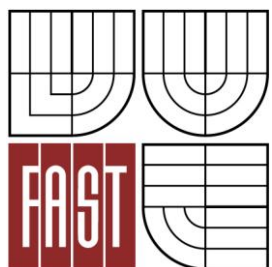




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOV

ENERGY ASSESSMENT OF BUILDINGS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ZDENA DOBRÁ

VEDOUČÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ HIRŠ, CSc.

BRNO 2016



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Zdena Dobrá

Název Energetické hodnocení budov

Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2015

Datum odevzdání bakalářské práce 27. 5. 2016

V Brně dne 30. 11. 2015

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu



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

Podklady a literatura

Platné zákony, vyhlášky, nařízení a normy v oblasti řešené problematiky bakalářské práce. Domácí, evropská a světová literatura, sborníky vědeckých konferencí a odborných akcí v oblasti TZB. Zdroje na internetu. Podrobné podklady a další upřesnění stanoví vedoucí bakalářské práce při konzultacích.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

- a) titulní list,
- b) zadání VŠKP,
- c) abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
- d) bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
- e) prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
- f) poděkování (nepovinné),
- g) obsah,
- h) úvod,
- i) vlastní text práce s touto osnovou:
 - A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran
 - B. Výpočtová část
 - B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy
 - specifikace energetických systémů budovy
 - stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí
 - B2. Energetické hodnocení budovy
 - standardizované užívání budovy
 - potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení
 - variantní návrhy opatření pro snížení energetické náročnosti
 - ekonomické hodnocení navržených opatření
 - C. Projekt
 - analýza průkazu energetické náročnosti budovy
 - zpracování dílčích částí energetického auditu
 - vybrané experimentální ověření reálného stavu budovy
- o) závěr,
- p) seznam použitých zdrojů,
- q) seznam použitých zkratk a symbolů,
- r) seznam příloh,
- s) přílohy – výkresy, schémata

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

V teoretické části bakalářské práce se nalézají základní pojmy energetického hodnocení budov a současně také základní vyhlášky a směrnice.

Ve výpočtové části jsou specifikovány energetické systémy budov, stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí. Dále pak pojmy jako je standardizované užívání budovy, potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB, návrhy opatření a ekonomické hodnocení.

V Projektu nalezneme analýza PENB, zpracované dílčí části energetického auditu a experimentální ověření reálného stavu budovy.

Klíčová slova

Energetické hodnocení budovy, průkaz energetické náročnosti budov, úspora energií, spotřeba energie, energetická náročnost, úsporná opatření, energetická bilance

Abstract

In the theoretical part of bachelor's thesis there are basic terms of building energy rating and also the main announcements and guidelines.

In the computational part of bachelor's thesis there are specified building energy systems, building solution and technical characters of cladding. Also, there are terms as is standardized usage of the building, energy consumption for individual systems of technical equipment of buildings, draft measures and economical rating.

In the Project can be found analysis of PENB, elaboration of sub-section of the energy audit and experimental verification of the building's real condition.

Keywords

building energy rating, Energy Performance Certificate, energy savings, energy consumption, energy consumption of the building, energy-saving measures, energy balance

Bibliografická citace VŠKP

Zdena Dobrá *Energetické hodnocení budov*. Brno, 2016. 86 s., 7 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.

Prohlášení:

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

V Brně dne 25.5.2016

.....
podpis autora

Zdena Dobrá

Poděkování:

Velmi děkuji doc. Ing. Jiřímu Hiršovi, CSc. za to, že si pokaždé, kdy jsem potřebovala, na mě vyhradil dostatek času, že mi vždy dokázal srozumitelně odpovědět na všechny mé dotazy a že mi sdělil cenné informace k danému tématu. Dále rodičům za poskytnutí rodinného zázemí po celou dobu mého dosavadního studia a pak také svému příteli nstržm. Bc. Lukáši za jeho podporu a přítomnost.

Obsah

Úvod.....	10 -
A. Teoretická část	11 -
A1. Energetická náročnost budov.....	12 -
A1.1. Rozdělení budov	12 -
A1.2. Navrhování budov s nízkou energetickou náročností.....	12 -
A1.3. Stavebně-koncepční řešení.....	13 -
A1.4. Stavebně-konstrukční řešení	14 -
A1.5. Soustavy technických zařízení budov	16 -
A1.6. Obnovitelné zdroje	17 -
A2. Právní předpisy	18 -
A2.1. Zákon č. 406/2000 Sb. – O hospodaření energií.....	18 -
A2.2. Předpis č. 78/2013 Sb. – Vyhláška o energetické náročnosti budov.....	19 -
A2.3. Směrnice 2010/31/EU – O energetické náročnosti budov	25 -
A3. Programy pro zpracování PENB.....	26 -
A4. Vlastní pohled na danou problematiku	27 -
B. Výpočtová část.....	28 -
B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy	29 -
B1.1. Specifikace energetických systémů budovy.....	29 -
B1.2. Stavební řešení a tepelně-technické vlastnosti obalových konstrukcí.....	30 -
B2. Energetické hodnocení budov.....	33 -
B2.1. Standardizované užívání budovy.....	33 -
B2.2. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení.....	33 -
B2.3. Variantní návrhy opatření pro snížení energetické náročnosti	37 -
B2.4. Ekonomické hodnocení navržených opatření	38 -
C. Projekt.....	41 -
C1. Analýza průkazu energetické náročnosti budovy	42 -
C1.1. Popis posuzovaného bytového domu.....	42 -
C1.2. Lokalita	42 -
C1.3. Technické parametry bytového domu.....	44 -
C2. Zpracování dílčích částí energetického auditu.....	49 -
C2.1. Průkaz energetické náročnosti budovy.....	49 -
C2.2. Navrhované varianty	67 -

C2.3. Ekonomické zhodnocení navrhovaných variant	- 74 -
C3. Vybrané experimentální ověření reálného stavu budovy	- 75 -
Závěr	- 79 -
Seznam použitých zdrojů	- 80 -
Seznam použitých zkratk a symbolů	- 82 -
Seznam příloh.....	- 86 -

Úvod

Tématem bakalářské práce je energetické hodnocení budov. Práce je rozdělena do tří částí. Objektem hodnocení této práce byl bytový dům.

Část A. obsahuje literární rešerši zadaného tématu, jakých částí TZB se dotýká, výčet základních vyhlášek a směrnic, které značně ovlivňují energetické hodnocení budov.

Část B. je výpočet, který je rozdělen do dvou částí B1. a B2. B1. obsahuje stručnou analýzu energetických potřeb a toků budovy (specifikace energetických systémů budovy a stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí). B2. obsahuje energetické hodnocení budovy (standardizované užívání budovy, potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení, variantní návrhy opatření pro snížení energetické náročnosti, ekonomické hodnocení navržených opatření)

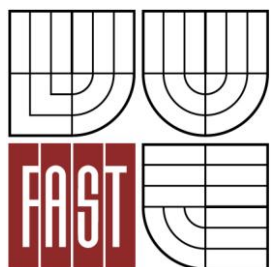
Část C. obsahuje částečně vypracovaný průkaz energetické náročnosti budovy bytového domu v ulici Kuršova, Brno – Bystrc. Cílem bylo vyzkoušet si vypracování dílčích částí energetického auditu, umět je vyhodnotit a navrhnout možná opatření pro snížení energetické náročnosti budovy. Dále pak si zkusit zpracovat naměřená data a vyvodit z nich určitý závěr.

Výpočet byl proveden studentskou verzí aplikace Energie od DEKSOFTu



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A. Teoretická část

A1. Energetická náročnost budov

A1.1. Rozdělení budov

Definice: Nízkoenergetická budova je objekt, jenž spotřebovává malé až mizivé množství energií na vytápění. Nízkoenergetické budovy se dělí do kategorií z hlediska spotřeby energií za rok na 1 m². Z hlediska historie se pasivní domy začaly objevovat již koncem 80. let minulého století, kdy v Německu Dr. Wolfgang Feist představil experimentální stavbu, jenž splňoval požadavky pro pasivní dům.

Aktivní (pozitivní) dům: Nazývá se též jako plusový dům, který vyrobí více energie, než co sám spotřebuje a nepotřebuje dodávat energii z venčí. V praxi ovšem energii vyrobenou navíc dodáváme do veřejné sítě.

Nulové domy: $\leq 5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ u nulových domů se jedná spíše jen o teoretickou nulovou spotřebu energií, jelikož dům na svůj provoz vyžaduje určité množství energie. Avšak si zdroje energie zabezpečuje v místě stavby (obnovitelné zdroje).

Pasivní domy: $5-15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ jak již bylo napsáno, pasivní domy nejsou žádnou novinkou, avšak v ČR se s výstavbou začalo až po roce 2004. Termín „pasivní domy“ nemají oporu v legislativě.

Nízkoenergetické domy: $15-50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ v dnešní době se s těmito hodnotami u novostaveb setkáváme celme běžně.

Obvyklá novostavba: $80-140 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ [1]

A1.2. Navrhování budov s nízkou energetickou náročností

- Požadavky

Pasivní domy – roční plošná měrná potřeba tepla na vytápění má být $\leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Množství energie spotřebované na provoz budovy nemá překročit hodnotu $120 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Měrná tepelná ztráta nemá překročit hodnotu $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Obvodové konstrukce by neměly mít součinitel prostupu $U \leq 15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a neměly by vznikat tepelné mosty. Obvodová konstrukce by měla být až vzduchotěsná v souladu s dodržением dostatečné výměny vzduchu. Nízkoenergetické domy – hodnoty jsou mírnější jak u domů pasivních. Roční plošná měrná potřeba tepla na vytápění má být $\leq 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Obvodové stěny mají mít menší než normovou hodnotu součinitele prostupu tepla, rovněž by mělo být zamezeno tepelným mostům.

- Zásady

1. Zásadní věc, kterou při návrhu nízkoenergetické budovy musíme zajistit vyváženost všech složek, které zasahují do energetické bilance. Využívat vhodné otopné soustavy, kombinace různých obnovitelných zdrojů. Tyto opatření by měly být provozuschopné po celou dobu životnosti dané budovy.

2. Orientace a dispozice budovy by měla být co nejvhodněji volena.
3. Při návrhu výměny vzduchu v budově se nejběžněji volí nucené větrání, které snižuje energetickou náročnost. Využívá se i systém rekuperace.
4. Dále je vhodné využívat solární energii a tepelná čerpadla, které nám pomohou vykryt zbytkovou potřebu tepla. Dané systémy se rovněž mohou kombinovat mezi sebou.
5. Nedílnou součástí je i správná volba domácích spotřebičů s tou nejvyšší možnou třídou. [2]

A1.3. Stavebně-koncepční řešení

- Volba pozemku

Rozhodující faktory při volbě správného pozemku:

1. Nadmořská výška - nárůst nadmořské výšky o 100 m -> pokles teploty vnějšího vzduchu cca o 0,5 °C.
2. Orientace ke světovým stranám – svahování pozemku, na svahy jižní v zimním období dopadá až od 30 % více slunečního záření oproti severním stranám.
3. Tvar terénu – nevhodným místem může být i vrchol kopců nebo údolí, na těchto místech bývají nižší teploty oproti jižním svahům a chráněným polohám. Převážně v údolích vznikají časté teplotní výkyvy.
4. Povětrnostní poměry – vítr má nedílnou součást na spotřebě tepla, zvláště v zimním období. Rychlost větru může záviset také na nadmořské výšce a tvaru daného objektu. Proudění ovlivňuje výslednou hodnotu součinitele prostupu tepla U na vnější straně konstrukce. Tudíž je vhodné omezit členění budovy i její výšku, může nám pomoci i vhodná tepelná izolace a také pokud dbáme na vzduchotěsnost objektu.
5. Hustota zástavby – v zástavbě se může teplota venkovního vzduchu lišit až o 10 °C než v nezastavěných místech.
6. Hustota vegetace – díky okolní vegetaci může docházet ke zvýšení vlhkosti. Je to přirozená ochrana před větry a nadměrným slunečním zářením.
7. Vodní plochy – voda má dobré tepelně-akumulační vlastnosti, tudíž může pozitivně ovlivňovat tepelné výkyvy v okolí.

