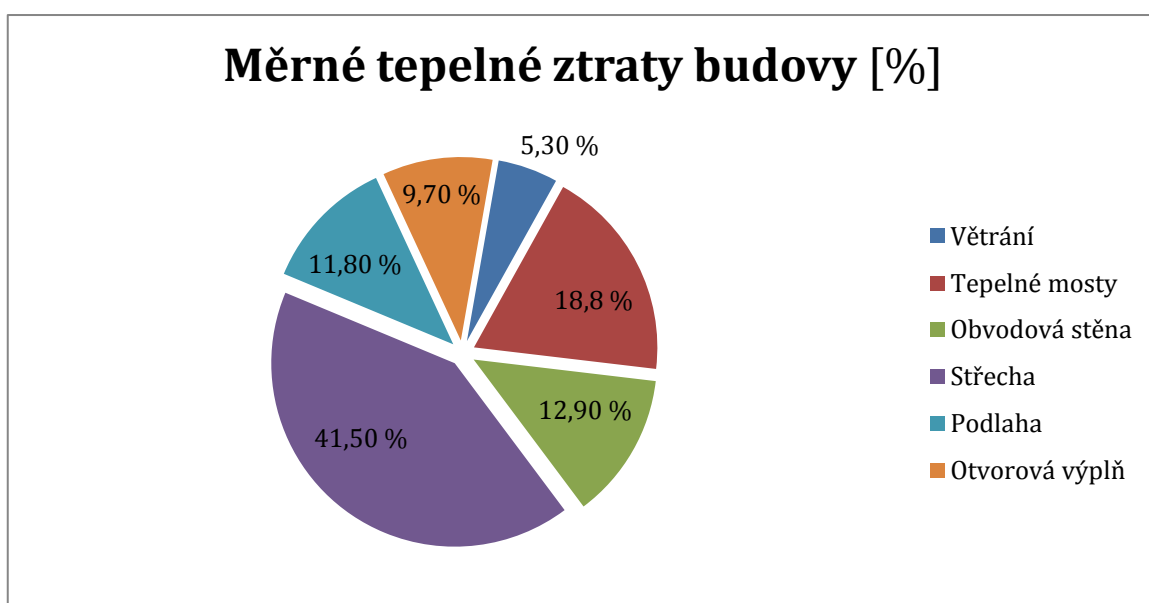
Graf 4: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – původní stav



Zdroj: Vlastní tvorba, program ENERGIE 2010

Na grafu 4 jsou znázorněny jednotlivé části konstrukce budovy a jejich měrné tepelné ztráty. Z grafu 5 je patrné, že největší tepelnou ztrátu zobrazuje střecha. Skladba střešního pláště představuje prostou konstrukci bez jakékoli tepelné izolace a umožňuje tak, díky nízkému tepelnému odporu, snadný únik tepelné energie vzniklé v hodnocené zóně. Tato ztráta tvoří přibližně 2/5 z celkových tepelných ztrát posuzovaného objektu. Další významnou položkou jsou tepelné mosty. Díky přírážce pro tepelné mosty, které v původním řešení nebyly vůbec řešeny, tvoří tepelná ztráta přibližně 1/5 z celkových ztrát objektu. Zbylé tepelné ztráty tvoří ztráta prostupem tepla obvodovou stěnou, podlahou, otvorovou výplní a větráním.

Graf 5: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – původní stav



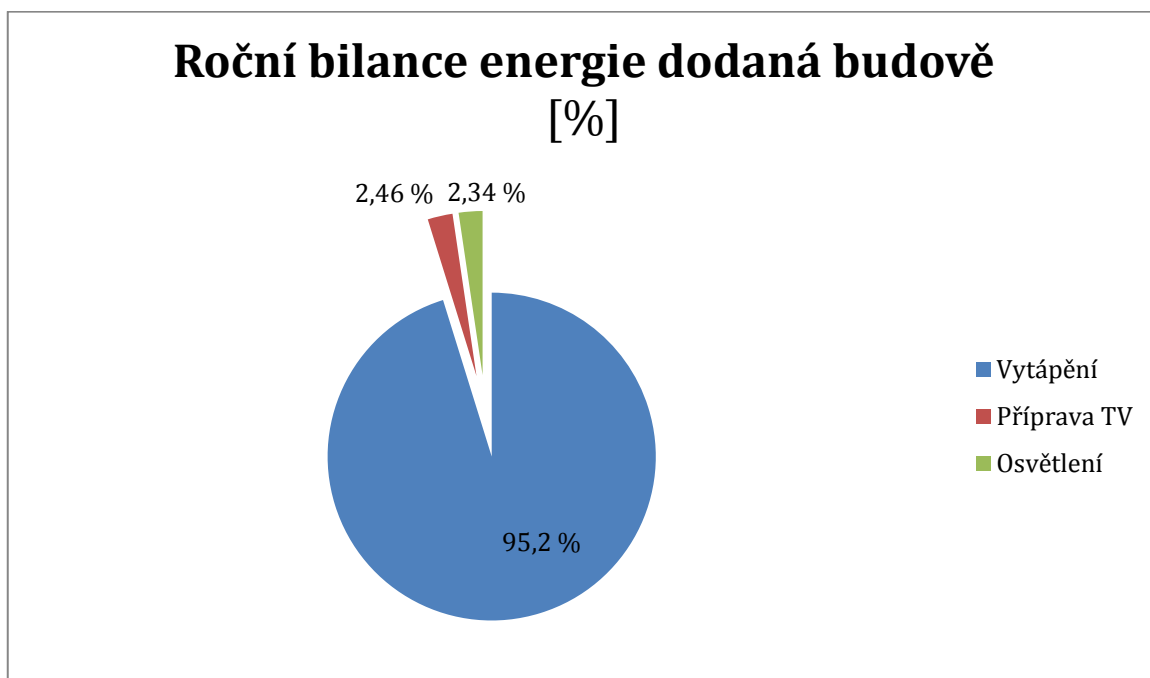
Zdroj: Vlastní tvorba, program ENERGIE 2010

Tabulka 16: Roční spotřeba energie - původní stav

Roční bilance spotřeby energie	[GJ]	[MWh]	[kWh/m ²]
Vytápění	350,906	97,474	981
Příprava TV	9,062	2,517	25
Osvětlení	8,640	2,400	24
Celková spotřeba	<u>368,608</u>	<u>102,391</u>	<u>1030</u>

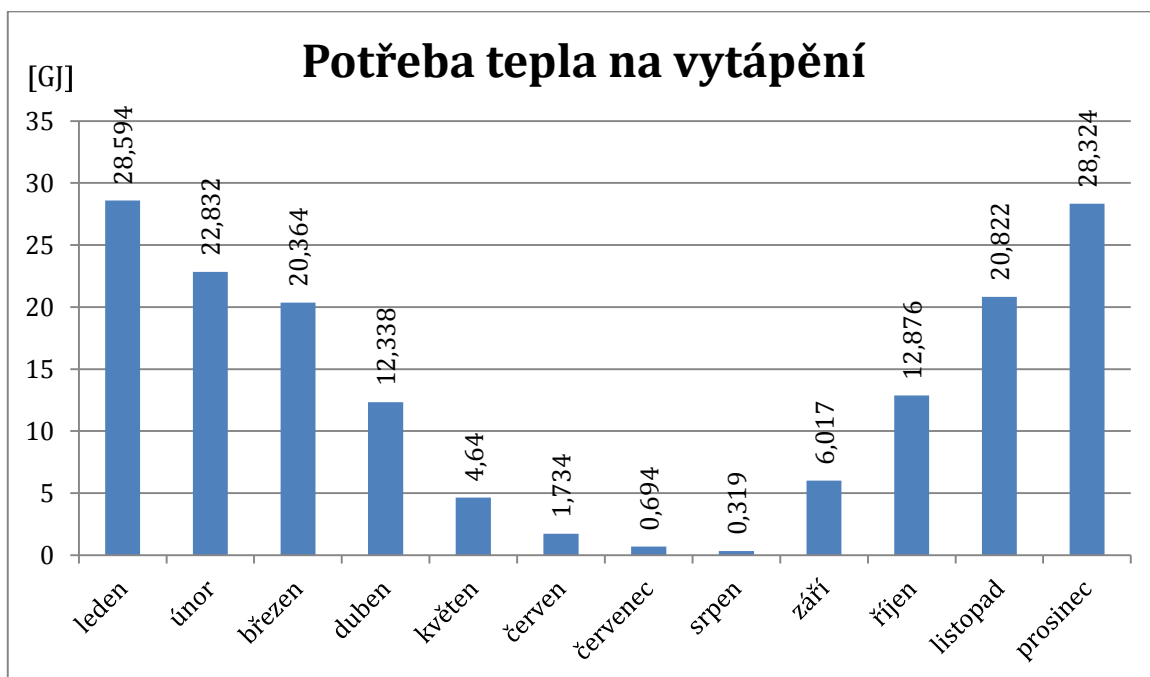
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 6: Roční bilance energie dodaná budově [%] - původní stav



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 7: Potřeba tepla na vytápění - původní stav



Zdroj: Vlastní tvorba

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy je 159,554 GJ (44,321 MWh). Na grafu 7 je znázorněna potřeba tepla pro jednotlivé měsíce v roce. Celková roční dodaná energie je 368,608 GJ (102,391 MWh).

5.2 Energetické posouzení varianty domu navrženého dle PD

Stavba by v této části měla splňovat požadavky na tepelnou pohodu uvnitř. Dojde k zateplení její obálky fasádním polystyrenem. Střecha bude zateplena minerální vlnou. Špaletová okna budou nahrazena novými plastovými s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi. Dům bude osazen kotlem na tuhá paliva, který bude zajišťovat výrobu teplé užitkové vody a vytápění celé zóny. Tím, že dojde k zlepšení izolačních vlastností obálky, budou sníženy tepelné ztráty objektu a dojde i na snížení nákladů spojených s vytápěním.

5.2.1 Popis konstrukcí

Skladba obvodové stěny:

- 5 mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 20 mm omítka vápenocementová $\lambda=0,990$ [W/(m.K)]
- 450 mm CPP $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 5 mm sěrkový tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 100 mm fasádní polystyren $\lambda=0,044$ [W/(m.K)]
- 3mm sěrkový tměl $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 2 mm silikonová omítka $\lambda=0,700$ [W/(m.K)]

Skladba střechy:

- 12,5 mm sádrokarton $\lambda=0,220$ [W/(m.K)]
- 0,25 mm parozábrana $\lambda=0,390$ [W/(m.K)]
- 160 mm minerální vlna $\lambda=0,039$ [W/(m.K)]
- 50 mm minerální vlna $\lambda=0,039$ [W/(m.K)]
- 0,25 mm pojistná hydroizolace $\lambda=0,390$ [W/(m.K)]
- Střešní krytina

Skladba podlahy k nevytápěnému prostoru typ (53,6m²):

- 10 mm keramická dlažba $\lambda=1,010$ [W/(m.K)]
- 3 mm lepicí tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 40 mm betonový potěr $\lambda=1,500$ [W/(m.K)]
- 0,2 mm separační PE fólie $\lambda=0,160$ [W/(m.K)]
- 100 mm EPS 100Z $\lambda=0,044$ [W/(m.K)]
- 200 mm železobetonová deska $\lambda=1,430$ [W/(m.K)]
- 5mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]

5.2.2 Tepelné ztráty

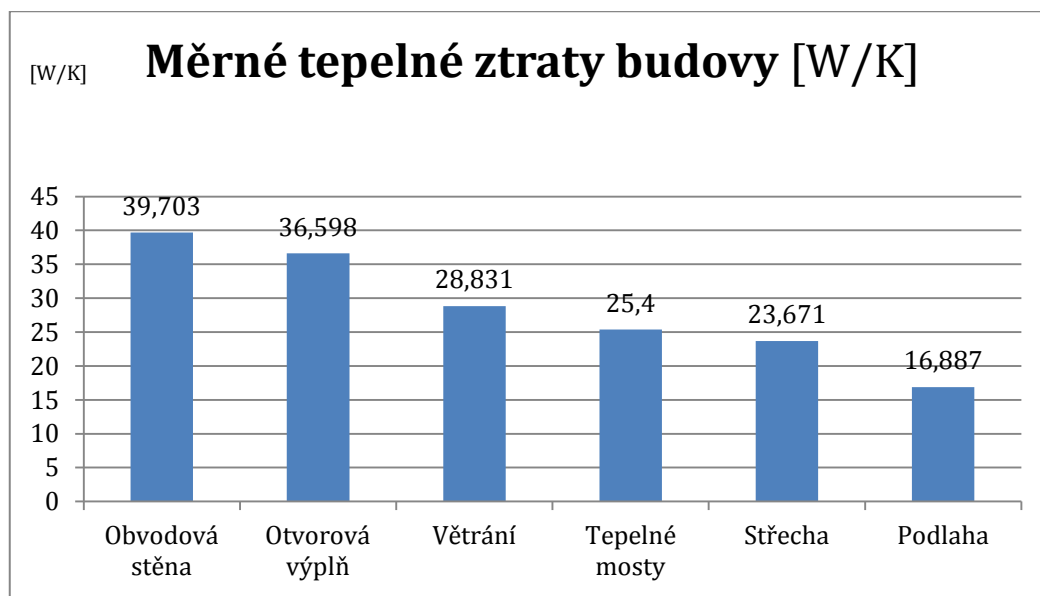
V následující části jsou znázorněny hodnoty měrných tepelných ztrát budovy a roční dodané energie budovy. Nejedná se znovu o nízkoenergetickou stavbu, ale pro přesnější výsledek a následné celkové porovnání hodnot bylo použito výpočtu dle TNI 73 0329. Větrání bylo navrženo jako přirozené.

Tabulka 17: Měrné tepelné ztráty budovy – přidání TI a výměna oken

Tepelné ztráty RD	[W/K]
Větrání	28,831
Tepelné mosty	25,400
Obvodová stěna	39,703
Střecha	23,671
Podlaha	16,887
Otvorová výplň	36,598

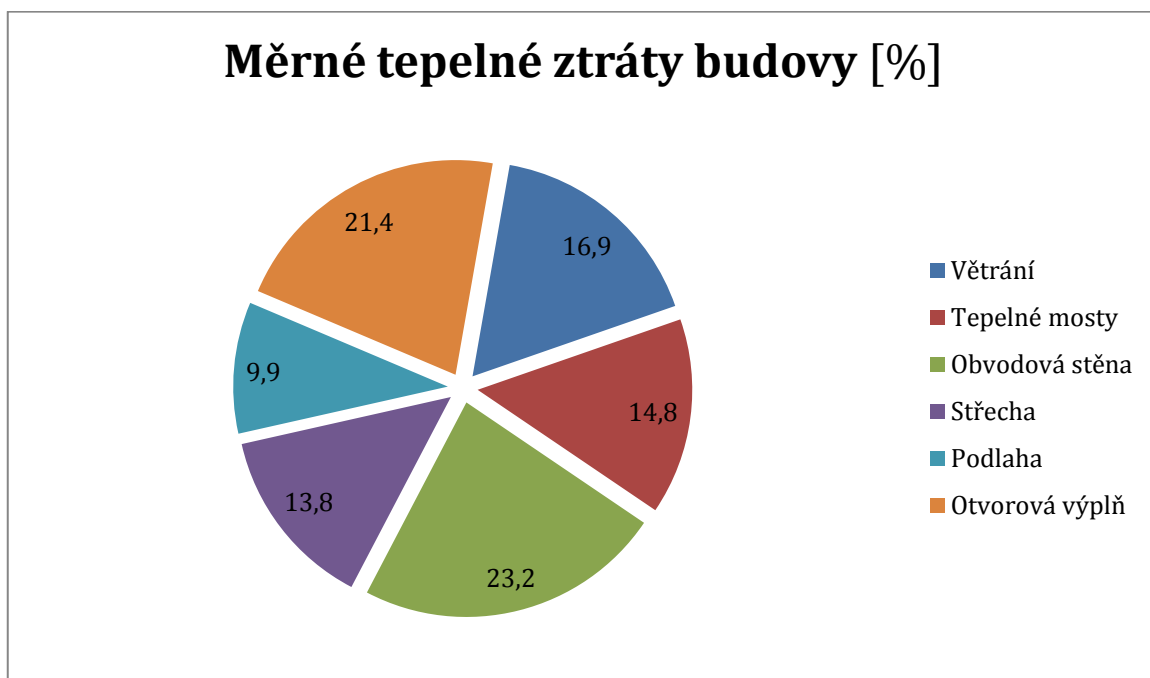
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 8: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – přidání TI a výměna oken



Zdroj: Vlastní tvorba, program ENERGIE 2010

Graf 9: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – přidání TI a výměna oken



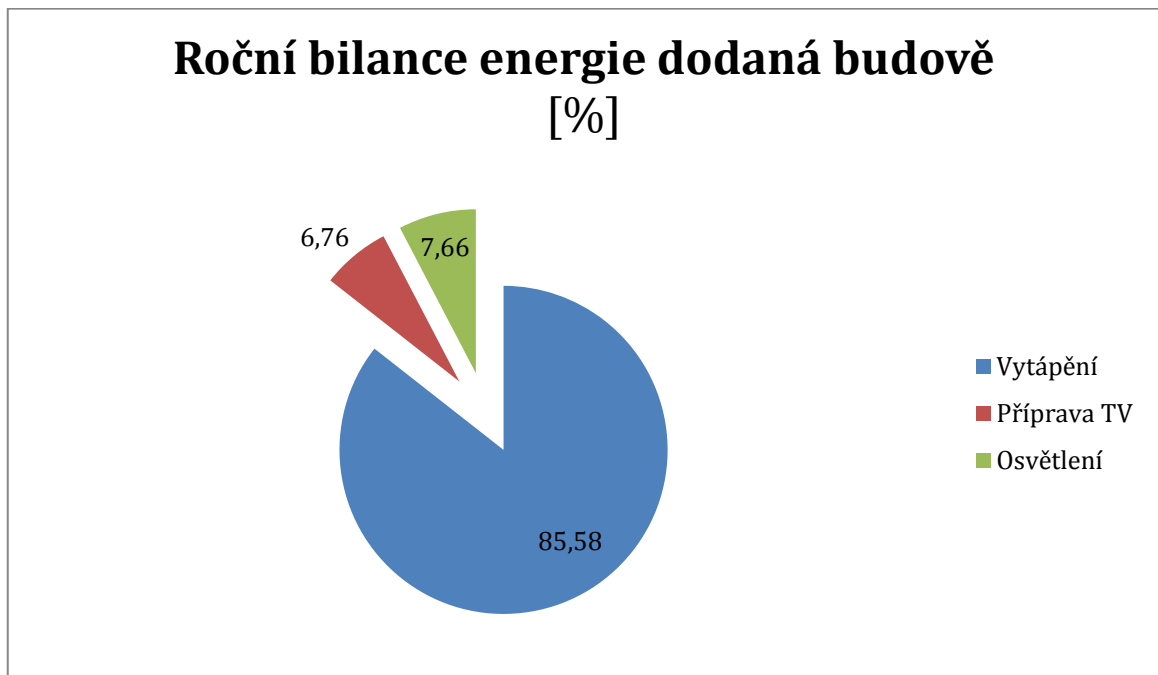
Zdroj: Vlastní tvorba, program ENERGIE 2010

Tabulka 18: Roční spotřeba energie - přidání TI a výměna oken

Roční bilance spotřeby energie	[GJ]	[MWh]	[kWh/m ²]
Vytápění	96,678 GJ	26,855 MWh	270 kWh/m ²
Příprava TV	7,647 GJ	2,124 MWh	21 kWh/m ²
Osvětlení	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m ²
Celková spotřeba	<u>112,965 GJ</u>	<u>31,379 MWh</u>	<u>315 kWh/m²</u>

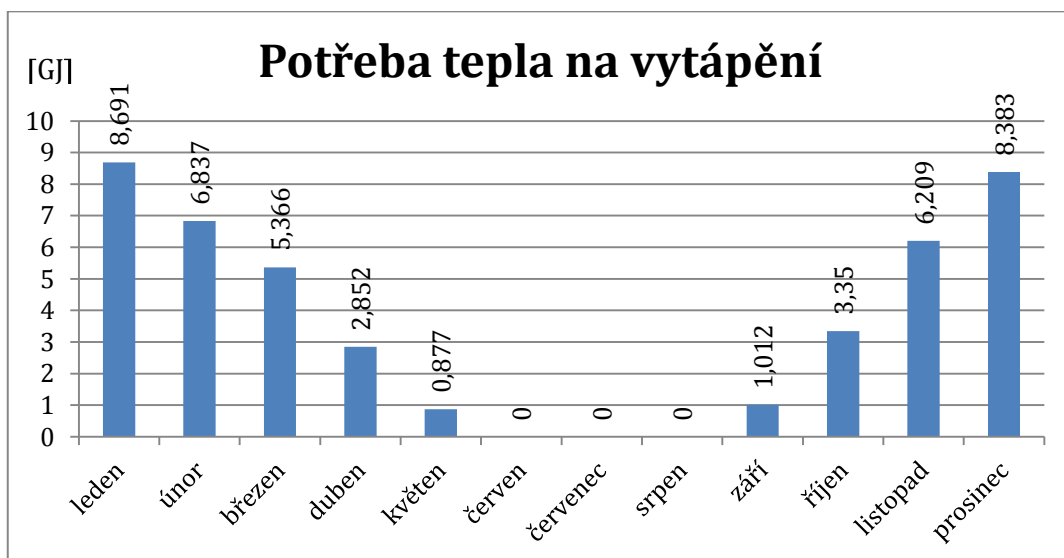
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 10: Roční bilance energie dodaná budově [%] -přidání TI a výměna oken



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 11: Potřeba tepla na vytápění - přidání TI a výměna oken



