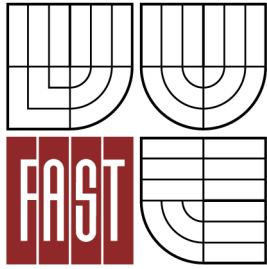




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV STAVEBNÍ EKONOMIKY A ŘÍZENÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STRUCTURAL ECONOMICS AND MANAGEMENT

EKONOMICKÁ VÝHODNOST NÍZKOENERGETICKÝCH A PASIVNÍCH DOMŮ

ECONOMIC PROFITABILITY OF LOW-ENERGETIC AND PASSIVE
HOUSES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Jan Vopelka

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. Gabriela Kocourková

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3607R038 Management stavebnictví
Pracoviště Ústav stavební ekonomiky a řízení

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Jan Vopelka

Název Ekonomická výhodnost nízkoenergetických a pasivních domů

Vedoucí bakalářské práce Ing. Gabriela Kocourková

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2012

Datum odevzdání bakalářské práce 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

.....
doc. Ing. Jana Korytářová, Ph.D.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Pasivní domy 2012, Sborník z konference Pasivní domy 2012. Centrum pasivních domů, Brno 2012, ISBN 978-80-904739-2-8

Korytářová, J.: Ekonomika investic, opora VUT FAST, Brno 2005

Tichá, A., Tichý, J., Vysloužil, R.: Rozpočtování a kalkulace ve výstavbě, Akademické nakladatelství Cerm, Brno 2008, ISBN 978-80-7204-587-7

Marková, L.: Ceny ve stavebnictví, studijní opora VUT FAST Brno 2006
informace o materiálech

ČSN 730540-2/2002 - Energetický štítek budov

Zásady pro vypracování

Cílem práce je charakterizovat specifika pasivních a nízkoenergetických domů a posoudit zda, úspory energií při provozování takového domu pokryjí zvýšené náklady spojené s výstavbou.

1. Charakteristika pasivních a nízkoenergetických domů
2. Výhody a nevýhody pasivních a nízkoenergetický domů
3. Náklady na jejich výstavbu
4. Porovnání tepelných úspor při užívání stavby
5. Analýza efektivity investic

Požadovaným výstupem je analýza a posouzení veškerých nákladů na výstavbu a provoz pasivních domů.

Předepsané přílohy

.....
Ing. Gabriela Kocourková
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou nízkoenergetických a pasivních domů. Popisuje zásady a požadavky potřebné k jejich výstavbě. Zabývá se výhodami domů s nízkou potřebou tepla na vytápění. Na základě výpočtů byla stanovena doba návratnosti investice v referenčním objektu.

Klíčová slova

Pasivní domy, nízkoenergetické domy, nízká potřeba tepla, doba návratnosti, úspora energie, náklady na vytápění.

Abstract

This thesis deals with the issue of low-energy and passive houses. It describes the principals and requirements for their construction. It deals with the advantages of houses with low heating demand. The payback period of reference object was set from the calculations

Keywords

Passive houses, low energy houses, low heat consumption, payback period, energy saving heating costs.

Bibliografická citace VŠKP

VOPELKA, Jan. *Ekonomická výhodnost nízkoenergetických a pasivních domů*. Brno, 2013. 43 s., 19 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav stavební ekonomiky a řízení. Vedoucí práce Ing. Gabriela Kocourková.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.5.2013

.....
podpis autora
Jan Vopelka

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní inženýrce Gabriele Kocourkové za rady, materiály, připomínky, cenné informace a vedení této bakalářské práce. Dále také panu inženýru Martinu Novákovi za jeho náměty, připomínky a pomoc při práci na praktické části bakalářské práce.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	TEORETICKÁ ČÁST	12
2.1	Historie nízkoenergetických a pasivních domů	12
2.2	Rozvoj výstavby nízkoenergetických staveb	14
2.2.1	Situace v Evropě	14
2.3	Situace v České republice	14
2.4	Výhledy do budoucnosti	14
2.5	Nízkoenergetické a pasivní domy	15
2.5.1	Typy staveb dle úspory energie.....	15
2.6	Pasivní domy	15
2.6.1	Charakteristika pasivních domů.....	16
2.7	Nízkoenergetické domy	19
2.7.1	Charakteristika nízkoenergetický domů.....	20
2.7.2	Zásady výstavby.....	20
2.8	Výhody, nevýhody pasivních a nízkoenergetických domů:	21
2.8.1	Výhody:.....	21
2.8.2	Náklady na vytápění.....	21
2.8.3	Pohoda vnitřního prostředí.....	21
2.8.4	Využití tepelných zisků.....	21
2.8.5	Čerstvý vzduch.....	22
2.8.6	Vzduchotěsnost a bezhlučnost	22
2.8.7	Nezávislost na dodávce energie	22
2.8.8	Návratnost investice	22
2.8.9	Šetrné k životnímu prostředí	23
2.9	Nevýhody	23
2.9.1	Vyšší pořizovací náklady	23
2.9.2	Nižší tvarová variabilita	23
2.10	Mýty o nízkoenergetických budovách	23
2.10.1	Nemožnost otevírání oken.....	23
2.10.2	Výpadek proudu	24
2.10.3	Nové technologie a materiály.....	24

2.10.4	Technicky nemožné	24
2.10.5	Omezují architekturu.....	24
2.10.6	Vysoká cena	25
3	ZHODNOCENÍ INVESTICE VÝSTAVBY PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ	26
3.1	Úvod.....	26
3.1.1	Referenční objekt	26
3.1.2	Tepelně technické požadavky budovy:	28
3.1.3	Energetické hodnocení budovy	29
3.2	Modelová varianta pro nízkoenergetický dům.....	29
3.3	Modelová varianta pro standardní dům	30
3.4	Náklady na pořízení a provoz stavby	31
3.4.1	Požizovací náklady	31
3.4.2	Provozní náklady stavby	31
3.5	Energetická návratnost	32
3.5.1	Prostá návratnost investice	32
3.5.2	Diskontovaná doba návratnosti	33
3.5.3	Diskontovaná doba návratnosti při financování pomocí úvěru.....	34
4	ZÁVĚR	36
5	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39
6	SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ	41
7	SEZNAM ZKRATEK.....	42
8	SEZNAM PŘÍLOH.....	43

1 ÚVOD

„Úspora energie“ sousloví, se kterým se setkáváme velice často. Není divu, vždyť toto téma se postupem času stává jedním z důležitých faktů nynější společnosti. Značný každoroční úbytek neobnovitelných zdrojů vede ke zdražování energií a i přesto její spotřeba rok co rok roste. Vzhledem k této situaci může nastat zvrát, kdy poptávka po energiích značně přeroste její nabídku.

Je načase přestat plýtvat přírodními zdroji a začít využívat energii efektivně. Substituovat neobnovitelné zdroje obnovitelnými, rozšířit výstavbu objektů s minimálními tepelnými požadavky a také se zaměřit na životní prostředí. Česká republika je na spotřebu energie daleko náročnější, než je průměr EU. Stále je dost závislá na fosilních zdrojích. To znamená, že jsme daleko zranitelnější, co se týče cenových šoků či náhlých výpadků energie. Ať už způsobených politickými nebo přírodními okolnostmi.

Obnovitelné zdroje energie v 21. století jsou cestou k udržitelnější budoucnosti. Cílem EU je využívat 20 % podílu energie z obnovitelných zdrojů a 10 % podílu energie z obnovitelných zdrojů v dopravě. Dále také vytvořit rámec, který zahrnuje povinné cíle, které by měly podnikatelskému prostředí poskytnout dlouhodobou stabilitu, kterou potřebujeme k udržitelnému investování do odvětví obnovitelné energie, jež umožní snížit závislost na dovážených fosilních palivech a více využívat nových technologií pro výrobu energie. [1]

Samotná výstavba pasivních a nízkoenergetických domů nemůže zachránit životní prostředí. Je zřejmé, že jde o nezanedbatelný a významný prostředek rozumnějšího zacházení s přírodními zdroji, který nemá prakticky žádné negativní důsledky. Naopak minimální potřebou tepla na vytápění šetří nejen peníze uživatelů, ale i neobnovitelné přírodní zdroje, kterých je rok od roku méně. Hlavní kroky na této cestě jsme již urazily a další důležité etapy nás teprve čekají. Záleží pouze na nás, jak rychle zhodnotíme nabyté zkušenosti ohledně výstavby domů s minimální spotřebou tepla. Je mnoho možností, jak dále rozvíjet tuto činnost a to od využívání osvědčených postupů a komponentů ve větším rozsahu a dále hledání nových řešení až ke konkrétnímu využití všech poznatků při energetické obnově budov. Abychom dosáhli požadovaného cíle, je nutné správně argumentovat o těchto tématech ve společnosti. Právě společnost je

hlavním hybným prvkem pro budování pasivních a nízkoenergetických staveb. Bez zájmu investorů bychom jenom těžko mohli uskutečnit většinu projektu. Je dobře, že zájem lidí o výstavbu domů s malou potřebou energie roste. Do jisté míry za to však mohou stavebně - energetické předpisy. [2]

Náplní mé bakalářské práce bylo podat základní informace o nízkoenergetických a pasivních domech a popsat jejich výhody a nevýhody. Hlavním cílem bylo zpracování posudku, kterým chci prokázat výhodnost investování do pasivních a nízkoenergetických domů.

Pro dosažení stanovených cílů bylo třeba vybrat referenční objekt, který bude vyhotoven ve třech stavebních variantách. Jednotlivé varianty budou namodelovány tak, aby odpovídaly pasivnímu, nízkoenergetickému a standardnímu domu. Pro další kroky je nutné stanovit pořizovací náklady domů a určit měrnou potřebu tepla na vytápění pro každé řešení. Díky těmto krokům můžeme zjistit úspory nízkoenergetického a pasivního domu oproti standardnímu.

Po zjištění všech potřebných informací budeme moci určit prostou návratnost, diskontovanou dobu návratnosti a diskontovanou dobu návratnosti při financování úvěrem, což jsou rozhodující údaje pro dosažení cílů bakalářské práce.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Historie nízkoenergetických a pasivních domů

Prvním pasivním domem v Evropě byla stavba v dánské Kodani, postavená podle projektu architekta Vagna Korsgaardena v roce 1976. Byla realizována hned radikálně jako „nulový dům“ s nulovou potřebou tepla na vytápění. Stavba prvního pasivního domu v Německu mohla být v roce 1990 realizována díky podpoře hesenského ministerstva hospodářství. Tento první pasivní řadový dům se čtyřmi byty v Darmstadt-Kranichsteinu byl navržen architekty Bottem, Ridderem a Westemeyerem a obydlen v roce 1991. Odborníci se zde ještě neodvážili vynechat klasický otopný systém. Tento a následné projekty nicméně prokázaly, že potřebné teplo lze dodávat pouze pomocí teplovzdušného vytápění. Přestože byly veškeré potřebné prvky a technologie vyvíjeny nově a nebyly prověřeny praxí, je tento dům neustále obýván bez potřeby rekonstrukce nebo zásadních oprav a průměrná spotřeba tepla na vytápění se za celých patnáct let pohybuje kolem 10 kWh/(m².a).

Větší rozmach zaznamenaly pasivní domy od roku 1997. V tomto roce navrhl a postavil architekt Folkmar Rasch sídliště dvaceti dvou řadových pasivních domů spolu s dvaceti čtyřmi nízkoenergetickými domy ve Wiesbadenu. O rok později byla dokončena druhá lokalita s pěti pasivními domy v Lindlaru u Kolína. Architekt Manfred Brausem zde postavil první samostatně stojící rodinné pasivní domy.

Dalším zlomem byl evropský projekt CEPHEUS (Cost Efficient Passive Houses as European Standards), který probíhal v období 1998 až 2001. Během projektu byly postaveny pasivní domy s celkovým počtem 221 bytových jednotek v pěti evropských zemích a byl v nich prováděn výzkum a měření. Hlavním výsledkem bylo ale zjištění, že pasivní domy mohou být pouze o 7 – 8 % dražší než běžná výstavba. Díky projektu CEPHEUS, který potvrdil realizovatelnost konceptu pasivních domů a nabídl vodítko pro posuzování kvality, se pasivní domy začaly rozšiřovat do dalších evropských zemí. Nejrazantněji se prosadily v Rakousku, začátkem roku 2008 zde existovalo téměř 1500 pasivních domů a poptávka neustále vzrůstala. Odhadovalo se, že v roce 2010 bude třetina rakouských novostaveb splňovat pasivní standard. Jednalo se nejen o budovy pro

bydlení, ale i ostatní stavby – školy, školky, výstavní haly, administrativní budovy, kostely, a to nejen v novostavbách, ale i při rekonstrukcích.

Pasivní domy se běžně staví také v Belgii a Skandinávii. První stavby jsou realizovány i v Rusku. Objevují se také i v odlišných klimatických pásmech jako je Itálie, a dokonce i Afrika.

V Česku byla situace do listopadu 1989 pod vlivem centrálně řízeného hospodářství. Spotřeba energií byla sice plánována, sledována a vyhodnocována i na úrovni jednotlivých stavebních podniků, ale vzhledem k jejich netržní ceně a povaze režimu nebyl kladen důraz na systémově uplatňovaná úsporná opatření. Přesto lze z této doby uvést alespoň dva realizované příklady pozoruhodných staveb. Jejich stavebníkům a investorům v jedné osobě patří naše hluboká úcta a myslím, že je dosud na ně neprávem zapomínáno. Jednalo se o individuální přístup zcela z kontextu obvyklého myšlení té doby a také o kvalitní architektonické projevy. V letech 1979–1989 pro sebe postavil architekt Stanislav Hrazdíra ve Zlíně nízkoenergetický rodinný dům, jehož hlavní objem je zaklenutý a zčásti zapuštěný pod úroveň terénu. Druhým takovým příkladem je otáčivý nízkoenergetický dům v Hamrech u Jablonce od inženýra Bohuslava Lhoty realizovaný v letech 1980–2000. Ve stejné době ověřoval koncept nízkoenergetických domů liberecký ateliér SIAL. Bohužel však nebyly realizovány. Po listopadu 1989, s přechodem na tržní hospodářství a postupným narovnáváním cen energií a rovněž v souvislosti s prolomením informační bariéry, se problematice energeticky úsporných staveb začalo věnovat hned několik nadšenců praktikujících inženýrů i architektů. Vedle jmen Pavel Vaněček, Vladimír Žďára, David Damaška nebo Jiří Suchomel musíme především uvést jméno Mojžíra Hudce, Aleše Brotánka a Josefa Smolu, kteří se kromě vlastní projektové činnosti v oblasti nízkoenergetických a pasivních domů neúnavně věnují rovněž osvětě a publikační činnosti s tímto tématem.