- Velikost a řešení domu

Při tvarovém návrhu objektu bychom měli zohlednit poměr mezi plochou vnějších ochlazovaných konstrukcí a vytápěnému objemu. Čím nižší hodnota nám vyjde, tím má daný objekt nižší spotřebu energie. Víkýře, arkýře, balkony, lodžie, niky, atp. nám zvyšují ochlazování budov. Naším cílem je dosáhnout spotřebu energie na 50 kWh/(m².a) - (hranice pro nízkoenergetické domy).

- Dispozice místností

Velký vliv na tepelnou pohodu a snížení energií má i tzv. zónování. Tím se rozumí, že místnosti s danou funkcí se umísťují ke světovým stranám dle toho, na jakou teplotu se vytápějí a jak jsou využívány.

Na osluněné strany umísťujeme místnosti, které mají být nejteplejší nebo jsou nejčastěji využívány, ovšem musíme dbát i na to, aby během letních měsíců

nedocházelo k příliš vysokým tepelným ziskům, to by mohlo vést k tepelné nepohodě.

Na severní stranu umístíme méně využívané místnosti a nevytápěné prostory. Lze u takovýchto prostor zřizovat i menší okenní otvory z hlediska malých tepelných ztrát, ale také menšími nároky na oslunění.

Zónování se vyvinulo ruku v ruce s prvními nízkoenergetickými domy. Správné zónování může mít i pozitivní vliv na osoby, jelikož správné oslunění má psychologický efekt. Není to však primární podmínka při návrhu domu, pořád by měla být zachována funkčnost daného objektu.

- **Prosklené plochy**

Velikost prosklených ploch volíme dle daného objektu, jeho natočení ke světovým stranám a vnitřní dispozice. Celková plocha prosklení, by neměla přesáhnout 25% celkové plochy obvodových konstrukcí. Velikost prosklených oken by měla být volena optimálně, aby nedocházelo k velkým tepelným ztrátám a rovněž také k velkým, nežádoucím, tepelným ziskům, dále také k optimálnímu přirozenému dennímu osvětlení. Největší podíl prosklených ploch bývá na jižních fasádách a jim přidružených, nejméně naopak na severních, kde umístíme co nejmenší a co nejméně okenních otvorů. [2]

A1.4. Stavebně-konstrukční řešení

- **Obvodové stěny**

Součinitel prostupu tepla obvodové stěny u nízkoenergetických domů má být nižší nebo rovno jak normová hodnota ($U=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$). Stěny dělíme na lehké (plošná hmotnost do $100 \text{ kg}/\text{m}^2$) a těžké (masivní), dále také na jednovrstvé a vícevrstvé. Těžké a masivní konstrukce mívají dobrou tepelně-akumulační vlastnost, avšak jejich tloušťka může být obvykle maximálně 500 mm.

- **Střechy**

Součinitel prostupu tepla střechou u nízkoenergetických domů má být nižší jak normová hodnota ($U=0,16 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$). Střechy dělíme na lehké (skoro žádné tepelně-akumulační vlastnosti) a těžké (dobré tepelně-akumulační vlastnosti). Při návrhu střechy dbáme na správné provedení tepelné izolace na kritických místech, zamezujeme vzniku tepelných mostů a vodotěsnost.

- **Stropy a podlahy**

Podlahové konstrukce mají význam pro kvalitu bydlení a energetickou bilanci objektu. Od podlahové konstrukce žádá, aby měla dobré akumulční schopnosti a zároveň aby splňovala požadavky na pokles dotykové teploty. Problém u podlahových konstrukcí nastává u umístění tepelné izolace. Je zde několik variant. Buď se tepelná izolace umístí uje pod nášlapnou vrstvou, což může vést ke špatným akumulčním vlastnostem, ale zároveň ke splnění požadavku na pokles dotykové teploty. Nebo se může tepelná izolace navrhnout na spodní stranu konstrukce, což vede k obtížnému řešení tepelných vazeb mezi stěnou a stropem.

- **Tepelná izolace**

Tepelné izolace jsou posuzovány dle součinitele tepelné vodivosti λ [W/(m.K)]. Mezi izolanty řadíme materiály se součinitelem $\lambda \leq 0,17$ W/(m.K).

Nejznámější tepelné izolanty:

Pěnový polystyren (EPS), vytlačovaný polystyren (XPS), pěnový polyuretan (PUR), pěnové sklo, minerální vláknité desky (MV), perlit, papírová vlákna, sláma.

Maximální vhodná tloušťka tepelné izolace se uvádí 500 mm. Při návrhu nízkoenergetických domů se při volbě tloušťky tepelné izolace hledí na součinitel prostupu tepla. Při návrhu tloušťky tepelné izolace u dodatečně zatepovaných objektů hledíme na návratnost.

- **Okna**

Slabý článek objektu, výrazně se podílí na ztrátách budovy. Okna se rovněž podílí na tvorbě optimálního vnitřního prostředí (tepelně-technické, světelné, akustické vlastnosti).

Důležitými parametry při návrhu okna hrají:

1. Součinitel prostupu tepla U [W/(m².K)]
2. Součinitel spárové průvzdušnosti [m²/(s.Pa^{0,67})]
3. Činitel světelné propustnosti T [-]
4. Celková propustnost slunečního záření g [-]
5. Index selektivity T/g [-]
6. Index neprůzvučnosti R_w [dB]
7. Ekvivalentní součinitel prostupu tepla okna $U_{w,ekv}$ [W/(m².K)]

Nosnou konstrukcí okna jsou rámy a křídla, mohou být ze dřeva, plastu, kovu. Rám s křídlem má až o 20 % horší tepelně-izolační vlastnosti než samotné zasklení.

Na tepelně-technické vlastnosti okna mají vliv spáry. Okna se osazují cca 1/3 od vnějšího líce stěny. Pokud se využívá vnějšího kontaktního zatepovacího systému, tak se doporučuje překrytí rámu o 30 - 40 mm tepelnou izolací. Zasklení má lepší vlastnosti jak rám s křídlem. Existuje izolační dvojsklo, trojsklo, čtyřsklo. Při větším otvoru mezi skly je tepelný odpor větší, ale pouze do 30 mm, větší mezery nevedou ke zlepšování tepelně-izolačních vlastností.

- **Dveře**

Jsou na ně kladeny stejné požadavky jako na okna, avšak zaujímají malý podíl, tudíž je jejich vliv na energetickou bilanci minimální. [2]

A1.5. Soustavy technických zařízení budov

- Úvod

Zahrnují větrání, vytápění, chlazení a přípravu teplé vody. Dopomáhají k budování vhodných podmínek pro uživatele. Dimenzování avšak u nízkoenergetických budov probíhá jinak, nejvíce však u vytápění, větrání a u přípravy teplé vody, využívají se k tomu totiž obnovitelné zdroje.

- Vytápění

Důležitou funkcí vytápění je, aby udržovala tepelnou pohodu v objektu, toho dosáhneme za pomoci využívání více zdrojů nebo jejich kombinací. Zdroje tepla: zemní plyn, biomasa, elektrická energie, solární energie, tepelná čerpadla (vzduch/voda, vzduch/vzduch, voda/voda, země/voda), zemní vzduchové kolektory, otopné soustavy (tepl vodní vytápění, tepl vzdušné vytápění).

- Chlazení

Konstrukčním řešením budov může docházet k vysokým ziskům tepla, tomu zabraňujeme pomocí architektonickým řešením (zastiňováním) nebo také konstrukčním řešením (pro větrávané střechy/fasády). Rovněž jde ochlazovat i za pomoci kolísáním teplot, chladu ze země a přeměnou citelného tepla na latentní.

- Větrání

Nejčastěji se u nízkoenergetických domů využívá nucené větrání, které se spojuje se zpětným získáváním tepla. K tomu, aby to dobře fungovalo, tak musíme zajistit vzduchotěsnost objektu.

- Úprava vlhkosti

Povětšinou doprovází systémy vzduchotechniky, kdy s ní dokážeme docílit účinné úpravy vzduchu za pomoci ohřevu vzduchu, chlazením vzduchu (suché a mokré chlazení), vlhčením a odvlhčením vzduchu.

- Příprava teplé vody

K ohřevu teplé vody se využívají solární kolektory, jelikož se jedná nestabilní zdroj, tak se dohřívání provádí za pomoci jiných stabilních systémů. Rozvody provádíme co nejkratší, dobře tepelně izolované s centrálním termostatickým ventilem.

- Osvětlení

Využíváme úsporné zářivky a obecně osvětlení s nízkou spotřebou energie. [2]

A1.6. Obnovitelné zdroje

- Úvod

V ČR se berou obnovitelné zdroje jako doplněk výroby energie. Dochází i ke kombinaci obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie (uhlí + biomasa). V rámci EU se však do budoucna počítá s rozšířením výroben obnovitelných zdrojů, avšak v zemích s lepšími přírodními podmínkami než je v ČR. Obnovitelné zdroje mají výhodu v tom, že jsou nevypotřebovatelné a při výrobě vzniká malé množství CO₂. Avšak jejich nevýhoda tkví v tom, že nelze dopředu odhadnout její výrobu, čímž by mohlo docházet k přetěžování distribučních sítí.

- Biomasa

V ČR se řadí mezi nejpotentnější obnovitelné zdroje. Je to zdroj, ve kterém je uložena sluneční energie. Biomasa je biologického původu (rostlinná – půda/voda, živočišná, organické produkty a vedlejší organické produkty) Energie z biomasy vzniká spalováním. Spaluje se za vysokých teplot, jelikož vzniklé plyny mají při hoření rozdílnou spalovací teplotu, tudíž aby všechny plyny shořely a nestávalo se tak posléze v komínech. Spalováním vzniká velmi malé množství CO₂, které je tak velké, jako to, které se zpětně váže do rostlin apod.

- Vítr

Výroba energie větru má v ČR historickou tradici v podobě větrných mlýnů. Novodobé větrné elektrárny se na našem území začaly objevovat již na konci 80. let min. století.

K výstavbě se využívají místa s nadmořskou výškou nad 600 m, největší potenciál mají oblasti na severu Čech a severu Moravy (oblasti o rychlosti větru větší jak 5 m/s).

Jako negativum je vyčítána hlučnost elektráren, ale v dnešní době to již neplatí, ve vzdálenosti 500 m od elektrárny jsou splňovány hygienické limity (40 dB). Větrné elektrárny jsou ekologické.

- Voda

Byť není ČR ideální pro budování rozsáhlých vodních děl, ale tak se řadí vodní elektrárny mezi rozšířenější zdroje energie. Dle EU se přečerpávací vodní elektrárny a malé vodní elektrárny neřadí mezi obnovitelné zdroje, ale mají též přínos k ochraně a zachování životního prostředí. Na území ČR leží 12 vodních elektráren. V posledních letech se počet malých vodních elektráren po ČR rozrostl do stovek děl.

- Slunce

Nejrozšířenější zdroj energie z hlediska ochrany životního prostředí. Výkon slunce je o dost větší (40 bilionkrát), než se udává celková spotřeba lidstva. Velký vliv na výrobu sluneční energie má poloha/umístění kolektoru, závisí to rovněž na počasí, nadmořské výšce, lokalitě a ročním období.

Existují dva druhy získávání sluneční energie – přímo (sluneční články) / nepřímě (sluneční sběrače). [3]

A2. Právní předpisy

A2.1. Zákon č. 406/2000 Sb. – O hospodaření energií

Schválen: 25. Října 2000

Účinnost od: 1. Ledna 2001

Změny zákona: 359/2003 Sb., 694/2004 Sb., 180/2005 Sb., 177/2006 Sb., 214/2006 Sb., 574/2006 Sb., 186/2006 Sb., 393/2007 Sb., 124/2008 Sb., 223/2009 Sb., 299/2011 Sb., 53/2012 Sb., 165/2012 Sb., 318/2012 Sb., 310/2013 Sb., 103/2015 Sb., 131/2015 Sb.