Zdroj: Vlastní tvorba

Celková roční potřeba tepla na vytápění této varianty je 43,578 GJ (12,105 MWh). Na grafu je znázorněna potřeba tepla pro jednotlivé měsíce v roce. Celková roční dodaná energie je 112,965 GJ (31,379 MWh)

5.3 Energetické posouzení varianty domu na hodnoty požadované

Tato stavba splňuje požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle Tabulky 3 ČSN 73 0540 – 2. Požadavky dle ČSN:

- Stěna vnější: 0,30 [W/(m².K)]
- Střecha sklonem do 45°: 0,24 [W/(m².K)]
- Strop z vytápěného k nevytápěnému prostoru 0,60 [W/(m².K)]
- Výplň otvoru ve vnější stěně, kromě dveří: 1,50 [W/(m².K)]
- Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°: 1,40 [W/(m².K)]
- Dveřní výplň otvoru 1,70 [W/(m².K)]

5.3.1 Popis konstrukcí

Skladba obvodové stěny: $U=0,29$ W/(m²K)

- 5 mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 20 mm omítka vápenocementová $\lambda=0,990$ [W/(m.K)]
- 450 mm CPP $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 5 mm stěrkový tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 100 mm fasádní polystyren $\lambda=0,037$ [W/(m.K)]
- 3mm stěrkový tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 2 mm silikonová omítka $\lambda=0,700$ [W/(m.K)]

Skladba střechy: $U=0,21$ W/(m²K)

- 12,5 mm sádkartón $\lambda=0,220$ [W/(m.K)]
- 0,25 mm parozábrana $\lambda=0,390$ [W/(m.K)]
- 180 mm minerální vlna $\lambda=0,033$ [W/(m.K)]
- 0,25 mm pojistná hydroizolace $\lambda=0,390$ [W/(m.K)]
- Střešní krytina

Skladba podlahy k nevytápěnému prostoru typ (53,6m²): $U=0,54$ W/(m²K)

- 10 mm keramická dlažba $\lambda=1,010$ [W/(m.K)]
- 3 mm lepicí tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 40 mm betonový potěr $\lambda=1,230$ [W/(m.K)]
- 0,2 mm separační PE fólie $\lambda=0,160$ [W/(m.K)]
- 50 mm EPS 100Z $\lambda=0,037$ [W/(m.K)]

- 200 mm železobetonová deska $\lambda=1,430$ [W/(m.K)]
- 5mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]

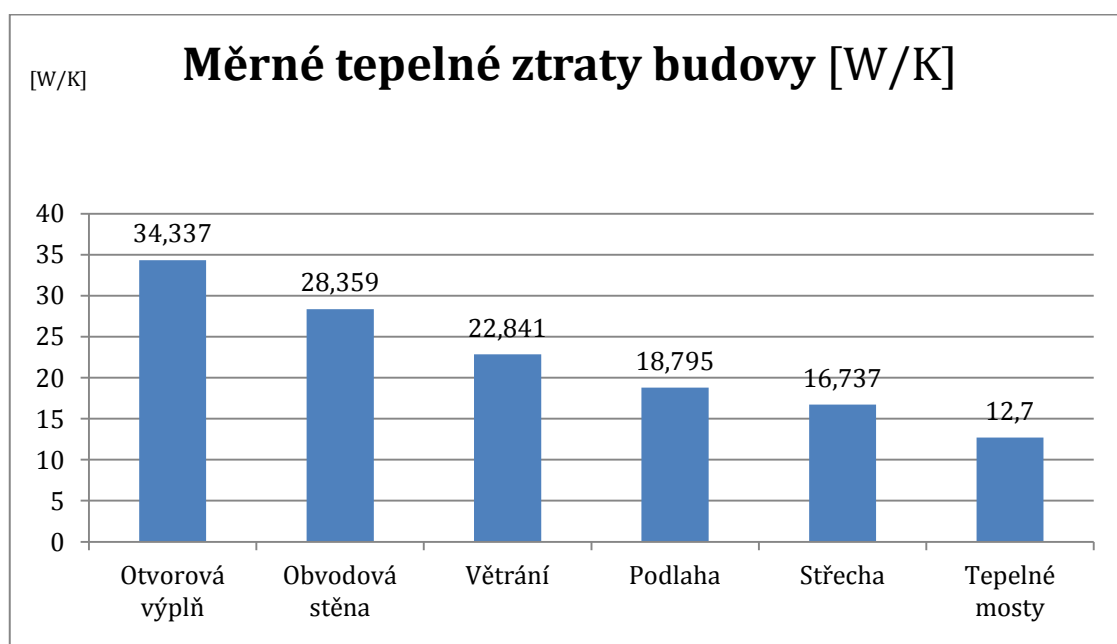
5.3.2 Tepelné ztráty

Tabulka 19: Měrné tepelné ztráty budovy – hodnoty požadované

Tepelné ztráty RD	[W/K]
Větrání	22,841
Tepelné mosty	12,700
Obvodová stěna	28,359
Střecha	16,737
Podlaha	18,795
Otvorová výplň	34,337

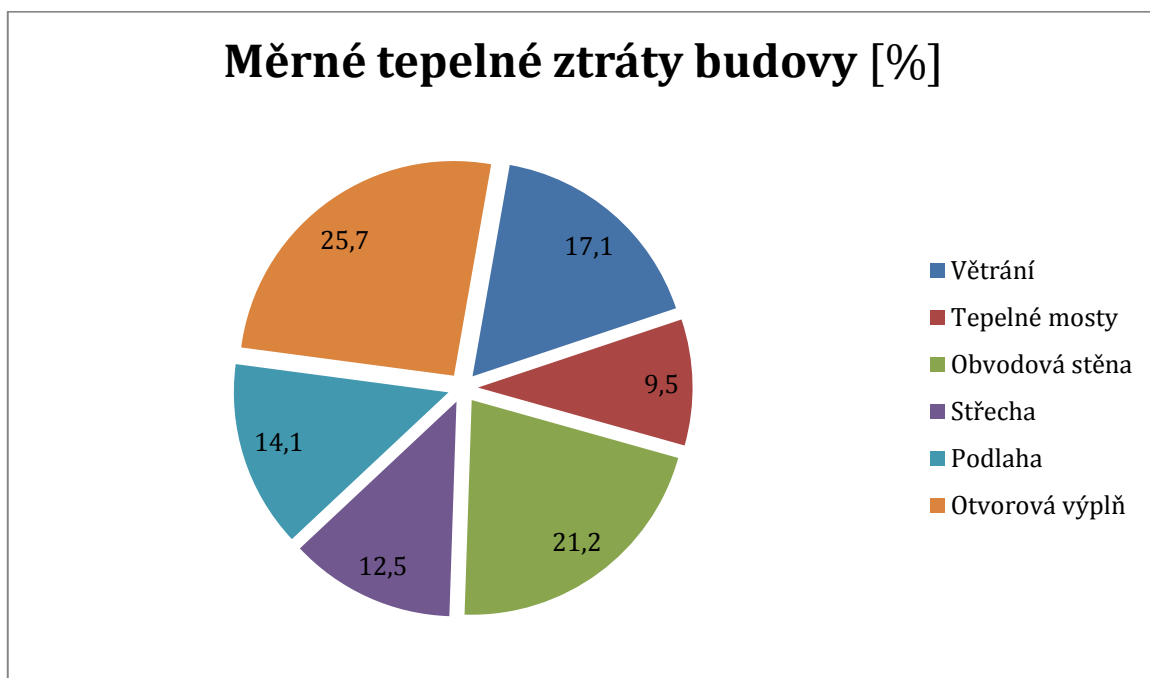
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 12: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – hodnoty požadované



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 13: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – hodnoty požadované



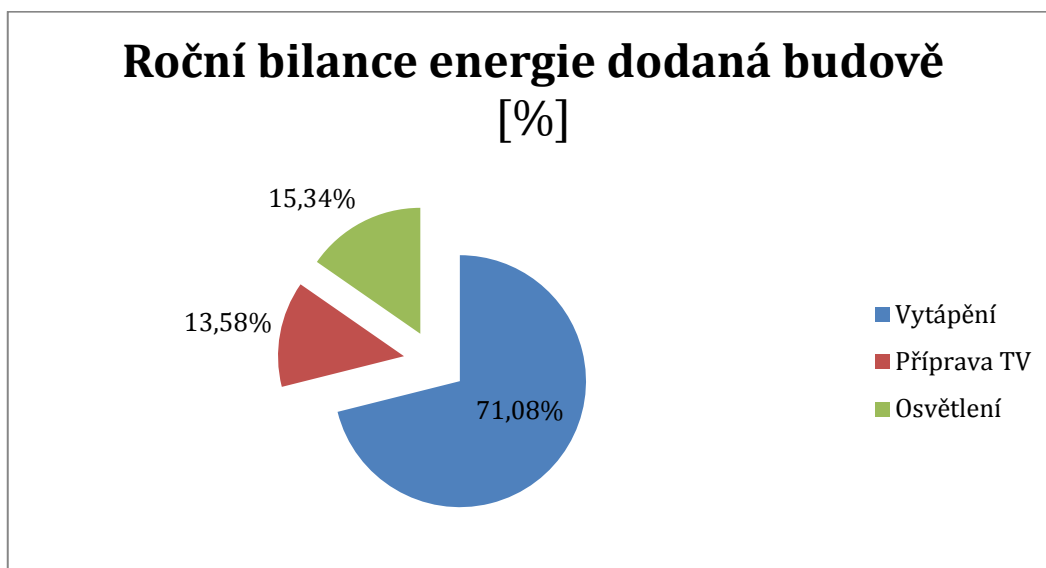
Zdroj: Vlastní tvorba, program ENERGIE 2010

Tabulka 20: Roční spotřeba energie - hodnoty požadované

Roční bilance spotřeby energie	[GJ]	[MWh]	[kWh/m ²]
Vytápění	40,040	11,122	112
Příprava TV	7,647	2,124	21
Osvětlení	8,640	2,400	24
Celková spotřeba	<u>56,327</u>	<u>15,646</u>	<u>158</u>

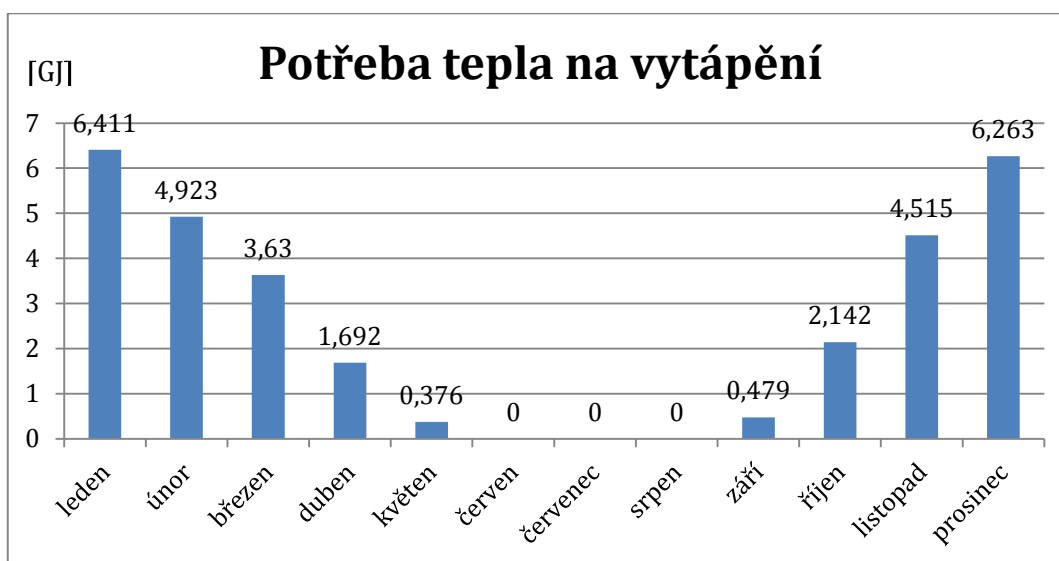
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 14: Roční bilance energie dodaná budově [%] - hodnoty požadované



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 15: Potřeba tepla na vytápění - hodnoty požadované



Zdroj: Vlastní tvorba

Celková roční potřeba tepla na vytápění navržené varianty pro požadované hodnoty jednotlivých součinitelů prostupu tepla je 30,431 GJ (8,453 MWh). Celková roční dodaná energie je 56,327 GJ (15,646 MWh).

5.4 Energetické posouzení varianty domu na hodnoty doporučené

Tato navržená varianta stavby splňuje doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle Tabulky 3 ČSN 73 0540 – 2. Tyto hodnoty jsou přísnější než hodnoty požadované.

Požadavky dle ČSN:

- Stěna vnější: 0,20 [W/(m².K)]
- Střecha sklonem do 45°: 0,16 [W/(m².K)]
- Strop z vytápěného k nevytápěnému prostoru 0,40 [W/(m².K)]
- Výplň otvoru ve vnější stěně, kromě dveří: 1,20 [W/(m².K)]
- Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°: 1,10 [W/(m².K)]
- Dveřní výplň otvoru 1,20 [W/(m².K)]

5.4.1 Popis konstrukcí

Skladba obvodové stěny: $U = 0,20 \text{ W/(m.K)}$

- 5 mm omítka vápenná $\lambda=0,800 \text{ [W/(m.K)]}$
- 20 mm omítka vápenocementová $\lambda=0,990 \text{ [W/(m.K)]}$
- 450 mm CPP $\lambda=0,800 \text{ [W/(m.K)]}$
- 5 mm sěrkový tmel $\lambda=0,800 \text{ [W/(m.K)]}$
- 14 mm fasádní polystyren $\lambda=0,037 \text{ [W/(m.K)]}$
- 3mm sěrkový tmel $\lambda=0,800 \text{ [W/(m.K)]}$
- 2 mm silikonová omítka $\lambda=0,700 \text{ [W/(m.K)]}$

Skladba střechy: $U = 0,16 \text{ W/(m.K)}$

- 15 mm sádrokarton $\lambda=0,220 \text{ [W/(m.K)]}$
- 0,25 mm parozábrana $\lambda=0,390 \text{ [W/(m.K)]}$
- 260 mm minerální vlna $\lambda=0,033 \text{ [W/(m.K)]}$
- 0,25 mm pojistná hydroizolace $\lambda=0,390 \text{ [W/(m.K)]}$
- Střešní krytina

Skladba podlahy k nevytápěnému prostoru (53,6m²): $U = 0,31 \text{ W/(m.K)}$

- 10 mm keramická dlažba $\lambda=1,010 \text{ [W/(m.K)]}$
- 3 mm lepicí tmel $\lambda=0,800 \text{ [W/(m.K)]}$

- 40 mm betonový potěr $\lambda=1,230$ [W/(m.K)]
- 0,2 mm separační PE fólie $\lambda=0,160$ [W/(m.K)]
- 100 mm EPS 100Z $\lambda=0,037$ [W/(m.K)]
- 200 mm železobetonová deska $\lambda=1,430$ [W/(m.K)]
- 5mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]

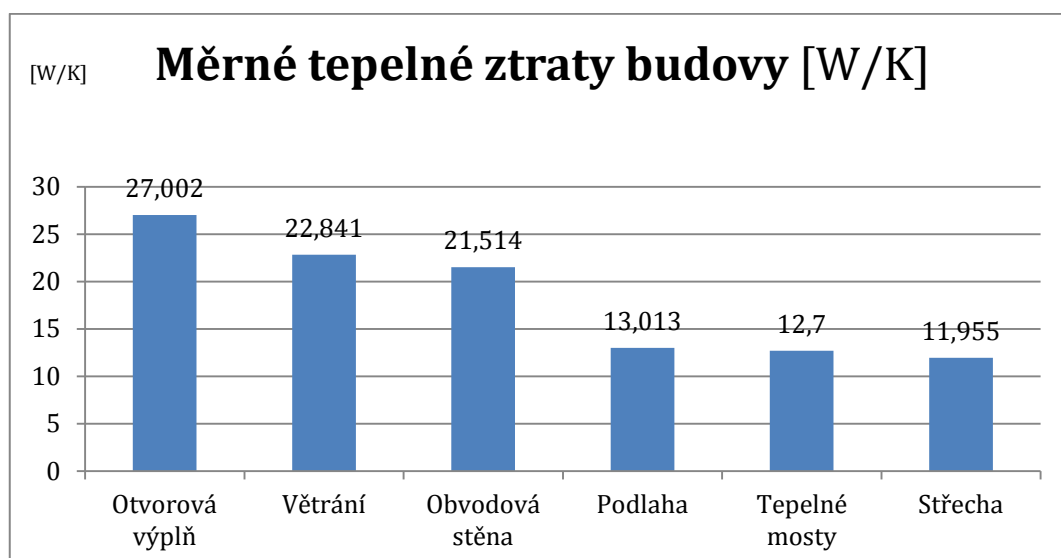
5.4.2 Tepelné ztráty

Tabulka 21: Měrné tepelné ztráty budovy – hodnoty doporučené

Tepelné ztráty RD	[W/K]
Větrání	22,841
Tepelné mosty	12,700
Obvodová stěna	21,514
Střecha	11,955
Podlaha	13,013
Otvorová výplň	27,002

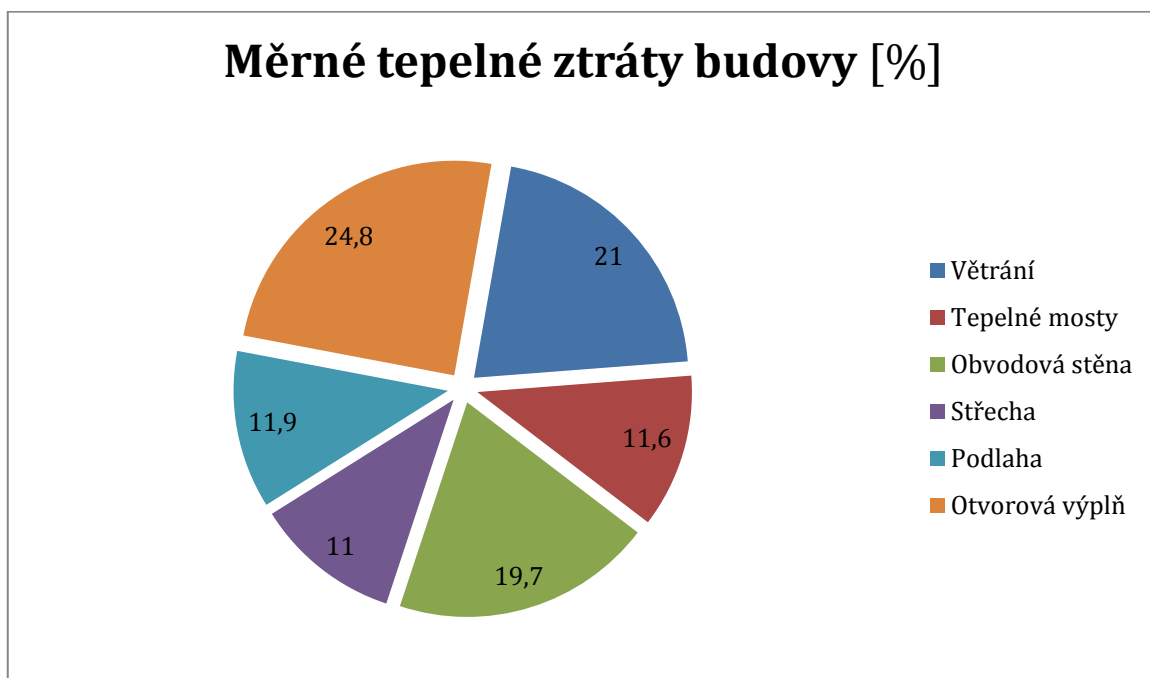
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 16: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – hodnoty doporučené



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 17: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – hodnoty doporučené



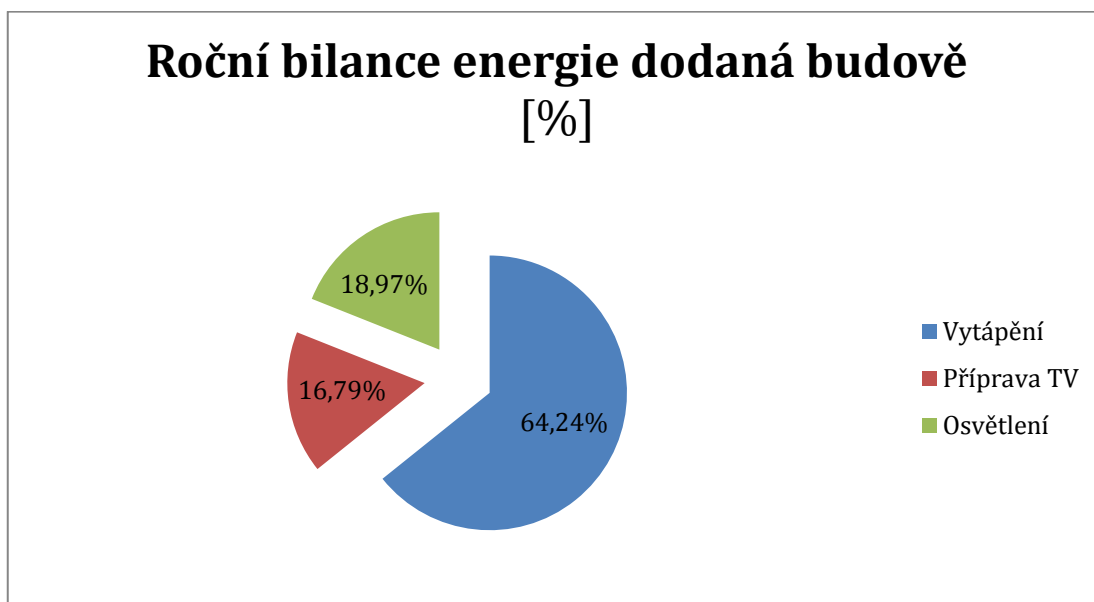
Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 22: Roční spotřeba energie - hodnoty doporučené

Roční bilance spotřeby energie	[GJ]	[MWh]	[kWh/m ²]
Vytápění	29,259	8,128	82
Příprava TV	7,647	2,124	21
Osvětlení	8,640	2,400	24
Celková spotřeba	<u>45,547</u>	<u>12,652</u>	<u>128</u>

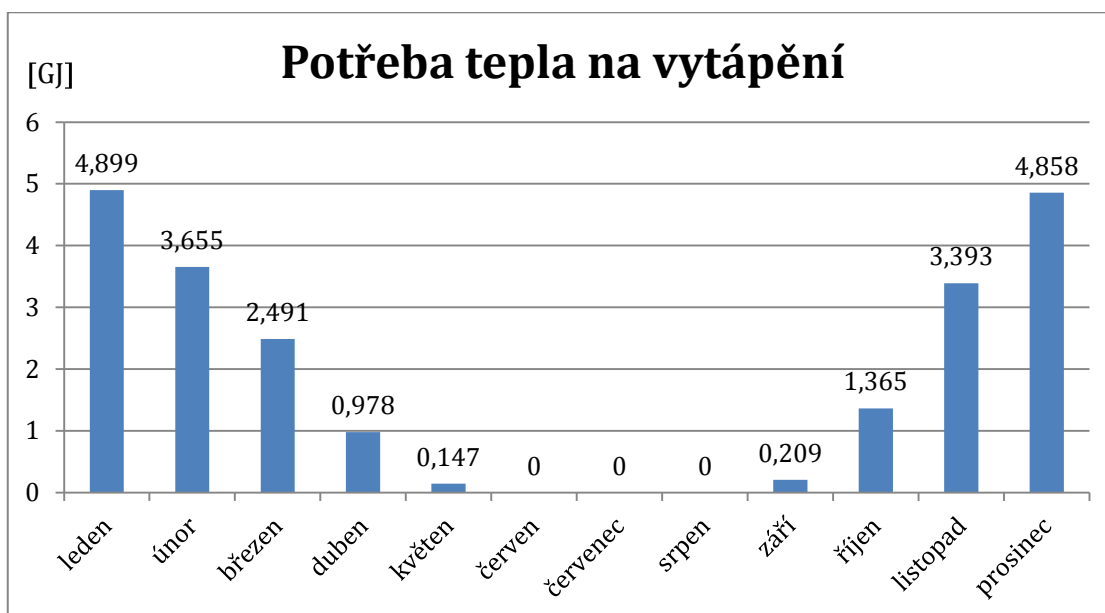
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 18: Roční bilance energie dodaná budově [%] - hodnoty doporučené



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 19: Potřeba tepla na vytápění - hodnoty doporučené



Zdroj: Vlastní tvorba

Celková roční potřeba tepla na vytápění navržené varianty pro doporučené hodnoty jednotlivých součinitelů prostupu tepla je 21,995 GJ (6,110 MWh). Celková roční dodaná energie je 45,547 GJ (12,652 MWh).