První pasivní rodinný dům s ověřenými parametry a dlouhodobým sledováním spotřeby energie a provozního režimu je z roku 2005 v Rychnově u Jablonce nad Nisou. Realizoval ho Martin Jindrák s přispěním společnosti RD Rýmařov. Dům konzervativního vzhledu se sedlovou střechou a malými okny byl navržen jako moderní dřevostavba vybavená systémem teplovzdušného vytápění a větrání s rekuperací tepla

a zemním kolektorem. Dosud ojedinělým příkladem v této stavební oblasti je „vesnička“ třinácti pasivních rodinných domů v Koberovech na Jablonecku. Více viz. [3].

2.2 Rozvoj výstavby nízkoenergetických staveb

2.2.1 Situace v Evropě

Pasivní domy zažívají v poslední době po Evropě obrovský boom. I u nás se dostávají do popředí zájmu nejen investorů a nadšenců, ale konečně také i výrobců materiálů, architektů, projektantů a velkých stavebních firem. V době vzrůstající poptávky po kvalitním bydlení se odborné veřejnosti nabízí příležitost naskočit do již rozjetého vlaku, využít zahraničních zkušeností a znalostí a vyvarovat se tak dřívějších omylů a slepých cest. V Rakousku a Německu již mají pasivní domy výrazný podíl na počtu novostaveb. Každým rokem se počet pasivních domů zdvojnásobuje. Významný podíl mají také rekonstrukce staveb s použitím prvků pasivních domů. V obou zemích lze pasivní domy certifikovat u Passivhaus Institutu. Pro udělení certifikátu je třeba po ukončení stavby doložit výpočet provedený programem Passivhaus Projektierung Paket (PHPP), projektovou dokumentaci, technické informace včetně produktových listů použitých stavebních prvků a materiálů a protokol měření neprůvzdušnosti. Certifikát je v některých spolkových zemích nezbytný pro přiznání dotace nebo jiné finanční podpory. [4]

2.3 Situace v České republice

V České republice lze za optimálních podmínek oslunění domu v klimatickém pásmu do 300 metru nad mořem navrhnout rodinný dům s parametry do 20 kWh/m²/a. Pokud nemáme vhodné podmínky tak i hodnota 30 kWh/m²/a je pro nás veliký úspěch. Nevíme přesně, kolik stojí v ČR staveb s malou potřebou energie, ale domníváme se, že množství pohybuje kolem 200 pasivních domů a řádově stovek nízkoenergetických, což je malý zlomek z celého objemu výstavby. Jiné je to u našich sousedů Německa a Rakouska, kde se výstavba nových nízkoenergetických staveb pohybuje kolem 20 %.

2.4 Výhledy do budoucnosti

Většinu stávajících budov lze proměnit na nízkoenergetické stavby odpovídající parametrům do 50 kWh/m²/a. za použití logicky provedené renovace. Výjimkou jsou

stavby historického a památkového rázu. Úplným opakem jsou tzv. panelové domy, které lze snadno technicky změnit i na pasivní domy. Jedná se o nejlepší zhodnocení původní nemovitosti a vložených prostředků. Potenciál panelových domů je obrovský, neboť se jedná o jednu třetinu bytů v České republice. [5]

Největší překážkou rozvoje pasivních domů je stávající situace na trhu a nálada ve společnosti. Velké veřejné projekty jsou realizovány z těch nejlevnějších materiálů a velikosti bytů jsou dále snižovány. Ve stavebních tendrech jsou vybírány firmy s nejnižšími cenami bez ohledu na kvalitu provedených staveb. Tyto faktory vedou ke snížení počtu hráčů na trhu. Trh pak ovládají velké developerské firmy či velké investiční skupiny. V těchto větších firmách je pak složitější dosáhnout změny energetického standardu, když jeho realizace samozřejmě je dražší, a také procesně náročnější a návratnost zvýšením ceny klientům problematická. Další z překážek, která je značně opomíjená při realizaci pasivních domů je energetická politika státu a postoj státu k opatření vůči obnovitelným zdrojům energie. Je třeba si uvědomit, že bez obnovitelných zdrojů energie instalovaných na pasivních domech či téměř nulových domech nebudeme moci realizovat. [2]

2.5 Nízkoenergetické a pasivní domy

2.5.1 Typy staveb dle úspory energie

Tabulka 1 - Rozdělení rodinných domů dle roční potřeby energie. Zdroj- autor.

Typy stavby	Roční potřeba energie
Domy starší 20 - ti let	nad 200 kWh/m ² a
Běžné domy	80-140 kWh/m ² a
Nízkoenergetické domy	15- 50 kWh/m ² a
Pasivní domy	5-15 kWh/m ² a
Nulové domy	do 5 kWh/m ² a

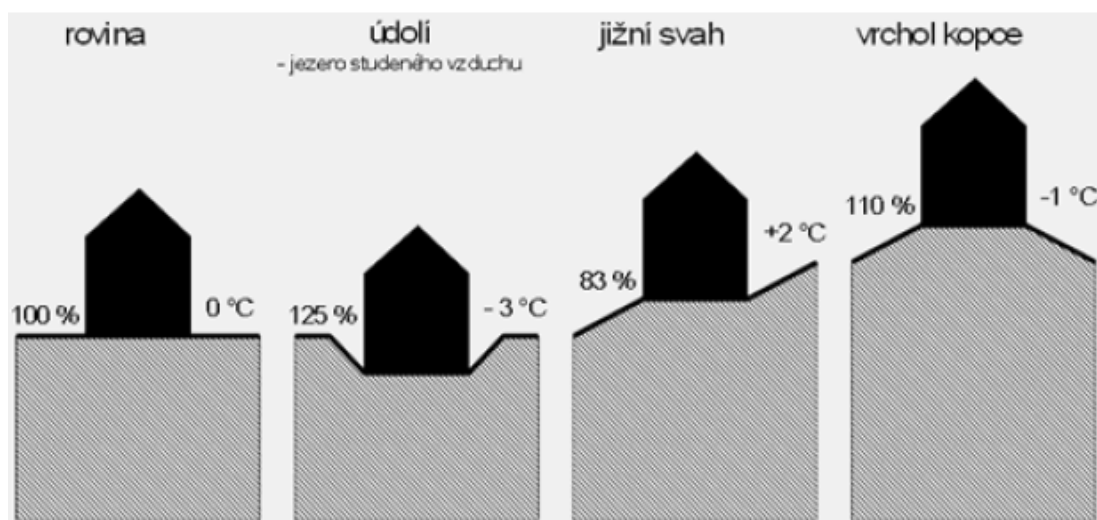
2.6 Pasivní domy

Přídavek „pasivní“ je odvozený od faktu, že tepelné ztráty jsou pokryty pasivními zisky. Ty vznikají na základě solární energie, vnitřních energií vytvářených provozem zařízení budovy, metabolickým teplem osob a rekuperací. Vzhledem k faktu, že Česká republika

se nachází v mírném podnebném pasu, je v zimním období zapotřebí malý zdroj tepla. To vše by nemohlo fungovat bez dobrého provedení všech stavebních konstrukcí tvořící obálku budovy zamezující úniku tepla. Samotné pasivní domy nezajistí zcela úsporu energie a komfortní bydlení. Důležité je se naučit v těchto domech žít a dodržovat zásady a předpoklady pro jejich funkčnost. [2]

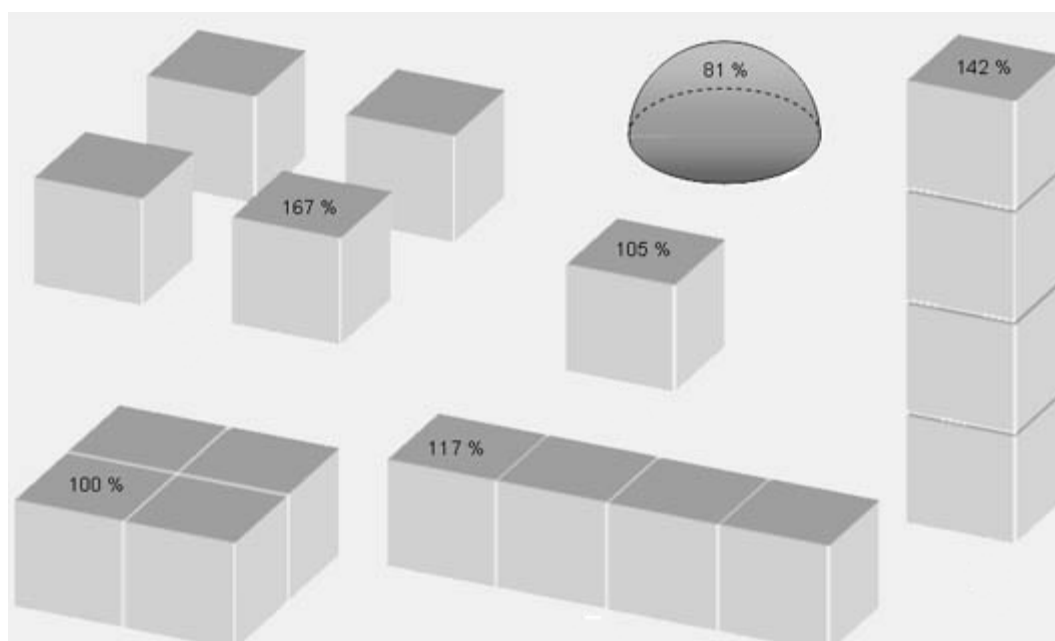
2.6.1 Charakteristika pasivních domů

1. Minimální spotřeba tepla na vytápění. Měrná potřeba tepla na vytápění nesmí překročit u rodinných domů hodnotu 20 kWh/m²/a v případě ostatních staveb 15 kWh/m²/a.
2. Maximální roční celková potřeba primární energie je 120 kWh/(m².a).
3. Důležitým faktorem ovlivňující tepelné ztráty až z 40% je vhodná volba pozemku, umístění stavby na pozemku, orientace na světové strany.
4. Různé tvary terénu mohou mít za následek změny teploty vzduchu. V údolích a na vrcholech kopců jsou nižší než v chráněných polohách a na jižních svazích. V údolních oblastech může docházet ke vzniku tzv. jezer studeného vzduchu a to pod vlivem kolísání teplot směrem do nižších poloh. Na obr. 1 je vidět vliv tvaru terénu na tepelnou ztrátu budov.



Obr. 1 Tepelné ztráty budovy (v %) a teplota okolního vzduchu v závislosti na jejím umístění v terénu. Zdroj- [6]

5. Tvar pasivních domů by měl být co nejjednodušší bez výčnělků a stavebních složitostí. Ideální tvar je koule. Vzhledem k vysoké náročnosti na provedení tohoto tvaru se volí spíše válcovité, krychlovité nebo kvádrové tvary. Posouzení se provádí dle poměru A/V (největší vnitřní objem s nejmenší ochlazovanou plochou obvodového pláště) Rozsah se pohybuje v rozmezí 0,2-1,2. Pro velmi dobře izolované domy je vliv tvaru budovy velmi malý. Obr. 2 poukazuje na velikost ochlazovaných povrchů bez základové plochy při stejném objemu objektů je uvedena v %. [6]



Obr. 2 Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty. Zdroj- [6]

6. Ideální je pasivní domy navrhovat bez suterénů a to z důvodů finanční a konstrukční náročnosti. Nejvhodnější jsou jednoduché šikmé, pultové popřípadě sedlové střechy. Vyhnout se vnitřním svodům, atikám a zbytečným prostupům střech.
7. Architektonické řešení vnitřních prostorů. Oddělovat nevytápěné místnosti tepelnou izolací (garáže, sklep, atd.) Naopak místnosti s vyšší teplotou a vyšším vznikem vlhkosti sdružovat k sobě nejlépe do středu dispozice (kuchyně, koupelny, sociální zařízení).

8. Konstrukce stěn, podlah, střeche jsou oproti běžné stavbě širší mírou zateplení. Stěny 400 – 600 mm střechy 500 – 700 mm. Součinitel prostupu tepla by měl odpovídat hodnotě $U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.
9. Za jeden z nejslabších prvků v pasivních domech se považují výplně otvorů. Nejdůležitější vlastnosti oken:
 - a) kvalitní zasklení, výplň interním plynem,
 - b) výborné utěsnění křídla a rámu,
 - c) dostatečná propustnost slunečního záření,
 - d) správně umístění okna při montáži,
 - e) stínící systémy proti nadměrnému přehřívání v létě.

Okna v domě rozdělujeme dle bilance. Pasivní mají okna na sever, na východ a západ jsou vyrovnané. Aktivní okna jsou na jih. Ideální je na sever nedávat žádné otvory. Okna se předsazují před obvodový plášť. Rám by měl být překrytý minimálně o 50mm.

10. Eliminovat tepelné mosty již při návrhu projektové dokumentace. Nejčastější jsou průchody obvodovým pláštěm, kotevní prvky, detaily oken a dveří.
11. Vzduchotěsnost je další velice důležitou vlastností pasivních domů. Celková neprůvzdušnost je max. $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1} \text{ K}$. To znamená, že udržuje-li se v interiéru přetlak padesáti pascalů, může netěsnostmi uniknout za hodinu maximálně 60 % z celkového objemu vzduchu v daném prostoru. Zajištění vzduchotěsnosti nám slouží hlavní vzduchová vrstva HVV. Zabraňuje úniků tepla či úniků vodních pár, které způsobují kondenzaci, po které dochází vzniku plísní či hniloby.

Ověřování vzduchotěsnosti se provádí tzv. Blower – door testem. Provádí se ve dvou metodách „A“ a „B“. Pokud chceme úspěšně provést realizaci pasivního domu, je dobré provést oba zmíněné testy. Metoda „B“ testování obálky během výstavby. Je třeba utěsnit veškeré otvory (vzduchotechnika, odpady, komín apod.) čímž se vytvoří přetlak o síle 50 Pa. Cílem této metody je odhalit všechna kritická místa a odstranit je. Metoda „A“ se provádí na celé budově již v době používání.