Část první

HLAVA I – Základní ustanovení

§ 1 Předmět zákona

§ 2 Základní pojmy

HLAVA II – Energetická koncepce

§ 3 Státní energetická koncepce

§ 4 Územní energetická koncepce

HLAVA III – Státní program na podporu úspor energie a využití obnovitelných a druhotných zdrojů energie

§ 5

HLAVA IV – Některá opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie

§ 6 Účinnost užití energie zdrojů a rozvodů energie

§ 6a Kontrola provozovaných kotlů a rozvodů tepelné energie a klimatizačních systémů

§ 7 Snižování energetické náročnosti budov

§ 7a Průkaz energetické náročnosti

§ 8 Energetické štítky

§ 8a Ekodesign

§ 9 Energetický audit

§ 9a Energetický posudek

§ 9b Hospodárné užití energie ústředními institucemi

§ 10 Energetický specialista

§ 10a Odborná zkouška, průběžné vzdělávání a přezkušování energetických specialistů

§ 10b Vydání a zrušení oprávnění a zápis energetického specialisty do seznamu energetických specialistů

§ 10c Seznam energetických specialistů

§ 10d Osoba oprávněná provádět instalaci vybraných zařízení vyrábějících energii z obnovitelných zdrojů

§ 10e Smlouva o energetických službách

§ 10f Seznam poskytovatelů energetických služeb

§ 10g Výmaz ze seznamu poskytovatelů energetických služeb

§ 10h Využívání údajů z informačních systémů veřejné správy

§ 11 Působnost ministerstva

HLAVA V – Správní delikty

§ 12 Přestupky

§ 12a Správní delikty právnických a podnikajících fyzických osob

§ 12b Společná ustanovení ke správním deliktům

§ 13 Ochrana zvláštních zájmů

§ 13a Kontrola

HLAVA VI – Společná, přechodná a závěrečná ustanovení

§ 14

Část druhá

Účinnost

§15

A2.2. Předpis č. 78/2013 Sb. – Vyhláška o energetické náročnosti budov

Předpis č. 78/2013 Sb. – Vyhláška o energetické náročnosti budov

Změny: 230/2015 Sb.

Schválen: 22. Března 2013

Účinnost od: 1. Dubna 2013

Předpis nahradil starou vyhlášku 148/2007 Sb. – zrušeno 1. Dubna 2013

§ 1 Předmět úpravy:

Vyhláška zpracovává příslušný předpis Evropské unie

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

§ 2 Základní pojmy

§ 3 Ukazatelé energetické náročnosti budovy a jejich stanovení:

Ukazatelé energetické náročnosti budovy jsou

- celková primární energie za rok,
- neobnovitelná primární energie za rok,
- celková dodaná energie za rok,
- dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok,
- průměrný součinitel prostupu tepla,

- součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- účinnost technických systémů.

Hodnoty ukazatelů se stanovují výpočtem na základě dokumentace, v případě stojících budov se do výpočtu hodnoty, které korespondují se skutečným stavem budovy.

Pro výpočet hodnot ukazatelů referenční budovy se do výpočtu zadávají hodnoty uvedené v příloze č. 1 této vyhlášky a parametry typického užívání budovy.

Dodanou energii (pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, teplou vodu, osvětlení) vypočteme postupem dle § 4.

Primární energii a primární neobnovitelnou energii vypočteme postupem v § 5.

Součinitel prostupu tepla (průměrný, jednotlivých konstrukcí) na systémové hranici se vypočte dle české technické normy.

Účinnost technických systémů (vytápění, chlazení, větrání, vlhkost vzduchu, teplá voda, osvětlení) vypočteme dle českých technických norem.

§ 4 Výpočet dodané energie:

Dodaná energie je energie, která se skládá z vypočtené spotřeby energie a pomocné energie. Výpočet celkové dodané energie a dílčí dodané energie se provede výpočtovou metodou, u které je interval výpočtu nanejvýš jeden měsíc a po jednotlivých zónách.

Celková dodaná energie je součet dílčích dodaných energií.

Dílčí dodaná energie na vytápění se skládá z vypočtené spotřeby energie na vytápění a pomocné energie na provoz technického systému pro vytápění dle české technické normy.

Dílčí dodaná energie na chlazení se skládá z vypočtené spotřeby energie na chlazení a pomocné energie na provoz technického systému pro chlazení dle české technické normy.

Dílčí dodaná energie na větrání se skládá z vypočtené spotřeby energie na dopravu vzduchu a pomocné energie na provoz technického systému pro nucené větrání dle české technické normy. Dílčí dodaná energie na úpravu vlhkosti vzduchu se skládá z vypočtené spotřeby energie na úpravu vlhkosti vzduchu a pomocné energie na provoz technického systému pro úpravu vlhkosti vzduchu dle české technické normy.

Dílčí dodaná energie na přípravu teplé vody se skládá z vypočtené spotřeby energie na přípravu teplé vody a pomocné energie na provoz technického systému pro přípravu teplé vody dle české technické normy.

Dílčí dodaná energie na osvětlení se skládá z vypočtené spotřeby energie na osvětlení a pomocné energie na provoz technického systému pro osvětlení dle české technické normy. Zóny, ve kterých o osvětlení rozhoduje uživatel, se pracuje s hodnotami pro referenční budovu.

Pro výpočet dodané energie platí pravidla:

- a) Do dodané energie se nezapočítává část, která slouží k výrobě elektřiny a tepla, jež jsou dodávány mimo objekt.
- b) Do dodané energie se započítává vyrobená a dodaná energie slunečního záření, větru a geotermální energie, s výjimkou tepelných čerpadel.
- c) Do dodané energie při využívání tepelných čerpadel se zahrnuje i energie okolního prostředí.

§ 5 Výpočet primární energie:

Celková primární energie a neobnovitelná primární energie je součet dodaných energií vypočtených podle § 4.

Celková primární energie a neobnovitelná primární energie vypočtená dle 1. odstavce se započítatelnost výroby energie omezuje těmito způsoby:

- a) Systémy vyrábějící energii musí být umístěny uvnitř systémové hranice budovy ohodnocovaného objektu. Nedále však v objektech sloužící danému objektu.
- b) Energie vyrobené z míst uvedených v písmeně a) se započítávají, pokud nebyly již započítány pro jinou budovu.
- c) Jestliže systémy umístěné dle písmene a) jsou využívány pouze danou budovou, započte se do primární energie pouze využitá energie v každém měsíci. Nejvýše však do hodnot vypočtených dle § 4.
- d) Jestliže systémy umístěné dle písmene a) jsou napojeny na elektrizační soustavu nebo soustavu zásobující tepelnou energii, započte se do primární energie celá jejich využitá energie v každém měsíci. Nejvýše však dvojnásobek celkové dodané energie vypočtených dle § 4.

Neobnovitelné primární energii pro referenční objekt vypočteme

- a) Vynásobením vypočtené spotřeby energie s pomocnými energiemi pro jednotlivé technické systémy.
- b) Od 1. Ledna 2015 snížením hodnot neobnovitelných primárních energií dle písmene a) o hodnotu z tabulek (č. 5 příloha č. 1)

§ 6 Požadavky na energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni

Pakliže jsou splněny hodnoty na energetickou náročnost nové budovy a budovy s téměř nulovou spotřebou energie a to že jsou nižší než hodnoty referenční budovy ukazatelů energetické náročnosti, vypočtené dle § 3.

Při změnách dokončené budovy nebo při jiné než větší změně dokončené budovy jsou splněny požadavky:

- a) Výsledky ukazatelů energetické náročnosti budovy hodnoceného objektu uvedených v § 3 odstavce 1 písmeno b) a e) nejsou vyšší než hodnoty referenční.
- b) Výsledky ukazatelů energetické náročnosti budovy hodnoceného objektu uvedených v § 3 odstavce 1 písmeno b) a c) nejsou vyšší než hodnoty referenční.
- c) Výsledky ukazatelů energetické náročnosti budovy hodnoceného objektu pro všechny pozměněné konstrukční prvky obálky budovy uvedené v § 3 odstavce 1 písmeno f) nejsou větší než referenční hodnota tohoto ukazatele energetické náročnosti uvedená v tabulce (č. 2 příloha č. 1) a také hodnota ukazatele energetické náročnosti hodnocené budovy uvedené v § 3 odstavce 1 písmeno g) nejsou větší než referenční hodnota tohoto ukazatele energetické náročnosti uvedená v tabulce (č. 3 příloha č. 1).

Při provádění přístavby nebo nástavby, kde plocha navyšuje od původního stavu o 25 % se při stanovení referenčních hodnot považuje objekt jako novostavba.

§ 7 Posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie

Proveditelností alternativních systémů se rozumí možnost připojení/připojení/instalace alternativních zdrojů výroby energie.

Proveditelností ekonomickou se rozumí dosažení návratnosti investic dříve, než skončí jejich životnost.

Proveditelností ekologickou se rozumí připojení/instalace alternativního systému dodávky energie bez navýšení neobnovitelných primárních energií oproti stávajícímu/navrhovanému stavu.

Posouzení proveditelnosti technické, ekonomické a ekologické je součástí protokolu průkazu (viz příloha č. 4).

§ 8 Vzor stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Součástí průkazu jsou doporučené technické/funkční/ekonomické opatření pro snížení energetické náročnosti budovy.

Vhodné technické doporučení se dokládá technickou možností jeho instalace, vhodné funkční doporučení se dokládá účelem/vlivem na ostatní funkce stavby a také na sousední stavby, vhodné ekonomické doporučení se dokládá dobou návratnosti, která má být kratší než životnost doporučených opatření.

Doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budov se stanovují na základě úspory celkové dodané energie a neobnovitelné primární energie.

§ 9 Vzor a obsah průkazu

Průkaz je tvořen protokolem a grafickým znázorněním

Obsahuje:

- a) Účel zpracování průkazu
- b) Základní informace o hodnocené budově
- c) Informace o stavebních prvcích/konstrukcích/technických systémech
- d) Energetickou náročnost hodnocené budovy
- e) Technické/ekonomické/ekologické posouzení proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie
- f) Doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy, včetně opatření při změně stavebního prvku obálky nebo technického systému
- g) Identifikační údaje energetického specialisty a datum vypracování průkazu
- h) Zdroje, kde lze získat informace k průkazu energetické náročnosti budovy zejména možnosti realizace doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy a stanovení nákladů na realizaci těchto opatření a možnosti jejich financování.

Vzor průkazu je uveden v této vyhlášce (příloha č. 4)

Grafické znázornění průkazu:

- a) Znázorňuje se stejně pro novou budovu/budovu s téměř nulovou spotřebou energie/větší změnu dokončené stavby/jinou než větší změnu dokončené budovy/pronájem nebo prodej budovy nebo její ucelené části. V případech neuvedení doporučených opatření se dané grafické části nevyplňují a nezobrazují šipky s hodnotou ukazatelů energetické náročnosti odpovídající těmto doporučením
- b) Znázorňuje zařazení budovy do klasifikačních tříd energetické náročnosti budov
- c) Symetrické umístěno na obou stranách formátu A4 na výšku, font písma je použit tak jako na vzoru v příloze
- d) Obsahuje měrné hodnoty ukazatelů energetické náročnosti budovy vztažené na energeticky vztaženou plochu a rovněž také hodnoty energetické náročnosti budov vztažené na celou budovu

Průkazy vztažené na budovu pro prodej/pronájem nemusí obsahovat část protokolu dle odstavce 2 písmeno e).

Klasifikační třídy A – G se stanovují pro celkovou dodanou energii, neobnovitelnou primární energii dílčí dodané energie a průměrný součinitel prostupu tepla a znázorní se v grafické části průkazu.

Klasifikační třída se určí z hodnot referenční budovy. Při změnách dokončené budovy/výstavbě budovy s téměř nulovou spotřebou/při prodeji nebo pronájmu stávající budovy platí stejné klasifikační třídy jako pro nové budovy.