5.5 Energetické posouzení varianty domu na hodnoty pro pasivní dům

Tato stavba splňuje požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle Tabulky 3 ČSN 73 0540 – 2 pro pasivní budovy.

Požadavky dle ČSN:

- Stěna vnější: 0,18-0,12 [W/(m².K)]
- Střecha sklonem do 45°: 0,15-0,10 [W/(m².K)]
- Strop z vytápěného k nevytápěnému prostoru 0,30-0,20 [W/(m².K)]
- Výplň otvoru ve vnější stěně, kromě dveří: 0,80-0,60 [W/(m².K)]
- Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°: 0,90 [W/(m².K)]
- Dveřní výplň otvoru 0,90 [W/(m².K)]

5.5.1 Popis konstrukcí

Skladba obvodové stěny: $U=0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

- 5 mm omítka vápenná $\lambda=0,800 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 20 mm omítka vápenocementová $\lambda=0,990 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 450 mm CPP $\lambda=0,800 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 5 mm s^těrkový tmel $\lambda=0,800 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 160 mm fasádní polystyren $\lambda=0,037 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 3mm s^těrkový tmel $\lambda=0,800 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 40 mm tep. izol. omítka $\lambda=0,700 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$

Skladba střechy: $U=0,12 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

- 15 mm sádrokarton $\lambda=0,220 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 0,25 mm parozábrana $\lambda=0,390 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 160 mm minerální vlna $\lambda=0,033 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 200 mm nekroevní izolace $\lambda=0,044 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- 0,25 mm pojistná hydroizolace $\lambda=0,390 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$
- Střešní krytina

Skladba podlahy k nevytápěnému prostoru (53,6m²): $U=0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$

- 10 mm keramická dlažba $\lambda=1,010 \text{ [W}/(\text{m} \cdot \text{K})]$

- 3 mm lepicí tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 40 mm betonový potěr $\lambda=1,230$ [W/(m.K)]
- 0,2 mm separační PE fólie $\lambda=0,160$ [W/(m.K)]
- 100 mm EPS 100Z $\lambda=0,037$ [W/(m.K)]
- 200 mm železobetonová deska $\lambda=1,430$ [W/(m.K)]
- 5mm sěrkový tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 30mm EPS $\lambda=0,037$ [W/(m.K)]
- 3mm sěrkový tmel $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]
- 5mm omítka vápenná $\lambda=0,800$ [W/(m.K)]

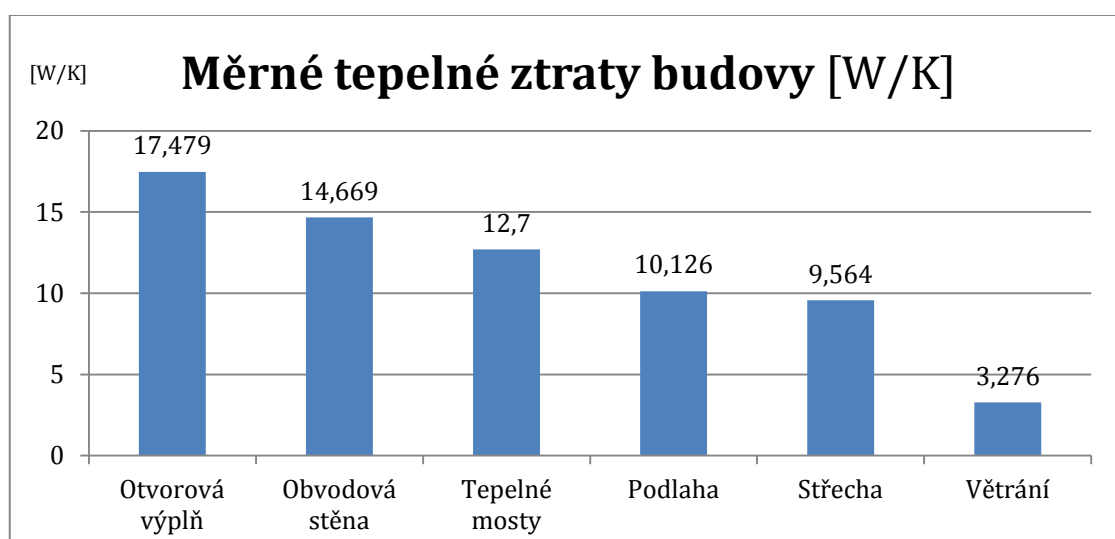
5.5.2 Tepelné ztráty

Tabulka 23: Měrné tepelné ztráty budovy – hodnoty pasivního domu

Tepelné ztráty RD	[W/K]
Větrání	3,276
Tepelné mosty	12,700
Obvodová stěna	14,669
Střecha	9,564
Podlaha	10,126
Otvorová výplň:	17,479

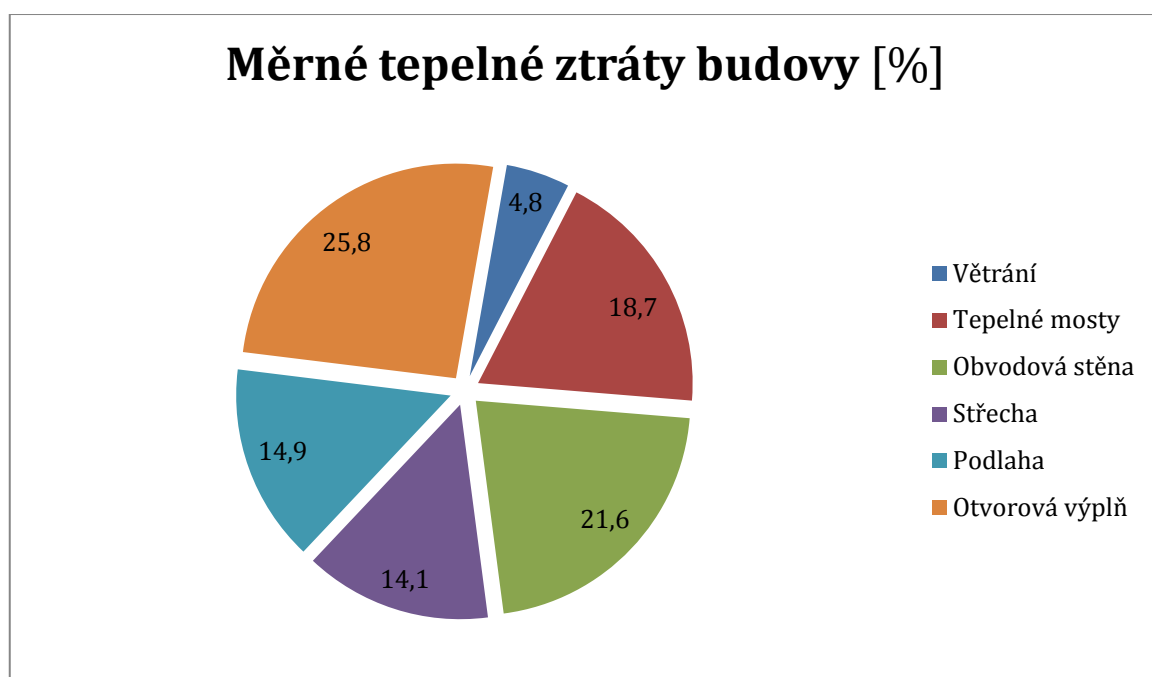
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 20: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – hodnoty pasivního domu



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 21: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – hodnoty pasivního domu



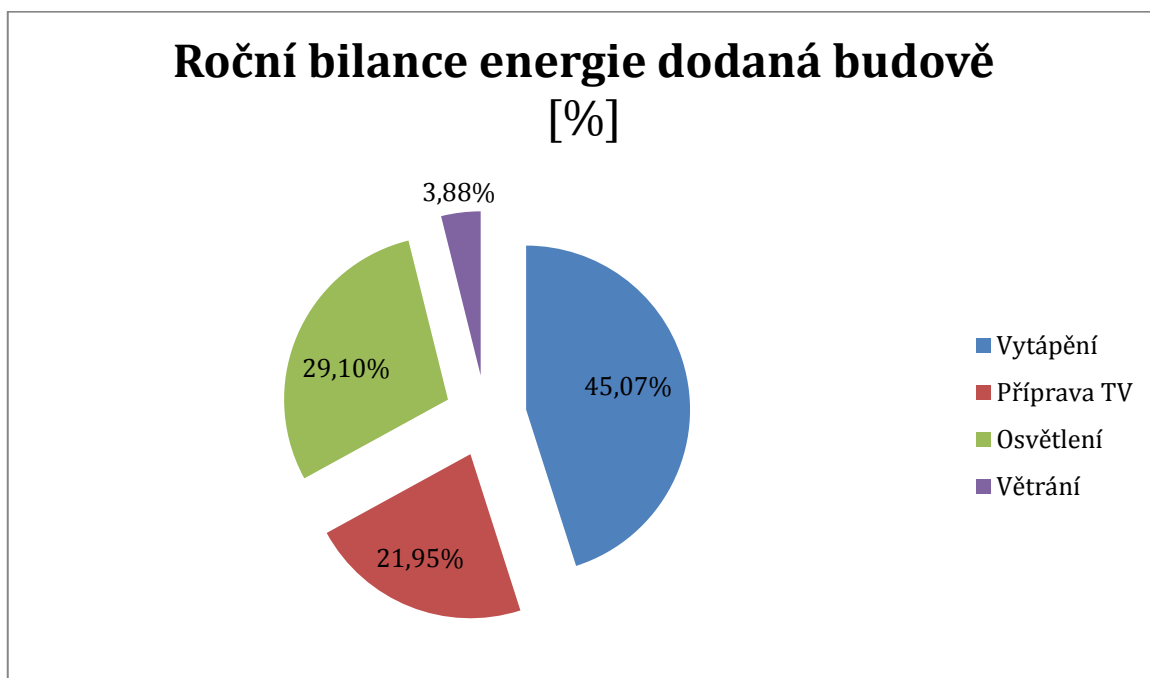
Zdroj: Vlastní tvorba, program ENERGIE 2010

Tabulka 24: Roční spotřeba energie - hodnoty pasivního domu

Roční bilance spotřeby energie	[GJ]	[MWh]	[kWh/m ²]
Vytápění	13,381	3,717	37
Příprava TV	6,516	1,810	18
Větrání	1,152	0,320	3
Osvětlení	8,640	2,400	24
Celková spotřeba	<u>29,689</u>	<u>8,247</u>	<u>83</u>

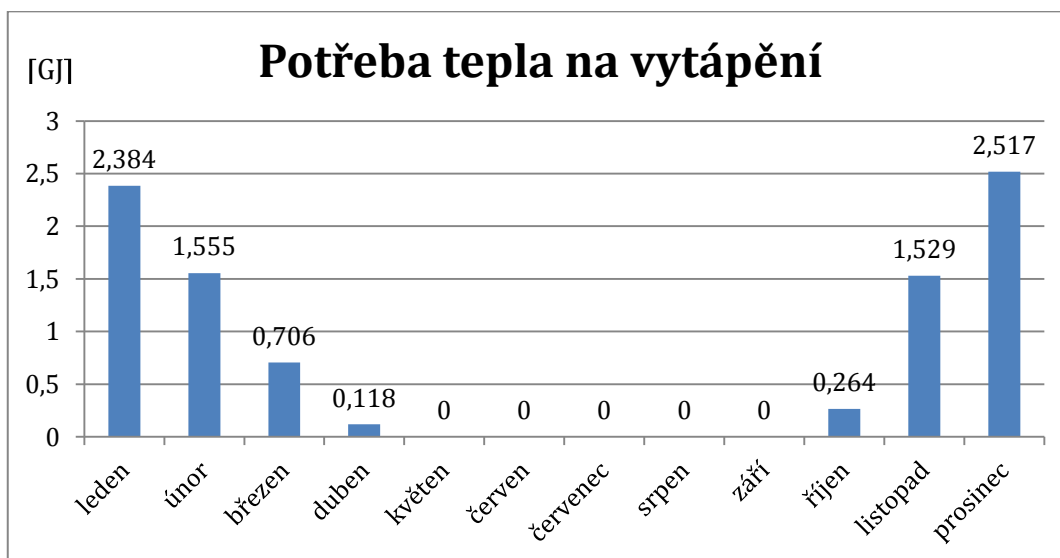
Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 22: Roční bilance energie dodaná budově [%] - hodnoty pasivního domu



Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 23: Potřeba tepla na vytápění - hodnoty pasivního domu



Zdroj: Vlastní tvorba

Celková roční potřeba tepla na vytápění navržené varianty pro pasivní dům je 9,072 GJ (2,520 MWh). Celková roční dodaná energie je 29,689 GJ (8,247 MWh).

5.6 Energetické vyhodnocení

V této části práce jsou níže shrnuty výsledky, kterých bylo dosaženo v předešlých kapitolách. Celkem se jedná o pět variant s navrženými různými skladbami konstrukce. Cílem bylo snažit se skladbu jednotlivých konstrukcí navrhnout tak, aby bylo možné ukázat, i když se jedná o RD, který byl postaven v půlce minulého století, energetické a v neposlední řadě i ekonomické posouzení objektu, který by mohl splňovat parametry pro navrhování nízkoenergetických a pasivních staveb dle platných předpisů.

První fází v hodnocení byl stávající stav RD, následovaly varianty řešení dle projektové dokumentace a dále varianta pro doporučené a požadované hodnoty dle ČSN 73 0540-2. V poslední řadě byla navržena varianta, která splňovala požadavky dle této normy pro pasivní domy.

Za pomoci grafů a tabulek jsou zde porovnávány měrné tepelné ztráty jednotlivých navržených variant spotřeby tepla na vytápění znázorněné po jednotlivých měsících, roční spotřeba energie na vytápění a roční spotřeba energie celkem.

5.6.1 Měrné tepelné ztráty dle typu stavby

V důsledku zvyšování tepelného odporu konstrukcí, došlo i ke snížení tepelných ztrát u jednotlivých objektů. Snížení lze pozorovat na Grafu 24, kdy změnou skladby střešní konstrukce, podlahy a obvodového pláště se hodnoty rapidně snížily.

U otvorových výplní byla ve výpočtu zprvu zohledněna jednoduchá dvojitá okna a postupným zvyšováním kvality oken od klasických dvojskel po izolační dvojsklo až trojsklo u pasivního domu.

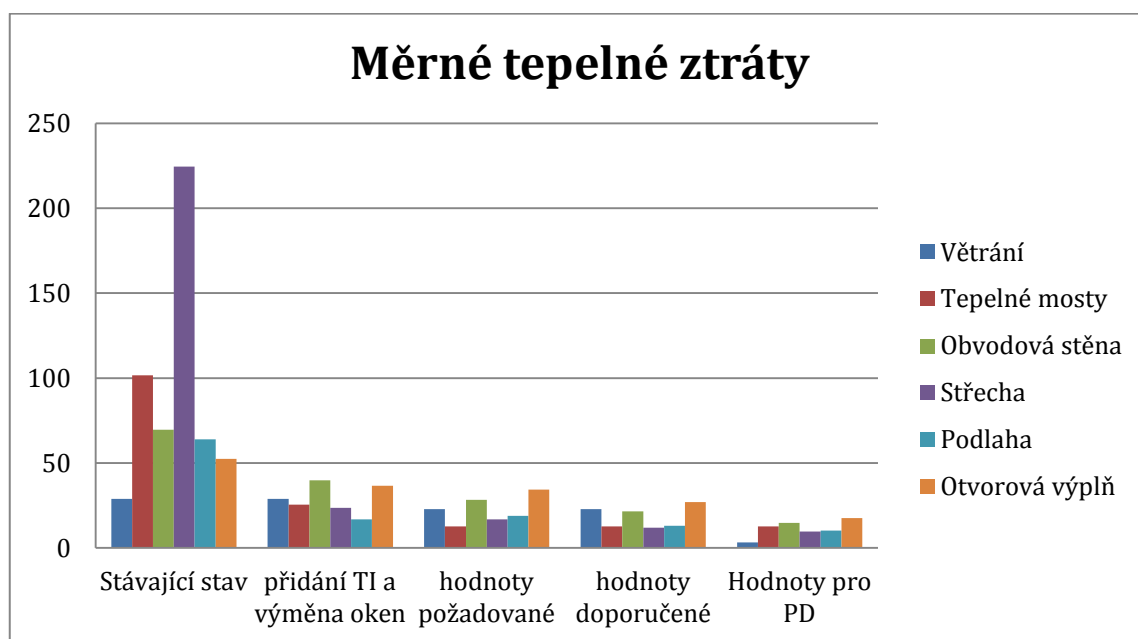
Celkovou potřebu tepla na vytápění lze do značné míry ovlivnit i větráním. Větrání lze rozdělit na přirozené a nucené. Při přirozeném větrání je vzduch z místnosti nekontrolovaně odváděn otevřenými okny a dveřmi, nebo netěsností obálky. S tímto způsobem větrání bylo počítáno u prvních čtyř variant. U pasivního domu bylo do výpočtu zahrnuto nucené větrání. Nucené větrání má výhodu, že větrání je zajištěno přes rekuperační výměník, kdy dojde k využití tepla z odpadního vzduchu odebíraného z prostoru. V tomto případě lze snížit tepelné ztráty větráním na minimum.