Jedná se o metodu certifikační, jejímž cílem je udělení „Certifikátu o měření průvzdušnosti budovy“ (ČSN EN 13829). Součástí měření bývá také lokalizace netěsných míst, a to zejména v případě neuspokojivých výsledků testu. Ty vznikají hlavně v místech spojů různých konstrukcí, v okolí stavebních otvorů apod. Po vytvoření podtlaku k detekci pak slouží např. ruční anemometr – přístroj na měření okamžité rychlosti proudění vzduchu, řadu cenných informací může přinést také termovizní snímkování. Mnohdy je možné lokalizovat netěsnosti i pomocí našich smyslových orgánů, např. dlaní, které jsou na pohyb vzduchu velmi citlivé.

12. Větrání je nutný proces, který je důležitý pro výměnu vzduchu v místnostech. V pasivních domech při dobré těsnosti obálky se provádí řízené větrání rekuperační jednotkou. Ta odvádí z budovy zápach, CO₂, vlhkost a zamezuje plísním. Při výměně dochází k předání tepla od odpadního k čistému vzduchu dále také filtrování a vlhčení jej. Pohodlné větrání bez průvanů a hluku. Důraz kladen na jednoduchost ovládání jednotky. Dle ČSN EN 1752 je limitní koncentrace CO₂ v hodnotě 1200 ppm pro třídu „C“, pro srovnání v Německu 1500 ppm). Musí být umožněna požadovaná normová výměna vzduchu za hodinu (dle přílohy ČSN EN 12831 Tepelné soustavy v budovách výpočet tepelného výkonu – je minimální intenzita výměny vzduchu u obytné místnosti 0,5 l/hod, v případě kuchyní a koupelen s okny 1,5/hod) Nad hodnotu 1200 ppm se projevuje u lidí nesoustředěnost a malátnost. Při hodnotách nad 1500 ppm se únava zvyšuje a při koncentracích přes 5000 ppm se vystavujeme negativním zdravotním následkům.
- [2]

2.7 Nízkoenergetické domy

Nízkoenergetické domy jsou jakýmsi kompromisem mezi pasivní domy a běžnou výstavbou. Jsou charakterizovány nízkou potřebou tepla na vytápění. Optimalizovány především vhodným řešením obálky budovy. Za nízkoenergetickou stavbu je považována obvykle budova, jež má výrazně nižší spotřebu tepla na vytápění oproti požadavkům národních předpisů. Z pravidla platí, že nízkoenergetická budova by měla spotřebovat alespoň o 50% méně energie než běžná budova. [7]

2.7.1 Charakteristika nízkoenergetický domů

Charakteristika nízkoenergetických staveb je obdobná jako u pasivních domů. Vzhledem k minimální spotřebě energií v pasivním domě je nutné dodržet všechny předpoklady. Zatím co u nízkoenergetických domů se jedná spíše o doporučené zásady výstavby. Jediná podmínka, ke splnění požadavků nízkoenergetických domů, je měrná roční potřeba tepla na vytápění. Ta nesmí přesáhnout 50 kWh/m²/a. [8]

2.7.2 Zásady výstavby

1. Optimalizace projektu domu, výběr vhodných prvků projektu (okna, zateplovací systémy, zdroj tepla atd.). Investiční náklady na stavbu nízkoenergetického domu by neměly přesáhnout investiční náklady běžné výstavby o více než 10 %. Pokud ano, nutné přehodnocení projektu.
2. Vhodné volba pozemku je důležitým aspektem. Pro nízkoenergetické domy jsou velmi významné solární zisky, které dopadnou do interiéru skrze prosklené plochy orientované na jih, východ a západ. Musíme však pamatovat na odstranění přehřívání interiéru v létě, použitím žaluzií či markýz.
3. Pro nízkoenergetické domy jsou vhodné obdélníkové, čtvercové či složitější tvary jako „T, L, U“. Dobré a jednoduché řešení dispozice se vyvaruje vznikům tepelných mostů a složitých detailů.
4. Konstrukce stěn, podlah a střechy musí být důkladně zaizolovány v minimálních tloušťkách 20 - 30 cm izolantu. Doposud však není uvedena ideální konstrukce pro nízkoenergetické domy. Vhodnou variantou jsou systémy, které mají tloušťku konstrukce do 50 cm.
5. Problémovým místem jsou výplně otvorů. Vzhledem k solárním ziskům je třeba větší prosklení místností, ideální volbou jsou trojskla. Je možné však použít i kvalitních oken z dvojskel. Důležité správné napojení tepelné izolace na rám okna z důvodu časté tvorby tepelných mostů.
6. Těsnost nízkoenergetických domů je neméně podstatná jako u pasivních domů. Ověřuje se také Blower door testem na požádání investora, ke zjištění kvality a pečlivého provedení stavby.

7. Spotřeba energie na ohřev větracího vzduchu tvoří u běžných domů zhruba 30 % celkové potřeby. Proto je vhodné řešení do nízkoenergetických umístit rekuperační jednotku, která se postará o příjemné prostředí, vlhčení a výměnu vzduchu. Jednotka není povinná, ale doporučuje se ve většině případu. [9]

2.8 Výhody, nevýhody pasivních a nízkoenergetických domů:

2.8.1 Výhody:

- 1) náklady na vytápění,
- 2) pohoda vnitřního prostředí,
- 3) využití tepelných zisků,
- 4) čerstvý vzduch,
- 5) vzduchotěsnost a bezhlučnost,
- 6) nezávislost na dodávce energii,
- 7) návratnost investice,
- 8) šetrné k životnímu prostředí.

2.8.2 Náklady na vytápění

Nízká energetická náročnost je jeden z hlavních důvodů výstavby. Stavby, s měrnou potřebou tepla do 15 kWh/m²/a, odpovídají standardům pasivních domů. Ty, jejíž měrná potřeba tepla se pohybuje mezi 15 – 50 kWh/m²/a, jsou označovány za nízkoenergetické.

2.8.3 Pohoda vnitřního prostředí

Díky použití vytápění s využitím rekuperační jednotky jsme schopni udržet stabilní teplotu v zimě i v létě. Povrchové teploty obvodových konstrukcí mají příznivou teplotu pohybující se kolem 20° C.

2.8.4 Využití tepelných zisků

Důležitým zdrojem tepla je slunce. Vznik solární energie využívané ve fotovoltaickém systému. Dalšími zdroji jsou samotní obyvatelé a domácí spotřebiče, které při svém provozu vydávají teplo.

2.8.5 Čerstvý vzduch

Pro zdraví obyvatel je důležité, aby dýchali také zdraví vzduch.

Výhody řízeného větrání:

1. 80 % až 95 % úspora energie oproti běžnému větrání okny v topné sezóně,
2. neustále čerstvý vzduch bez překračování koncentrace obsahu CO₂,
3. filtrovaný vzduch bez znečištění prachem a pyly - vhodné pro alergiky,
4. vysoký komfort – teplý vzduch bez průvanu a ochlazování konstrukcí,
5. bez hlukového zatížení – větrání se zavřenými okny,
6. kontinuální odvod vlhkosti – ochrana proti plísním,
7. víceméně bezobslužný provoz.

2.8.6 Vzduchotěsnost a bezhlučnost

Veškeré spáry a dutiny, kterými by mohl vzduch z exteriéru vnikat do budovy jsou důkladně utěsněny. Na rozdíl od nízkoenergetických domů je u pasivních domů předepsána celková neprůvzdušnost $\max. n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1} \text{ K}$.

Bezhlučnosti je dosaženo díky tloušťce izolací, kvalitních výplní otvorů a použití řízeného větrání, které zabraňuje vzniku průvanů a hluku z venkovních prostor.

2.8.7 Nezávislost na dodávce energie

Ceny energií neustále rostou a předpokládat, že by se snižovaly, nemůžeme. Využití alternativních zdrojů energie, krbových vložek na pevná paliva či malých přímotopů se zbavujeme závislosti na energetických společnostech.

2.8.8 Návratnost investice

Vložené investice do kvalitnějších materiálů, pokrokových technologií a moderních zařízení se díky úspoře provozních nákladů vrátí do 12 - 15let. Rostoucí ceny energií dobu návratnosti zkracují.

2.8.9 Šetrné k životnímu prostředí

Vzhledem k minimální spotřebě energií je po celou dobu užívání domů snižováno zatížení životního prostředí.

2.9 Nevýhody

- 1) vyšší pořizovací náklady,
- 2) nižší tvarová variabilita.

2.9.1 Vyšší pořizovací náklady

Vzhledem k použití většího množství izolací, kvalitnějších oken a ostatních nutných zařízení vznikají domu dodatečné náklady. Můžeme uvažovat o navýšení cca 10 %. Obecně se předpokládá, že pořizovací cena pasivních domů a nízkoenergetických domů bude klesat vzhledem k směrnici: „EPBD II obecný požadavek Evropské unie na každou zemi kontrola stavebně-energetických předpisů. Do roku 2020 téměř nulové domy“

2.9.2 Nižší tvarová variabilita

Aby mohl dům splňovat všechna kritéria, je nutné dodržet tvarové požadavky. Nejsou vhodné složité tvary či výčnělky.

2.10 Mýty o nízkoenergetických budovách

Nepletme si nevýhody s mýty, které vychází z neznalosti problematiky nízkoenergetických staveb či strachu a nezájmu o budoucnost v moderním bydlení.

2.10.1 Nemožnost otevírání oken

Pasivní a nízkoenergetické domy neomezují žádným způsobem své obyvatele. Okna samozřejmě otevírat můžeme. Svým chováním samozřejmě ovlivníme výslednou spotřebu energie na vytápění. Ta však i přes extrémně nešetrné zacházení zůstává několikanásobně nižší oproti běžnému domu.

2.10.2 Výpadek proudu

Ani při dlouhodobém výpadku dodávky elektřiny nejsou obyvatelé pasivních domů v ohrožení života. V případě potřeby lze otevřít okno a větrat přirozeně. Větší riziko představuje přerušování dodávek elektřiny pro běžné domy. Ty jsou většinou závislé na vytápění s nuceným oběhem teplotního média, plynový kotel bez elektřiny rovněž nefunguje. Zatímco je pokles teploty v pasivním domě v zimě pouze zhruba jeden stupeň denně, běžný dům vychladne i pětinašobně rychleji. Problémem tedy není čerstvý vzduch, ale teplota vnitřního prostředí.

2.10.3 Nové technologie a materiály

V pasivních a nízkoenergetických domech se používají klasické, dlouhodobě používané materiály, jejichž vlastnosti a funkce jsou ověřené. Jednou z technologických novinek je vzduchotechnické zařízení. Zařízení je výrazně jednodušší než plynový kotel, jedinou pohyblivou součástí jsou ventilátory s velmi malým příkonem. Údržba jednotky představuje pro běžného uživatele výměnu filtrů, která je náročností srovnatelná s výměnou filtrů nebo sáček ve vysavači. Snahou je navrhovat a stavět takové pasivní domy, které od uživatelů nevyžadují žádné další nároky na znalosti a údržbu.

2.10.4 Technicky nemožné

Desetitisíce celosvětově postavených nízkoenergetických domů ukazují, že tento trend nepředstavuje nepřekonatelný problém. Pasivní domy se staví ve všech klimatických pásmech ze všech běžných materiálů a všech možných tvarech. Dalším vývojem stavebních materiálů a prvků se výstavba pasivních a nízkoenergetických domů zjednoduší a stane se cenově přijatelnější pro investora.

2.10.5 Omezují architekturu

Návrh pasivního domu vyžaduje základní znalosti o využívání energie ve stavbě. Celá řada českých i zahraničních příkladů ukazuje, že je možné navrhovat pasivní domy, které splňují veškeré požadavky na kvalitní architekturu. Posláním architektury je vytvářet takové prostředí, které bude respektovat nejen estetiku, ale také požadavky na technické vlastnosti. Po věky platnou potřebou uživatelů domů je nízká spotřeba energie. Aktuálně v souvislosti se změnou klimatu a závislosti na nespolehlivých

zahraničních dodavatelích energie je tato výzva ještě naléhavější. Od architektů se proto očekává inovativní řešení a překonávání bariér.

2.10.6 Vysoká cena

Výši investice určuje v nejvyšší míře úvodní fáze návrhu, což platí u všech staveb. Je úkolem architekta respektovat požadavky klienta na výši investice a návrh přizpůsobit požadavkům. Pasivní stavba by neměla překročit o více než 15 % cenu běžného domu. V opačném případě je nutné hledat chybu v návrhu, případně i hledat jiného architekta. [2]

3 ZHODNOCENÍ INVESTICE VÝSTAVBY PASIVNÍCH A NÍZKOENERGETICKÝCH DOMŮ

Cílem praktické části bylo vymodelovat rodinný dům ve třech provedeních a to pasivním, nízkoenergetickém a standardním. Dále porovnat náklady na jejich výstavbu. Zjistit roční měrnou potřebu energie, analyzovat efektivnost investice a dobu návratnosti.

3.1 Úvod

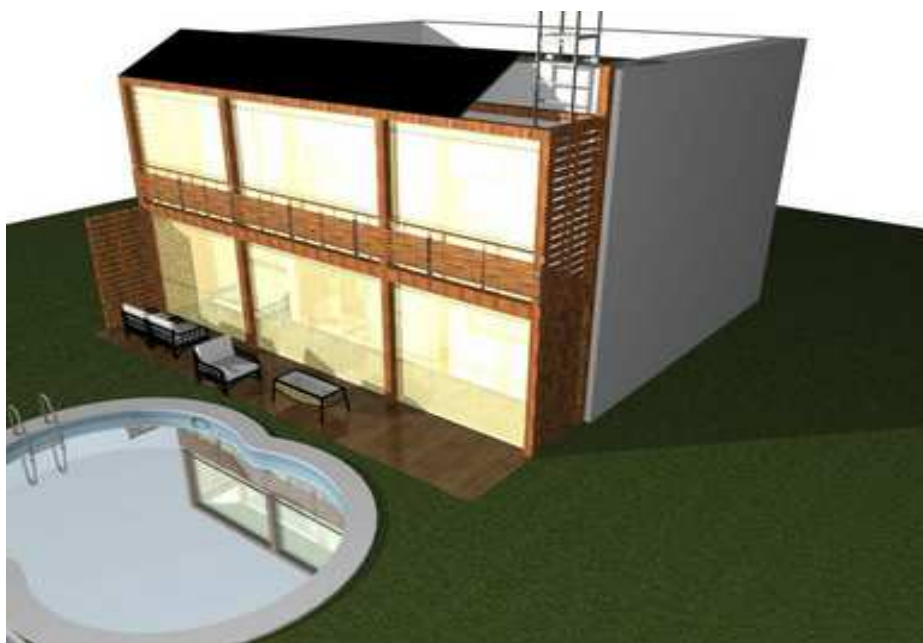
Jeden z hlavních důvodů, proč investovat do nízkoenergetické stavby, je ušetření za náklady spojené s vytápěním. Bohužel pro nedostatek kvalitních informací někteří lidé stále nevěří v návratnost investice vložené právě do těchto staveb. Svojí prací chci dokázat, že výstavba pasivních a nízkoenergetických staveb šetří peníze a zajišťuje uživatelům komfortní bydlení. Dodržováním základních pravidel docílíme znatelné úspory, která se projeví na provozních nákladech rodinných domů.