U rodinných domů a bytových domů se neurčuje klasifikační třída pro dílčí dodané energie pro chlazení.

§ 10 Podmínky pro umístění průkazu v budově

Graficky znázorněný průkaz u budov užívané orgánem veřejné moci se umísťuje na vnější stěny budov co nejbližší vchodu do budovy, nebo na plochy stěn ve vstupním prostoru uvnitř budovy.

§ 11 Zrušovací ustanovení

Vyhláška č. 148/2007 Sb. – O energetické náročnosti budov byla zrušena.

§ 12 Účinnost

Vyhláška č. 78/2013 Sb. – O energetické náročnosti budov nabyla účinnosti 1. Dubna 2013. [4]

Tab. 1. Klasifikační třídy energetické náročnosti dle 78/2013 Sb. [5]

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy		Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Energie	U_{em}	
A	$0,5 \times E_R$	$0,65 \times E_R$	Mimořádně úsporná
B	$0,75 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	Velmi úsporná
C	E_R		Úsporná
D	$1,5 \times E_R$		Méně úsporná
E	$2 \times E_R$		Nehospodárná
F	$2,5 \times E_R$		Velmi nehospodárná
G			Mimořádně nehospodárná

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Výzvy podle zákona č. 40/2009 Sb., o hospodáření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

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

FOTO

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

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

Popis opatření pro a prostanou průkazu a výtlačnosti příjím
 Dopad na energetickou náročnost budovy

PODÍL ENERGOINSTITŮ NA DODANÉ ENERGIÍ

Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

■ Elektřina ze sítě - XX,X
■ Stanice a ex. prostředí - XX,X
■ Zemit plyn - XX,X

ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie (Energie na vstup do budovy)	Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)	Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>A Mimořádně úsporná</p> <p>B Velmi úsporná</p> <p>C Úsporná</p> <p>D Mírně úsporná</p> <p>E Neúsporná</p> <p>F Velmi neúsporná</p> <p>G Mimořádně neúsporná</p> </div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> <p>Dop.</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>A</p> <p>B</p> <p>C</p> <p>D</p> <p>E</p> <p>F</p> <p>G</p> </div> <div style="width: 10%; text-align: center;"> <p>Dop.</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> <p>XXX</p> </div> </div>
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	Hodnoty pro celou budovu MWh/rok
XX,X	XX,X

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy U _{ext} W/(m ² ·K)	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vřikosti	Teplá voda	Osvětlení
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.	Dop.
XXX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Dop.	Dop.	Dop.				

Vyhláška 78/2013 Sb. přináší změny oproti 148/2007 Sb.:

- Vyhláška s sebou přinesla Technickou normalizační informaci TNI 730331, které byly vydány na ČVUT fakultě stavební v Praze – katedra TZB. Ke vzniku došlo z důvodů chybějících souhrnných parametrů technických systémů budov, typického užívání a klimatických dat pro hodnocení energetického náročnosti budov. Obsahem TNI je zpracování podkladů pro hodnocení ENB pro potřeby související legislativy platné od 1. ledna 2013.
 - a) Typické hodnoty a rozmezí zadávaných parametrů účinností technických systémů
 - b) Typické profily užívání různých typů budov a provozů (provozní doba, požadavek na větrání, osvětlení, teplou vodu, vnitřní tepelné zátěže od vybavení)
 - c) Výpočtová měsíční klimatická data
- Mezi nejzásadnější změny patří nová definice energeticky vztažené plochy budovy z původní celkové podlahové plochy budovy.
- Nový ukazatel ENB je celková primární energie...
- Podle 148/2007 Sb. hodnocené budovy měly splnit požadavek na celkovou dodanou energii, která se porovnávala s referenčními hodnotami z tabulky, podle toho se následně budova zařídila.
Nově se však zavedlo 7 hodnotících kritérií, ve kterých se splnění požadavků vyhodnotí na základě daných kombinací jednotlivých kritérií. Následné zařídění se provede z parametrů referenční budovy. Referenční budovou se rozumí budova, kde je výpočtově definována budova téhož druhu se stejnými geometrickými tvary a velikostmi, stejným zastíněním, umístěním ke světovým stranám apod., ale počítá se s referenčními hodnotami vlastností budovy.
- Nově také započítáváme energii okolního prostředí, která se využívá v budově pomocí technického systému. Referenční budova má tuto hodnotu nulovou. Mezi tyto energie zařazujeme energii slunečnou, větrnou a tepelná čerpadla.
- Řeší se jednotlivé ztráty distribucí a akumulací teplé vody.
- Hranice energetických tříd se stanovují individuálně podle referenční budovy. [5], [6]

A2.3. Směrnice 2010/31/EU – O energetické náročnosti budov

Tato směrnice ruší a nahrazuje 2002/91/ES, v nové směrnici se nově definovaly nové administrativní nástroje ke snížení energetické náročnosti budov a zavedl se pojem „budova s téměř nulovou spotřebou energie“. Tato pozměněná směrnice vytyčuje cíle v oblasti energetiky do roku 2020, zpřísňuje požadavky na energetickou náročnost budov. Cílem je dosáhnout v roce 2020 snížení spotřeby energie o 20 %, snížení skleníkových plynů o 20 %, zvýšení podílu energetických obnovitelných zdrojů na 20 % celkové výroby energie a to vše oproti roku 1990. [7]

A3. Programy pro zpracování PENB

Národní kalkulační nástroj – NKN II:

Výpočetní nástroj, jenž slouží k hodnocení energetické náročnosti budov dle zákona 406/2000 Sb. a 78/2013 Sb.. Jedná se o volně dostupný výpočetní nástroj určený ke zpracovávání energetické bilance budov a stanovení dílčích dodaných energií (vytápění, chlazení, nucené větrání, přípravu teplé vody, osvětlení), který využívá okrajové podmínky výpočtu definované v TNI 730331.

NKN II lze využít i pro analýzu energetických potřeb budovy bez ohledu na princip hodnocení energetické náročnosti budov. [8]

Energie:

Slouží ke komplexnímu hodnocení energetické náročnosti budov. [9]

DKESOFT – Energetika:

Software určený pro výpočet a posuzování energetické náročnosti. [10]

A4. Vlastní pohled na danou problematiku

K tomuto oboru, jsem se dostala čistě náhodou, původně mým záměrem nebylo psát závěrečnou práci na toto téma, ale nakonec jsem za to ráda, že jsme se naučila něco nového a do něčeho nového zabrousila.

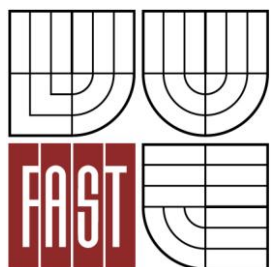
Obor energetické hodnocení budov je velice zajímavý, a však mnohým lidem přijde zbytečný, sama jsem mezi ně patřila a byla jsem trochu skeptická, ale při pochopení dané problematiky mi došlo, že to je obor, který má budoucnost a měli bychom se tímto směrem orientovat. Velice se mi na něm líbí, že se dotýká životního prostředí, což je mi sympatické, protože ochrana životního prostředí začíná být, z mého pohledu, čím dál důležitější. Má smysl se tímto zabývat, stejně tak jako lidé koukají na energetické štítky u domácích spotřebičů, tak by to mělo být i u domů, aby každý člověk věděl, do čeho jde.

Ovšem co mě na této problematice trochu mrzí, je to, že je to příliš zatíženo administrativou a právními věcmi, ve kterých má člověk problém se vyznat, pakliže se v tom delší dobu nepohybuje. Ale od toho tu jsou právě daní specialisté.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B. Výpočtová část

B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy

B1.1. Specifikace energetických systémů budovy

Vyhláška 78/2013 Sb. určuje energetické systémy, které vstupují do výpočtu PENB, mezi ně patří vytápění, chlazení, úprava vlhkosti, teplá voda, osvětlení. Tyto systémy zajišťují stabilní a vhodné prostředí pro člověka. Výpočet, do kterého se tyto systémy započítávají vypadá takto:

$$EP = Q_{\text{fuel,tot}} = EP_H + EP_C + EP_F + EP_W + EP_L - EP_{PV} - EP_{CHP} \text{ [GJ]}$$

$Q_{\text{fuel,tot}}$ – celková roční dodaná energie obsažená v energonositelích zásobujících budovu [GJ]

EP_H – roční dodaná energie na vytápění včetně pomocné energie na provoz vytápěcích zařízení [GJ]

EP_C – roční dodaná energie na chlazení včetně pomocné energie na provoz chladicího zařízení [GJ]

EP_F – roční dodaná energie na větrání a úpravu vlhkosti větracího vzduchu, včetně pomocné energie na mechanické větrání a úpravu vlhkosti větracího vzduchu [GJ]

EP_W – roční dodaná energie na přípravu teplé vody včetně pomocné energie na provoz zařízení na přípravu teplé vody [GJ]

EP_L – roční dodaná energie na osvětlení [GJ]

EP_{PV} – roční produkce energie fotovoltaickým systémem [GJ]

EP_{CHP} – je roční produkce energie systémem kombinované výroby elektřiny a tepla [GJ] [11]

Vytápění: proces rozdávání tepla do vytápěného prostoru příslušnými systémy, zajišťuje požadovanou optimální teplotu vzduchu, dle druhu užívání (15 °C – chodby, 20 °C – obytné místnosti, 24 °C – koupelny, 26 °C – maximální teploty obytné místnosti, 30 °C – maximální teploty chodby). Vyhlášky 194/2007 Sb. přesně určuje délku topné sezóny v roce.

Chlazení: u chlazení je to obdobně jako u vytápění, rovněž udržujeme optimální podmínky vzduchu v dané místnosti. ČSN EN ISO 13790 nám určuje délku období chlazení.

Větrání: díky systémům větrání máme při správném návrhu dostatečný přísun čerstvého vzduchu, o požadované teplotě, do daných místností. Koncentrace CO₂ v pobytových místnostech by neměla překročit hodnotu 1500 ppm – vyhláška č. 268/2009 Sb.. Intenzita větrání 0,3 – 0,5 násobek za hodinu dle typu posuzované budovy. Doporučená dávka vzduchu na osobu 15-25 m³/h, celoroční teplota vzduchu by se měla pohybovat kolem 22 – 24 °C.

Úprava vlhkosti: vlhkost vzchodu by měla jít ruku v ruce s větráním, optimální relativní vlhkost vzduchu by se měla pohybovat v rozmezí 40 – 60 %.

Teplá voda: máme několik možností, jak si připravit teplou vodu, mezi ně patří například solární systémy, plyn, tepelná čerpadla, apod.. Dle TNI 730331 činí spotřeba vody pro bytové domy 30 – 45 l na osobu za den a pro rodinné domy 35 – 55 l na osobu za den.

Osvětlení: nařízení vlády č. 361/2007 Sb. stanovuje podmínky osvětlení na pracovištích, obytné budovy se řídí dle normy ČSN 73 4301, kde v obytných místnostech se udržovaná osvětlenost požaduje od 50 - 100 lx, domácí dílny 300 lx, komunikace v bytě 75 lx.

B1.2. Stavební řešení a tepelně-technické vlastnosti obalových konstrukcí

Cílem je navrhnout co nejlepší konstrukci s dobrými tepelně technickými vlastnostmi. Nejen správným návrhem můžeme docílit dobrých vlastností, může zde hrát roli i orientace ke světovým stranám. Na správném návrhu obalových konstrukcí leží tepelně technické vlastnosti.

Součinitel prostupu tepla: patří mezi hlavní tepelně technické vlastnosti, značí se U (dříve k) a jednotkou je $[W/m^2.K]$ a to vypovídá o tom kolik tepla propustí konstrukce v $1 m^2$ při rozdílu teplot 1 K. Naším cílem je dosáhnout co nejnižšího čísla, to znamená, že má konstrukce dobré tepelně technické vlastnosti. Doporučené a požadované hodnoty U pro konstrukce nám stanovuje ČSN 73 0540.