Tabulka 25: Měrné tepelné ztráty dle typu stavby [W/K]

	Větrání	Tepelné mosty	Obvodová stěna	Střecha	Podlaha	Otvorová výplň
původní stav	28,831	101,6	69,529	224,515	63,907	52,375
přidání TI a výměna oken	28,831	25,4	39,703	23,671	16,887	36,598
hodnoty požadované	22,841	12,7	28,359	16,737	18,795	34,337
hodnoty doporučené	22,841	12,7	21,514	11,955	13,013	27,002
pasivní dům	3,276	12,700	14,669	9,564	10,126	17,479

Zdroj: vlastní tvorba

Graf 24: Měrné tepelné ztráty dle typu stavby [W/K]



Zdroj: vlastní tvorba

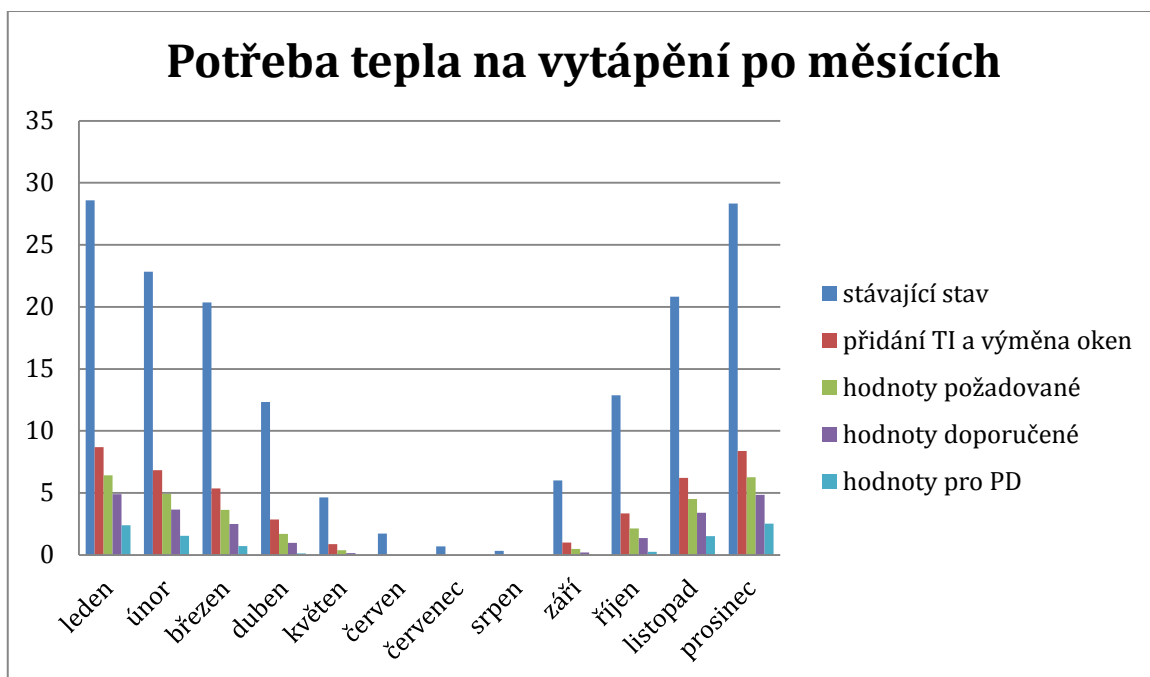
5.6.2 Potřeba tepla na vytápění po měsících dle typu stavby

Tabulka 26: Potřeba tepla na vytápění po měsících dle typu stavby [GJ]

	Stávající stav	přidání TI a výměna oken	hodnoty požadované	hodnoty doporučené	Hodnoty pro PD
leden	28,594	8,691	6,411	4,899	2,384
únor	22,832	6,837	4,923	3,655	1,555
březen	20,364	5,366	3,63	2,491	0,706
duben	12,338	2,852	1,692	0,978	0,118
květen	4,64	0,877	0,376	0,147	---
červen	1,734	0	---	---	---
červenec	0,694	0	---	---	---
srpen	0,319	0	---	---	---
září	6,017	1,012	0,479	0,209	---
říjen	12,876	3,35	2,142	1,365	0,264
listopad	20,822	6,209	4,515	3,393	1,529
prosinec	28,324	8,383	6,263	4,858	2,517
CELKEM	159,554	43,577	30,431	21,995	9,073

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 25: Potřeba tepla na vytápění po měsících dle typu stavby [GJ]



Zdroj: Vlastní tvorba

5.6.3 Roční spotřeba energie na vytápění dle typu stavby

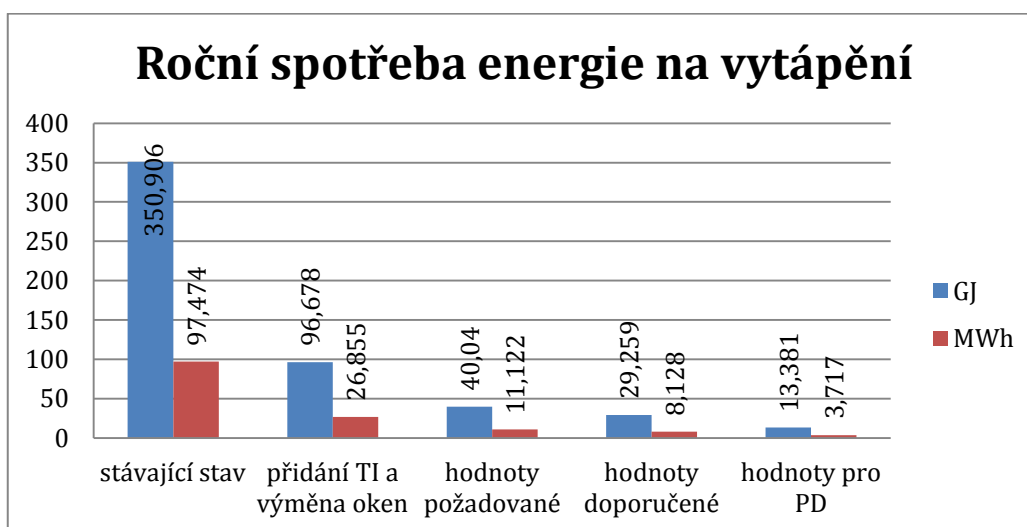
Při dodržení normových požadavků součinitelů prostupu tepla na jednotlivé konstrukce došlo ke snížení spotřeby energie na vytápění a tím i celkové spotřeby energie za rok. Ve výpočtu si lze všimnout, že i když dojde k dodržení tabulky 5, nemusí ještě budova splňovat měrnou potřebu tepla pro vybrané druhy staveb. Například hodnota pro pasivní dům je podle TNI 73 029 stanovena na 20 kWh/(m².a). Při výpočtu pro PD je tato hodnota 25 kWh/(m².a).

Tabulka 27: Roční spotřeba energie na vytápění dle typu stavby

	stávající stav	přidání TI a výměna oken	hodnoty požadované	hodnoty doporučené	hodnoty pro PD
GJ	350,906	96,678	40,040	29,259	13,381
MWh	97,474	26,855	11,122	8,128	3,717

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 26: Roční spotřeba energie na vytápění dle typu stavby



Zdroj: Vlastní tvorba

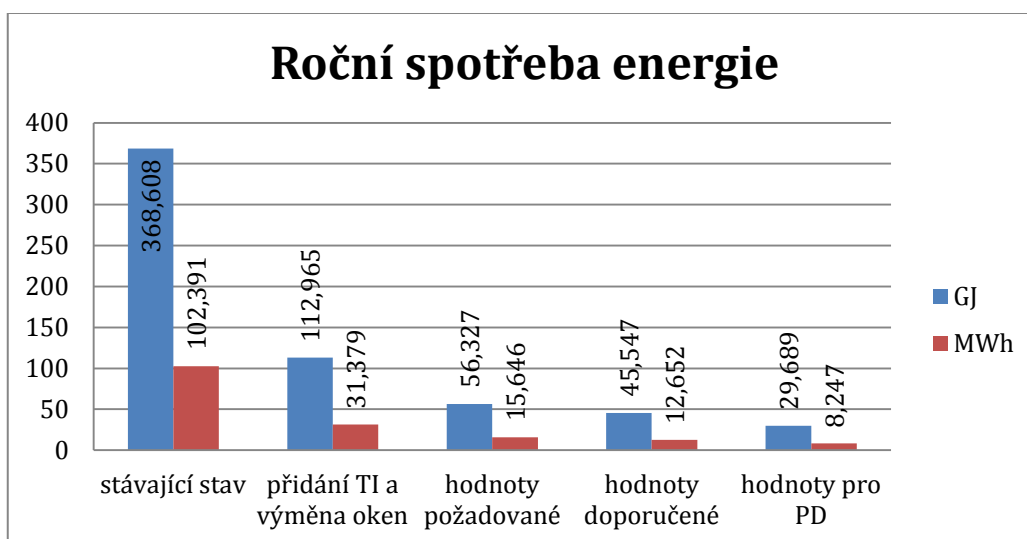
5.6.4 Měrná spotřeba energie za rok celkem dle typu stavby

Tabulka 28: Roční spotřeba energie celkem dle typu stavby

	stávající stav GJ	přidání TI a výměna oken	hodnoty požadované	hodnoty doporučené	hodnoty pro PD
GJ	368,608	112,965	56,327	45,547	29,689
MWh	102,391	31,379	15,646	12,652	8,247

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 27: Roční spotřeba energie dle typu stavby



Zdroj: Vlastní tvorba

5.7 Ekonomické posouzení nákladů na spotřebované energie

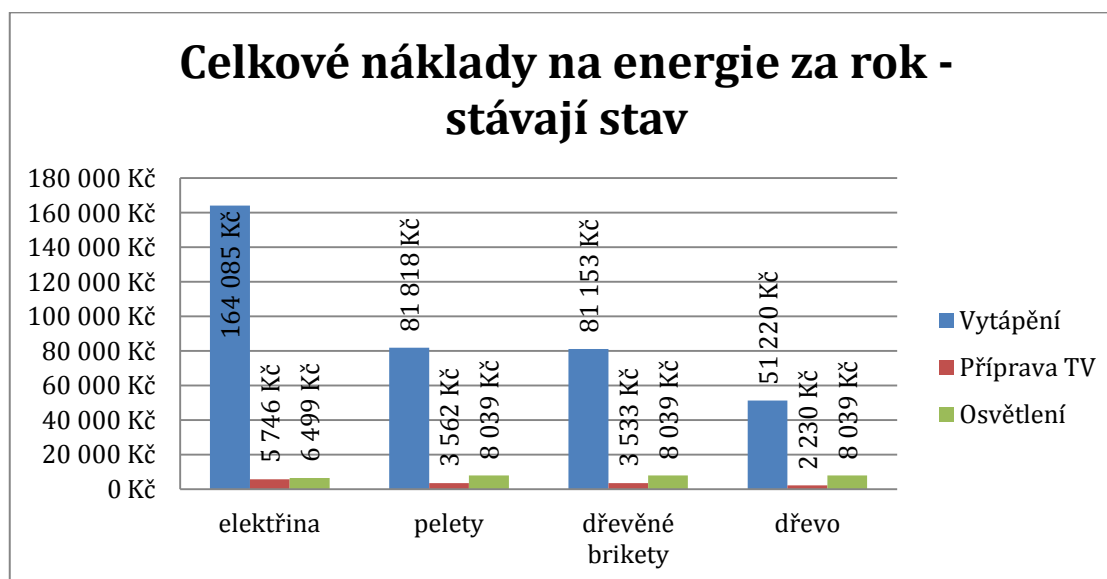
5.7.1 Varianta – stávající stav

Tabulka 29: Celkové náklady na energie za rok - stávající stav

Roční bilance nákladů na energie	Typ využívaného média pro vytápění a ohřev TV			
	elektrina	pelety	Dřevěné brikety	dřevo
Vytápění	164 085 Kč	81 818 Kč	81 153 Kč	51 220 Kč
Příprava TV	5 746 Kč	3 562 Kč	3 533 Kč	2 230 Kč
Osvětlení	6 499 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč
Větrání	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Celková spotřeba²³	179 855 Kč	96 948 Kč	96 254 Kč	65 017 Kč

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 28: Celkové náklady na energie za rok - stávající stav



Zdroj: Vlastní tvorba

Stávající stav objektu je naprosto nevyhovující. Na Grafu 28 jsou znázorněny výše nákladů, které investor zaplatí, pokud bude využívat objekt v současném stavu. Při využití elektřiny (tarif D26d), jako zdroje energie, je hlavní obrovskou položkou položka na vytápění. Díky nevyhovující obálce budovy dochází k obrovským tepelným ztrátám a při současné ceně elektřiny, která je zobrazena v Tabulce 9, jsou proto náklady na vytápění pohybující se v řádech statisíců.

²³ V ceně je započítán i měsíční plat za jistič.

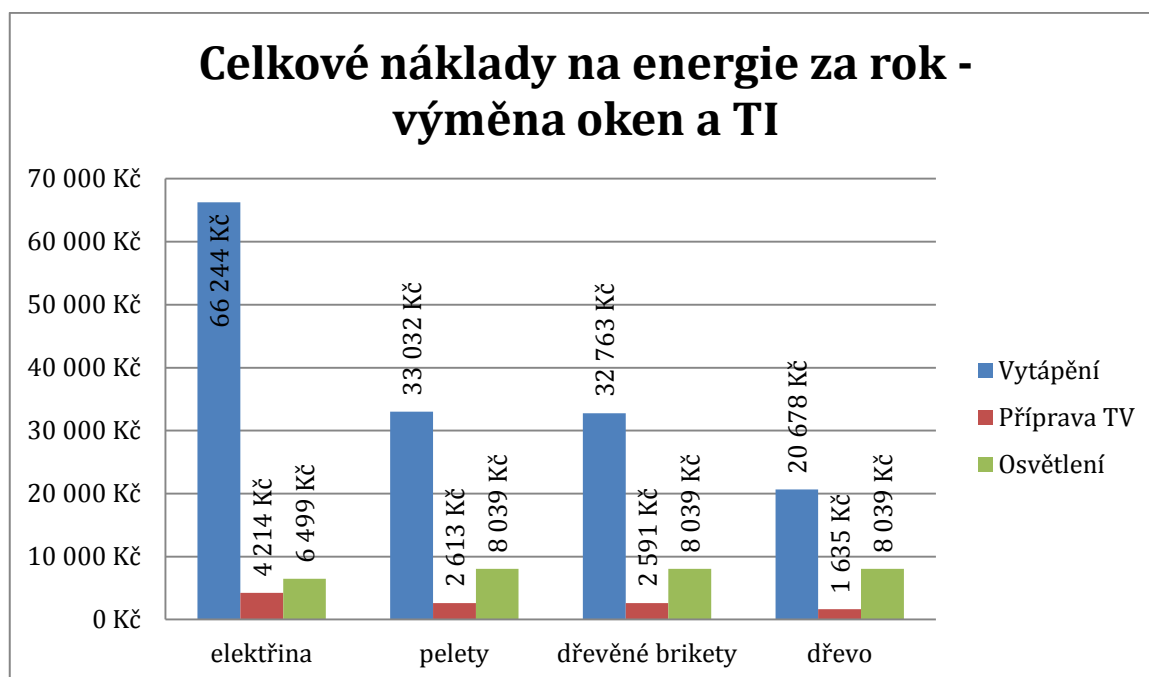
5.7.2 Varianta – výměna TI a oken

Tabulka 30: Celkové náklady na energie za rok - výměna TI a oken

Roční bilance nákladů na energie	Typ využívaného média pro vytápění a ohřev TV			
	elektrina	pelety	dř. brik.	dřevo
Vytápění	66 244 Kč	33 032 Kč	32 763 Kč	20 678 Kč
Příprava TV	4 214 Kč	2 613 Kč	2 591 Kč	1 635 Kč
Osvětlení	6 499 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč
Větrání	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Celková spotřeba²⁴	<u>80 486 Kč</u>	<u>47 212 Kč</u>	<u>46 922 Kč</u>	<u>33 881 Kč</u>

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 29: Celkové náklady na energie za rok - výměna oken a TI



Zdroj: Vlastní tvorba

Při dodržení projektové dokumentace, která ukládá zejména požadované zateplení obálky budovy a lepší kvalitu oken se náklady na vytápění oproti první variantě sníží přibližně o 2,5x. Do tohoto objektu je vytápění elektrinou nepřiliš vhodnou variantou. Mnohem lépe vychází varianta, kdy je vytápění a ohřev teplé vody zajišťováno kotlem na pevná paliva o účinnosti 90 %, kdy je možné použít paliva například pelet.

²⁴ V ceně je započítán i měsíční plat za jistič.

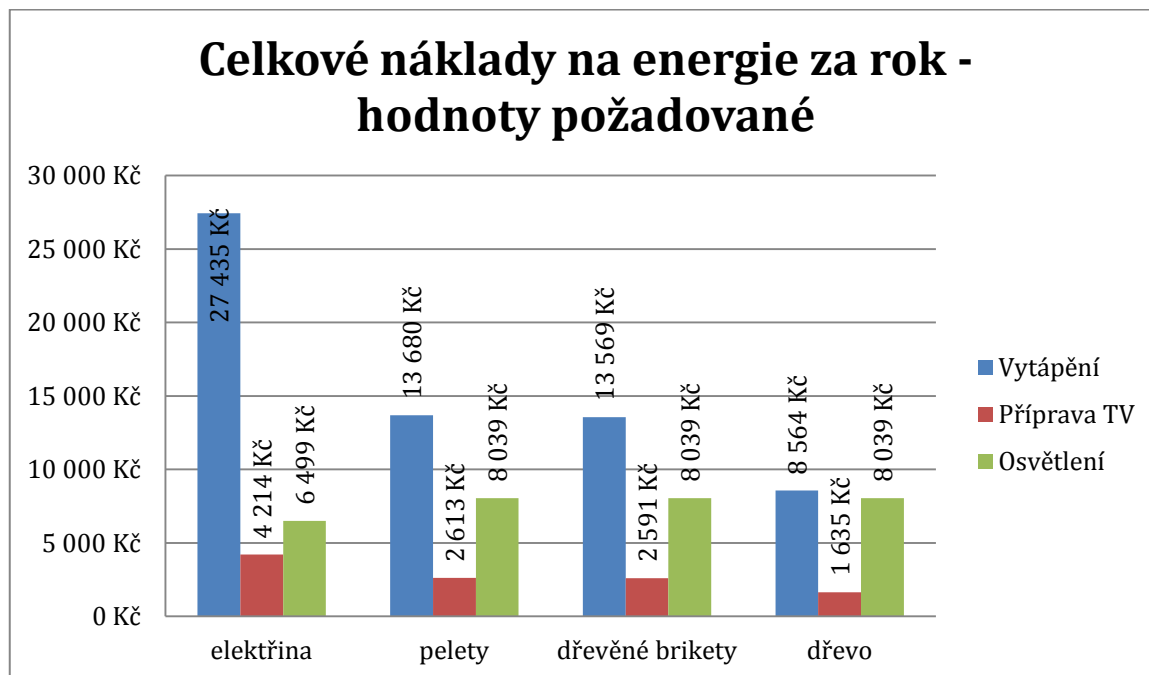
5.7.3 Varianta – hodnoty požadované

Tabulka 31: Celkové náklady na energie za rok - hodnoty požadované

Roční bilance nákladů na energie	Typ využívaného média pro vytápění a ohřev TV			
	elektrina	pelety	dř. brik.	dřevo
Vytápění	27 435 Kč	13 680 Kč	13 569 Kč	8 564 Kč
Příprava TV	4 214 Kč	2 613 Kč	2 591 Kč	1 635 Kč
Osvětlení	6 499 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč
Větrání	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Celková spotřeba²⁵	<u>41 677 Kč</u>	<u>27 860 Kč</u>	<u>27 728 Kč</u>	<u>21 767 Kč</u>

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 30: Celkové náklady na energie za rok - hodnoty požadované



Zdroj: Vlastní tvorba

Při dodržení normou předepsaných hodnot pro jednotlivé konstrukční prvky stavby dochází k úspoře 50 % oproti běžné výstavbě, která je znázorněna pod druhou variantou. Protože je v objektu počítáno s klasickými žárovkami pro svícení a ne úspornými, jsou hodnoty na osvětlení vyšší, než by tomu mohlo být v případě úsporného osvětlení. Jako nejvýhodnější druh vytápění se jeví spalování dřevem, které je díky své nízké ceně nejvýhodnější ve všech zobrazených variantách staveb.

²⁵ V ceně je započítán i měsíční plat za jistič.

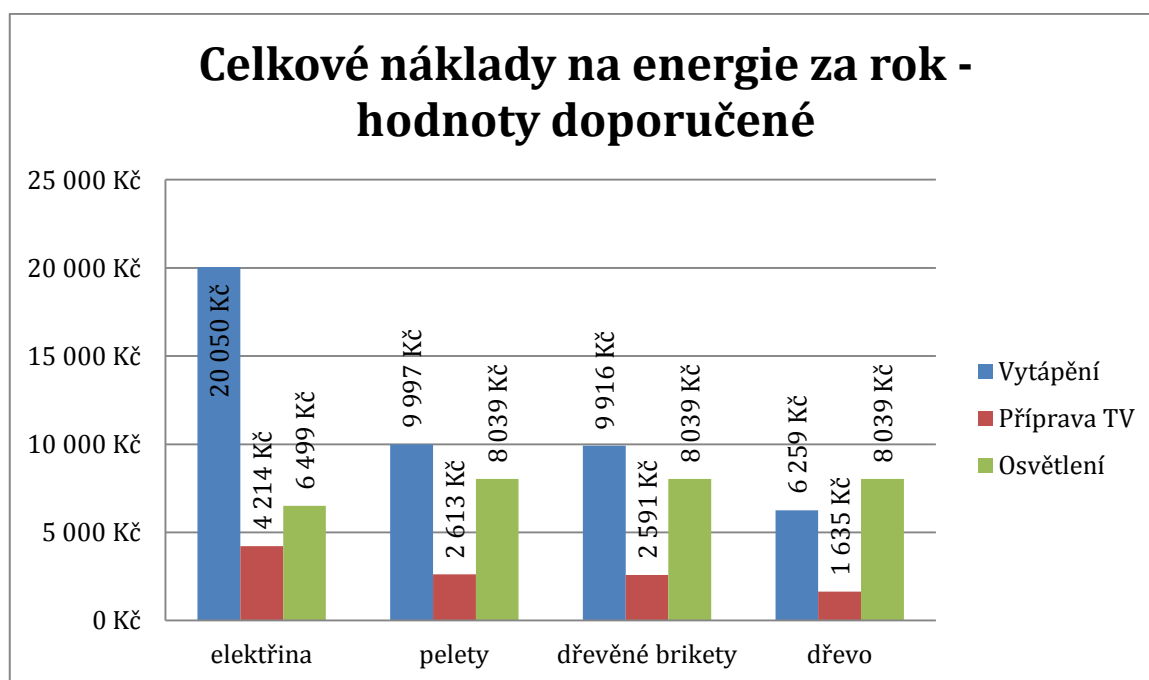
5.7.4 Varianta – hodnoty doporučené

Tabulka 32: Celkové náklady na energie za rok – hodnoty doporučené

Roční bilance nákladů na energie	Typ využívaného média pro vytápění a ohřev TV			
	elektrina	pelety	dř. Brik.	Dřevo
Vytápění	20 050 Kč	9 997 Kč	9 916 Kč	6 259 Kč
Příprava TV	4 214 Kč	2 613 Kč	2 591 Kč	1 635 Kč
Osvětlení	6 499 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč
Větrání	0 Kč	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Celková spotřeba²⁶	<u>34 291 Kč</u>	<u>24 177 Kč</u>	<u>24 075 Kč</u>	<u>19 462 Kč</u>

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 31: Celkové náklady na energie za rok – hodnoty doporučené



Zdroj: Vlastní tvorba

Při porovnání varianty objektu navrženého na hodnoty požadované a doporučené, lze dojít k závěru, že při použití běžných prostředků k osvětlení začínají být náklady na vytápění téměř srovnatelné s náklady na osvětlení. Vytápění a příprava teplé vody je zde připravována, jako v předchozích případech, za pomoci kotle na tuhá paliva. Úspora ve vytápění oproti předchozí variantě je v případě použití dřevěných briket přibližně 30 %.