3.1.1 Referenční objekt

Pro posouzení výhodnosti investice, posloužil návrh pasivního domu v Brně. Rodinný dům je dvoupodlažní s plochou střechou navržený jako dřevostavba. Nosnou konstrukci tvoří systém EUROPANEL. Český výrobek, který se nechal inspirovat tradiční americkou technologií SIPs. Základním prvkem této technologie je panel. Tvoří jej desky z velkoplošných materiálů na bázi dřeva a polystyrenové jádro, sloužící jako tepelný izolant. Strana se zimní zahradou a největšími okny je orientována na jih. Na ostatní strany jsou výplně otvorů voleny minimálně.

Tabulka 2 - Popis referenčního objektu. Zdroj – autor.

Popis referenčního objektu	
Lokalita	Brno Královo pole
Dispozice	Dvoupodlažní dům 4+1
Zastavěná plocha	106,6 m ²
Podlahová plocha	128,8 m ²
Obestavěný prostor	513 m ³



Obr. 3 Model referenčního domu Brno Královo pole. Zdroj – autor.

Tabulka 3 - Skladba obvodového pláště. Zdroj – autor.

Materiál	Tloušťka
Sádkartonové obložení 12,5	12,5 mm
Stěna Europanel	270 mm
Kontaktní zateplovací systém minerální vata	100 mm
Povrchová úprava – silikátová omítka	



Obr. 4 Nosné panely systému Europanel. Zdroj – autor. [11]

Tabulka 4- Skladba střechy. Zdroj – autor.

Materiál	Tloušťka
OSB deska	22 mm
Minerální vata	300 mm
Sádrokartonový podhled 12,5	12,5 mm

Tabulka 5- Skladba podlahy. Zdroj – autor.

Materiál	Tloušťka
Laminátová podlaha	8 mm
Betonová mazanina	60 mm
Podlahový polystyren	250 mm

Výplně otvorů jsou provedeny z Eurooken TTK Pasiv Plus. Izolační trojsklo $U_g = 0,5 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$ se šířkou rámu 92 mm a součinitelem prostupu tepla $U_w = 0,79 \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-1}$ se skvěle hodí do pasivních a nízkoenergetických domů. Dřevěná okna jsou provedena ze smrkových lamel s meziskelním rámečkem, bezpečnostním kováním a systémem zasklívacích lišt. [14]

V objektu bude využíváno nuceného větrání rekuperační jednotkou. Příprava teplé vody bude pomocí elektrického boileru a pro vytápění poslouží elektrické přímotopy.

3.1.2 Tepelně technické požadavky budovy:

V tabulce č. 6 jsou uvedeny tepelně technické parametry jednotlivých konstrukcí obálky budovy. Dále jsou v tabulce uvedeny požadované hodnoty dle normy ČSN 730540-2. Při porovnání je zřejmé, konstrukce s přehledem vyhoví až na srovnatelné parametry výplní otvorů.

Tabulka 6- Technické parametry konstrukcí obálky. Zdroj – autor.

Konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce U , [W/m ² K]	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U_n [W/m ² K]	Hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní domy U_{pas} [W/m ² K]
Obvodové stěny	0,08	0,3	0,18 až 0,12
Střecha	0,07	0,3	0,15 až 0,10
Podlaha na terénu	0,12	0,45	0,22 až 0,15
Výplně otvorů	0,70 - 0,90	1,5	0,80 až 0,60

3.1.3 Energetické hodnocení budovy

Kvalitně navrhnoutou obálkou pasivního domu jsme dosáhli malých tepelných ztrát a nízké měrně potřeby tepla na vytápění. Výpočet byl proveden dle TNI 73 03 29.

Tabulka 7- Energetické parametry budovy. Zdroj – autor.

Tepelná ztráta	0,91 kW
Měrná potřeba tepla pro vytápění	10 kWh/(m ² .a)

3.2 Modelová varianta pro nízkoenergetický dům

Stejný referenční objekt posloužil i pro navržení nízkoenergetického domu. Oproti pasivnímu domu se změnilы tloušťky nosné konstrukce EUROPANELU, izolací a cena za přímotopy. Stejně zůstaly výplně otvorů, rekuperace i ostatní konstrukce. Tloušťky izolací byly upraveny tak, aby dům splňoval požadavky pro nízkoenergetické domy a to měrnou potřebu tepla na vytápění menší než 50 kWh/(m².a). Po provedení úprav se hodnota měrné potřeby tepla na vytápění zvýšila na 26 kWh/(m².a). Změny v jednotlivých konstrukcích jsou uvedeny v tabulce č. 8.

Tabulka 8- Konstrukce nízkoenergetického domu. Zdroj – autor.

	Upravené konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce U, [W/m ² K]
Obvodový plášť	Europanel 170 mm Minerální vata 100 mm	0,186
Skladba podlahy	Podlahový EPS 150 mm	0,257
Skladba střechy	Minerální vata 200 mm	0,170
Výplně otvorů	Stejně jako v pasivním domě	
Technologie	Stejně jako v pasivním domě	
Měrná potřeba na vytápění	26 kWh/(m ² .a)	

3.3 Modelová varianta pro standardní dům

Jako poslední varianta referenční stavby je standardní dům, kde byly úpravy razantnější. Kromě změny oken na izolační dvojskla byly změněny tloušťky izolací, odstraněné nucené větrání rekuperační jednotkou a zdražení částky za elektrické přímotopy. Tyto úpravy zvýšily měrnou potřebu tepla pro vytápění na hodnotu 60 kWh/(m².a). Úpravy konstrukcí jsou v tabulce č. 9.

Tabulka 9- Konstrukce standardní domu. Zdroj – autor.

	Upravené konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce U, [W/m ² K]
Obvodový plášť	Europanel 170 mm Minerální vata 50 mm	0,228
Skladba podlahy	Podlahový EPS 80 mm	0,353
Skladba střechy	Minerální vata 150 mm	0,222
Výplně otvorů	Eurookna s izolačním dvojsklem	
Technologie	Přirozené větrání	
Měrná potřeba na vytápění	60 kWh/(m ² .a)	

3.4 Náklady na pořízení a provoz stavby

3.4.1 Pořizovací náklady

Pro zjištění pořizovacích nákladů byl vypracován položkový rozpočet na základě projektové dokumentace. Pro porovnání nákladů na pořízení jednotlivých variant bylo třeba rozpočty upravit dle jejich navržených konstrukcí. U nízkoenergetického domu se nepatrně změnila cena z důvodů použití menších tloušťek izolací. Pro standardní dům byla úplně odstraněna položka nuceného větrání, změněna izolační trojskla na dvojskla a snížení množství izolací u všech konstrukcí což vedlo ke snížení ceny. V obou výše zmíněných variantách byly zvýšeny náklady na elektrické přímotopy. V níže uvedené tabulce č. 10 jsou vyčísleny náklady pro jednotlivé varianty.

Tabulka 10- Pořizovací náklady jednotlivých objektů. Zdroj – autor.

	Pasivní dům	Nízkoenergetický dům	Standardní dům
Cena objektu bez DPH	2 099 536 Kč	2 024 996 Kč	1 886 284 Kč
DPH 15%	314 930 Kč	303 749 Kč	282 943 Kč
Celková cena	2 414 467 Kč	2 328 745 Kč	2 169 226 Kč

3.4.2 Provozní náklady stavby

Provozní náklady na vytápění byly stanoveny na základě výpočtu energetické náročnosti dle TNI 730329. Pro každou variantu byla vypočítána energetická náročnost vytápění za rok, díky které můžeme stanovit potřebu energie v kWh/m². Další krok pro získání potřebných výstupů je vynásobení zjištěnou hodnotu podlahovou plochou, kdy dostaneme celkový počet potřebných kWh na jednotlivé varianty, které jsou zpracované v tabulce č. 11.

Tabulka 11- Měrná potřeba energie jednotlivých objektů. Zdroj – autor.

	Měrná potřeba na vytápění [kWh/m ²]	Podlahová plocha objektu [m ²]	Roční potřeba energie na vytápění [kWh]
Pasivní dům	15	128,8 m ²	1932
Nízkoenergetický dům	31		3993
Standardní dům	70		9016

Dalším krokem k získání provozních nákladů je vynásobení roční potřeby energie cenou za kWh. Cena za kWh byla stanovena pro Jihomoravský kraj s tarifem D02d. V tabulce č. 12 je cena za kWh plus paušál za dodávku a jistič. [13]

Tabulka 12- Provozní náklady jednotlivých objektů. Zdroj – autor.

	Roční potřeba energie na vytápění [kWh]	Cena za kWh [Kč]	Cena ročních paušálů [Kč]	Provozní náklady celkem [Kč]
Pasivní dům	1932	4,78	2 236,08	11 471,04
Nízkoenergetický dům	3993			21 321,66
Standardní dům	9016			45 332,56

3.5 Energetická návratnost

Rozhodující ukazatel je doba návratnosti. Jedná se o přelom na časové ose, kdy výnosy z úspor energie pokryjí vícenáklady spojené s počáteční investicí. Od tohoto bodu se stává nízkoenergetický či pasivní dům ziskový. Můžeme říct, že každý jeho další rok ušetříme peníze na vytápění oproti standardnímu domu.

3.5.1 Prostá návratnost investice

Pokud máme pořizovací a provozní náklady jednotlivých modelových variant snadno získáme prostou návratnost investice. Porovnáme nejdříve pořizovací náklady nízkoenergetického domu se standardním a poté porovnáme pořizovací náklady pasivního domu se standardním. Identickým způsobem provedeme porovnání provozních

nákladů. Prostou návratnost dostaneme tak, že podělíme rozdíl pořizovacích nákladů s ročními provozními náklady. Tabulka č. 13 zobrazuje prostou návratnost v letech.

Tabulka 13- Výpočet prosté návratnosti. Zdroj – autor.

	Pořizovací náklady [Kč]	Rozdíl pořizovacích nákladů [Kč]	Roční úspora provozních nákladů [Kč]	Prostá návratnost
Pasivní dům	2 414 467,00	245 241,00	33 861,52	7,2 let
Nízkoenergetický dům	2 328 745,00	159 519,00	24 010,90	6,6 let
Standardní dům	2 169 226,00	-	-	-

3.5.2 Diskontovaná doba návratnosti

Pro dosažení přesnějších výsledků je třeba do výpočtu zahrnout diskontní sazbu, která představuje očekávanou výnosnost a obsahuje v sobě riziko spojené s investovaným kapitálem. Výše diskontní sazby se odráží od úroků dlouhodobých vkladů u banky pro náš případ je zvoleno 1,5%. Roční úspora pasivního domu oproti standardnímu je 33 361,10 Kč u nízkoenergetického je úspora oproti standardnímu 23 656,06 Kč tato částka se mění s diskontním faktorem. [12]

Tabulka 14- Výpočet diskontované doby návratnosti. Zdroj – autor.

Rok	Pasivní dům úspory [Kč]	Kumulované úspory [Kč]	Nízkoenergetický dům úspory [Kč]	Kumulované úspory [Kč]	Diskontní faktor
1	33 361,10	33 361,10	23 656,06	23 656,06	0,9852
2	32 868,08	66 229,19	23 306,46	46 962,51	0,9707
3	32 382,35	98 611,53	22 962,03	69 924,54	0,9563
4	31 903,79	130 515,32	22 622,69	92 547,23	0,9422
5	31 432,31	161 947,63	22 288,36	114 835,59	0,9283
6	30 967,79	192 915,42	21 958,98	136 794,57	0,9145
7	30 510,14	223 425,55	21 634,46	158 429,03	0,9010
8	30 059,25	253 484,80	21 314,74	179 743,77	0,8877

Výpočty provádíme až do roku, kdy přesáhnou kumulované úspory rozdíl v pořizovacích nákladech což je u pasivního domu 245 241 Kč a u nízkoenergetického 159 519 Kč. Dle tabulky č. 14 si můžeme spočítat diskontovanou dobu návratnosti, která je u pasivního domu 7,73 let a u nízkoenergetického 7,05 let.

3.5.3 Diskontovaná doba návratnosti při financování pomocí úvěru

Většina investorů využívá pro financování rodinných domů hypoteční úvěry. Během několika desítek let úvěr splatí a dále si mohou užívat výhod spojených s nízkými provozními náklady a komfortním bydlením. Vzhledem k tomuto faktu je třeba připočítat k provozním nákladům roční splátky úvěru. Hypoteční úvěr pro každou variantu byl namodelován od České spořitelny. Počítáme, že investor pokryje 500 000Kč z vlastních zdrojů. Zbývající částka bude financována pomocí úvěru. V tabulce č. 15 je uveden výpočet úvěru.

Tabulka 15- Výpočet hypotečního úvěru. Zdroj – autor.

	Pasivní dům	Nízkoenergetický dům	Standardní dům
Cena nemovitosti [Kč]	2 414 466	2 328 745	2 169 226
Výše úvěru [Kč]	1 914 446	1 828 745	1 669 226
Doba splatnosti úvěru	20 let	20 let	20 let
Úroková sazba	3,99%	3,99%	3,99%
Měsíční splátka [Kč]	11 591	11 072	10 106
Roční splátka [Kč]	139 092	132 864	121 272

V tabulce č. 16 jsou vypočítané celkové provozní náklady již s ročními splátkami a náklady za energie.

Tabulka 16- Celkové provozní náklady. Zdroj – autor.