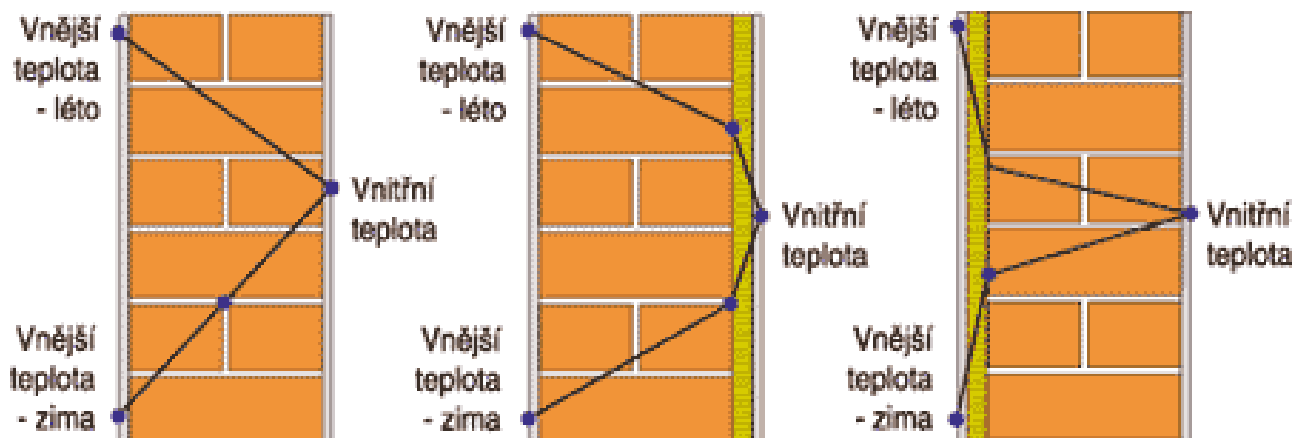
Jedna z hlavních veličin, která vstupuje do výpočtu U je λ (lambda), což je součinitel tepelné vodivosti, konstrukce je lepší, čím nižší je λ $[W/m.K]$

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}}$$

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce $[m^2.K/W]$

R – tepelný odpor konstrukce, $R = \frac{d}{\lambda}$ $[m^2.K/W]$

R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí $[m^2.K/W]$

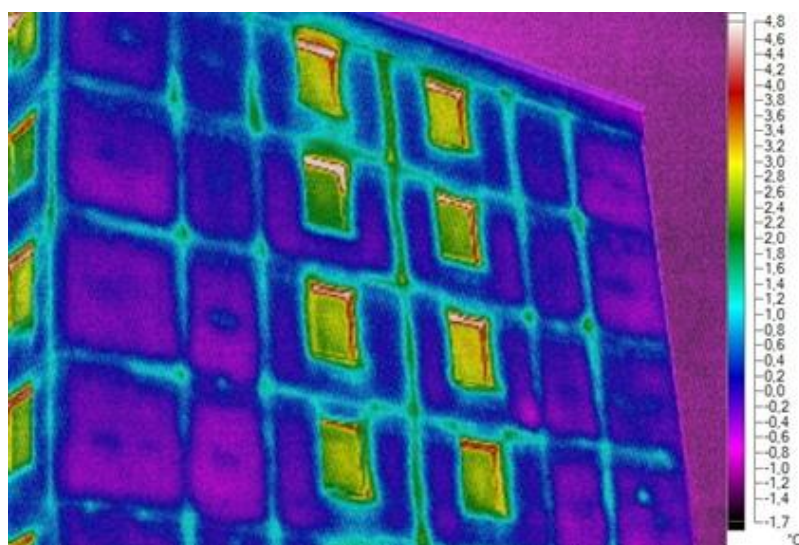


Obr. 2. Fasády – způsoby zateplení objektu. [12]

Typy obvodových konstrukcí panelových domů: dělíme je na jednovrstvé a vícevrstvé. Z důvodů špatných tepelně technických vlastností železobetonu se začaly využívat lehčené betony (škvárobeton, keramzitbeton, plynosilikát, struskopemzobeton) nebo panely vrstvené (železobeton - tepelná izolace - železobeton).

Typy oken: s trojsklem, s dvojsklem, s jednoduchým zasklením. Souběžně se zpřísněním požadavků na konstrukce se rovněž zpřísněly požadavky na okenní konstrukce.

Tepelné mosty: jsou problémovou věcí u panelových domů, kde dochází ke vzniku mostů v jednotlivých styčných panelů. Styky panelů nejsou jediným místem tepelných mostů, ty se mohou rovněž vyskytnout u základových konstrukcích, napojení oken, rohy, stropní konstrukce. Byť jsou železobetonové panely opatřeny tepelnou izolací, tak k tepelným mostům, důvodem je, že tepelná izolace se již při krajích panelu nenalézá. Tepelným mostům se dá zabránit správným detailním řešením osazení oken.



Obr. 3. Tepelné mosty bytový dům. [13]

Činitel prostupu sluneční energie: je sluneční faktor – g, který udává prostup sluneční energie skrz zasklení. Poslední dobou se u nás začínají více navrhovat izolační trojskla místo izolačních dvojskel, důvodem je nižší součinitel prostupu tepla, to se nám líbí v letních a zimních měsících, kdy nemáme takové tepelné zisky/ztráty. Avšak to má i jednu nevýhodu a to malé tepelné zisky v podzimních/jarních měsících, kdy bychom tyto zisky uvítali, zvláště u pasivních domů.

Tab. 2. Dle EN 673, EN 410

Druh skla	U_g [W/m ² .K]	g
Trojsklo	0,5	47
Dvojsklo	1,1	56

Měrná tepelná kapacita konstrukce: vyjadřuje množství tepla, které je potřebné pro ohřátí o jeden teplotní stupeň jednoho kilogramu látky, značí se písmenkem c [J/kg.K] – lze vyjádřit zlomoci vzorce $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Tohoto fyzikálního jevu se využívalo u starších staveb, kde se budovaly masivní pece, komíny, stěny. Z vlastní zkušenosti vím, že tento jev není moc žádaný u rekreačních zděných/kamenných objektů (starších chalup), kdy v otopné sezóně člověk přijede do objektu a když ho má vytopený, tak odjíždí. [14]

B2. Energetické hodnocení budov

B2.1. Standardizované užívání budovy

Standardizované užívání znamená, že danou budovu využíváme v souladu se standardizovanými podmínkami vnitřního a vnějšího prostředí a daného provozu objektu. Aby se tak dalo učinit, je zapotřebí určit okrajové podmínky, v NKN (národní kalkulační nástroj) je nastaveno 48 profilů. Z těchto okrajových podmínek se počítá EP - celková dodaná energie. Pro každý typ budovy, jeho využívání, jsou jiné podmínky. Rozdělením objektu do zón získáme v každé zóně jiné okrajové podmínky a to nám umožní co nejpřesnější výpočet.

Zónou se rozumí:

- Stejně užívání v souladu se standardizovanými podmínkami vnitřního a vnějšího prostředí a daného provozu – dle platných technických norem a předpisů

- Má stejnou skladbu energetických systémů

- Splňuje-li ostatní požadavky na zónování – dle technických norem

Standardizované užívání nalezneme v TNI 730331, ve které nalezneme přílohy A, B, C.

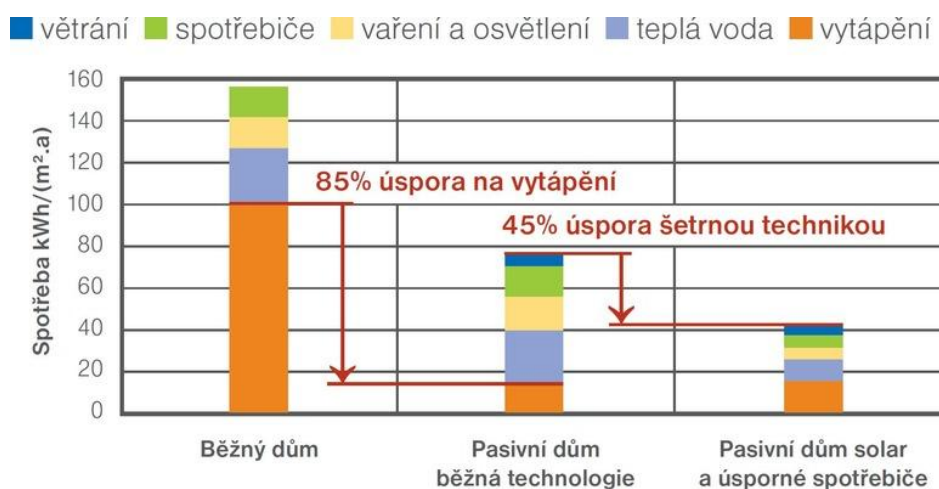
A – typické parametry technických systémů

B – Parametry typického užívání budovy

C – Klimatická data pro výpočet energetické náročnosti budov [15]

B2.2. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení

Do těchto systémů spadá vytápění, chlazení, úprava vlhkosti, teplá voda a osvětlení. Vyhláška 78/2013 Sb. uvažuje pouze se spotřebou elektrické energie na osvětlení a provoz technických systémů (ventilátory, čerpadla, ...), provoz domácích spotřebičů se nezapočítává.



Obr. 4. Spotřeba energie [16]

Kvazistacionární metoda: je to měsíční intervalová metoda, která uvažuje stálé okrajové podmínky. Dynamické vlivy změn denního průběhu teplot nejsou uvažovány a vliv setrvačnosti budovy je ve výpočtu promítnut prostřednictvím stupně využití tepelných zisků a tepelných toků.

Dynamická metoda: je to hodinová intervalová metoda, která uvažuje s teplem naakumulovaným v konstrukcích budov. Tato metoda je vhodná pro simulaci prostupu tepla konstrukcí budovy, akumulaci tepla, solární zisky, tepelný tok větráním, vnitřní tepelnou zátěž. [17]

Měsíční a sezónní metody – vytápění, chlazení:

-Potřeba energie na vytápění

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,cont} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{H,gn} \text{ [MJ]}$$

$Q_{H,nd,cont}$ – potřeba energie budovy na nepřerušované vytápění [MJ]

$Q_{H,ht}$ – celkové množství přeneseného tepla v režimu vytápění

$$Q_{H,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

$\eta_{H,gn}$ – bezrozměrný faktor využitelnosti tepelných zisků

$Q_{H,gn}$ – celkové tepelné zisky v režimu vytápění

$$Q_{H,gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$

-Potřeba energie na chlazení

$$Q_{C,nd} = Q_{C,nd,cont} = Q_{C,gn} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{C,ht} \text{ [MJ]}$$

$Q_{C,nd,cont}$ – potřeba energie budovy na nepřerušované chlazení [MJ]

$Q_{C,gn}$ – celkové tepelné zisky v režimu chlazení

$$Q_{C,gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$

$\eta_{C,ls}$ – bezrozměrný faktor využitelnosti tepelných ztrát

$Q_{C,ht}$ – celkové množství přeneseného tepla v režimu chlazení

$$Q_{C,ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

Q_{tr} – celkové množství přeneseného tepla prostupem

Q_{ve} – celkové množství přeneseného tepla větráním

Q_{int} – součet vnitřních tepelných zisků

Q_{sol} – součet solárních tepelných zisků [18]

Hodinová metoda – větrání, vlhkost, teplá voda, osvětlení:

-Potřeba energie na větrání

$$P_{F,p} = P_{SFP,ahu} \cdot \max(V_{v,z}, V_{ahu}) \text{ [W]}$$

$P_{SFP,ahu}$ – měrný elektrický příkon ventilátorů příslušného systému nuceného větrání [W.s/m³]

$V_{v,z}$ – nejvyšší objemový průtok čerstvého vzduchu v případě nuceného větrání [m³/s]

V_{ahu} – nejvyšší objemový průtok přiváděného vzduchu v případě nuceného větrání [m³/s]