²⁶ V ceně je započítán i měsíční plat za jistič.

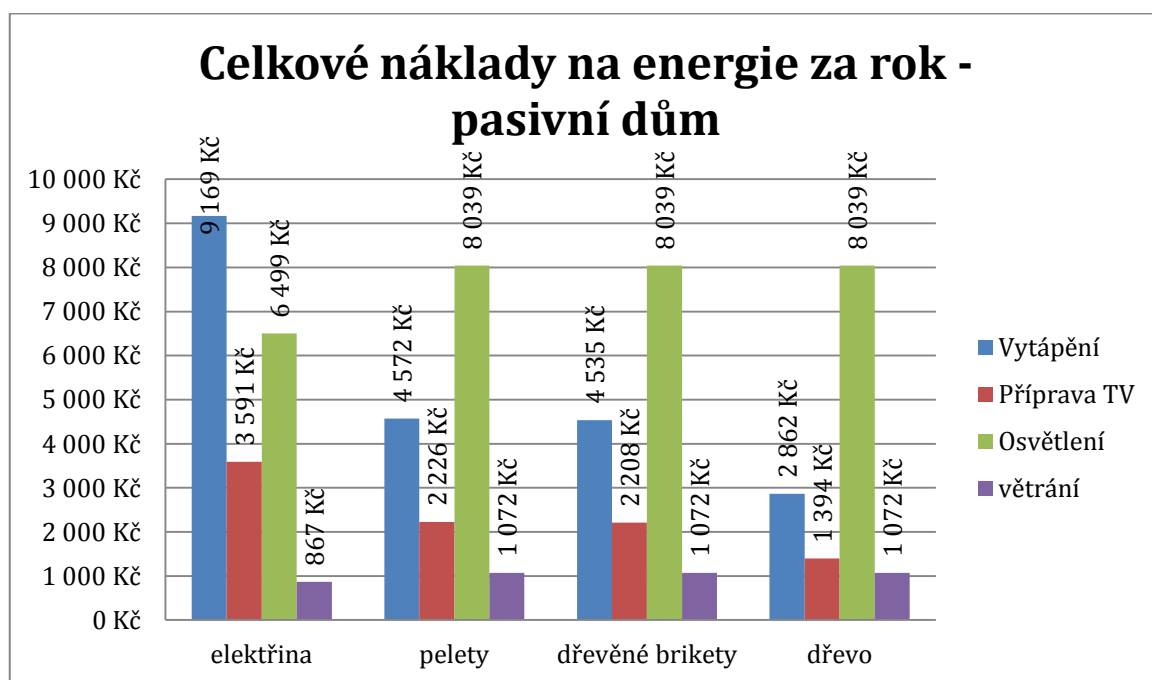
5.7.5 Varianta – pasivní dům

Tabulka 33: Celkové náklady na energie za rok - pasivní dům

Roční bilance nákladů na energie	Typ využívaného média pro vytápění a ohřev TV			
	elektrina	pelety	dř. brik.	dřevo
Vytápění	9 169 Kč	4 572 Kč	4 535 Kč	2 862 Kč
Příprava TV	3 591 Kč	2 226 Kč	2 208 Kč	1 394 Kč
Osvětlení	6 499 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč	8 039 Kč
Větrání	867 Kč	1 072 Kč	1 072 Kč	1 072 Kč
Celková spotřeba	23 654 Kč	19 438 Kč	19 382 Kč	16 895 Kč

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 32: Celkové náklady na energie za rok - pasivní dům



Zdroj: Vlastní tvorba

Díky mírným tepelným vazbám a vysokým požadavkům na nízké součinitele prostupu tepla je v tomto případě dosaženo minimálních nákladů na energie. Větrání je zde uvažováno nucené s rekuperací tepla zajištěné VZT jednotkou Atrea DUPLEX 180 EC4, která je vhodná pro domy do 120 m² podlahové plochy.

6 Posouzení návratnosti do vybraných variant investice

6.1 Přehled vícenákladů do vybraných variant investice

Doba návratnosti investice bude vyjádřena za pomoci vícenákladů jednotlivých variant objektů (Varianta B - objekt s přidáním TI a výměnou oken dle PD, varianta C - objekt navržený na hodnoty požadované, varianta D - objekt navržen na hodnoty doporučené a varianta E - objekt navržený na hodnoty pro pasivní domy). Vícenáklady jsou odvozeny z varianty A – stávající stav. Jednotlivé položky znamenají výši nákladů na konstrukční prvky daného objektu.

6.1.1 Odlišné konstrukční prvky varianty B od varianty A

Tabulka 34: Odlišné konstrukční prvky varianty B

název prvku	cena celkem	vícenáklady celkem
5 mm sěrťkový tmel weber 700	2 777,36 Kč	150 081,62 Kč
100 mm fasádní polystyren EPS 70F	9 900,32 Kč	
3mm sěrťkový tměl weber 700	1 388,68 Kč	
2 mm silikonová omítka	7 576,00 Kč	
12,5 mm sádrokarton Norgips GKB 12,5	4 197,07 Kč	
0,25 mm parozábrana Jutafol N 110	1 325,57 Kč	
160 mm minerální vlna	10 243,04 Kč	
50 mm minerální vlna	3 443,04 Kč	
0,25 mm pojistná hydroizolace	1 136,20 Kč	
10 mm keramická dlažba	14 681,04 Kč	
3 mm lepicí tmel	1 970,34 Kč	
40 mm betonový potěr	3 207,96 Kč	
0,2 mm separační PE fólie	827,80 Kč	
100 mm EPS 100Z	8 162,21 Kč	
střešní okno 0,7x1	34 888,00 Kč	
okno 1x1,5	21 000,00 Kč	
balk. Dveře 1x2,25	4 013,00 Kč	
balk. Dveře 1,2x2,25	6 588,00 Kč	
vstupní dveře 1,1x2,1	12 756,00 Kč	

Zdroj: Vlastní tvorba

Pro variantu B jsou vícenáklady oproti variantě A 150 081,62 Kč. Významnými náklady jsou v tomto případě náklady na zateplené fasádní stěny, zateplení střešního pláště a pořizovací náklady na výplně otvorů.

6.1.2 Odlišné konstrukční prvky varianty C od varianty B

Tabulka 35: Odlišné konstrukční prvky varianty C

název prvku	cena celkem	vícenáklady celkem
180 mm minerální vlna	11 534,18 Kč	175 605,72 Kč
50 mm EPS 100Z	4 052,16 Kč	
střešní okno 0,7x1	58 639,00 Kč	
okno 1x1,5 Aluplast Ideal 4000	22 452,00 Kč	
balk. Dveře 1x2,25 Aluplast Ideal 4000	6 340,00 Kč	
balk. Dveře 1,2x2,25 Aluplast Ideal 4000	6 950,00 Kč	
vstupní dveře 1,1x2,1 Aluplast Ideal 4000	12 540,00 Kč	

Zdroj: Vlastní tvorba

Varianta C – objekt navržený na hodnoty požadované - se od předchozího objektu liší zejména menšími součiniteli prostupu tepla u výplní otvorů. Dále dochází k mírné změně v tloušťce minerální vlny v střešním plášti a tloušťce podlahového polystyrenu umístěného do podlahy.

Celkové vícenáklady oproti variantě A činí 175 605,72 Kč.

6.1.3 Odlišné konstrukční prvky varianty D od varianty C

Tabulka 36: Odlišné konstrukční prvky varianty D

název prvku	cena celkem	vícenáklady
140 mm fasádní polystyren	13 009,51 Kč	190 249,10 Kč
260 mm minerální vlna	23 068,37 Kč	
střešní okno 0,7x1	81 480,00 Kč	
okno 1x1,5 Aluplast EkoSun 3D dvojsklo	39 606,00 Kč	
balk. Dveře 1x2,25 Aluplast EkoSun 3D	7 539,00 Kč	
balk. Dveře 1,2x2,25 Aluplast EkoSun 3D	8 521,00 Kč	
vstupí dveře 1,1x2,1 Aluplast EkoSun 3D	13 953,00 Kč	

Zdroj: Vlastní tvorba

Varianta D – objekt navržený na hodnoty doporučené - se vyznačuje kvalitním zasklením s výplní obsahující inertní plyn argon. Dále byly použity silnější typy izolací jak ve svislých konstrukcích, tak i ve střešním plášti.

Celkové vícenáklady oproti variantě A činí 190 249,10 Kč.

6.1.4 Odlišné konstrukční prvky varianty E od varianty D

Tabulka 37: Odlišné konstrukční prvky varianty E

název prvku	cena celkem	vícenáklady celkem
20 mm fasádní polystyren	1 331,42 Kč	410 592,44 Kč
40 mm tep. izol. omítka	21 970,40 Kč	
160 mm minerální vlna	9 984,82 Kč	
200 mm nadkroevní izolace	133 331,72 Kč	
5 mm stěrkový tmel weber 700	1 964,98 Kč	
30mm EPS	2 083,97 Kč	
3mm stěrkový tměl weber 700	982,49 Kč	
střešní okno 0,7x1	105 035,00 Kč	
okno 1x1,5 EkoSun 3D trojsklo	43 986,00 Kč	
balk. Dveře 1x2,25 EkoSun 3D trojsklo	8 634,00 Kč	
balk. Dveře 1,2x2,25 EkoSun 3D trojsklo	9 836,00 Kč	
vstupní dveře 1,1x2,1 EkoSun 3D trojsklo	20 421,00 Kč	
VZT Atrea DUPLEX 180 EC4	34 948,91 Kč	

Zdroj: Vlastní tvorba

Varianta E – objekt navržený pro hodnoty pasivního domu - se vyznačuje navýšením nákladů zejména v oblasti střešního pláště, kde pro splnění doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla v intervalu 0,18 – 0,12 W/(m²K) pro pasivní domy bylo použito nadkroevní izolace. Dalšími významnými položkami jsou náklady na výplně otvorů, kde je použito izolačního trojskla. Protože je objekt navržen s nuceným větráním a rekuperací tepla, nechybí ve výčtu nákladů i instalovaná vzduchotechnická jednotka.

Celkové vícenáklady oproti variantě A činí 410 592,44 Kč.

6.2 Posouzení návratnosti za konstantní ceny elektrické energie

Tabulka 38: Náklady na zvolenou variantu se spotřebami el. energie – stálá cena

Typ stavby	Vícenáklady	Náklady na spotřebu el. energie/rok	Ostatní náklady / rok
Varianta A	0,0 Kč	179 855 Kč	600 Kč
Varianta B	150 081,6 Kč	80 486 Kč	600 Kč
Varianta C	175 605,7 Kč	41 677 Kč	600 Kč
Varianta D	190 249,1 Kč	34 291 Kč	600 Kč
Varianta E	410 592,4 Kč	23 654 Kč	1520 Kč

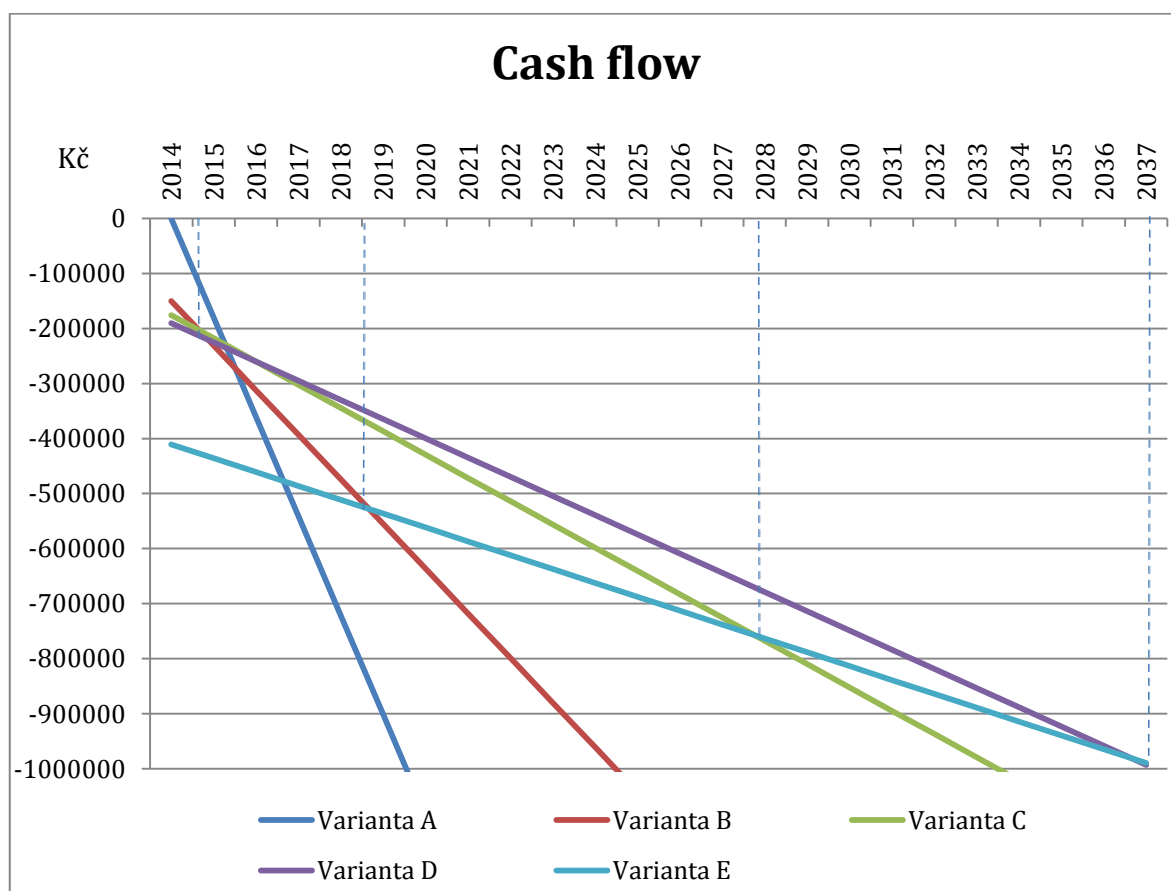
Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 39: CF tabulka za stálé ceny elektřiny [Kč]

ROK	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D	Varianta E
2014	0	-150 082	-175 606	-190 249	-410 592
2015	-179 855	-230 568	-217 283	-224 540	-434 246
2016	-359 710	-311 054	-258 960	-258 831	-457 900
2017	-539 565	-391 540	-300 637	-293 122	-481 554
2018	-719 420	-472 026	-342 314	-327 413	-505 208
2019	-899 275	-552 512	-383 991	-361 704	-528 862
2020	-1 079 130	-632 998	-425 668	-395 995	-552 516
2021		-713 484	-467 345	-430 286	-576 170
2022		-793 970	-509 022	-464 577	-599 824
2023		-874 456	-550 699	-498 868	-623 478
2024		-954 942	-592 376	-533 159	-647 132
2025		-1 035 428	-634 053	-567 450	-670 786
2026			-675 730	-601 741	-694 440
2027			-717 407	-636 032	-718 094
2028			-759 084	-670 323	-741 748
2029			-800 761	-704 614	-765 402
2030			-842 438	-738 905	-789 056
2031			-884 115	-773 196	-812 710
2032			-925 792	-807 487	-836 364
2033			-967 469	-841 778	-860 018
2034			-1 009 146	-876 069	-883 672
2035				-910 360	-907 326
2036				-944 651	-930 980
2037				-978 942	-954 634

Zdroj: Vlastní tvorba

Graf 33: CF graficky za stálé ceny elektřiny



Zdroj: Vlastní tvorba

6.3 Posouzení návratnosti při změnách cen el. energie za posledních 6 let

Tabulka 40: Náklady na zvolenou variantu s jednotlivými celkovými spotřebami el. energie s inflací a nárůstem elektřiny

Typ stavby	Vícenáklady	Náklady na spotřebu el. energie/rok	Ostatní náklady / rok	- míra inflace: 0,7% ²⁷ - procentní změna cen elektrické energie za posledních 6 let: 0,15%
Varianta A	0,0 Kč	179 855 Kč	600 Kč	
Varianta B	150 081,6 Kč	80 486 Kč	600 Kč	
Varianta C	175 605,7 Kč	41 677 Kč	600 Kč	
Varianta D	190 249,1 Kč	34 291 Kč	600 Kč	
Varianta E	410 592,4 Kč	23 654 Kč	1520 Kč	

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 41: CF tabulka s inflací a nárůstem elektřiny

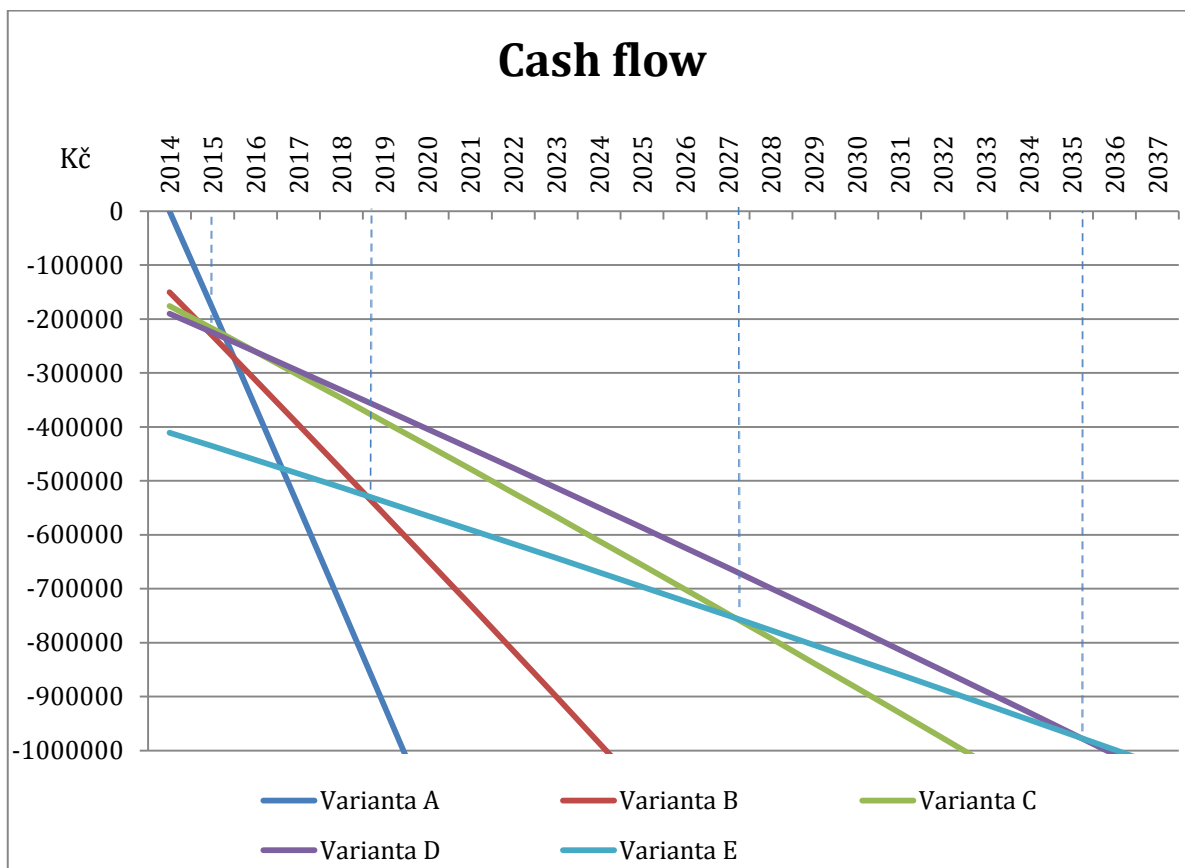
ROK	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D	Varianta E
2014	0	-150 082	-175 606	-190 249	-410 592
2015	-181 984	-231 852	-218 237	-225 432	-435 967
2016	-365 509	-314 312	-261 225	-260 908	-461 545
2017	-550 590	-397 468	-304 574	-296 681	-487 328
2018	-737 238	-481 325	-348 287	-332 753	-513 316
2019	-925 468	-565 891	-392 365	-369 126	-539 513
2020	-1 115 293	-651 170	-436 813	-405 803	-565 919
2021		-737 168	-481 634	-442 788	-592 537
2022		-823 893	-526 831	-480 081	-619 368
2023		-911 350	-572 407	-517 686	-646 414
2024		-999 545	-618 365	-555 606	-673 678
2025		-1 088 484	-664 709	-593 843	-701 160
2026			-711 441	-632 400	-728 862
2027			-758 566	-671 279	-756 788
2028			-806 086	-710 484	-784 937
2029			-854 005	-750 017	-813 314
2030			-902 326	-789 881	-841 918
2031			-951 053	-830 079	-870 753
2032			-1 000 189	-870 614	-899 819
2033			-1 049 737	-911 487	-929 120

²⁷ Zdroj: <http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/informace/cisc111014.docx>

ROK	Varianta A	Varianta B	Varianta C	Varianta D	Varianta E
2034			-1 099 702	-952 703	-958 657
2035				-994 265	-988 433
2036				-1 036 174	-1 018 448
2037				-1 078 435	-1 048 705

Zdroj: Vlastní tvorba

Tabulka 42: CF graficky s inflací a nárůstem elektřiny



Zdroj: Vlastní tvorba

7 Diskuze výsledků

Stávající stav objektu (varianta A) je naprosto nevyhovující stavba. I když objekt nevyžaduje žádné náklady na speciální konstrukce, které by zlepšily tepelně izolační vlastnosti obálky, náklady na její využívání jsou oproti ostatním variantám příliš vysoké.