	Pasivní	Nízkoenergetický	Standardní
Celková cena rodinného domu [Kč]	2 414 466	2 328 745	2 169 226
Vlastní prostředky [Kč]	500 000	500 000	500 000
Výše úvěru [Kč]	1 914 466	1 828 745	1 669 226
Roční splátky [Kč]	139 092	132 864	121 272
Roční náklady za energie [Kč]	11 471	21 322	45 333
Celkové provozní náklady [Kč]	150 563	154 186	166 605

Vše potřebné jsme již udělali, nyní můžeme spočítat diskontovanou dobu návratnosti při financování hypotečním úvěrem. Vezmeme rozdíl provozních nákladů pasivního domu se standardním, to samé pro nízkoenergetický dům a diskontujeme až do doby, kdy výše kumulovaných úspor dosáhne rozdílu pořizovacích nákladů. Roční úspora provozních nákladů pasivního domu oproti standardnímu je 15 804 Kč. U nízkoenergetického je úspora oproti standardnímu 12 235 Kč, tyto čísla se mění postupně vzhledem k diskontnímu faktoru.

Tabulka 17- Výpočet doby návratnosti při financování s úvěrem. Zdroj – autor.

Rok	Pasivní dům úspory [Kč]	Kumulované úspory [Kč]	Nízkoenergetický dům úspory [Kč]	Kumulované úspory [Kč]	Diskontní faktor
12	13 416,93	174 972,96	10 387,01	135 459,17	0,8364
13	13 218,65	188 191,61	10 233,51	145 692,68	0,8240
14	13 023,30	201 214,91	10 082,27	155 774,95	0,8118
15	12 830,83	214 045,74	9 933,27	165 708,22	0,7999
16	12 641,22	226 686,95	9 786,48	175 494,70	0,7880
17	12 454,40	239 141,35	9 641,85	185 136,55	0,7764
18	12 270,34	251 411,70	9 499,36	194 635,90	0,7649

Z tabulky č. 17 byla spočítána diskontovaná doba návratnosti při financování úvěrem nízkoenergetického domu na 14,4 let a pro pasivní dům na 17,5 let.

4 ZÁVĚR

Výstavba nízkoenergetických a pasivních domů v České republice rok od roku narůstá i počet firem, které se o tuto problematikou zabývají, se poměrně zvedá. Hlavním důvodem pro investory je růst cen energií. Pro firmy jsou to hlavně stavebně – energetické předpisy, díky kterým pomalu vzniká nový trh zabývající se nízkoenergetickými a pasivními stavbami.

Je velmi těžké posoudit rentabilitu pasivních a nízkoenergetických domů v případě, že nedokážeme odhadnout tempo růstu ceny energie v budoucnosti. Nelze proto jednoznačně určit doby návratnosti vyšší investice do pasivních a nízkoenergetických domů. S jistotou můžeme konstatovat, že ceny energií v horizontu desítek let klesat nebudou.

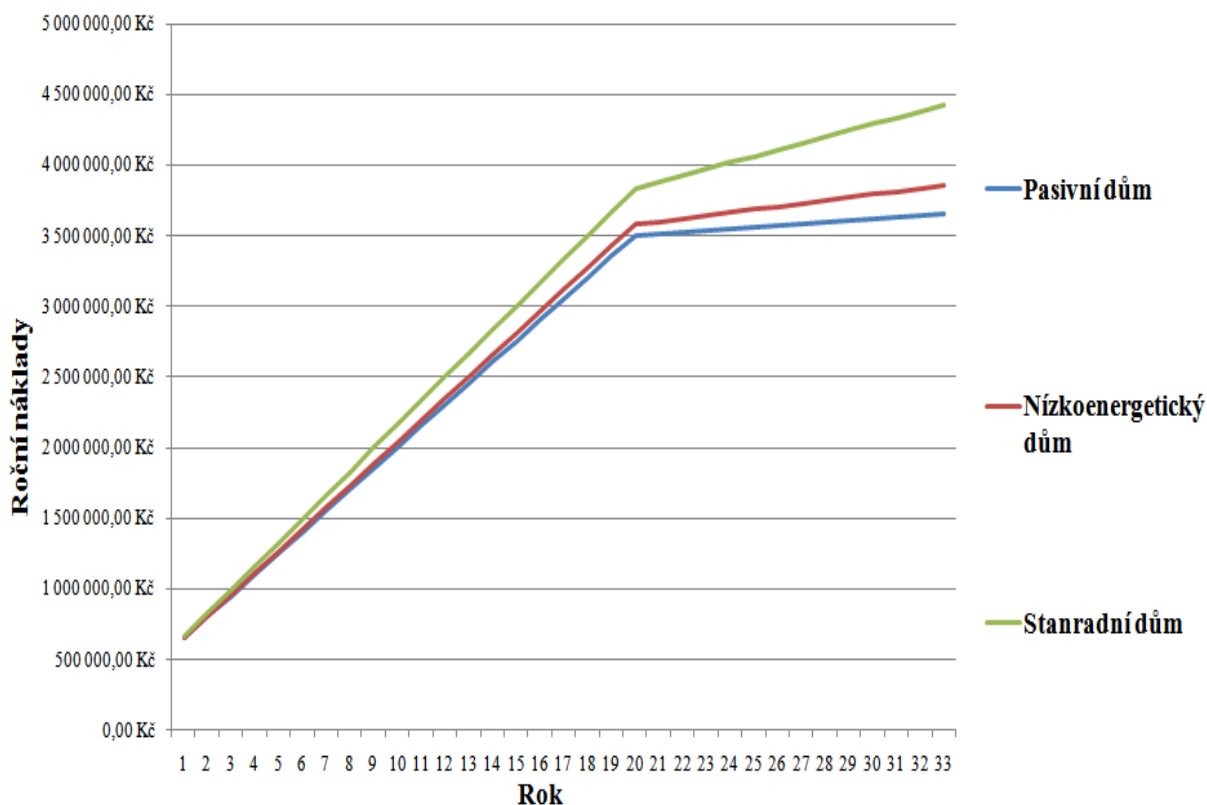
Co se týče vícenákladů spojených s výstavbou domů s nízkou potřebou energie, můžeme předpokládat, že se budou spíše snižovat. Hlavními důvody jsou nové technologie, nabitě zkušenosti, a větší zájem společnosti. Navíc vyšší pořizovací náklady se dají snadno pokrýt z úspor na vytápění.

Doposud jsem popisoval věci, které jdou vyjádřit v penězích. Nesmíme však zapomínat na komfortní a zdravé bydlení, nižší závislost na dodávkách energií či stabilní tržní hodnotu úsporného domu v budoucnu. Posoudit, zdali jsou tyto faktory pro uživatele domů důležité, musí každý investor sám.

Porovnání výhodnosti investice je vztaženo na jeden konkrétní objekt. To znamená, že nemusí nutně platit pro všechny ostatní. Výsledky, kterých jsem dosáhl při výpočtech, jsou směrodatné právě pro náš referenční rodinný dům. Pokud celkové pořizovací náklady objektu bude financovat investor z vlastních prostředků, doba návratnosti bude 7 až 8 let u nízkoenergetického i pasivního domu. Při částečné financování hypotečním úvěrem, jež volí převážná většina investorů, se uplynutí doby návratnosti prodlužuje na časové rozmezí trvající u nízkoenergetického domu necelých 15 let a u pasivního domu méně než 18 let.

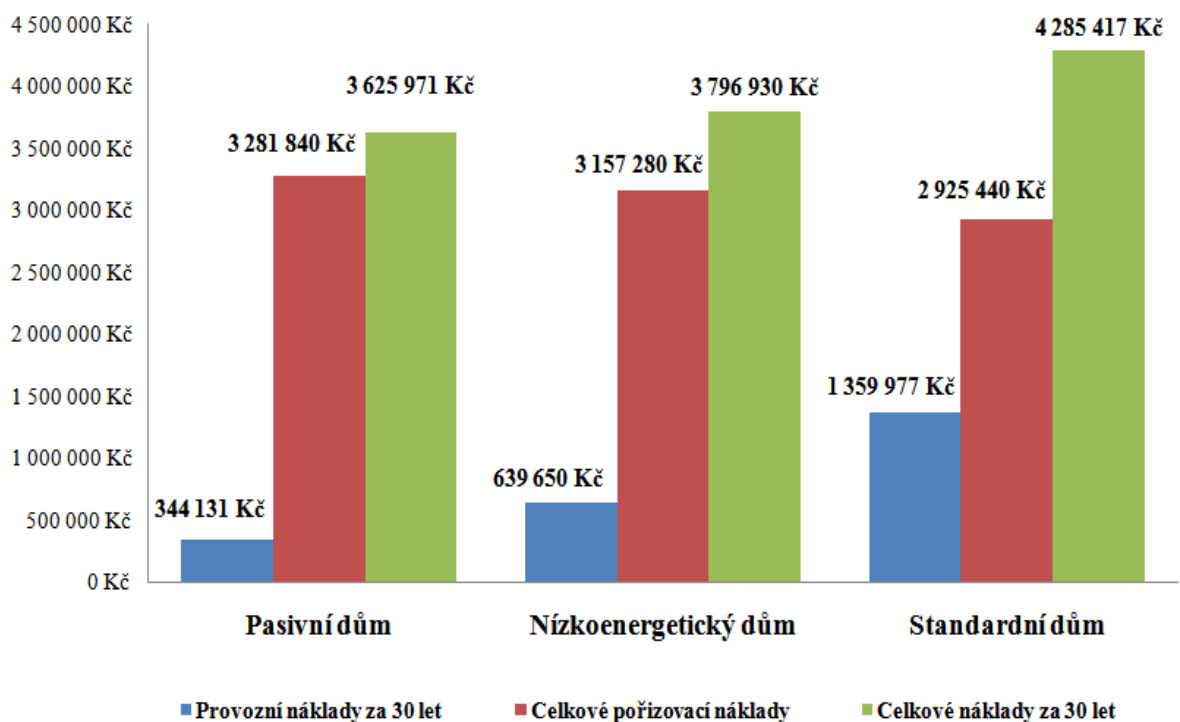
Na grafu č. 1 jde vidět celkový pohyb nákladů po dobu 30 - ti let při částečném financování hypotečním úvěrem. Na první pohled je zřetelný nárůst nákladů standardního domu oproti pasivnímu a nízkoenergetickému i přesto, že je počítáno s nulovým

meziročním navýšením cen energie. Po splacení úvěrů se odpoutává křivka nákladů standardní domu rychleji, zatímco křivky nákladů pasivního a nízkoenergetického domů zůstávají relativně blízko u sebe.



Graf 1- Celkový pohyb nákladů po dobu 30 - ti let při částečném financování hypotečním úvěrem. Zdroj – autor.

Graf č. 2 znázorňuje celkové náklady po 30 - ti letech užívání stavby. Nízkoenergetický dům nám za tuto dobu ušetří 378 tisíc Kč a pasivní dům 507 tisíc Kč. Důležité kritérium, které není zahrnuté do výpočtu, je životnost stavby nebo jednotlivých technologických souborů. Může dojít ke ztrátě vlastností materiálů či k poruše nainstalovaných zařízení, proto je třeba dbát, aby prvky, kde můžeme přepokládat omezenou životnost, byly snadněji vyměnitelné. Čím delší dosáhneme životnost stavby, tím více uspoříme na jejím provozu.



Graf 2 - Celkové náklady po 30 - ti letech užívání stavby. Zdroj – autor.

Cílem této práce bylo poukázat, že při výběru rodinného domu nemusí vždy rozhodovat pořizovací náklady. Důležité je se zaměřit i na roční provozní náklady, které se odráží od úspory energie potřebné pro vytápění. Pořízení nízkoenergetického či pasivního domu můžeme tedy chápat jako investici. Vložíme kapitál a předpokládáme, že v budoucnu bude zhodnocen.

5 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Směrnice Evropského parlamentu a rady 2009/28/es* [online]. [cit. 2012-11-10]. Dostupné z: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:15 3:0013:0035:CS:PDF>.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ. *Pasivní domy 2012, Sborník z konference pasivní domy 2012. Centrum pasivních domů*. Brno. 2012, 342 s. ISBN 978-80-904739-2-8.
- [3] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Manuál energeticky úsporné architektury*. Praha. 2010, 228 s. ISBN 978-80-904577-1-3.
- [4] *Co je pasivní dům?* In: [online]. [cit. 2013-08-05]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/pasivni-dum/co-jepasivnidum.html?chapter=soucasny-vyvoj-v-evrope>.
- [5] BROTÁNKOVÁ, K. a BROTÁNEK, A. *Jak se žije v nízkoenergetických a pasivních domech*. Grada Publishing, a. s. Praha, 2012, 304 s. ISBN 978-80-247-3969-4.
- [6] VAVERKA, J. a PANOVEC, V. *Pasivní domy III. Pravidla navrhování, koncepční přístup k řešení pasivních domů* [online]. [cit. 2012-11-10]. Dostupné z: <http://www.archiweb.cz/salon.php?type=10&action=show&id=1204>.
- [7] JAN TYWONIAK A KOLEKTIV. *Nízkoenergetické domy 3*. Grada Publishing, a. s. Praha, 2012, 224 s. ISBN 978-80-247-3832-1.
- [8] ÚŘAD PRO TECHNICKOU NORMALIZACI, METROLOGII A STÁTNÍ ZKUŠEBNICTVÍ. *Energetická náročnost budov - Výpočet potřeby energie na vytápění a chlazení. ČSN EN ISO 13790 (730317)*, 2008, 56 s.
- [9] *Zásady výstavby nízkoenergetických domů* In:[online]. [cit. 2012-11-10]. Dostupné z: <http://www.ekowatt.cz/cz/informace/uspory-energie/zasady-vystavby-nizkoenergetickych-domu>.
- [10] STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ VE SPOLUPRÁCI S ČESKOU KOMOROU ARCHITEKTŮ. *Manuál energeticky úsporné architektury*, Praha 2010, 228 s. ISBN 978-80-904577-1-3.

- [11] *Stavební systém europanel.* In: [online]. [cit. 2012-10-08]. Dostupné z: <http://www.europanel.cz/cz/fakta-pro-odborniky/stavebni-system-europanel>.
- [12] KORYTÁROVÁ, J., FRIDRICH, J. a PUCHÝŘ B. *Ekonomika investic, opora VUT FAST.* Vysoké učení technické v Brně. 2006, 227 s. ISBN 80-214-2089-8.
- [13] *O kolik zdražují dominantní dodavatelé.* In: [online]. [cit. 2012-10-07]. Dostupné z: <http://www.cenyenergie.cz/elektrina/ceny-elektriny-2013-o-kolik-zdrazuji-dominantni-dodavatele.asp>.
- [14] *Typ eurooken.* In: [online]. [cit. 2013-05-08]. Dostupné z: <http://www.eurooknattk.cz/drevena-eurookna/typy-eurooken/eurookna-ttk-pasiv>.