-Potřeba energie na úpravu vlhkosti

Zvlhčování vzduchu:

$$Q_{RH+,nd,z,j} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_a \cdot V_{RH+,z} \cdot (X_{i,z,j} - X_{e,j} - \Delta X_{im,z,j}) \cdot a \cdot (1 - \eta_{RH+,r,sys}) \cdot t_j$$

Odvlhčování vzduchu:

$$Q_{RH-,nd,z,j} = 3,6 \cdot 10^{-6} \cdot \rho_a \cdot V_{RH-,z} \cdot (X_{e,j} + \Delta X_{im,z,j} - X_{i,z,j}) \cdot a \cdot t_j$$

ρ_a – hustota vzduchu [kg/m³]

$V_{RH+,z}$ – objemový tok vzduchu v režimu zvlhčování přiváděný do z-té zóny [m³/s]

$V_{RH-,z}$ – objemový tok vzduchu v režimu odvlhčování přiváděný do z-té zóny [m³/s]

$X_{i,z,j}$ – průměrná požadovaná měrná vlhkost vnitřního vzduchu v z-té zóně v j-tém časovém úseku [kg/kg]

$X_{e,j}$ – průměrná měrná vlhkost venkovního vzduchu v j-tém časovém úseku na vstupu do zvlhčovače [kg/kg]

$\Delta X_{im,z,j}$ – průměrný přírůstek měrné vlhkosti vzduchu v z-té zóně vlivem vnitřních zdrojů vlhkosti v j-tém časovém úseku [kg/kg]

a – výparné teplo [2,5 · 10⁶ J/kg]

$\eta_{RH+,r,sys}$ – účinnost zpětného získávání vlhkosti příslušného systému větrání [-]

t_j – délka j-tého časového úseku [h] [18]

-Potřeba energie na přípravu teplé vody

$$Q_{W,gen,out} = Q_W + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,st,ls} + Q_{W,p,ls} \text{ [MJ/den]}$$

Q_W – potřeba tepla pro přípravu teplé vody [MJ/den]

$Q_{W,dis,ls}$ – ztráta tepla v rozvodu teplé vody [MJ/den]

$Q_{W,st,ls}$ – ztráta tepla v zásobníku teplé vody [MJ/den]

$Q_{W,p,ls}$ – ztráta tepla v přívodním a zpětném potrubí otopné vody k ohřívači vody [MJ/den]

Denní potřeba tepla na přípravu teplé vody

$$Q_W = 4,182 \cdot V_{W,day} \cdot (\theta_{W,del} + \theta_{W,0}) \text{ [MJ/den]}$$

$V_{W,day}$ – denní potřeba teplé vody [m³/den]

$\theta_{W,del}$ – výstupní teplota teplé vody [°C]

$\theta_{W,0}$ – vstupní teplota studené vody přiváděné do ohřívače [°C]

Ztráta tepla v rozvodu teplé vody

$$Q_{W,dis,ls} = \Sigma Q_{W,dis,ls,ind} + Q_{W,dis,ls,col} \text{ [MJ/den]}$$

$\Sigma Q_{W,dis,ls,ind}$ – součet ztrát tepla jednotlivých přívodních potrubí, která nejsou opatřena cirkulačním potrubím [MJ/den]

$Q_{W,dis,ls,col}$ – ztráta tepla přívodního potrubí s cirkulačním potrubím [MJ/den]

Ztráta tepla v zásobníku teplé vody

$$Q_{W,st,ls} = \frac{(\theta_{w,st,avg} - \theta_{amb,avg})}{\Delta\theta_{w,st,sby}} \cdot Q_{W,st,sby} \text{ [MJ/den]}$$

$\theta_{w,st,avg}$ – průměrná teplota vody v zásobníku teplé vody [°C]

$\theta_{amb,avg}$ – průměrná teplota v okolí zásobníku teplé vody [°C]

$\Delta\theta_{w,st,sby}$ – průměrný rozdíl mezi teplotou vody v zásobníku a jeho okolí při měření ztráty tepla při zkouškách [°C]

$Q_{W,st,sby}$ – ztráta tepla v pohotovostním stavu [MJ/den] [19]

-Osvětlení

Podrobná metoda:

Výpočet obsahuje mnoho parametrů.

$$W_L = W_{L,L} + W_{L,P} \text{ [kWh]}$$

$W_{L,L}$ – roční spotřeba elektrické energie příslušného systému osvětlení

$W_{L,P}$ – roční ztrátová elektrická energie příslušného systému osvětlení

$$W_{L,L} = 1 \cdot 10^{-3} \cdot (P_n \cdot F_c) \cdot [(T_D \cdot F_o \cdot F_D) + (T_N \cdot F_o)] \text{ [kWh]}$$

P_n – celkový instalovaný příkon svítidel [W]

F_c – činitel konstantní osvětlenosti

T_D – roční doba provozu systému osvětlení s denním světlem [h]

F_o – činitel závislosti obsazenosti

F_D – činitel závislosti na denním světle

T_N – roční doba provozu systému osvětlení bez denního světla [h]

$$W_{L,P} = W_{L,PC,A} \cdot A_f + W_{L,EM,A} \cdot A_f \text{ [kWh]}$$

$W_{L,PC,A}$ – roční měrná ztrátová energie řídicích systémů příslušného systému [kWh/(m².rok)]

$W_{L,EM,A}$ – roční měrná ztrátová energie nouzového osvětlení [kWh/(m².rok)]

A_f – celková podlahová plocha zóny [m²]

Zjednodušená metoda:

Stanovení průměrné roční spotřeby elektřiny zjednodušenou metodou dle hodnot ve směrnici a dle vztahu:

$$W_L = W_p \cdot A_f + W_{L,A} \cdot A_f$$

Touto metodou vychází spotřeba energie větší než podrobnou metodou. [20]

B2.3. Variantní návrhy opatření pro snížení energetické náročnosti

Špatným nebo zastaralým návrhem může uživatel spotřebovávat více energií, než by bylo potřeba při vhodném návrhu.

Zateplení: patří mezi hlavní a nejčastější řešení, při snižování energetické náročnosti. Nezasřešují se pouze stěny, jak si nejspíše každý hned představí, ale rovněž i stropy a střechy. Při návrhu se vychází z hodnot ČSN 730540, kde se nachází hodnoty požadované a doporučené, při návrzích je lepší brát hodnoty doporučené.

Při výpočtu tloušťky izolace využíváme vzorec k výpočtu součinitele prostupu tepla U [$W/m^2.K$].

$$d = \lambda \cdot \left(\frac{1}{U_{N,20}} - R_{si} - R - R_{se} \right) \text{ [mm]}$$

d – tloušťka izolace pro dosažení požadovaných vlastností [mm]

λ – součinitel tepelné vodivosti izolace [$W/m.K$]

$U_{N,20}$ – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$W/m^2.K$]

R_{si} – tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce [$m^2.K/W$]

R – tepelný odpor konstrukce, $R = \frac{d}{\lambda}$ [$m^2.K/W$]

R_{se} – tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí [$m^2.K/W$]

Výměna oken: opět jedno z nejběžnějších řešení, starými okny uniká zhruba 35 – 40 % tepla.

Součinitel prostupu tepla okny U_w lze spočítat ze vzorce:

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l_g}{A_f + A_g} \text{ [W/m}^2\text{.K]}$$

U_f – součinitel prostupu tepla rámem [$W/m^2.K$]

A_f – plocha rámu [m^2]

U_g – součinitel prostupu tepla zasklením [$W/m^2.K$]

A_g – plocha zasklení [m^2]

Ψ_g – lineární součinitel prostupu tepla zasklení [$W/m.K$]

l_g – celkový viditelný obvod zasklení [m]

Rekonstrukce vytápění, příprava teplé vody:

Významnou změnou ve vytápění může být i výměna starého kotle za nový, modernější s vyšší účinností. To samé platí i pro přípravu teplé vody. Velikost zásobníku se navrhuje dle ČSN 06 0320.

Solární panely pro přípravu teplé vody:

Může to být jako doplněk k přípravě teplé vody, kdy chceme docílit, aby alespoň 50 % spotřeby energie pro přípravu teplé vody zajišťovaly solární panely.

Energeticky úsporná svítidla:

Úkolem je nahrazovat klasické žárovky a zářivky úspornými LED světly a ruční ovládání osvětlení vyměnit za fotobuňky.

SROVNÁNÍ SPOTŘEBY JEDNOTLIVÝCH ZDROJŮ SVĚTLA

	Klasická žárovka	Halogenová žárovka	Kompaktní a úsporná žárovka	LED žárovka
Spotřeba	60 W	52 W	12 W	9 W
Životnost	1 rok	2 roky	12 let	25 let
Cena žárovky za 25 let	250 Kč	600 Kč	270 Kč	500 Kč
Náklady na elektřinu za 25 let*	6 810 Kč	5 902 Kč	1 643 Kč	1 232 Kč
Celkové náklady za 25 let*	7 060 Kč	6 502 Kč	1 913 Kč	1 732 Kč

* průměrná cena elektřiny v roce 2012 – 4,54 Kč/KWh

Obr. 5. Hospodaření. [21]

B2.4. Ekonomické hodnocení navržených opatření

Ekonomické vyhodnocení je součástí návrhu úsporných opatření. Díky tomuto vyhodnocení je nejasné, zda stavební úpravy jsou dostatečně výhodné.

Hrubá návratnost:

PB – doba splacení investice, po této době investor vydělává peníze tak dlouho, dokud není zavržena ekonomická životnost a není nezbytná nová investice. (Vyhláška 480/2012)

$$PB = \frac{I_0}{B} [\text{roky}]$$

I_0 – investice

B – roční úspora/hotovostní příjem

Prostá doba návratnosti:

Doba splacení investice

$$T_s = \frac{IN}{CF} [\text{roky}]$$

IN - počáteční investice

CF - roční přínosy projektu

Čistá současná hodnota:

NPV – současná hodnota všech peněžních toků projektu. Slouží k určení ziskovosti projektu. Hodnota součtu všech budoucích úspor zmenšená o počáteční investici. Výhodnost investice zjistíme tak, že $NPV > 0$. Vyhláška 480/2012.

$$NPV = \sum_{t=1}^{Tz} CF_t \cdot (1 + r)^{-t} - IN \text{ [tis.Kč/rok]}$$

CF_t – roční přínosy projektu

T_z – doba životnosti projektu

r – reálná úroková míra

IN – počáteční investice

Koeficient čisté současné hodnoty:

NPVQ – poměr čisté současné hodnoty a hodnoty celkových investic

$$NPVQ = \frac{NPV}{I_0}$$

Čím vyšší NPVQ tím ziskovější projekt.