Při navržení stálé ceny elektřiny na další roky dopředu vychází návratnost mezi stavbou navrženou dle projektové dokumentace (varianta B) a stavbou navrženou na hodnoty požadované (varianta C) přibližně 1 rok.

Pokud budeme porovnávat návratnost mezi stavbou dle projektové dokumentace (varianta B) a stavbou navrženou jako pasivní dům (varianta E) dojdeme k číslu přibližně 5 let. I když jsou náklady na pořízení lepších izolačních materiálů a dalších položek v porovnání těchto dvou typů staveb 150 082 Kč a 410 592 Kč, díky nízkým nákladům na využívání těchto staveb (80 486 Kč a 23 654 Kč/rok) dojde už od 5. roku k úspoře nákladů za energie.

Při rozhodování mezi variantou pasivního domu (varianta E) a variantou domu navrženého na hodnoty doporučené (varianta D) je návratnost přibližně 23 let.

Se zohledněním vývoje cen elektřiny za posledních 6 let zpět a inflace, vychází návratnost mezi stavbou navrženou dle projektové dokumentace (varianta B) a stavbou navrženou na hodnoty požadované (varianta C) přibližně stejně, jako tomu bylo v prvním případě, tedy cca 1 rok.

Pokud budeme porovnávat návratnost mezi stavbou dle projektové dokumentace (varianta B) a stavbou navrženou jako pasivní dům (varianta E) dojdeme k číslu přibližně 5 let. Díky malé míře inflace a uvažovanému, téměř nulovému, nárůstu ceny elektrické energie se návratnost neprojeví v krátkodobém časovém horizontu. Znatelný rozdíl můžeme vidět až při rozhodování mezi variantou pasivního domu (varianta E) a variantou domu navrženého na hodnoty doporučené (varianta D), kdy se nám návratnost zkrátí o 2 roky, tedy přibližně na 21 let.

Zobrazené dvě varianty návratností je nutné brát s určitou rezervou, protože nikdo nedokáže stanovit ceny za energie a ani velikost inflace na dobu například dvaceti let. Je ale evidentní, že doba návratnosti investice se bude snižovat, pokud výše inflace bude vyšší a ceny energií porostou. Totéž platí i v obráceném případě.

8 Závěr

Výše současných cen za energie nutí lidi přemýšlet a uvažovat nad tím, kde a jak nejvíce ušetřit. Tato snaha je vyjádřena pořizováním si budov, které jsou co nejvíce energeticky úsporné. U budov, které již stojí, se jejich majitelé snaží zateplovat obvodové a střešní konstrukce a zabraňovat tím tak nežádoucím tepelným ztrátám, které se projeví zejména na nákladech za vytápění.

V této diplomové práci bylo postupně popsáno, jak lze tepelné ztráty objektu ovlivnit. Byl představen rodinný dům, u něhož byla dále navržena různá skladba konstrukcí tak, aby stavba splňovala požadavky pro nízkoenergetické a pasivní stavby, a následně byla vypočítána jejich energetická náročnost.

Z výsledků je patrné, že větší úspory energie si žádají větší investice. Nejedná se však o obrovské vícenáklady v porovnání s obyčejným typem stavby. Díky úspoře energie u jednotlivých variant navržené konstrukce a vyšší nákladů na její pořízení lze snadno porovnat, která konstrukce je z hlediska životnosti stavby nejvýhodnější a která nám naopak přinese v počáteční fázi pouze nízké vstupní náklady, kdežto náklady na její provoz budou postupně rychle narůstat. Z energetického hlediska je při stavbě důležité vhodně zvolit stavební materiál, druh vytápění, případně typ využívaného média a v neposlední řadě i typ větrání, které také z dlouhodobého hlediska ovlivňuje náklady na energie.

Cílem této práce bylo odpovědět na 3 výzkumné otázky.

- 1) Jak vysoká je skutečná úspora energie navržené nízkoenergetické stavby oproti stávající stavbě?

Skutečná roční spotřeba energie pro stavbu ve stávajícím stavu je 368,608 GJ. U navržené varianty pro pasivní dům se velikost této energie sníží cca 12x, tedy na hodnotu 29,689 GJ (viz Tabulka 28 - Roční spotřeba energie celkem dle typu stavby).

- 2) Jaký je rozdíl v době návratnosti do investice pro variantu nízkoenergetického domu a pasivního domu?

Při dnešních pořizovacích cenách za konstrukční prvky vybraných variant staveb a zohlednění inflace a změny ceny elektrické energie se dostaneme na číslovku 21 let. Po 21 letech užívání pasivního domu se nám teoreticky začne tato investice vyplácet.

- 3) Vyplatí se z hlediska návratnosti snažit se docílit u stávajících staveb co nejnižších spotřeb za energie a přitom sledovat normy pro nízkoenergetické a pasivní stavby?

Požizování nízkoenergetických staveb bylo v minulosti dosti nákladnou investicí, ale díky pokroku, který zaznamenaly jednotlivé stavební materiály, díky konkurenci, která na trhu vzniká a jiným aspektům, se náklady na nízkoenergetické stavby neliší nikterak závratně. Výše investice je jednorázový náklad, díky kterému dojde k následné úspoře energií a následných nákladů na ně. Při rozhodování mezi nízkoenergetickou variantou a variantou navrženou na pasivní dům je 21 let. Vzhledem k tomu, že životní cyklus stavby je mnohem delší, vyplatí se přemýšlet a investovat do lepších materiálových a konstrukčních prvků stavby a tím i snižovat energetickou náročnost budov.

Celá diplomová práce byla zpracována tak, aby došlo k naplnění zadání této práce. V aplikační části došlo k zodpovězení výzkumných otázek, čímž byl cíl práce naplněn.

Seznam použitých zdrojů

Literatura

- 1) BROTÁNEK, A. Pasivní dům – zkušenosti z Rakouska a české začátky, 1. vyd. Brno: Veronica, 2008, ISBN 80-239-3048-6.
- 2) BROŽ, K., B. ŠOUREK. Alternativní zdroj energie. 1. vyd. Praha: ČVUT, 2003. ISBN 80-01-02802-X.
- 3) MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU, Pasivní domy 2013. 1. vyd. Brno: Centrum pasivního domu, 2013. ISBN 978-80-904739-3-5.
- 4) SRDEČNÝ, K. a kol. Porovnání kvality realizovaných pasivních domů v ČR z environmentálních hledisek. 1. vyd. Praha: EkoWatt, 2011. ISBN 978-80-87333-08-2
- 5) ŠUBRT, R. Tepelné izolace v otázkách a odpovědích. 1. vyd. Praha: BEN, 2005. 144 s. ISBN 80-7300-159-4.
- 6) HUDEC, M. Pasivní rodinný dům: proč a jak stavět. 1. vyd. Praha: Grada, 2008. 108 s. ISBN 978-80-247-2555-0.

Zákony, vyhlášky, nařízení vlády a jiné

- 7) ČESKÁ REPUBLIKA. Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., o stanovení emisních limit a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, ve znění pozdějších změn a doplňků.
- 8) ČESKÁ REPUBLIKA. Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov, ve znění pozdějších změn a doplňků.
- 9) ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších změn a doplňků.
- 10) ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon 318 / 2012 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších změn a doplňků.
- 11) ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 318 / 2012 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších změn a doplňků.
- 12) ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov, 2012.
- 13) EVROPSKÁ UNIE. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES., o podpoře elektřiny vyrobené z obnovitelných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektřinou, ve znění pozdějších změn a doplňků.

Internetové zdroje

- 14) ABLAK, Heat Mirror, Ablak [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.ablak.cz/izolacni-skla/>.
- 15) ARCHIWEB. Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty. Archiweb [online]. 2014, [cit. 2014-11-08]. Dostupný z: <http://www.archiweb.cz/salon.php?type=10&action=show&id=1204>.
- 16) CENTRUM PASIVNÍHO DOMU. Co je pasivní dům. CPD [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2?chapterId=1634>.
- 17) Česká fotovoltaická asociace. Mapa slunečního svitu pro ČR. ČFA [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://www.cefas.cz/cape-dotazy/>.

- 18) ČESKÁ PELETA. Vývoj cen paliv z biomasy pro domácnosti. Tzbinfo [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://oze.tzb-info.cz/peletky/9653-drevene-pelety-vyvoj-cen-a-novinky-na-trhu>.
- 19) DOMY DOMI, Tepelné mosty a tepelné vazby v pasivních a nízkoenergetických domech. DD [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: www.domydomi.cz/detail/tepelne-mosty-nizkoenergeticke-domy.
- 20) EKOWATT. Kogenerační jednotka. Ekowatt [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://www.ekowatt.cz/uspory/kogenerace.shtml>.
- 21) ENERGOSTAT. Obnovitelné zdroje. Energostat [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://energostat.cz/obnovitelne-zdroje.html>.
- 22) HRDLIČKA, F. Specifika větrné energetiky. EXPO DATA [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.casopisstavbnictvi.cz/clanek.php?detail=185>.
- 23) Levné garnýže. Žaluzie plissé. Levné garnýže [online]. 2014, [cit. 2014-11-08]. Dostupný z: <http://www.garnyze-levne.cz/plisse-zaluzie/>.
- 24) MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Potenciál obnovitelných zdrojů energie. MŽP [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: http://www.mzp.cz/cz/potencial_oze.
- 25) MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. Potenciál obnovitelných zdrojů energie. MŽP [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: http://www.mzp.cz/cz/potencial_oze.
- 26) NAZELENO. Měrná potřeba tepla na vytápění. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/merna-potreba-tepla-na-vytapeni.dic>.
- 27) NAZELENO. Měrná potřeba tepla na vytápění. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/merna-potreba-tepla-na-vytapeni.dic>.
- 28) NAZELENO. Tepelná čerpadla. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z <http://www.nazeleno.cz/energie/tepelna-cerpadla/tepelna-cerpadla-idealni-reseni-pro-rodinny-dum.aspx>.
- 29) NAZELENO. Tepelné izolace. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://www.nazeleno.cz/stavba/izolace-2/tepelne-izolace-polystyren-mineralni-vata-a-dalsi.aspx>.
- 30) NAZELENO. Větrání a rekuperace. Nazeleno [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: http://www.nazeleno.cz/stavba/okna-a-dvere/chap_271/vetrani-rekuperace-a-dalsi-moznosti-stavime-energeticky-usporny-dum-4-dil.aspx.
- 31) Obchodní centrum Praha, Technologie montované dřevostavby RD, OC Praha [online]. 2014, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.nova101.cz/technologie>.
- 32) PASSNET. Graph Passive House trends in the 10 PASS-NET countries. Pass-net [online]. 2014, [cit. 2014-11-6]. Dostupný z: <http://www.pass-net.net/situation/index.htm>.
- 33) RUBIN, A., O. RUBINOVÁ. Vnitřní prostředí budov. Tzbinfo [online]. 2014, [cit. 2014-11-11]. Dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/2650-vnitri-prostredi-budov-a-tepelna-pohoda-cloveka>.
- 34) ŠUBRT, R. Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích. Tzbinfo [online]. 2012, [cit. 2014-11-12]. Dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/2526-tepelne-mosty-ve-stavebnich-konstrukcich>.

- 35) TOP-INFO. Součinitel prostupu tepla. Tzbinfo [online]. 2014, [cit. 2014-11-05]. Dostupný z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/soucinitel-prostupu-tepla>.
- 36) TOP-INFO. Přehled cen elektrické energie. Tzbinfo [online]. 2014, [cit. 2014-11-20]. Dostupný z: <http://www.tzb-info.cz/prehled-cen-elektricke-energie>.

Seznam obrázků

Obrázek 1: Trend ve stavění pasivních domů.....	7
Obrázek 3: Vliv tvaru objektu při stejné velikosti objemu	11
Obrázek 2: Plissé žaluzie	11
Obrázek 4: Příklad osazení okna do tepelné izolace.....	14
Obrázek 5: Příklad skladby LOP	15
Obrázek 6: Průběh teplot uvnitř obvodové konstrukce se správnou tloušťkou izolantu.....	15
Obrázek 7: Průběh teplot uvnitř obvodové konstrukce bez přidaného zateplení	15
Obrázek 8: Izolační sklo Heat Mirror.....	16
Obrázek 9: Schéma větrání s rekuperací tepla	20
Obrázek 10: Kogenerační jednotka.....	23
Obrázek 11: Sluneční mapa ČR.....	24
Obrázek 12: Větrná mapa ČR.....	24
Obrázek 13: RD situace.....	31
Obrázek 14: 1. NP.....	32
Obrázek 15: 2. NP.....	32

Seznam grafů

Graf 1: Výroba elektřiny v ČR z obnovitelných zdrojů.....	27
Graf 2: Vývoj cen elektrické energie v ČR	28
Graf 3: Vývoj cen paliv: palivové dřevo, dřevěné brikety, pelety.....	29
Graf 4: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – původní stav.....	36
Graf 5: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – původní stav	37
Graf 6: Roční bilance energie dodaná budově [%] - původní stav	38
Graf 7: Potřeba tepla na vytápění - původní stav.....	38
Graf 8: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – přidání TI a výměna oken.....	40
Graf 9: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – přidání TI a výměna oken	41
Graf 10: Roční bilance energie dodaná budově [%] -přidání TI a výměna oken.....	42
Graf 11: Potřeba tepla na vytápění - přidání TI a výměna oken.....	42
Graf 12: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – hodnoty požadované	44
Graf 13: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – hodnoty požadované	45
Graf 14: Roční bilance energie dodaná budově [%] - hodnoty požadované	46

Graf 15: Potřeba tepla na vytápění - hodnoty požadované.....	46
Graf 16: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – hodnoty doporučené.....	48
Graf 17: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – hodnoty doporučené.....	49
Graf 18: Roční bilance energie dodaná budově [%] - hodnoty doporučené.....	50
Graf 19: Potřeba tepla na vytápění - hodnoty doporučené.....	50
Graf 20: Měrné tepelné ztráty budovy [W/K] – hodnoty pasivního domu.....	52
Graf 21: Měrné tepelné ztráty budovy [%] – hodnoty pasivního domu.....	53
Graf 22: Roční bilance energie dodaná budově [%] - hodnoty pasivního domu.....	54
Graf 23: Potřeba tepla na vytápění - hodnoty pasivního domu.....	54
Graf 24: Měrné tepelné ztráty dle typu stavby [W/K].....	57
Graf 25: Potřeba tepla na vytápění po měsících dle typu stavby [GJ].....	58
Graf 26: Roční spotřeba energie na vytápění dle typu stavby.....	59
Graf 27: Roční spotřeba energie dle typu stavby.....	59
Graf 28: Celkové náklady na energie za rok - stávající stav.....	60
Graf 29: Celkové náklady na energie za rok - výměna oken a TI.....	61
Graf 30: Celkové náklady na energie za rok - hodnoty požadované.....	62
Graf 31: Celkové náklady na energie za rok – hodnoty doporučené.....	63
Graf 32: Celkové náklady na energie za rok - pasivní dům.....	64
Graf 33: CF graficky za stálé ceny elektřiny.....	69

Seznam tabulek

Tabulka 1: Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy.....	4
Tabulka 2: Základní vlastnosti pasivní budovy.....	5
Tabulka 3: Základní požadavky na energeticky nulové budovy.....	7
Tabulka 4: Stavby podle energetické náročnosti.....	8
Tabulka 5: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18°C až 22°C včetně.....	12
Tabulka 6: Přehled izolačních materiálů.....	18
Tabulka 7: Výroba elektřiny v ČR celkem [GWh].....	26
Tabulka 8: Vývoj cen elektřiny, E.ON - Tarif D 25d, jistič 3 x 25A.....	27
Tabulka 9: Vývoj cen elektřiny, E.ON - Tarif D 26d, jistič 3 x 25A.....	28
Tabulka 10: Vývoj cen paliv: palivové dřevo, dřevěné brikety, pelety.....	29

Tabulka 11: Tabulka místností 1.NP.....	33
Tabulka 12: Tabulka místností 2. NP.....	33
Tabulka 13: Tabulka výplně otvorů.....	34
Tabulka 14: Tabulka fasády.....	34
Tabulka 15: Měrné tepelné ztráty budovy – původní stav.....	36
Tabulka 16: Roční spotřeba energie - původní stav.....	37
Tabulka 17: Měrné tepelné ztráty budovy – přidání TI a výměna oken.....	40
Tabulka 18: Roční spotřeba energie - přidání TI a výměna oken.....	41
Tabulka 19: Měrné tepelné ztráty budovy – hodnoty požadované.....	44
Tabulka 20: Roční spotřeba energie - hodnoty požadované.....	45
Tabulka 21: Měrné tepelné ztráty budovy – hodnoty doporučené.....	48
Tabulka 22: Roční spotřeba energie - hodnoty doporučené.....	49
Tabulka 23: Měrné tepelné ztráty budovy – hodnoty pasivního domu.....	52
Tabulka 24: Roční spotřeba energie - hodnoty pasivního domu.....	53
Tabulka 25: Měrné tepelné ztráty dle typu stavby [W/K].....	56
Tabulka 26: Potřeba tepla na vytápění po měsících dle typu stavby [GJ].....	57
Tabulka 27: Roční spotřeba energie na vytápění dle typu stavby.....	58
Tabulka 28: Roční spotřeba energie celkem dle typu stavby.....	59
Tabulka 29: Celkové náklady na energie za rok - stávající stav.....	60
Tabulka 30: Celkové náklady na energie za rok - výměna TI a oken.....	61
Tabulka 31: Celkové náklady na energie za rok - hodnoty požadované.....	62
Tabulka 32: Celkové náklady na energie za rok – hodnoty doporučené.....	63
Tabulka 33: Celkové náklady na energie za rok - pasivní dům.....	64
Tabulka 34: Odlišné konstrukční prvky varianty B.....	65
Tabulka 35: Odlišné konstrukční prvky varianty C.....	66
Tabulka 36: Odlišné konstrukční prvky varianty D.....	66
Tabulka 37: Odlišné konstrukční prvky varianty E.....	67
Tabulka 38: Náklady na zvolenou variantu se spotřebami el. energie – stálá cena.....	68
Tabulka 39: CF tabulka za stálé ceny elektřiny [Kč].....	68
Tabulka 40: Náklady na zvolenou variantu s jednotlivými celkovými spotřebami el. energie s inflací a nárůstem elektřiny.....	70
Tabulka 41: CF tabulka s inflací a nárůstem elektřiny.....	70
Tabulka 42: CF graficky s inflací a nárůstem elektřiny.....	71

Seznam příloh

Příloha 1: ENERGIE 2010 - výpočet původního stavu RD.....	82
Příloha 2: ENERGIE 2010 - výpočet přidání TI a výměna oken.....	87
Příloha 3: ENERGIE 2010 - výpočet dle požadované hodnoty pro ND.....	92
Příloha 4: ENERGIE 2010 - výpočet dle doporučené hodnoty pro ND	97
Příloha 5: ENERGIE 2010 - výpočet dle hodnot pro pasivní domy	102

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Název úlohy: **RD původní stav**

Zpracovatel: Schusser

Zakázka: DP

Datum: 24.10.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
Typ výpočtu potřeby energie: podle TNI 730329 (měsíční)

Okrajové podmínky výpočtu:

období	Název dnů	Počet exteriéru	Teplota Sever	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m ²]			
				Jih	Východ	Západ	Horizont
1. měsíc	31	-2,8 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	-1,2 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	2,5 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	7,2 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	12,2 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	15,5 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	17,0 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	16,3 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	12,6 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	7,6 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	2,5 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-1,2 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m ²]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-2,8 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	-1,2 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	2,5 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	7,2 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	12,2 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	15,5 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	17,0 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	16,3 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	12,6 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	7,6 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	2,5 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-1,2 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: RD
 Geometrie (objem/podlah.pl.): 367,0 m³ / 99,4 m²
 Účinná vnitřní tepelná kapacita: 165,0 kJ/(K.m²)
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazena: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano
 Průměrné vnitřní zisky: 310 W

..... odvozeny pro · počet osob: 3 a počet bytů: 1

Teplo na přípravu TV: 5940,0 MJ/rok
 Celk. pomocná energie: 2880,0 MJ/rok
 Celk. elektřina na osvětlení: 8640,0 MJ/rok
 Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ne
 Účinnost sdílení/distribuce: 98,0 % / 98,0 %
 Název zdroje tepla: kotel na dřevo (podíl 100,0 %)
 Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
 Účinnost výroby/regulace: 50,0 % / 95,0 %

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla: kotel na tuhá paliva (podíl 100,0 %)
 Typ zdroje přípravy TV: obecný zdroj tepla (např. kotel)
 Účinnost zdroje přípravy TV: 70,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 293,6 m³
 Podíl vzduchu z objemu zóny: 80,0 %
 Typ větrání zóny: přirozené nebo nucené
 Objem.tok přiváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Objem.tok odváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Násobnost výměny při dP=50Pa: 11,0 1/h
 Souč.větrné expozice e: 0,01
 Souč.větrné expozice f: 20,0
 Podíl času s nuceným větráním: 0,0 %