6 SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Seznam tabulek:

Tabulka 1 - Rozdělení rodinných domů dle roční potřeby energie.....	15
Tabulka 2 - Popis referenčního objektu.....	26
Tabulka 3 - Skladba obvodového pláště.....	27
Tabulka 4 - Skladba střechy.....	28
Tabulka 5 - Skladba podlahy.....	28
Tabulka 6 - Technické parametry konstrukcí obálky.....	29
Tabulka 7 - Energetické parametry budovy.....	29
Tabulka 8 - Konstrukce nízkoenergetického domu.....	30
Tabulka 9 - Konstrukce standardní domu.....	30
Tabulka 10 - Pořizovací náklady jednotlivých objektů.....	31
Tabulka 11 - Měrná potřeba energie jednotlivých objektů.....	32
Tabulka 12 - Provozní náklady jednotlivých objektů.....	32
Tabulka 13 - Výpočet prosté návratnosti.....	33
Tabulka 14 - Výpočet diskontované doby návratnosti.....	33
Tabulka 15 - Výpočet hypotečního úvěru.....	34
Tabulka 16 - Celkové provozní náklady.....	35
Tabulka 17 - Výpočet doby návratnosti při financování s úvěrem.....	35

Seznam grafů:

Graf 1 - Celkový pohyb nákladů po dobu 30 - ti let při částečném financování hypotečním úvěrem.....	37
Graf 2 - Celkové náklady po 30 - ti letech užívání stavby.....	38

Seznam obrázků:

Obr. 1 Tepelné ztráty budovy (v %) a teplota okolního vzduchu v závislosti na jejím umístění v terénu.....	16
Obr. 2 Vliv tvaru objektu na tepelné ztráty.....	17
Obr. 3 Model referenčního domu Brno Královo pole.....	27
Obr. 4 Nosné panely systému Europanel.....	27

7 SEZNAM ZKRATEK

EU	Evropská unie	
CEPHEUS	Cost Efficient Passive House, as European Standarts (Nákladově efektivní pasivní domy dle evropských norem)	
PHPP	The Passive House Planning Package (Návrh obálky pasivních domů)	
ČR	Česká republika	
HVV	Hlavní vzduchová vrstva	
EPBD	Energy Performance of Buildings Directive (Energetické náročnosti budov)	
U	[W/(m ² .K)]	součinitel prostupu tepla
EA	[kWh/(m ² .a)]	měrná potřeba tepla na vytápění
n50	[h ⁻¹ K]	doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu
A/V	[m ² /m ³]	geometrická charakteristika budovy
Un	[W/(m ² .K)]	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla
Upas	[W/(m ² .K)]	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy
Uw	[W/(m ² .K)]	součinitel prostupu tepla oknem
Ug	[W/(m ² .K)]	součinitel prostupu tepla zasklení
H	[W/(m ² .K)]	měrná tepelná ztráta budovy

8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1- Krycí list rozpočtu varianty pasivního domu

Příloha 2- Výpočet energické náročnosti varianty pasivního domu

Příloha 3- Krycí list rozpočtu varianty nízkoenergetického domu

Příloha 4- Výpočet energetické náročnosti varianty nízkoenergetického domu

Příloha 5- Krycí list rozpočtu varianty standardního domu

Příloha 6- Výpočet energetické náročnosti varianty standardního domu

Příloha 7- Půdorys 1.NP referenčního objektu

Příloha 8- Půdorys 2.NP referenčního objektu.

Nabídkový rozpočet

Číslo zakázky: 3
Název zakázky: **Pasivní rodinný dům Brno Královo pole**
Klasifikace:
Fáze zakázky: Založená nabídka
Zadavatel rozpočtu:
Komentář zakázky:

Verze rozpočtu: verze 1
Komentář verze:

Rekapitulace DPH

Sazba DPH	Základ daně	DPH	Cena s DPH
15%	2 099 536	314 930	2 414 467

Celkem bez DPH: **2 099 536 CZK**

Celkem s DPH: **2 414 467 CZK**

Firmy

Typ firmy	Název	Kontaktní osoba	Telefon

Realizační tým

Osoba	Význam osoby

Rekapitulace - objekty a oddíly

Popis	Cena	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	2 099 536	314 930	2 414 467
001: Zemní práce	7 536	1 130	8 666
002: Základy	89 928	13 489	103 417
003: Svislé konstrukce	319 006	47 851	366 857
006: Úpravy povrchu	227 413	34 112	261 525
009: Ostatní konstrukce a práce	16 900	2 535	19 435
099: Přesun hmot HSV	4 512	677	5 189
711: Izolace proti vodě	55 303	8 296	63 599
713: Izolace tepelné	143 130	21 470	164 600
721: Vnitřní kanalizace	35 000	5 250	40 250
722: Vnitřní vodovod	30 000	4 500	34 500
725: Zařizovací předměty	70 000	10 500	80 500
735: Ústřední vytápění - otopná tělesa	35 000	5 250	40 250
741: Elektromontáže	120 000	18 000	138 000
751: Vzduchotechnika	99 820	14 973	114 793
762: Konstrukce tesařské	177 481	26 622	204 103
763: Konstrukce montované	233 424	35 014	268 438
764: Konstrukce klempířské	60 000	9 000	69 000
766: Konstrukce truhlářské	240 308	36 046	276 354
767: Konstrukce zámečnické	7 519	1 128	8 647
771: Podlahy z dlaždic	21 614	3 242	24 856
775: Podlahy dřevěné	87 344	13 102	100 445
784: Malby	18 299	2 745	21 043
	2 099 536	314 930	2 414 467

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Energie 2010

Název úlohy: **Pasivní dům**
Zpracovatel: Acer
Zakázka:
Datum: 29.3.2013

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	-1,0 C	25,2	180,0	54,0	72,0	82,8
2. měsíc	28	1,0 C	46,8	201,6	93,6	100,8	144,0
3. měsíc	31	4,0 C	82,8	295,2	183,6	190,8	284,4
4. měsíc	30	9,0 C	115,2	342,0	266,4	259,2	424,8
5. měsíc	31	14,6 C	169,2	349,2	374,4	334,8	579,6
6. měsíc	30	17,0 C	187,2	313,2	414,0	316,8	597,6
7. měsíc	31	18,2 C	169,2	334,8	360,0	334,8	583,2
8. měsíc	31	18,8 C	136,8	360,0	316,8	316,8	514,8
9. měsíc	30	13,8 C	86,4	342,0	216,0	230,4	345,6
10. měsíc	31	9,4 C	61,2	270,0	122,4	172,8	205,2
11. měsíc	30	4,0 C	32,4	129,6	50,4	64,8	86,4
12. měsíc	31	-0,5 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	-1,0 C	43,2	43,2	133,2	158,4
2. měsíc	28	1,0 C	72,0	72,0	169,2	183,6
3. měsíc	31	4,0 C	129,6	133,2	262,8	273,6
4. měsíc	30	9,0 C	183,6	176,4	331,2	309,6
5. měsíc	31	14,6 C	284,4	262,8	392,4	352,8
6. měsíc	30	17,0 C	327,6	262,8	388,8	316,8
7. měsíc	31	18,2 C	280,8	270,0	370,8	349,2
8. měsíc	31	18,8 C	230,4	226,8	363,6	360,0
9. měsíc	30	13,8 C	136,8	144,0	295,2	309,6
10. měsíc	31	9,4 C	75,6	90,0	183,6	255,6
11. měsíc	30	4,0 C	36,0	39,6	90,0	115,2
12. měsíc	31	-0,5 C	32,4	32,4	82,8	73,6

HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH ZÓN V OBJEKTU :

HODNOCENÍ ZÓNY Č. 1 :

Základní popis zóny

Název zóny: Zona 1 RD
Geometrie (objem/podlah.pl.): 513,0 m3 / 132,0 m2
Účinná vnitřní tepelná kapacita: 80,0 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:	380 W
..... odvozeny pro	· počet osob: 4 a počet bytů: 1
Teplo na přípravu TV:	7920,0 MJ/rok
Celk. pomocná energie:	2880,0 MJ/rok
Celk. elektřina na osvětlení:	11520,0 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:	(podíl 100,0 %)
Typ zdroje tepla:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost výroby/regulace:	90,0 % / 97,0 %

Zdroje tepla na přípravu TV v zóně

Název zdroje tepla:	(podíl 100,0 %)
Typ zdroje přípravy TV:	obecný zdroj tepla (např. kotel)
Účinnost zdroje přípravy TV:	95,0 %

Měrný tepelný tok větráním zóny č. 1 :

Objem vzduchu v zóně:	410,4 m ³
Podíl vzduchu z objemu zóny:	80,0 %
Typ větrání zóny:	přirozené nebo nucené
Objem.tok přiváděného vzduchu:	70,0 m ³ /h
Objem.tok odváděného vzduchu:	70,0 m ³ /h
Násobnost výměny při dP=50Pa:	0,3 1/h
Souč.větrné expozice e:	0,01
Souč.větrné expozice f:	20,0
Účinnost zpětného získávání tepla:	93,0 %

Měrný tepelný tok větráním Hv: 2,085 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 jih	36,24	0,080	1,00	0,300
stěna východ	54,0	0,080	1,00	0,300
stěna sever	57,56	0,080	1,00	0,300
stěna západ	54,0	0,080	1,00	0,300
střecha	82,0	0,070	1,00	0,300
Okno 1	3,0	0,800	1,00	1,700
Okno velké jih	5,25	0,700	1,00	1,700
Balkonové dveře	1,89	0,900	1,00	1,700
Okno 2 NP	7,14	0,700	1,00	1,700
Balkonové dveře 2 NP	3,36	0,900	1,00	1,700
okno Východ 2 NP ložnice	1,5	0,700	1,00	1,700
Okno sever 1NP	0,9	0,700	1,00	1,700
Dveře vstup	1,85	1,200	1,00	1,700
Okno 2NP koupelna	0,9	0,700	1,00	1,700
Okno chodba	0,8	0,700	1,00	1,700

Vliv tepelných vazeb bude ve výpočtu zahrnut přibližně součinem (A * DeltaU,tbm).
Průměrný vliv tepelných vazeb DeltaU,tbm: 0,02 W/m²K

Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 42,766 W/K

Měrný tok zeminou u zóny č. 1 :

1. konstrukce ve styku se zemí

Název konstrukce:	Podlaha terén
Plocha koe ve styku se zemí nebo sklepem:	82,0 m ²
Součinitel prostupu tepla této konstrukce:	0,12 W/m ² K
Činitel teplotní redukce:	0,52
Ustálený měrný tok zemí H _g :	5,117 W/K
<u>Celkový ustálený měrný tok zemí H_g:</u>	<u>5,117 W/K</u>
Kolísání celk. ekv. měsíčních měrných toků H _{g,m} :	od 5,117 do 5,117 W/K

Solární zisky stavebními konstrukcemi zóny č. 1 :

Název konstrukce	Plocha [m ²]	g[alfa [-]	Ff [-]	Fc [-]	Fs [-]	Orientace
Okno 1	3,0	0,52	0,7	1,0	1,0	Jih
Okno velké jih	5,25	0,52	0,7	1,0	1,0	Jih
Balkonové dveře	1,89	0,52	0,7	1,0	1,0	Jih
Okno 2 NP	7,14	0,52	0,7	1,0	1,0	Jih
Balkonové dveře 2 NP	3,36	0,0	0,7	1,0	1,0	Jih
okno Východ 2 NP ložnice	1,5	0,52	0,7	1,0	1,0	Východ
Okno sever 1NP	0,9	0,52	0,7	1,0	1,0	Sever
Dveře vstup	1,85	0,0	0,7	1,0	1,0	Sever
Okno 2NP koupelna	0,9	0,0	0,7	1,0	1,0	Sever
Okno chodba	0,8	0,0	0,7	1,0	1,0	Sever

Celkový solární zisk konstrukcemi Q_s (MJ):

Měsíc:	1	2	3	4	5	6
Zisk (vytápění):	1052,9	1201,0	1785,7	2100,9	2210,7	2031,6
Měsíc:	7	8	9	10	11	12
Zisk (vytápění):	2122,1	2233,9	2067,7	1606,6	768,0	616,8

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny:	Zona 1 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 H _v :	2,085 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru H _d :	50,614 W/K
Ustálený měrný tok zemí H _g :	5,117 W/K
Měrný tok prostupem nevytáp. prostory H _u :	---
Měrný tok Trombeho stěnami H _{tw} :	---
Měrný tok větráními stěnami H _{vw} :	---
Měrný tok prvky s transparentní izolací H _{ti} :	---
Přídavný měrný tok podlahovým vytápěním dH _t :	---
Výsledný měrný tok H:	57,815 W/K

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	Q _{H,ht} [GJ]	Q _{int} [GJ]	Q _{sol} [GJ]	Q _{gn} [GJ]	E _{t,H} [-]	f _H [%]	Q _{H,nd} [GJ]
1	3,252	1,018	1,053	2,071	0,945	100,0	1,295
2	2,657	0,919	1,201	2,120	0,893	100,0	0,764
3	2,478	1,018	1,786	2,804	0,761	63,1	0,345
4	1,648	0,985	2,101	3,086	0,534	0,0	---
5	0,836	1,018	2,211	3,228	0,259	0,0	---
6	0,450	0,985	2,032	3,017	0,149	0,0	---
7	0,279	1,018	2,122	3,140	0,089	0,0	---
8	0,186	1,018	2,234	3,252	0,057	0,0	---
9	0,929	0,985	2,068	3,053	0,304	0,0	---

10	1,641	1,018	1,807	2,624	0,593	7,3	0,085
11	2,398	0,985	0,768	1,753	0,916	100,0	0,791
12	3,174	1,018	0,617	1,635	0,973	100,0	1,584