Čistá návratnost:

PO – doba do splacení investice, je zohledněna i reálná úroková míra, tzn., že to je doba, za kterou se $NPV = 0$.

$$NPV = B \cdot \frac{1 - (1+r)^{-n}}{r} - I_0 = 0$$

B – roční úspora/hotovostní příjem

r – reálná úroková míra

I_0 - investice

Reálná doba návratnosti:

$$\sum_{t=1}^{Tsd} CF_t \cdot (1 + r)^{-t} - IN = 0 \text{ [roky]}$$

CF_t – roční přínosy projektu

r – diskont

$(1+r)^{-t}$ – odúročitel

IN – počáteční investice

Vnitřní výnosové procento:

IRR – úroková míra, při níž se čistá současná hodnota budoucích úspor bude rovnat investičním nákladům během ekonomické životnosti investice

$$\sum_{t=1}^{Tz} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} - IN = 0 \text{ [%] [22]}$$

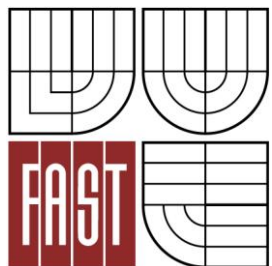
Tab. 3. Ekonomické vyhodnocení auditu [23]

Parametr	Jednotka	Varianta I	Varianta II
Investiční výdaje projektu	Kč		
Změna nákladů na energie	Kč		
Změna ostatních provozních nákladů	Kč		
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč		
změna ostatních provozních nákladů	Kč		
změna nákladů na emise a odpady	Kč		
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč		
Přínosy projektu celkem	Kč		
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energie	%	3	3
Diskont	%		
Ts - prostá doba návratnosti	roky		
Tsd - reálná doby návratnosti	roky		
NPV -čistá současná hodnota	tis. Kč		
IRR - vnitřní výnosové procento	%		



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C.Projekt

C1. Analýza průkazu energetické náročnosti budovy

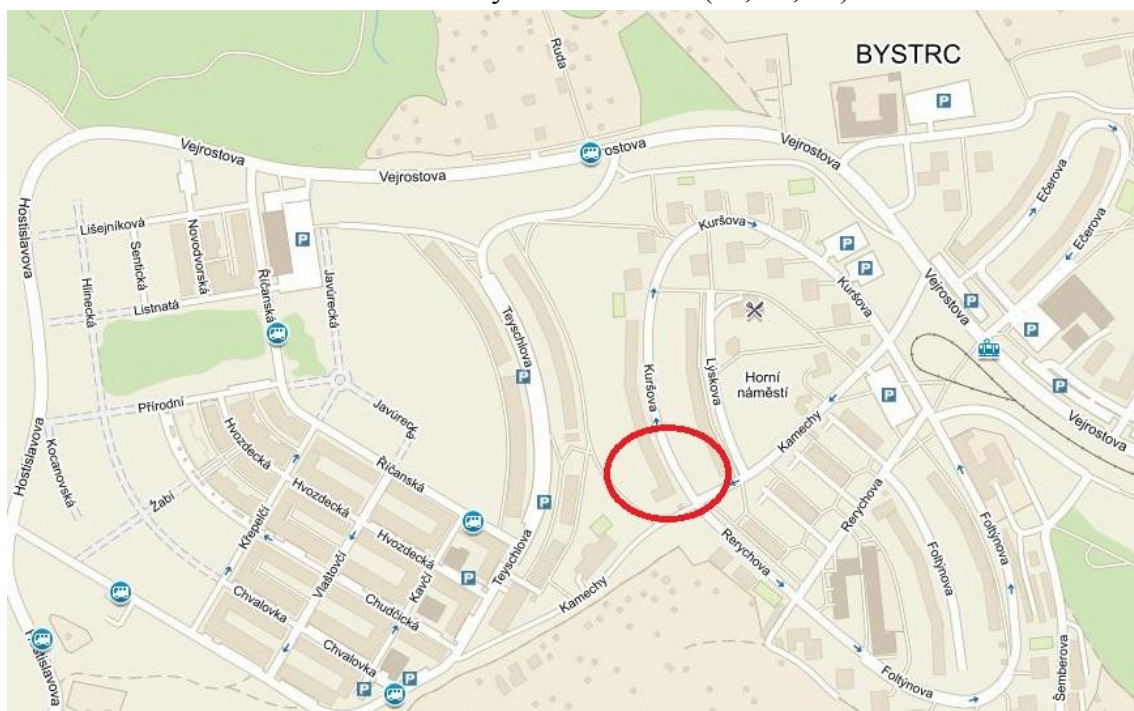
C1.1. Popis posuzovaného bytového domu

Celkový popis objektu

Bytový 8 patrový dům se zapuštěným technickým suterénem. Všechny nadzemní podlaží slouží k bydlení a suterén slouží jako technické podlaží včetně sklepních kójí. Vstupy do objektu směřují na východní stranu, štítové stěny směřují na jih a sever. Na jižní fasádě je komín sousedící kotelny, na severní fasádě sousedí BD s nižším sousedním BD. V bytovém domě se nalézá 72 bytových jednotek. Výška budovy, včetně atiky, činí 26,15 m. Panelová technologie, konstrukční systém T06 – B – B70. Výstavba pravděpodobně probíhala v 70. letech 20. století. Objekt je v původním stavu a částečně zateplen a to na jižní, severní a západní straně.

C1.2. Lokalita

BD se nachází v městské části Brno Bystrc – Kuršova (30, 32, 34).



Obr. 6. Poloha objektu na mapě

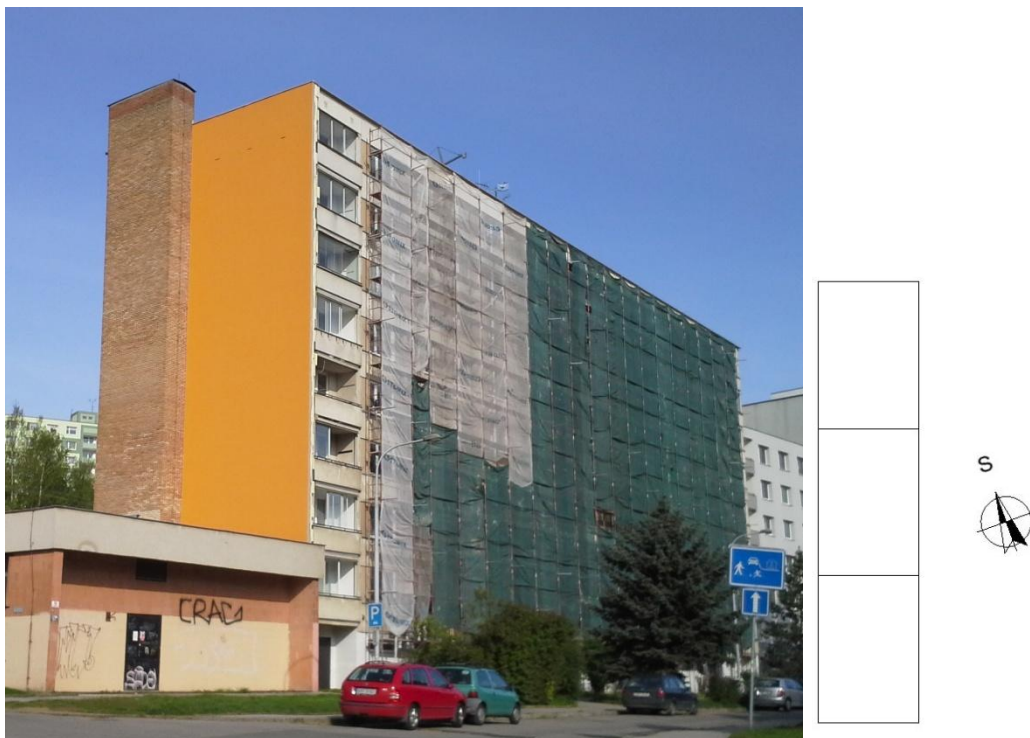


Foto 1. Hodnocený dům Kuršova (30, 32, 34) východní pohled + půdorysné schéma



Foto 2. Hodnocený dům Kuršova (30, 32, 34) západní pohled

C1.3. Technické parametry bytového domu

Počet podlaží	
- Nadzemních	8
- Podzemních	1
Výška budovy	26,15 m
Obestavěný prostor	14954 m ³
Objemový faktor A/V	0,31
Zastavěná plocha	614,1 m ²
Užitná plocha	4350,4 m ²
Energeticky vztažná plocha	5284,4 m ²
Plocha obvodových stěn (bez výplní)	2480,4 m ²
Plocha střechy	596,4 m ²
Plocha výplní otvorů	949,8 m ²

Popis vnějších konstrukcí - Skladby konstrukcí čerpány z technické dokumentace.

Západ – tl. 370 mm, $U = 0,23 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

KZS	100 mm
Vnější omítka	20 mm
Železobeton	60 mm
Polystyren	60 mm
Železobeton	150 mm
Vnitřní omítka	15 mm

Východ – tl. 270 mm, $U = 0,49 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

Vnější omítka	20 mm
Železobeton	60 mm
Polystyren	60 mm
Železobeton	150 mm
Vnitřní omítka	15 mm

Sever – sousední objekt, nevytápěný prostor – štítová strana, $U = 0,47 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

Vnější omítka	20 mm
Železobeton	60 mm
Polystyren	60 mm
Železobeton	150 mm
Vnitřní omítka	15 mm

Jih, Sever – štítová stěna, $U = 0,25 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

Plechová kazeta	-
Tepelná izolace	80 mm
Vnější omítka	20 mm
Železobeton	60 mm
Polystyren	60 mm
Železobeton	150 mm
Vnitřní omítka	15 mm

Střecha, $U = 0,96 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

Hydroizolace	-
Betonová spádová vrstva	320 mm
Cementový potěr	20 mm
Hydroizolace	-
Polystyren	20 mm
Stropní panel	150 mm
Vnitřní omítka	15 mm

Podlaha na terénu, $U = 3,49 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

Cementový potěr B 225	15 mm
Betonová mazanina B 135	35 mm
2xA500, SH+3+NA+NP	-
Podkladní beton B 135	100 mm

Okna a dveře

Druh	Rozměr [m]	Plocha [m^2]	Počet	$U \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
Okno – plast	2,1 x 1,6	3,36	152	1,5
Okna – suterén	2,4 x 0,4	0,96	9	2,5
V				
Okno – suterén	0,85 x 0,55	0,47	24	2,5
Z				
Balkon - plast	1,35 x 1,675 + 0,75 x 2,35	4,02	85	1,5
Dveře – východ	3,05 x 2,21	6,74	3	2,3
Dveře – západ	1,8 x 2,15	3,87	3	2,3
Copilit	2,4 x 1,4	3,36	9	5,6
Vrata	2,4 x 2,1	5,04	3	2,3

Popis vnitřních konstrukcí

Konstrukce	Tloušťka [mm]	$U \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
Stěna	75	1,95
Stěna	80	1,94
Stěna	150	1,77
Stropní panel	150	1,98

Energetické vstupy

Faktury, které mi byly poskytnuty s elektrickou energií nelze využít k porovnání, jelikož se jedná o spotřebu elektrické energie ze společných prostor na provoz výtahu, technických zařízení a osvětlení. Každý byt má svoji smlouvu na elektrickou energii.

	Rok 2012	Rok 2013	Rok 2014
Elektrická energie [MWh]	6,25	7,147	8,108

Vytápění

Řešeno pomocí centrálního zdroje tepla na Teyschlové, kdy je provoz přes jaro, léto a podzim. V zimním období se využívá kotelny K34, která se nalézá vedle BD.

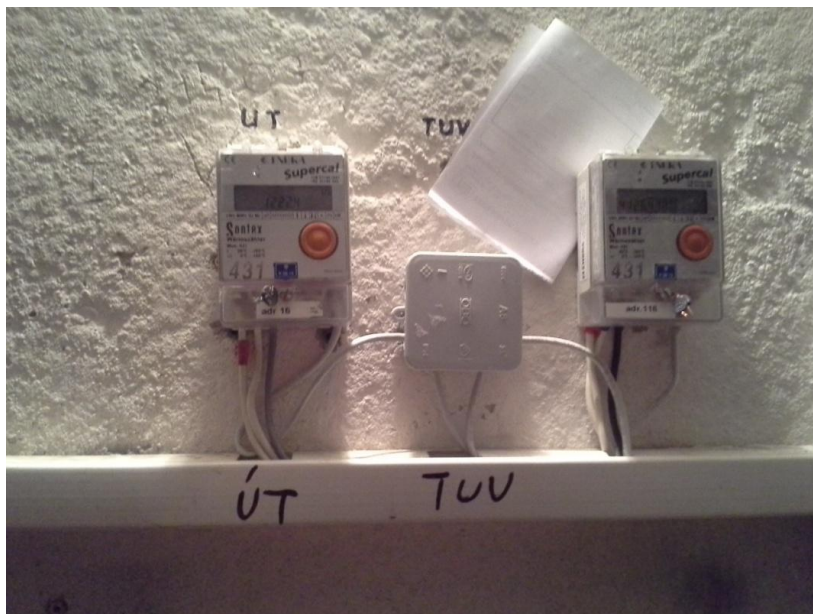


Foto 3. Přístroje pro měření a kontrolu TV a ÚT

Chlazení

System chlazení se v daném objektu nenalézá.