Měrný tepelný tok větráním Hv: 28,831 W/K

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

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	U,N [W/m ² K]
stěna JZ	21,89	0,711	1,00	0,380
stěna SZ	24,25	0,711	1,00	0,380
stěna S	42,75	0,711	1,00	0,380
stěna JV	8,9	0,711	1,00	0,380
střecha JZ	35,0	2,817	1,00	0,240
Střecha S	24,4	2,817	1,00	0,240
Střecha	20,3	2,817	1,00	0,240
okno 1	1,5	2,500	1,00	1,700
okno 2	3,0	2,500	1,00	1,700
okno 3	1,5	2,500	1,00	1,700
okno 4	0,4	2,500	1,00	1,700
okno 5	4,35	2,500	1,00	1,700
balk. dveře	2,25	2,500	1,00	1,700
balk. dveře 2	2,7	2,500	1,00	1,700
vstupní dveře	2,31	2,500	1,00	1,700
střeš. okno 1	2,8	1,500	1,00	1,700
střeš. okno 2	2,1	1,500	1,00	1,700

Vliv tepelných vazeb bude ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
 Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,40 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 346,419 W/K

Ustálený měrný tok zeminou zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce: podlaha A
 Tepelná vodivost zeminy: 2,0 W/mK
 Plocha podlahy: 20,3 m²
 Exponovaný obvod podlahy: 21,9 m
 Typ podlahové konstrukce: nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
 Tloušťka suterénní stěny: 0,6 m
 Tepelný odpor podlahy nad suterénem: 0,187 m²K/W
 Tepelný odpor podlahy suterénu: 0,086 m²K/W
 Tepelný odpor suterénních stěn: 0,508 m²K/W

Hloubka podlahy suterénu pod terénem:	0,15 m
Výška horní hrany podlahy nad terénem:	2,2 m
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:	0,3 1/h
Objem vzduchu v suterénu:	45,0 m ³
Plocha vytápěné části suterénu:	0,0 m ²
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	1,368 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	27,767 W/K

2. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce:	podlaha B	
Tepelná vodivost zeminy:	2,0 W/mK	
Plocha podlahy:	33,3 m ²	
Exponovaný obvod podlahy:	31,1 m	
Lin. činitel v napojení stěny:	0,0 W/mK	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:		nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
Tloušťka suterénní stěny:	0,6 m	
Tepelný odpor podlahy nad suterénem:	0,347 m ² K/W	
Tepelný odpor podlahy suterénu:	0,086 m ² K/W	
Tepelný odpor suterénních stěn:	0,508 m ² K/W	
Hloubka podlahy suterénu pod terénem:	0,15 m	
Výška horní hrany podlahy nad terénem:	2,2 m	
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:	0,3 1/h	
Objem vzduchu v suterénu:	45,0 m ³	
Plocha vytápěné části suterénu:	0,0 m ²	
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	1,085 W/m ² K	
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	36,14 W/K	
<u>Ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>	<u>63,907 W/K</u>	

Solární zisky průsvitnými konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
okno 1	1,5	0,85	0,7	1,0	1,0	JZ
okno 2	3,0	0,85	0,7	1,0	1,0	Sever
okno 3	1,5	0,85	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 4	0,4	0,85	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 5	4,35	0,85	0,7	1,0	1,0	Sever
balk. dveře	2,25	0,85	0,7	1,0	1,0	SZ
balk. dveře 2	2,7	0,85	0,7	1,0	1,0	JZ
vstupní dveře	2,31	0,85	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 1	2,8	0,85	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 2	2,1	0,85	0,7	1,0	1,0	Sever

Celkový solární zisk okny Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	1013,2	1312,2	2079,1	2518,5	3199,1	3110,8
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	3197,2	2991,1	2300,8	1784,0	826,3	548,2

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	RD
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:	28,831 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd:	448,019 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	63,907 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu:	---
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:	540,756 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	30,416	0,830	1,013	1,844	0,988	100,0	28,594
2	24,856	0,750	1,312	2,062	0,981	100,0	22,832
3	23,174	0,830	2,079	2,909	0,966	100,0	20,364
4	15,418	0,804	2,518	3,322	0,927	100,0	12,338
5	7,821	0,830	3,199	4,029	0,789	100,0	4,640
6	4,205	0,804	3,111	3,914	0,631	100,0	1,734
7	2,607	0,830	3,197	4,028	0,475	64,6	0,694
8	1,738	0,830	2,991	3,821	0,371	19,7	0,319
9	8,690	0,804	2,301	3,104	0,861	100,0	6,017
10	15,353	0,830	1,784	2,614	0,947	100,0	12,876
11	22,426	0,804	0,826	1,630	0,985	100,0	20,822
12	29,691	0,830	0,548	1,379	0,992	100,0	28,324

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: 159,554 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	62,680	---	---	0,707	0,720	0,240	64,347
2	50,050	---	---	0,707	0,720	0,240	51,717
3	44,640	---	---	0,707	0,720	0,240	46,308
4	27,046	---	---	0,707	0,720	0,240	28,713
5	10,172	---	---	0,707	0,720	0,240	11,839
6	3,801	---	---	0,707	0,720	0,240	5,468
7	1,521	---	---	0,707	0,720	0,240	3,188
8	0,700	---	---	0,707	0,720	0,240	2,367
9	13,189	---	---	0,707	0,720	0,240	14,856
10	28,226	---	---	0,707	0,720	0,240	29,893
11	45,642	---	---	0,707	0,720	0,240	47,310
12	62,088	---	---	0,707	0,720	0,240	63,755

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie. Všechny hodnoty zohledňují vlivy účinností technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 369,760 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,69 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	540,756	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	28,831	5,3 %
	Měrný tok zeminou Hg:	63,907	11,8 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	101,600	18,8 %
	Měrný tok plošnými kcemí Hd,c:	346,419	64,1 %

rozložení měrných toků po konstrukcích:

Obvodová stěna:	69,529	12,9 %
Střecha:	224,515	41,5 %
Podlaha:	63,907	11,8 %
Otvorová výplň:	52,375	9,7 %
Zbylé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	540,756 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	1,47 W/m ² K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	108,3 kWh/m ³ ,a

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

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	511,9 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	254,0 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,42 W/m ² K

Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle TNI 730329 a 30:	2,01 W/m²K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle ČSN 730540:	2,02 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	159,554 GJ	44,321 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	120,8 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	446 kWh/(m².a)	

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	62,680	---	---	0,707	0,720	0,240	64,347
2	50,050	---	---	0,707	0,720	0,240	51,717
3	44,640	---	---	0,707	0,720	0,240	46,308
4	27,046	---	---	0,707	0,720	0,240	28,713
5	10,172	---	---	0,707	0,720	0,240	11,839
6	3,801	---	---	0,707	0,720	0,240	5,468
7	1,521	---	---	0,707	0,720	0,240	3,188
8	0,700	---	---	0,707	0,720	0,240	2,367
9	13,189	---	---	0,707	0,720	0,240	14,856
10	28,226	---	---	0,707	0,720	0,240	29,893
11	45,642	---	---	0,707	0,720	0,240	47,310
12	62,088	---	---	0,707	0,720	0,240	63,755

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	349,754 GJ	97,154 MWh	977 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	1,152 GJ	0,320 MWh	3 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	350,906 GJ	97,474 MWh	981 kWh/m²
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	---	---	---
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	---	---	---
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	8,486 GJ	2,357 MWh	24 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	0,576 GJ	0,160 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	9,062 GJ	2,517 MWh	25 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektrina z FV článků za rok Q,PV,el:	---	---	---
Elektrina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	---	---	---

Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP: 368,608 GJ 102,391 MWh 1030 kWh/m²

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	102711 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m ²
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	279,9 kWh/(m ³ .a)

Měrná spotřeba energie budovy EP,A: 1030 kWh/(m².a)

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

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Energie 2010

Název úlohy: **RD přidání TI dle PD a výměna oken**

Zpracovatel: Schusser

Zakázka: DP

Datum: 24.10.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
Typ výpočtu potřeby energie: podle TNI 730329 (měsíční)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
1. měsíc	31	-2,8 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	-1,2 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	2,5 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	7,2 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	12,2 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	15,5 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	17,0 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	16,3 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	12,6 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	7,6 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	2,5 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-1,2 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-2,8 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	-1,2 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	2,5 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	7,2 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	12,2 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	15,5 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	17,0 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	16,3 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	12,6 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	7,6 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	2,5 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-1,2 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: RD
 Geometrie (objem/podlah.pl.): 367,0 m3 / 99,4 m2
 Účinná vnitřní tepelná kapacita: 165,0 kJ/(K.m2)
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazena: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano

Průměrné vnitřní zisky: 310 W
 odvozeny pro · počet osob: 3 a počet bytů: 1

Teplo na přípravu TV: 5940,0 MJ/rok
 Celk. pomocná energie: 2880,0 MJ/rok
 Celk. elektřina na osvětlení: 8640,0 MJ/rok
 Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ne
 Účinnost sdílení/distribuce: 98,0 % / 98,0 %
 Název zdroje tepla: kotel na dřevo (podíl 100,0 %)
 Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
 Účinnost výroby/regulace: 84,0 % / 95,0 %

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla: kotel na tuhá paliva (podíl 100,0 %)
 Typ zdroje přípravy TV: obecný zdroj tepla (např. kotel)
 Účinnost zdroje přípravy TV: 84,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 293,6 m³
 Podíl vzduchu z objemu zóny: 80,0 %
 Typ větrání zóny: přirozené nebo nucené
 Objem.tok přiváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Objem.tok odváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Násobnost výměny při dP=50Pa: 8,0 1/h
 Souč.větrné expozice e: 0,01
 Souč.větrné expozice f: 20,0
 Účinnost zpětného získávání tepla: 0,0 %
 Podíl času s nuceným větráním: 0,0 %

Měrný tepelný tok větráním Hv: 28,831 W/K

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

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	U,N [W/m ² K]
stěna JZ	21,89	0,406	1,00	0,300
stěna SZ	24,25	0,406	1,00	0,300
stěna S	42,75	0,406	1,00	0,300
stěna JV	8,9	0,406	1,00	0,300
střecha JZ	35,0	0,297	1,00	0,240
Střecha S	24,4	0,297	1,00	0,240
Střecha	20,3	0,297	1,00	0,240
Jednoduché okno s dvojsklem 3	1,5	1,600	1,00	1,700
okno 2	3,0	1,600	1,00	1,700
okno 3	1,5	1,600	1,00	1,700
okno 4	0,4	1,600	1,00	1,700
okno 5	4,35	1,600	1,00	1,700
balk. dveře	2,25	1,600	1,00	1,700
balk. dveře 2	2,7	1,760	1,00	1,700
vstupní dveře	2,31	1,600	1,00	1,700
střeš. okno 1	2,8	1,500	1,00	1,700
střeš. okno 2	2,1	1,500	1,00	1,700

Vliv tepelných vazeb bude ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
 Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,10 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 99,972 W/K

Ustálený měrný tok zemínou zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zemínou

Název konstrukce: podlaha
 Tepelná vodivost zeminy: 2,0 W/mK
 Plocha podlahy: 53,6 m²
 Exponovaný obvod podlahy: 21,9 m
 Lin. činitel v napojení stěny: 0,0 W/mK
 Součinitel vlivu spodní vody Gw: 1,0

Typ podlahové konstrukce:	nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
Tloušťka suterénní stěny:	0,6 m
Tepelný odpor podlahy nad suterénem:	2,368 m ² K/W
Tepelný odpor podlahy suterénu:	0,0 m ² K/W
Tepelný odpor suterénních stěn:	0,508 m ² K/W
Hloubka podlahy suterénu pod terénem:	0,15 m
Výška horní hrany podlahy nad terénem:	2,2 m
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:	0,3 1/h
Objem vzduchu v suterénu:	45,0 m ³
Plocha vytápěné části suterénu:	0,0 m ²
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,315 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	16,887 W/K
<u>Ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>	<u>16,887 W/K</u>

Solární zisky průsvitnými konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
Jednoduché okno s dvojsklem 3	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
okno 2	3,0	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
okno 3	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 4	0,4	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 5	4,35	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
balk. dveře	2,25	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
balk. dveře 2	2,7	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
vstupní dveře	2,31	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 1	2,8	0,86	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 2	2,1	0,85	0,7	1,0	1,0	Sever

Celkový solární zisk okny Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	936,9	1211,2	1917,0	2320,2	2942,8	2859,6
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2940,4	2754,2	2122,0	1647,5	763,0	505,7

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	RD
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:	28,831 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd:	125,372 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	16,887 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu:	---
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:	171,089 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	10,448	0,830	0,937	1,767	0,994	100,0	8,691
2	8,775	0,750	1,211	1,961	0,988	100,0	6,837
3	8,019	0,830	1,917	2,747	0,966	100,0	5,366
4	5,676	0,804	2,320	3,124	0,904	100,0	2,852
5	3,574	0,830	2,943	3,773	0,715	89,1	0,877
6	1,996	0,804	2,860	3,663	0,545	0,0	---
7	1,375	0,830	2,940	3,771	0,365	0,0	---
8	1,696	0,830	2,754	3,584	0,473	0,0	---
9	3,282	0,804	2,122	2,926	0,776	88,3	1,012
10	5,682	0,830	1,647	2,478	0,941	100,0	3,350
11	7,761	0,804	0,763	1,567	0,991	100,0	6,209

12 9,715 0,830 0,506 1,336 0,996 100,0 8,383

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: 43,578 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	19,052	---	---	0,589	0,720	0,240	20,601
2	14,988	---	---	0,589	0,720	0,240	16,537
3	11,763	---	---	0,589	0,720	0,240	13,312
4	6,251	---	---	0,589	0,720	0,240	7,800
5	1,922	---	---	0,589	0,720	0,240	3,471
6	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
7	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
8	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
9	2,218	---	---	0,589	0,720	0,240	3,768
10	7,344	---	---	0,589	0,720	0,240	8,894
11	13,610	---	---	0,589	0,720	0,240	15,160
12	18,377	---	---	0,589	0,720	0,240	19,926

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 114,118 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,69 m2/m3

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	171,089	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	28,831	16,9 %
	Měrný tok zeminou Hg:	16,887	9,9 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	25,400	14,8 %
	Měrný tok plošnými kcemí Hd,c:	99,972	58,4 %

rozložení měrných toků po konstrukcích:

Obvodová stěna:	39,703	23,2 %
Střecha:	23,671	13,8 %
Podlaha:	16,887	9,9 %
Otvorová výplň:	36,598	21,4 %
Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc: 171,089 W/K
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 367,0 m3
 Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994): 0,47 W/m3K
 Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997): 34,3 kWh/m3,a

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

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht: 142,3 W/K
 Plocha obalových konstrukcí budovy: 254,0 m2

Limit odvozený z U,req dílčích konstrukcí... Uem,lim: 0,51 W/m2K

Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U,em dle TNI 730329 a 30: 0,55 W/m2K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U,em dle ČSN 730540: 0,56 W/m2K

Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U,em dle TNI 730329 a 30:

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy: 43,578 GJ 12,105 MWh

Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 367,0 m³
 Celková podlahová plocha budovy: 99,4 m²
 Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m³): 33,0 kWh/(m³.a)
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 122 kWh/(m².a)

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	19,052	---	---	0,589	0,720	0,240	20,601
2	14,988	---	---	0,589	0,720	0,240	16,537
3	11,763	---	---	0,589	0,720	0,240	13,312
4	6,251	---	---	0,589	0,720	0,240	7,800
5	1,922	---	---	0,589	0,720	0,240	3,471
6	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
7	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
8	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
9	2,218	---	---	0,589	0,720	0,240	3,768
10	7,344	---	---	0,589	0,720	0,240	8,894
11	13,610	---	---	0,589	0,720	0,240	15,160
12	18,377	---	---	0,589	0,720	0,240	19,926

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	95,526 GJ	26,535 MWh	267 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	1,152 GJ	0,320 MWh	3 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	96,678 GJ	26,855 MWh	270 kWh/m²
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	---	---	---
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	---	---	---
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	7,071 GJ	1,964 MWh	20 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	0,576 GJ	0,160 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	7,647 GJ	2,124 MWh	21 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektrina z FV článků za rok Q,PV,el:	---	---	---
Elektrina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	---	---	---
<u>Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:</u>	112,965 GJ	31,379 MWh	315 kWh/m²

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie: 31699 kWh
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 367,0 m³
 Celková podlahová plocha budovy: 99,4 m²
 Měrná spotřeba dodané energie EP,V: 86,4 kWh/(m³.a)
Měrná spotřeba energie budovy EP,A: 318,9 kWh/(m².a)

STOP, Energie 2010

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Název úlohy: **Požadované ND**

Zpracovatel: Schusser

Zakázka: DP

Datum: 24.10.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
Typ výpočtu potřeby energie: podle TNI 730329 (měsíční)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
1. měsíc	31	-2,8 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	-1,2 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	2,5 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	7,2 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	12,2 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	15,5 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	17,0 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	16,3 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	12,6 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	7,6 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	2,5 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-1,2 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-2,8 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	-1,2 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	2,5 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	7,2 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	12,2 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	15,5 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	17,0 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	16,3 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	12,6 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	7,6 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	2,5 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-1,2 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: RD
 Geometrie (objem/podlah.pl.): 367,0 m3 / 99,4 m2
 Účinná vnitřní tepelná kapacita: 165,0 kJ/(K.m2)
 Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
 Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne
 Regulace otopné soustavy: ano

Průměrné vnitřní zisky: 310 W
..... odvozeny pro · počet osob: 3 a počet bytů: 1

Teplo na přípravu TV: 5940,0 MJ/rok
Celk. pomocná energie: 2880,0 MJ/rok
Celk. elektřina na osvětlení: 8640,0 MJ/rok
Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ne
Účinnost sdílení/distribuce: 98,0 % / 98,0 %
Název zdroje tepla: kotel na dřevo (podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby/regulace: 84,0 % / 97,0 %

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla: kotel na tuhá paliva (podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV: obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV: 84,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 293,6 m³
Podíl vzduchu z objemu zóny: 80,0 %
Typ větrání zóny: nucené (mechanický větrací systém)
Objem.tok přiváděného vzduchu: 52,5 m³/h
Objem.tok odváděného vzduchu: 52,5 m³/h
Násobnost výměny při dP=50Pa: 5,0 1/h
Souč.větrné expozice e: 0,01
Souč.větrné expozice f: 20,0
Účinnost zpětného získávání tepla: 0,0 %
Podíl času s nuceným větráním: 100,0 %

Měrný tepelný tok větráním Hv: 22,841 W/K

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

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	U,N [W/m ² K]
stěna JZ	21,89	0,290	1,00	0,000
stěna SZ	24,25	0,290	1,00	0,300
stěna S	42,75	0,290	1,00	0,300
stěna JV	8,9	0,290	1,00	0,300
střecha JZ	35,0	0,210	1,00	0,240
Střecha S	24,4	0,210	1,00	0,240
Střecha	20,3	0,210	1,00	0,240
okno 1	1,5	1,500	1,00	1,500
okno 2	3,0	1,500	1,00	1,500
okno 3	1,5	1,500	1,00	1,500
okno 4	0,4	1,500	1,00	1,500
okno 5	4,35	1,500	1,00	1,500
balk. dveře	2,25	1,500	1,00	1,500
balk. dveře 2	2,7	1,500	1,00	1,500
vstupní dveře	2,31	1,700	1,00	1,700
střeš. okno 1	2,8	1,400	1,00	1,400
střeš. okno 2	2,1	1,400	1,00	1,400

Vliv tepelných vazeb bude ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 79,433 W/K

Ustálený měrný tok zeminou zóny č. 1 :

Název konstrukce: podlaha
Tepelná vodivost zeminy: 2,0 W/mK

1. konstrukce ve styku se zeminou

Plocha podlahy:	53,6 m ²	
Exponovaný obvod podlahy:	21,9 m	
Lin. činitel v napojení stěny:	0,0 W/mK	
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:		nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
Tloušťka suterénní stěny:	0,6 m	
Tepelný odpor podlahy nad suterénem:	1,84 m ² K/W	
Tepelný odpor podlahy suterénu:	0,49 m ² K/W	
Tepelný odpor suterénních stěn:	0,87 m ² K/W	
Hloubka podlahy suterénu pod terénem:	0,15 m	
Výška horní hrany podlahy nad terénem:	2,2 m	
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:	0,3 1/h	
Objem vzduchu v suterénu:	45,0 m ³	
Plocha vytápěné části suterénu:	0,0 m ²	
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,351 W/m ² K	
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	18,795 W/K	
<u>Ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>	<u>18,795 W/K</u>	

Solární zisky průsvitnými konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
okno 1	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
okno 2	3,0	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
okno 3	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 4	0,4	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 5	4,35	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
balk. dveře	2,25	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
balk. dveře 2	2,7	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
vstupní dveře	2,31	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 1	2,8	0,86	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 2	2,1	0,85	0,7	1,0	1,0	Sever

Celkový solární zisk okny Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	936,9	1211,2	1917,0	2320,2	2942,8	2859,6
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2940,4	2754,2	2122,0	1647,5	763,0	505,7

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	RD
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:	22,841 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd:	92,133 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	18,795 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu:	---
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:	133,770 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	8,169	0,830	0,937	1,767	0,995	100,0	6,411
2	6,861	0,750	1,211	1,961	0,988	100,0	4,923
3	6,270	0,830	1,917	2,747	0,961	100,0	3,630

4	4,438	0,804	2,320	3,124	0,879	100,0	1,692
5	2,795	0,830	2,943	3,773	0,641	43,1	0,376
6	1,560	0,804	2,860	3,663	0,426	0,0	---
7	1,075	0,830	2,940	3,771	0,285	0,0	---
8	1,326	0,830	2,754	3,584	0,370	0,0	---
9	2,566	0,804	2,122	2,926	0,713	60,6	0,479
10	4,443	0,830	1,647	2,478	0,929	100,0	2,142
11	6,068	0,804	0,763	1,567	0,991	100,0	4,515
12	7,596	0,830	0,506	1,336	0,997	100,0	6,263