Vysvětlivky: Q,H,ht je potřeba tepla na pokrytí tepelné ztráty, Q,ht jsou vnitřní tepelné zisky, Q,so1 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: 4,865 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	1,545	---	---	0,695	1,459	0,240	3,939
2	0,911	---	---	0,695	1,200	0,240	3,046
3	0,411	---	---	0,695	0,998	0,240	2,345
4	---	---	---	0,695	0,816	0,240	1,751
5	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
6	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
7	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
8	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
9	---	---	---	0,695	0,835	0,240	1,770
10	0,102	---	---	0,695	0,999	0,240	2,025
11	0,944	---	---	0,695	1,100	0,240	3,069
12	1,890	---	---	0,695	1,440	0,240	4,264

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 účinnosti technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 28,539 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Faktor tvaru budovy A/V: 0,76 m²/m³

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	57,815	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	2,085	3,6 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	5,117	8,9 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	7,848	13,6 %
	Měrný tok plošnými koef. Hd,c:	42,766	74,0 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	18,144	27,9 %
	Střecha:	5,740	9,9 %
	Podlaha:	5,117	8,9 %
	Otvorová výplň:	20,882	36,1 %
	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:	57,815 W/K
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	513,0 m ³
Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994):	0,11 W/m ³ K
Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Změna 5 (1997):	8,3 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:	55,7 W/K
... dtto pro činitel teplotní redukce výplní otvorů b=1,15 (dle ČSN 730540):	58,9 W/K

Plocha obalových konstrukcí budovy:	392,4 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,46 W/m ² K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle TNI 730329 a 30:	0,14 W/m²K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle ČSN 730540:	0,15 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	4,865 GJ	1,351 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	513,0 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	132,0 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	2,6 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	10 kWh/(m².a)	
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	3123	
Měrná potřeba tepla na vytápění pro 3422 denostupňů při daném způsobu větrání a vnitřních ziscích:	10 kWh/(m ² .a)	

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

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q _{f,H} [GJ]	Q _{f,C} [GJ]	Q _{f,RH} [GJ]	Q _{f,W} [GJ]	Q _{f,L} [GJ]	Q _{f,A} [GJ]	Q _{fuel} [GJ]
1	1,545	---	---	0,695	1,459	0,240	3,939
2	0,911	---	---	0,695	1,200	0,240	3,046
3	0,411	---	---	0,695	0,998	0,240	2,345
4	---	---	---	0,695	0,816	0,240	1,751
5	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
6	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
7	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
8	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
9	---	---	---	0,695	0,835	0,240	1,770
10	0,102	---	---	0,695	0,989	0,240	2,025
11	0,944	---	---	0,695	1,190	0,240	3,069
12	1,890	---	---	0,695	1,440	0,240	4,264

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 účinnosti technických systémů.

Spotřeba energie na vytápění za rok Q _{fuel,H} :	5,803 GJ	1,612 MWh	12 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q _{aux,H} :	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	6,955 GJ	1,932 MWh	15 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	2 kWh/m ²
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m²
Spotřeba energie na přípravu TV Q _{fuel,W} :	8,337 GJ	2,316 MWh	18 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q _{aux,W} :	0,576 GJ	0,160 MWh	1 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	8,913 GJ	2,476 MWh	19 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q _{fuel,L} :	11,520 GJ	3,200 MWh	24 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	11,520 GJ	3,200 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:	28,539 GJ	7,928 MWh	60 kWh/m²

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	7928 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	513,0 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	132,0 m ²
Měrná spotřeba dodané energie EP,V:	15,5 kWh/(m ³ .a)
Měrná spotřeba energie budovy EP,A:	60,1 kWh/(m².a)

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

Nabídkový rozpočet

Číslo zakázky: 2
Název zakázky: Nízkoenergetický rodinný dům Brno Královo pole
Klasifikace:
Fáze zakázky: Založená nabídka
Zadavatel rozpočtu:
Komentář zakázky:

Verze rozpočtu: verze 2
Komentář verze:

Rekapitulace DPH

Sazba DPH	Základ daně	DPH	Cena s DPH
15%	2 024 996	303 749	2 328 745

Celkem bez DPH: 2 024 996 CZK
Celkem s DPH: 2 328 745 CZK

Firmy

Typ firmy	Název	Kontaktní osoba	Telefon

Realizační tým

Osoba	Význam osoby

Rekapitulace - objekty a oddíly

Popis	Cena	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	2 024 996	303 749	2 328 745
001: Zemní práce	7 536	1 130	8 666
002: Základy	89 928	13 489	103 417
003: Svislé konstrukce	283 057	42 459	325 516
006: Úpravy povrchu	227 567	34 135	261 702
009: Ostatní konstrukce a práce	16 900	2 535	19 435
099: Přesun hmot HSV	4 513	677	5 190
711: Izolace proti vodě	55 303	8 296	63 599
713: Izolace tepelné	94 384	14 158	108 542
721: Vnitřní kanalizace	35 000	5 250	40 250
722: Vnitřní vodovod	30 000	4 500	34 500
725: Zařizovací předměty	70 000	10 500	80 500
735: Ústřední vytápění - otopná tělesa	45 000	6 750	51 750
741: Elektromontáže	120 000	18 000	138 000
751: Vzduchotechnika	99 820	14 973	114 793
762: Konstrukce tesařské	177 481	26 622	204 103
763: Konstrukce montované	233 424	35 014	268 438
764: Konstrukce klempířské	60 000	9 000	69 000
766: Konstrukce truhlářské	240 308	36 046	276 354
767: Konstrukce zámečnické	7 519	1 128	8 647
771: Podlahy z dlaždic	21 614	3 242	24 856
775: Podlahy dřevěné	87 344	13 102	100 445
784: Malby	18 299	2 745	21 043
	2 024 996	303 749	2 328 745

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Energie 2010

Název úlohy: **Pasivní dům**
Zpracovatel: Acer
Zakázka:
Datum: 29.3.2013

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]				Horizont
			Sever	Jih	Východ	Západ	
1. měsíc	31	-1,0 C	54,0	137,0	72,0	72,0	90,0
2. měsíc	28	1,0 C	86,0	205,0	119,0	119,0	158,0
3. měsíc	31	4,0 C	126,0	281,0	187,0	187,0	299,0
4. měsíc	30	9,0 C	158,0	295,0	241,0	241,0	418,0
5. měsíc	31	14,6 C	212,0	328,0	313,0	313,0	569,0
6. měsíc	30	17,0 C	223,0	306,0	313,0	313,0	576,0
7. měsíc	31	18,2 C	227,0	335,0	338,0	338,0	619,0
8. měsíc	31	18,8 C	187,0	335,0	292,0	292,0	518,0
9. měsíc	30	13,8 C	133,0	288,0	205,0	205,0	346,0
10. měsíc	31	9,4 C	90,0	263,0	144,0	144,0	234,0
11. měsíc	30	4,0 C	50,0	130,0	68,0	68,0	104,0
12. měsíc	31	-0,5 C	43,0	112,0	54,0	54,0	72,0

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-1,0 C	54,0	54,0	112,0	112,0
2. měsíc	28	1,0 C	86,0	86,0	173,0	173,0
3. měsíc	31	4,0 C	126,0	126,0	245,0	245,0
4. měsíc	30	9,0 C	158,0	158,0	281,0	281,0
5. měsíc	31	14,6 C	202,0	202,0	338,0	338,0
6. měsíc	30	17,0 C	209,0	209,0	320,0	320,0
7. měsíc	31	18,2 C	212,0	212,0	353,0	353,0
8. měsíc	31	18,8 C	184,0	184,0	331,0	331,0
9. měsíc	30	13,8 C	133,0	133,0	259,0	259,0
10. měsíc	31	9,4 C	90,0	90,0	220,0	220,0
11. měsíc	30	4,0 C	50,0	50,0	108,0	108,0
12. měsíc	31	-0,5 C	43,0	43,0	90,0	90,0

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: Zona 1 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: 2,085 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 75,967 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 9,125 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 : **87,176 W/K**

Potřeba tepla na vytápění po měsících:

Měsíc	$Q_{H,ht}$ [GJ]	Q_{int} [GJ]	Q_{sol} [GJ]	Q_{gn} [GJ]	$\eta_{a,H}$ [-]	η_H [%]	$Q_{H,nd}$ [GJ]
1	4,903	1,018	0,827	1,845	0,973	100,0	3,108
2	4,007	0,919	1,244	2,164	0,833	100,0	1,989
3	3,736	1,018	1,720	2,738	0,867	100,0	1,383
4	2,486	0,985	1,835	2,820	0,714	63,2	0,472
5	1,261	1,018	2,073	3,091	0,408	0,0	---
6	0,678	0,985	1,952	2,937	0,231	0,0	---
7	0,420	1,018	2,129	3,147	0,134	0,0	---
8	0,280	1,018	2,095	3,113	0,090	0,0	---
9	1,401	0,985	1,770	2,755	0,508	0,0	---
10	2,475	1,018	1,586	2,604	0,745	78,0	0,536
11	3,615	0,985	0,784	1,769	0,947	100,0	1,940
12	4,787	1,018	0,673	1,691	0,978	100,0	3,133

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, $\eta_{a,H}$ je stupeň využitelnosti tepelných zisků, η_H 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 $Q_{H,nd}$: **12,541 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	3,404	---	---	0,695	1,459	0,240	5,798
2	2,179	---	---	0,695	1,200	0,240	4,313
3	1,492	---	---	0,695	0,998	0,240	3,426
4	0,517	---	---	0,695	0,816	0,240	2,268
5	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
6	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
7	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
8	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
9	---	---	---	0,695	0,835	0,240	1,770
10	0,587	---	---	0,695	0,999	0,240	2,511
11	2,125	---	---	0,695	1,190	0,240	4,250
12	3,432	---	---	0,695	1,440	0,240	5,807

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 účinnosti technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q_{fuel} : **36,473 GJ**

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H :	87,176	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu H_v :	2,085	2,4 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou H_g :	9,125	10,5 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory H_u :	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty H_d, tb :	7,848	9,0 %
	Měrný tok plošnými koef. H_d, c :	68,119	78,1 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	33,297	38,2 %
	Střecha:	13,940	16,0 %
	Podlaha:	9,125	10,5 %
	Otvorová výplň:	20,882	24,0 %
	Zbýlé méně významné konstrukce:	---	0,0 %
	Měrný tok speciálními konstrukcemi dH :	0,000	0,0 %

Měrný tok budovou a parametry podle starších předpisů

Součet celkových měrných tepelných toků jednotlivými zónami H_c : 87,176 W/K
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 513,0 m³
 Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994): 0,17 W/m³K
 Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Změna 5 (1997): 12,5 kWh/m³,a

Poznámka: Orientační tepelnou ztrátu objektu lze získat vynásobením součtu měrných toků jednotlivých zón H_c

působícím teplotním rozdílem mezi interiérem a exteriérem.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Součet měrných tepelných toků prostupem jednotlivými zónami Ht:	85,1 W/K
... dle čísel pro číselnou redukci výplní otvorů b=1,15 (dle ČSN 730540):	88,2 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	392,4 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,43 W/m ² K

Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle TNI 730329 a 30:	0,22 W/m²K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle ČSN 730540:	0,22 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	12,541 GJ	3,484 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	513,0 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	132,0 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	6,8 kWh/(m ³ .a)	

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 26 kWh/(m².a)

Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D = 3453.

Měrná potřeba tepla na vytápění pro 3422 denostupňů

př daném způsobu větrání a vnitřních zisků: 26 kWh/(m².a)

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

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q _{t,H} [GJ]	Q _{t,C} [GJ]	Q _{t,RH} [GJ]	Q _{t,W} [GJ]	Q _{t,L} [GJ]	Q _{t,A} [GJ]	Q _{fuel} [GJ]
1	3,404	---	---	0,695	1,459	0,240	5,798
2	2,179	---	---	0,695	1,200	0,240	4,313
3	1,492	---	---	0,695	0,998	0,240	3,426
4	0,517	---	---	0,695	0,816	0,240	2,268
5	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
6	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
7	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
8	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
9	---	---	---	0,695	0,835	0,240	1,770
10	0,587	---	---	0,695	0,989	0,240	2,511
11	2,125	---	---	0,695	1,190	0,240	4,250
12	3,432	---	---	0,695	1,440	0,240	5,807

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

Spotřeba energie na vytápění za rok Q _{fuel,H} :	13,736 GJ	3,816 MWh	29 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q _{aux,H} :	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP,H:	14,888 GJ	4,136 MWh	31 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 pom. energie na ventilátory Q _{aux,F} :	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP,F:	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m²
Spotřeba energie na přípravu TV Q _{fuel,W} :	8,337 GJ	2,316 MWh	18 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q _{aux,W} :	0,576 GJ	0,160 MWh	1 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP,W:	8,913 GJ	2,476 MWh	19 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q _{fuel,L} :	11,520 GJ	3,200 MWh	24 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP,L:	11,520 GJ	3,200 MWh	24 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q _{SC,e} :	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(iž 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: 36,473 GJ 10,131 MWh 77 kWh/m²**Měrná spotřeba energie dodané do budovy**

Celková roční dodaná energie:	10131 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	513,0 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	132,0 m ²

Měrná spotřeba dodané energie EP,V: 19,7 kWh/(m³.a)**Měrná spotřeba energie budovy EP,A: 76,8 kWh/(m².a)**

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

Nabídkový rozpočet

Číslo zakázky: 1
Název zakázky: **Standardní rodinný dům Brno Královo pole**
Klasifikace:
Fáze zakázky: Založená nabídka
Zadavatel rozpočtu:
Komentář zakázky:

Verze rozpočtu: verze 3
Komentář verze:

Rekapitulace DPH

Sazba DPH	Základ daně	DPH	Cena s DPH
15%	1 886 284	282 943	2 169 226

Celkem bez DPH: **1 886 284 CZK**
Celkem s DPH: **2 169 226 CZK**

Firmy

Typ firmy	Název	Kontaktní osoba	Telefon

Realizační tým

Osoba	Význam osoby

Rekapitulace - objekty a oddíly

Popis	Cena	DPH	Cena s DPH
SO_01: Stavební objekt 01	1 886 284	282 943	2 169 226
001: Zemní práce	7 536	1 130	8 666
002: Základy	89 928	13 489	103 417
003: Svislé konstrukce	283 057	42 459	325 516
006: Úpravy povrchu	224 417	33 663	258 080
009: Ostatní konstrukce a práce	16 900	2 535	19 435
099: Přesun hmot HSV	4 511	677	5 187
711: Izolace proti vodě	55 303	8 296	63 599
713: Izolace tepelné	69 557	10 434	79 991
721: Vnitřní kanalizace	35 000	5 250	40 250
722: Vnitřní vodovod	30 000	4 500	34 500
725: Zařizovací předměty	70 000	10 500	80 500
735: Ústřední vytápění - otopná tělesa	60 000	9 000	69 000
741: Elektromontáže	120 000	18 000	138 000
762: Konstrukce tesařské	177 481	26 622	204 103
763: Konstrukce montované	233 424	35 014	268 438
764: Konstrukce klempířské	60 000	9 000	69 000
766: Konstrukce truhlářské	214 394	32 159	246 553
767: Konstrukce zámečnické	7 519	1 128	8 647
771: Podlahy z dlaždic	21 614	3 242	24 856
775: Podlahy dřevěné	87 344	13 102	100 445
784: Malby	18 299	2 745	21 043
	1 886 284	282 943	2 169 226

VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A PRŮMĚRNÉHO SOUČINITELE PROSTUPU TEPLA NÍZKOENERGETICKÝCH RODINNÝCH DOMŮ

podle TNI 730329

Energie 2010

Název úlohy: **Pasivní dům**
Zpracovatel: Acer
Zakázka:
Datum: 29.3.2013

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	-1,0 C	54,0	137,0	72,0	72,0	90,0
2. měsíc	28	1,0 C	86,0	205,0	119,0	119,0	158,0
3. měsíc	31	4,0 C	126,0	281,0	187,0	187,0	299,0
4. měsíc	30	9,0 C	158,0	295,0	241,0	241,0	418,0
5. měsíc	31	14,6 C	212,0	328,0	313,0	313,0	569,0
6. měsíc	30	17,0 C	223,0	306,0	313,0	313,0	576,0
7. měsíc	31	18,2 C	227,0	335,0	338,0	338,0	619,0
8. měsíc	31	18,8 C	187,0	335,0	292,0	292,0	518,0
9. měsíc	30	13,8 C	133,0	288,0	205,0	205,0	346,0
10. měsíc	31	9,4 C	90,0	263,0	144,0	144,0	234,0
11. měsíc	30	4,0 C	50,0	130,0	68,0	68,0	104,0
12. měsíc	31	-0,5 C	43,0	112,0	54,0	54,0	72,0

Název období	Počet dnů	Teplota exteriéru	Celková energie globálního slunečního záření [MJ/m2]			
			SV	SZ	JV	JZ
1. měsíc	31	-1,0 C	54,0	54,0	112,0	112,0
2. měsíc	28	1,0 C	86,0	86,0	173,0	173,0
3. měsíc	31	4,0 C	126,0	126,0	245,0	245,0
4. měsíc	30	9,0 C	158,0	158,0	281,0	281,0
5. měsíc	31	14,6 C	202,0	202,0	338,0	338,0
6. měsíc	30	17,0 C	209,0	209,0	320,0	320,0
7. měsíc	31	18,2 C	212,0	212,0	353,0	353,0
8. měsíc	31	18,8 C	184,0	184,0	331,0	331,0
9. měsíc	30	13,8 C	133,0	133,0	259,0	259,0
10. měsíc	31	9,4 C	90,0	90,0	220,0	220,0
11. měsíc	30	4,0 C	50,0	50,0	108,0	108,0
12. měsíc	31	-0,5 C	43,0	43,0	90,0	90,0

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO JEDNOTLIVÉ ZÓNY :

VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO ZÓNU Č. 1 :

Název zóny: Zona 1 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: 24,219 W/K
Měrný tok prostupem do exteriéru Hd: 101,490 W/K
Ustálený měrný tok zeminou Hg: 15,052 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: 140,761 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	7,917	1,018	0,827	1,845	0,976	100,0	6,117
2	6,470	0,919	1,244	2,164	0,950	100,0	4,414
3	6,032	1,018	1,720	2,738	0,911	100,0	3,538
4	4,013	0,985	1,835	2,820	0,817	100,0	1,711
5	2,036	1,018	2,073	3,091	0,549	37,8	0,338
6	1,095	0,985	1,952	2,937	0,373	0,0	---
7	0,679	1,018	2,129	3,147	0,216	0,0	---
8	0,452	1,018	2,095	3,113	0,145	0,0	---
9	2,262	0,985	1,770	2,755	0,633	53,6	0,518
10	3,996	1,018	1,586	2,804	0,837	100,0	1,818
11	5,838	0,985	0,784	1,769	0,959	100,0	4,141
12	7,729	1,018	0,673	1,691	0,979	100,0	6,073

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: 28,668 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	6,700	---	---	0,695	1,459	0,240	9,094
2	4,835	---	---	0,695	1,200	0,240	6,970
3	3,875	---	---	0,695	0,998	0,240	5,808
4	1,874	---	---	0,695	0,816	0,240	3,625
5	0,371	---	---	0,695	0,672	0,240	1,977
6	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
7	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
8	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,807
9	0,568	---	---	0,695	0,835	0,240	2,338
10	1,991	---	---	0,695	0,989	0,240	3,915
11	4,536	---	---	0,695	1,190	0,240	6,661
12	6,652	---	---	0,695	1,440	0,240	9,027

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 teple 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 účinnosti technických systémů.

Celková roční dodaná energie Q,fuel: 54,138 GJ

PŘEHLEDNÉ VÝSLEDKY VÝPOČTU PRO CELÝ OBJEKT :

Rozložení měrných tepelných toků

Zóna	Položka	Měrný tok [W/K]	Procento [%]
1	Celkový měrný tok H:	140,761	100,0 %
z toho:	Měrný tok výměnou vzduchu Hv:	24,219	17,2 %
	Měrný (ustálený) tok zeminou Hg:	15,052	10,7 %
	Měrný tok přes nevytápěné prostory Hu:	---	0,0 %
	Měrný tok tepelnými mosty Hd,tb:	7,848	5,6 %
	Měrný tok plošnými koemi Hd,c:	93,642	66,5 %
rozložení měrných toků po konstrukcích:			
	Obvodová stěna:	46,010	32,7 %
	Střecha:	18,204	12,9 %
	Podlaha:	15,052	10,7 %
	Otvorová výplň:	29,428	20,9 %
	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: 140,761 W/K
 Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů: 513,0 m³
 Tepelná charakteristika budovy podle ČSN 730540 (1994): 0,27 W/m³K
 Spotřeba tepla na vytápění podle STN 730540, Zmena 5 (1997): 20,2 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:	116,5 W/K
... dtto pro činitel teplotní redukce výplní otvorů b=1,15 (dle ČSN 730540):	121,0 W/K
Plocha obalových konstrukcí budovy:	392,4 m ²
Limit odvozený z U _{req} dílčích konstrukcí... U _{em,lim} :	0,43 W/m ² K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle TNI 730329 a 30:	0,30 W/m²K
Prům. souč. prostupu tepla obálky budovy U_{em} dle ČSN 730540:	0,31 W/m²K

Celková a měrná potřeba tepla na vytápění

Celková roční potřeba tepla na vytápění budovy:	28,668 GJ	7,963 MWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	513,0 m ³	
Celková podlahová plocha budovy:	132,0 m ²	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy (na 1 m ³):	15,5 kWh/(m ³ .a)	
Měrná potřeba tepla na vytápění budovy:	60 kWh/(m².a)	
Hodnota byla stanovena pro počet denostupňů D =	3807.	
Měrná potřeba tepla na vytápění pro 3422 denostupňů při daném způsobu větrání a vnitřních ziscích:	58 kWh/(m ² .a)	
Poznámka: Měrná potřeba tepla je stanovena bez vlivu účinnosti systémů výroby, distribuce a emise tepla.		

Celková energie dodaná do budovy

Měsíc	Q _{f,H} [GJ]	Q _{f,C} [GJ]	Q _{f,RH} [GJ]	Q _{f,W} [GJ]	Q _{f,L} [GJ]	Q _{f,A} [GJ]	Q _{fuel} [GJ]
1	6,700	---	---	0,695	1,459	0,240	9,094
2	4,835	---	---	0,695	1,200	0,240	6,970
3	3,875	---	---	0,695	0,998	0,240	5,808
4	1,874	---	---	0,695	0,816	0,240	3,625
5	0,371	---	---	0,695	0,672	0,240	1,977
6	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
7	---	---	---	0,695	0,624	0,240	1,559
8	---	---	---	0,695	0,672	0,240	1,607
9	0,568	---	---	0,695	0,835	0,240	2,338
10	1,991	---	---	0,695	0,989	0,240	3,915
11	4,536	---	---	0,695	1,190	0,240	6,661
12	6,652	---	---	0,695	1,440	0,240	9,027

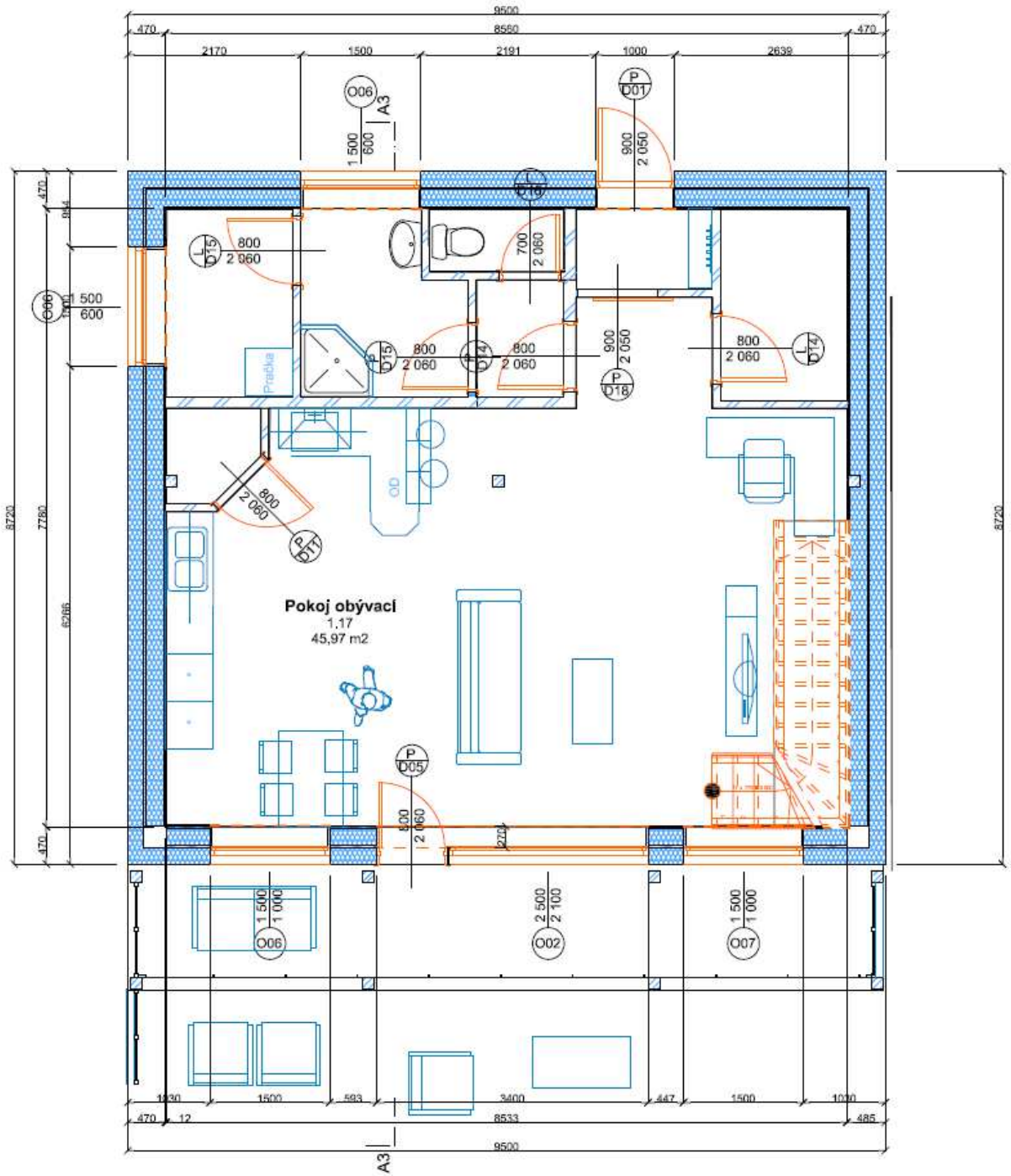
Vysvětlivky: Q_{f,H} je spotřeba energie na vytápění, Q_{f,C} je spotřeba energie na chlazení, Q_{f,RH} je spotřeba energie na úpravu vlhkosti vzduchu, Q_{f,W} je spotřeba energie na přípravu teplé vody, Q_{f,L} je spotřeba energie na osvětlení (a případně i na spotřebiče), Q_{f,A} je spotřeba pomocné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

Spotřeba energie na vytápění za rok Q _{fuel,H} :	31,401 GJ	8,723 MWh	66 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na vytápění Q _{aux,H} :	1,728 GJ	0,480 MWh	4 kWh/m ²
Energetická náročnost vytápění za rok EP_H:	33,129 GJ	9,203 MWh	70 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 ventilatory Q _{aux,F} :	---	---	---
Energ. náročnost mech. větrání za rok EP_F:	---	---	---
Spotřeba energie na přípravu TV Q _{fuel,W} :	8,337 GJ	2,316 MWh	18 kWh/m ²
Spotřeba pom. energie na rozvod TV Q _{aux,W} :	1,152 GJ	0,320 MWh	2 kWh/m ²
Energ. náročnost přípravy TV za rok EP_W:	9,489 GJ	2,636 MWh	20 kWh/m²
Spotřeba energie na osvětlení a spotř. Q _{fuel,L} :	11,520 GJ	3,200 MWh	24 kWh/m ²
Energ. náročnost osvětlení za rok EP_L:	11,520 GJ	3,200 MWh	24 kWh/m²
Energie ze solárních kolektorů za rok Q _{SC,e} :	---	---	---
z toho se v budově využije:	---	---	---
(jít 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:	54,138 GJ	15,038 MWh	114 kWh/m²

Měrná spotřeba energie dodané do budovy

Celková roční dodaná energie:	15038 kWh
Objem budovy stanovený z vnějších rozměrů:	513,0 m ³
Celková podlahová plocha budovy:	132,0 m ²
Měrná spotřeba dodané energie EP _V :	29,3 kWh/(m ³ .a)
Měrná spotřeba energie budovy EP_A:	113,9 kWh/(m².a)

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



Příloha 8- Půdorys 2.NP referenčního objektu.

8/1