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: 30,431 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	8,193	---	---	0,589	0,720	0,240	9,742
2	6,291	---	---	0,589	0,720	0,240	7,840
3	4,638	---	---	0,589	0,720	0,240	6,188
4	2,162	---	---	0,589	0,720	0,240	3,712
5	0,480	---	---	0,589	0,720	0,240	2,030
6	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
7	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
8	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
9	0,612	---	---	0,589	0,720	0,240	2,161
10	2,737	---	---	0,589	0,720	0,240	4,286
11	5,770	---	---	0,589	0,720	0,240	7,319
12	8,004	---	---	0,589	0,720	0,240	9,553

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 57,479 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,69 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	133,770	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	22,841	17,1 %
	Měrný tok zeminou Hg:	18,795	14,1 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	12,700	9,5 %
	Měrný tok plošnými kcmi Hd,c:	79,433	59,4 %

rozložení měrných toků po konstrukcích:

Obvodová stěna:	28,359	21,2 %
Střecha:	16,737	12,5 %
Podlaha:	18,795	14,1 %
Otvorová výplň:	34,337	25,7 %
Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	133,770 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,36 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	26,8 kWh/m ³ ,a

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

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	110,9 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	254,0 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,46 W/m ² K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em}: 0,44 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	30,431 GJ	8,453 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	23,0 kWh/(m ³ .a)	
<u>Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:</u>	85 kWh/(m².a)	

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	8,193	---	---	0,589	0,720	0,240	9,742
2	6,291	---	---	0,589	0,720	0,240	7,840
3	4,638	---	---	0,589	0,720	0,240	6,188
4	2,162	---	---	0,589	0,720	0,240	3,712
5	0,480	---	---	0,589	0,720	0,240	2,030
6	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
7	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
8	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
9	0,612	---	---	0,589	0,720	0,240	2,161
10	2,737	---	---	0,589	0,720	0,240	4,286
11	5,770	---	---	0,589	0,720	0,240	7,319
12	8,004	---	---	0,589	0,720	0,240	9,553

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	38,888 GJ	10,802 MWh	109 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	1,152 GJ	0,320 MWh	3 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	40,040 GJ	11,122 MWh	112 kWh/m²
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	---	---	---
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	---	---	---
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	7,071 GJ	1,964 MWh	20 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	0,576 GJ	0,160 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	7,647 GJ	2,124 MWh	21 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektrina z FV článků za rok Q,PV,el:	---	---	---
Elektrina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	---	---	---

Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP: 56,327 GJ 15,646 MWh 158 kWh/m²

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	15966 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m ²
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	43,5 kWh/(m ³ .a)
<u>Měrná spotřeba energie budovy EP,A:</u>	160,6 kWh/(m².a)

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Název úlohy: **Doporučené ND**
Zpracovatel: Schusser
Zakázka: DP
Datum: 24.10.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
Typ výpočtu potřeby energie: podle TNI 730329 (měsíční)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
1. měsíc	31	-2,8 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	-1,2 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	2,5 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	7,2 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	12,2 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	15,5 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	17,0 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	16,3 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	12,6 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	7,6 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	2,5 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-1,2 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-2,8 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	-1,2 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	2,5 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	7,2 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	12,2 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	15,5 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	17,0 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	16,3 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	12,6 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	7,6 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	2,5 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-1,2 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: RD
Geometrie (objem/podlah.pl.): 367,0 m3 / 99,4 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita: 165,0 kJ/(K.m2)
Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazena: ano / ne
Regulace otopné soustavy: ano
Průměrné vnitřní zisky: 310 W

..... odvozeny pro · počet osob: 3 a počet bytů: 1

Teplo na přípravu TV: 5940,0 MJ/rok
 Celk. pomocná energie: 2880,0 MJ/rok
 Celk. elektřina na osvětlení: 8640,0 MJ/rok
 Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ne
 Účinnost sdílení/distribuce: 98,0 % / 98,0 %
 Název zdroje tepla: kotel na dřevo (podíl 100,0 %)
 Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
 Účinnost výroby/regulace: 84,0 % / 97,0 %

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla: kotel na tuhá paliva (podíl 100,0 %)
 Typ zdroje přípravy TV: obecný zdroj tepla (např. kotel)
 Účinnost zdroje přípravy TV: 84,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 293,6 m³
 Podíl vzduchu z objemu zóny: 80,0 %
 Typ větrání zóny: nucené (mechanický větrací systém)
 Objem.tok přiváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Objem.tok odváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Násobnost výměny při dP=50Pa: 5,0 1/h
 Souč.větrné expozice e: 0,01
 Souč.větrné expozice f: 20,0
 Účinnost zpětného získávání tepla: 0,0 %
 Podíl času s nuceným větráním: 100,0 %

Měrný tepelný tok větráním Hv: 22,841 W/K

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

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	U,N [W/m ² K]
stěna JZ	21,89	0,220	1,00	0,250
stěna SZ	24,25	0,220	1,00	0,250
stěna S	42,75	0,220	1,00	0,250
stěna JV	8,9	0,220	1,00	0,250
střecha JZ	35,0	0,150	1,00	0,160
Střecha S	24,4	0,150	1,00	0,160
Střecha	20,3	0,150	1,00	0,160
okno 1	1,5	1,200	1,00	1,200
okno 2	3,0	1,200	1,00	1,200
okno 3	1,5	1,200	1,00	1,200
okno 4	0,4	1,200	1,00	1,200
okno 5	4,35	1,200	1,00	1,200
balk. dveře	2,25	1,200	1,00	1,200
balk. dveře 2	2,7	1,200	1,00	1,200
vstupní dveře	2,31	1,200	1,00	1,200
střeš. okno 1	2,8	1,100	1,00	1,100
střeš. okno 2	2,1	1,100	1,00	1,100

Vliv tepelných vazeb bude ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
 Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 60,471 W/K

Ustálený měrný tok zeminou zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zeminou

Název konstrukce: podlaha
 Tepelná vodivost zeminy: 2,0 W/mK
 Plocha podlahy: 53,6 m²
 Exponovaný obvod podlahy: 21,9 m
 Lin. činitel v napojení stěny: 0,0 W/mK

Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0	
Typ podlahové konstrukce:		nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
Tloušťka suterénní stěny:		0,6 m
Tepelný odpor podlahy nad suterénem:		3,09 m ² K/W
Tepelný odpor podlahy suterénu:		0,65 m ² K/W
Tepelný odpor suterénních stěn:		0,87 m ² K/W
Hloubka podlahy suterénu pod terénem:		0,15 m
Výška horní hrany podlahy nad terénem:		2,2 m
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:		0,3 1/h
Objem vzduchu v suterénu:		45,0 m ³
Plocha vytápěné části suterénu:		0,0 m ²
Souč.prostupu mezi interiérem a exteriérem U:		0,243 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:		13,013 W/K
<u>Ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>		<u>13,013 W/K</u>

Solární zisky průsvitnými konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
okno 1	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
okno 2	3,0	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
okno 3	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 4	0,4	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 5	4,35	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
balk. dveře	2,25	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
balk. dveře 2	2,7	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
vstupní dveře	2,31	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 1	2,8	0,86	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 2	2,1	0,85	0,7	1,0	1,0	Sever

Celkový solární zisk okny Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	936,9	1211,2	1917,0	2320,2	2942,8	2859,6
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2940,4	2754,2	2122,0	1647,5	763,0	505,7

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	RD
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:	22,841 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd:	73,171 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	13,013 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu:	---
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:	109,025 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	6,658	0,830	0,937	1,767	0,995	100,0	4,899
2	5,592	0,750	1,211	1,961	0,988	100,0	3,655
3	5,110	0,830	1,917	2,747	0,953	100,0	2,491
4	3,617	0,804	2,320	3,124	0,845	100,0	0,978
5	2,278	0,830	2,943	3,773	0,565	0,5	0,147
6	1,272	0,804	2,860	3,663	0,347	0,0	---
7	0,876	0,830	2,940	3,771	0,232	0,0	---
8	1,080	0,830	2,754	3,584	0,301	0,0	---

9	2,091	0,804	2,122	2,926	0,643	31,1	0,209
10	3,621	0,830	1,647	2,478	0,910	100,0	1,365
11	4,945	0,804	0,763	1,567	0,991	100,0	3,393
12	6,191	0,830	0,506	1,336	0,998	100,0	4,858

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: 21,995 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	6,261	---	---	0,589	0,720	0,240	7,810
2	4,670	---	---	0,589	0,720	0,240	6,220
3	3,183	---	---	0,589	0,720	0,240	4,732
4	1,250	---	---	0,589	0,720	0,240	2,800
5	0,187	---	---	0,589	0,720	0,240	1,737
6	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
7	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
8	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
9	0,267	---	---	0,589	0,720	0,240	1,817
10	1,745	---	---	0,589	0,720	0,240	3,294
11	4,336	---	---	0,589	0,720	0,240	5,885
12	6,208	---	---	0,589	0,720	0,240	7,757

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 46,699 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,69 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	109,025	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	22,841	21,0 %
	Měrný tok zeminou Hg:	13,013	11,9 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	12,700	11,6 %
	Měrný tok plošnými kcemí Hd,c:	60,471	55,5 %
<i>rozložení měrných toků po konstrukcích:</i>			
	Obvodová stěna:	21,514	19,7 %
	Střecha:	11,955	11,0 %
	Podlaha:	13,013	11,9 %
	Otvorová výplň:	27,002	24,8 %
	Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	109,025 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,30 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	21,8 kWh/m ³ ,a

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

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	86,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	254,0 m ²
Limit odvozený z U,req dílčích konstrukcí... Uem,lim:	0,38 W/m ² K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em: 0,34 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	21,995 GJ	6,110 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	16,6 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	61 kWh/(m².a)	

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	6,261	---	---	0,589	0,720	0,240	7,810
2	4,670	---	---	0,589	0,720	0,240	6,220
3	3,183	---	---	0,589	0,720	0,240	4,732
4	1,250	---	---	0,589	0,720	0,240	2,800
5	0,187	---	---	0,589	0,720	0,240	1,737
6	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
7	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
8	---	---	---	0,589	0,720	0,240	1,549
9	0,267	---	---	0,589	0,720	0,240	1,817
10	1,745	---	---	0,589	0,720	0,240	3,294
11	4,336	---	---	0,589	0,720	0,240	5,885
12	6,208	---	---	0,589	0,720	0,240	7,757

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	28,107 GJ	7,808 MWh	79 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	1,152 GJ	0,320 MWh	3 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	29,259 GJ	8,128 MWh	82 kWh/m²
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	---	---	---
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	---	---	---
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	7,071 GJ	1,964 MWh	20 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	0,576 GJ	0,160 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	7,647 GJ	2,124 MWh	21 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektrina z FV článků za rok Q,PV,el:	---	---	---
Elektrina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	---	---	---
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	45,547 GJ	12,652 MWh	128 kWh/m²

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	12972 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m ²
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	35,3 kWh/(m ³ .a)
Měrná spotřeba energie budovy EP,A:	130,5 kWh/(m².a)

STOP, Energie 2010

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Název úlohy: **PAS**
Zpracovatel: Schusser
Zakázka: DP
Datum: 24.10.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Počet zón v objektu: 1
Typ výpočtu potřeby energie: podle TNI 730329 (měsíční)

Okrajové podmínky výpočtu:

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]				
			Sever	Jih	Východ	Západ	Horizont
1. měsíc	31	-2,8 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	-1,2 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	2,5 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	7,2 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	12,2 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	15,5 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	17,0 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	16,3 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	12,6 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	7,6 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	2,5 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-1,2 C	21,6	104,4	39,6	43,2	61,2

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-2,8 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	-1,2 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	2,5 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	7,2 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	12,2 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	15,5 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	17,0 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	16,3 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	12,6 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	7,6 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	2,5 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-1,2 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: RD
Geometrie (objem/podlah.pl.): 367,0 m3 / 99,4 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita: 165,0 kJ/(K.m2)
Vnitřní teplota (zima/léto): 20,0 C / 20,0 C
Zóna je vytápěna/chlazená: ano / ne

Regulace otopné soustavy: ano
 Průměrné vnitřní zisky: 310 W
 odvozeny pro · počet osob: 3 a počet bytů: 1
 Teplo na přípravu TV: 5940,0 MJ/rok
 Celk. pomocná energie: 2880,0 MJ/rok
 Celk. elektřina na osvětlení: 8640,0 MJ/rok
 Zpětně získané teplo mimo VZT: 0,0 MJ/rok

Zdroje tepla na vytápění v zóně

Vytápění je zajištěno VZT: ano (z 100,0 %)
 Přiváděný vzduch: 40,0 C (recirkulace: 0,0 %)
 Účinnost sdílení/distrib. VZT: 98,0 % / 100,0 %
 Účinnost sdílení/distribuce: 98,0 % / 98,0 %
 Název zdroje tepla: vzt (podíl 100,0 %)
 Typ zdroje tepla: obecný zdroj tepla (např. kotel)
 Účinnost výroby/regulace: 84,0 % / 97,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně: 293,6 m³
 Podíl vzduchu z objemu zóny: 80,0 %
 Typ větrání zóny: nucené (mechanický větrací systém)
 Objem.tok přiváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Objem.tok odváděného vzduchu: 52,5 m³/h
 Násobnost výměny při dP=50Pa: 0,6 1/h
 Souč.větrné expozice e: 0,01
 Souč.větrné expozice f: 20,0
 Účinnost zpětného získávání tepla: 85,0 %
 Podíl času s nuceným větráním: 100,0 %
Měrný tepelný tok větráním Hv: 3,276 W/K

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

Název konstrukce	Plocha [m ²]	U [W/m ² K]	b [-]	U,N [W/m ² K]
stěna JZ	21,89	0,150	1,00	0,180
stěna SZ	24,25	0,150	1,00	0,180
stěna S	42,75	0,150	1,00	0,180
stěna JV	8,9	0,150	1,00	0,180
střecha JZ	35,0	0,120	1,00	0,150
Střecha S	24,4	0,120	1,00	0,150
Střecha	20,3	0,120	1,00	0,150
okno 1	1,5	0,700	1,00	0,800
okno 2	3,0	0,700	1,00	0,800
okno 3	1,5	0,700	1,00	0,800
okno 4	0,4	0,700	1,00	0,800
okno 5	4,35	0,700	1,00	0,800
balk. dveře	2,25	0,700	1,00	0,800
balk. dveře 2	2,7	0,700	1,00	0,800
vstupní dveře	2,31	0,900	1,00	0,900
střeš. okno 1	2,8	0,900	1,00	0,900
střeš. okno 2	2,1	0,900	1,00	0,900

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

Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,05 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 41,711 W/K

Ustálený měrný tok zemínou zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zemínou

Název konstrukce: podlaha
 Tepelná vodivost zeminy: 2,0 W/mK
 Plocha podlahy: 53,6 m²

Exponovaný obvod podlahy:	21,9 m
Lin. činitel v napojení stěny:	0,0 W/mK
Součinitel vlivu spodní vody Gw:	1,0
Typ podlahové konstrukce:	nevytápěný nebo částečně vytápěný suterén
Tloušťka suterénní stěny:	0,6 m
Tepelný odpor podlahy nad suterénem:	4,18 m ² K/W
Tepelný odpor podlahy suterénu:	1,14 m ² K/W
Tepelný odpor suterénních stěn:	0,96 m ² K/W
Hloubka podlahy suterénu pod terénem:	0,15 m
Výška horní hrany podlahy nad terénem:	2,2 m
Násobnost výměny vzduchu v suterénu:	0,3 1/h
Objem vzduchu v suterénu:	45,0 m ³
Plocha vytápěné části suterénu:	0,0 m ²
Souč. prostupu mezi interiérem a exteriérem U:	0,189 W/m ² K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	10,126 W/K
<u>Ustálený měrný tok zeminou Hg:</u>	<u>10,126 W/K</u>

Solární zisky průsvitnými konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
okno 1	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
okno 2	3,0	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
okno 3	1,5	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 4	0,4	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
okno 5	4,35	0,76	0,7	1,0	1,0	Sever
balk. dveře	2,25	0,76	0,7	1,0	1,0	SZ
balk. dveře 2	2,7	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
vstupní dveře	2,31	0,76	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 1	2,8	0,86	0,7	1,0	1,0	JZ
střeš. okno 2	2,1	0,85	0,7	1,0	1,0	Sever

Celkový solární zisk okny Qs (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	936,9	1211,2	1917,0	2320,2	2942,8	2859,6
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2940,4	2754,2	2122,0	1647,5	763,0	505,7

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	RD
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:	3,276 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd:	54,412 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg:	10,126 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory Hu:	---
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:	67,814 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	4,141	0,830	0,937	1,767	0,995	100,0	2,384
2	3,478	0,750	1,211	1,961	0,981	100,0	1,555
3	3,179	0,830	1,917	2,747	0,900	100,0	0,706
4	2,250	0,804	2,320	3,124	0,682	10,7	0,118
5	1,417	0,830	2,943	3,773	0,375	0,0	---
6	0,791	0,804	2,860	3,663	0,216	0,0	---

7	0,545	0,830	2,940	3,771	0,145	0,0	---
8	0,672	0,830	2,754	3,584	0,187	0,0	---
9	1,301	0,804	2,122	2,926	0,445	0,0	---
10	2,252	0,830	1,647	2,478	0,803	57,2	0,264
11	3,076	0,804	0,763	1,567	0,988	100,0	1,529
12	3,851	0,830	0,506	1,336	0,998	100,0	2,517

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: 9,072 GJ

Energie dodaná do zóny po měsících:

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	3,295	---	---	0,495	0,720	0,240	4,750
2	2,088	---	---	0,495	0,720	0,240	3,543
3	0,884	---	---	0,495	0,720	0,240	2,339
4	0,148	---	---	0,495	0,720	0,240	1,603
5	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
6	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
7	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
8	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
9	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
10	0,330	---	---	0,495	0,720	0,240	1,785
11	2,017	---	---	0,495	0,720	0,240	3,472
12	3,467	---	---	0,495	0,720	0,240	4,922

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 29,689 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,69 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	67,814	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	3,276	4,8 %
	Měrný tok zeminou Hg:	10,126	14,9 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	12,700	18,7 %
	Měrný tok plošnými kcemí Hd,c:	41,711	61,5 %

rozložení měrných toků po konstrukcích:

Obvodová stěna:	14,669	21,6 %
Střecha:	9,564	14,1 %
Podlaha:	10,126	14,9 %
Otvorová výplň:	17,479	25,8 %
Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
Měrný tok speciálními konstrukcemi dH:	---	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami Hc:	67,814 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,18 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997):	13,6 kWh/m ³ ,a

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

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	64,5 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	254,0 m ²
Limit odvozený z U,req dílčích konstrukcí... Uem,lim:	0,31 W/m ² K

Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U,em:

0,25 W/m2K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	9,072 GJ	2,520 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m3	
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m2	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m3):	6,9 kWh/(m3.a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	25 kWh/(m2.a)	

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q,f,H[GJ]	Q,f,C[GJ]	Q,f,RH[GJ]	Q,f,W[GJ]	Q,f,L[GJ]	Q,f,A[GJ]	Q,fuel[GJ]
1	3,295	---	---	0,495	0,720	0,240	4,750
2	2,088	---	---	0,495	0,720	0,240	3,543
3	0,884	---	---	0,495	0,720	0,240	2,339
4	0,148	---	---	0,495	0,720	0,240	1,603
5	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
6	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
7	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
8	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
9	---	---	---	0,495	0,720	0,240	1,455
10	0,330	---	---	0,495	0,720	0,240	1,785
11	2,017	---	---	0,495	0,720	0,240	3,472
12	3,467	---	---	0,495	0,720	0,240	4,922

Vysvětlivky: Q,f,H je spotřeba energie na vytápění, Q,f,C je spotřeba energie na chlazení, Q,f,RH je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q,f,W je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q,f,L je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q,f,A je spotřeba pomocné energie (čerpadla, ventilátory atd.) a Q,fuel je celková dodaná energie.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q,fuel,H:	12,229 GJ	3,397 MWh	34 kWh/m2
Spotřeba pom. energie na vytápění Q,aux,H:	1,152 GJ	0,320 MWh	3 kWh/m2
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	13,381 GJ	3,717 MWh	37 kWh/m2
Spotřeba energie na chlazení za rok Q,fuel,C:	---	---	---
Spotřeba pom. energie na chlazení Q,aux,C:	---	---	---
Energetická náročnost chlazení za rok EP,C:	---	---	---
Spotřeba energie na úpravu vlhkosti Q,fuel,RH:	---	---	---
Spotřeba energie na ventilátory Q,aux,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	3 kWh/m2
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	3 kWh/m2
Spotřeba energie na přípravu TV Q,fuel,W:	5,940 GJ	1,650 MWh	17 kWh/m2
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q,aux,W:	0,576 GJ	0,160 MWh	2 kWh/m2
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	6,516 GJ	1,810 MWh	18 kWh/m2
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q,fuel,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m2
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	8,640 GJ	2,400 MWh	24 kWh/m2
Energie ze solárních kolektorů za rok Q,SC,e:	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(již zahrnuto ve výchozí potřebě tepla na vytápění a přípravu teplé vody - zde uvedeno jen informativně)			
Elektrina z FV článků za rok Q,PV,el:	---	---	---
Elektrina z kogenerace za rok Q,CHP,el:	---	---	---
Celková produkce energie za rok Q,e:	---	---	---
Celková roční dodaná energie Q,fuel=EP:	29,689 GJ	8,247 MWh	83 kWh/m2

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	8247 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	367,0 m3
Celková podlahová plocha budovy:	99,4 m2
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	22,5 kWh/(m3.a)
Měrná spotřeba energie budovy EP,A:	83,0 kWh/(m2.a)

STOP, Energie 2010