Větrání

Řešeno šachtovým větráním na odvod vzduchu. Vzduch je odsáván z kuchyní, koupelen a WC. Ostatní místnosti se větrají přirozeně okny. Okna mají vliv na funkci šachtového větrání, při uzavřených oknech bude účinnost šachtového větrání nízká.

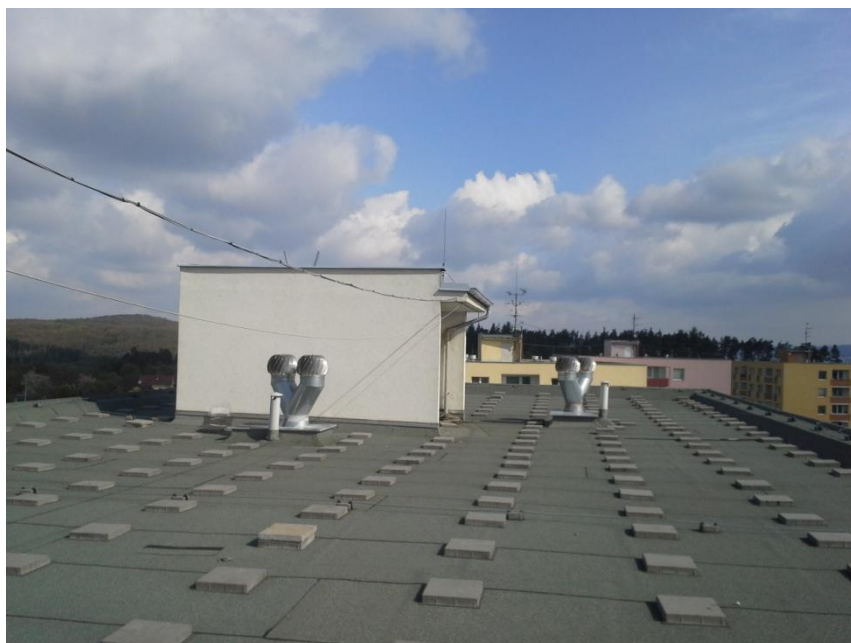


Foto 4. Odvod vzduchu – zakončení nad střechou

Úprava vlhkosti

Úprava vlhkosti se v objektu nenalézá.

Příprava teplé vody

Teplá voda je ve třech 2500 l akumulčních nádržích, do kterých vede studená voda, aby se dosáhlo požadované teploty na výstupu - 55 °C, to zajišťuje zařízení s názvem mertik. Teplá voda je dopravována do nádrží z tepláren Brno. Rozvody jsou izolovány.



Foto 5. Akumulační nádrž sousedního domu



Foto 6. Teploměr na akumulční nádrži

Osvětlení

V bytech se vyskytují převážně žárovky ovládané ručně. Na komunikaci jsou pouze žárovky, které se také ovládají ručně. Stav a spotřeba není zjištěna.

Ostatní technologie

Objekt má 3 osobní výtahy, provoz výtahů se do výpočtu nezadával.

Plochy bytů v jednom podlaží:

Byt	A	B	C	D	E	F	G	H	I
m ²	68,46	72,34	68,46	31,09	31,09	31,09	56,09	56,09	56,09

C2. Zpracování dílčích částí energetického auditu

C2.1. Průkaz energetické náročnosti budovy

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Kuršova 995/30, k.ú. 611778,**
p.č. 6530/1, 6530/2, 6530/3, ...
 PSČ, místo: **635 00, Brno**
 Typ budovy: **Bytový dům**
 Plocha obálky budovy: **4634.62** m²
 Objemový faktor tvaru A/V: **0.31** m²/m³
 Celková energeticky vztažná plocha: **5284.4** m²

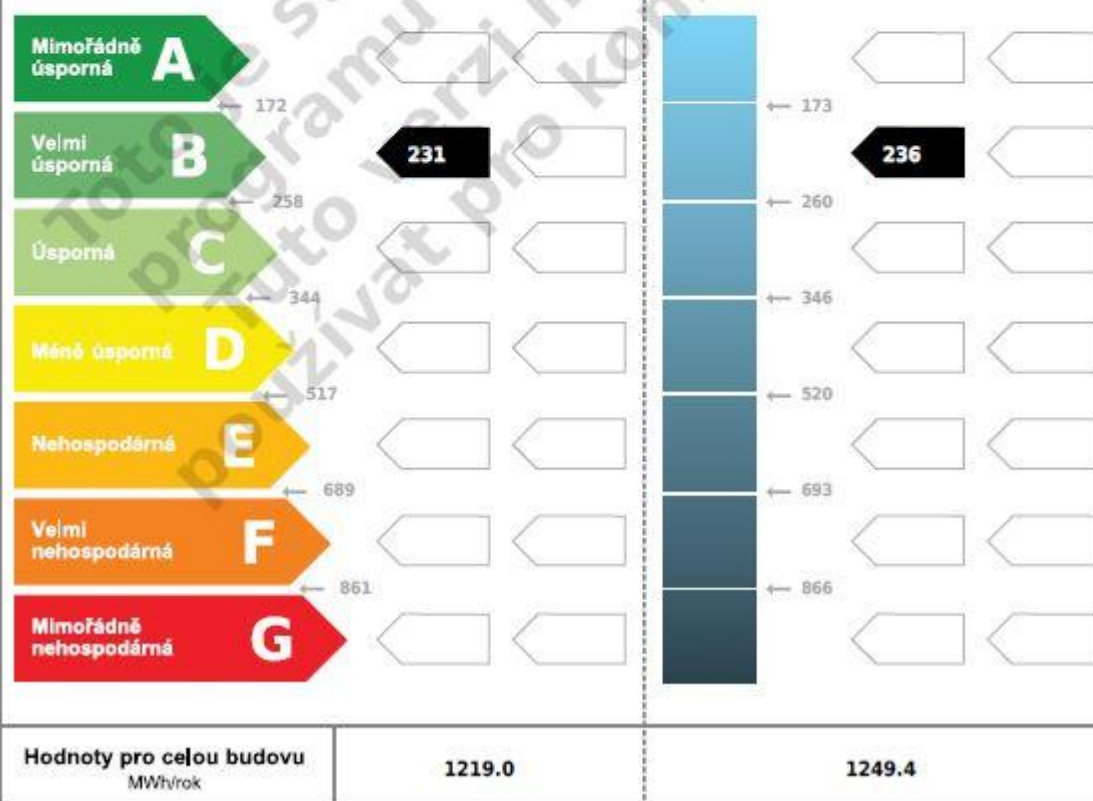


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
 (Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
 (Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

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

Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno šipkou Doporučení

PODÍL ENERGOŠITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]

■ CTE $\le 50\%$: 1203.8
■ elektrická energie: 15.2

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{en} W/(m ² ·K)	Díčí dodané energie				Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)	
Množství doporučené							
A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Množství nehopoděné	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	0.27	205	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	23.0	2.9
		1082.0				121.0	15.2

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

PROTOKOL PRŮKAZU

číslo dokumentu:

Bakalářská práce

Účel zpracování průkazu

<input type="checkbox"/> Nová budova	<input type="checkbox"/> Budova užívaná orgánem veřejné moci
<input type="checkbox"/> Prodej budovy nebo její části	<input type="checkbox"/> Pronájem budovy nebo její části
<input checked="" type="checkbox"/> Větší změna dokončené budovy	
<input type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno, Kuršova 995/30, 635 00
Katastrální území:	611778
Parcelní číslo:	6530/1, 6530/2, 6530/3, 6530/4, 6530/5, 6530/6, 6530/8, 6530/9
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	
Vlastník nebo stavebník:	Společnost vlastníků jednotek domu Kuršova 995/30, 996/32, 997/34
Adresa:	Kuršova 995/30 635 00 Brno
IČ:	
Tel./e-mail:	/

Typ budovy

<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input checked="" type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input type="checkbox"/> Administrativní budova	<input type="checkbox"/> Budova pro zdravotnictví	<input type="checkbox"/> Budova pro vzdělávání
<input type="checkbox"/> Budova pro sport	<input type="checkbox"/> Budova pro obchodní účely	<input type="checkbox"/> Budova pro kulturu
<input type="checkbox"/> jiné druhy budovy:		

Geometrické charakteristiky budovy

Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	14 953,7
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	4 634,6
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,31
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _e	[m ²]	5 284,4

Druhy energie (energonositelé) užívané v budově		
<input type="checkbox"/> Hnědé uhlí	<input type="checkbox"/> Černé uhlí	
<input type="checkbox"/> Topný olej	<input type="checkbox"/> Propan-butan/LPG	
<input type="checkbox"/> Kusové dřevo, dřevní štěpka	<input type="checkbox"/> Dřevěné peletky	
<input type="checkbox"/> Zemní plyn	<input checked="" type="checkbox"/> Elektřina	
<input checked="" type="checkbox"/> Soustava zásobování tepelnou energií (dálkové teplo):		
podíl OZE: <input checked="" type="checkbox"/> do 50% včetně, <input type="checkbox"/> nad 50% do 80%, <input type="checkbox"/> nad 80%		
<input type="checkbox"/> Energie okolního prostředí (např. sluneční energie)		
účel: <input type="checkbox"/> na vytápění, <input type="checkbox"/> pro přípravu teplé vody, <input type="checkbox"/> na výrobu elektrické energie		
<input type="checkbox"/> Jiná paliva nebo jiný typ zásobování:		
Druhy energie dodávané mimo budovu		
<input type="checkbox"/> Elektřina	<input type="checkbox"/> Teplo	<input checked="" type="checkbox"/> Žádné

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech**A) stavební prvky a konstrukce****a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla**

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,ref,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
VYP-1 1-EXT Okno - plast, východ	188,2	1,50	-	-	1,00	282,24
VYP-4 1-EXT Balkon + okno - plast, byty, východ	257,5	1,50	-	-	1,00	386,28
STN-10 1-EXT Stěna - Sever	52,2	0,25	0,25	ANO	1,00	13,06
STN-11 1-EXT Stěna - Západ	597,4	0,22	-	-	1,00	131,43
STN-12 1-EXT Stěna - Jih	156,7	0,25	0,25	ANO	1,00	39,17
STN-13 1-EXT Stěna - východ	778,4	0,49	0,25	NE	1,00	381,40
STR-15 1-EXT Střecha - byty	542,2	0,96	-	-	1,00	520,50
VYP-20 1-EXT Okno - plast, západ	322,6	1,50	-	-	1,00	483,84
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-	-	1,12
STN-19 1-S Stěna - sever sousední	200,0	0,47	-	-	0,11	10,74
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-	-	0,01
STN-22 1-S Stěna - Jih - komín	105,2	0,47	-	-	0,00	0,00
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-	-	0,00
STN-17 1-2 Stěna mezi zónami	8 248,6	1,50	-	-	0,11	1 414,05

PDL-18	1-2	470,8	0,74	-	-	0,11	39,82
Podlaha byty							
VYP-23	1-2	113,5	1,70	-	-	0,11	22,05
Dveře byty							
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]		-	-	-	-	-	0,74
Celkem		12 033,2	-	-	-	-	3 726,43

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

Toto je studentská verze programu ENERGETIKA.
Tuto verzi není možné používat pro komerční účely.

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z2)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{n,req,j}$	Splněno		
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)	[-]	[W/K]
VYP-2 2-EXT Okno suterén - východ	8,6	2,50	2,30	NE	1,00	21,60
VYP-3 2-EXT Okno suterén - západ	11,3	2,50	2,30	NE	1,00	28,20
VYP-5 2-EXT Balkon + okno - plast, komunikace	84,5	1,50	-	-	1,00	126,75
VYP-6 2-EXT Copilit	30,2	5,60	2,30	NE	1,00	169,34
VYP-7 2-EXT Dveře vchod - východ	20,2	2,30	2,30	ANO	1,00	46,51
VYP-8 2-EXT Dveře vchod - západ	11,6	2,30	2,30	ANO	1,00	26,70
VYP-9 2-EXT Vrata - východ	15,1	2,30	2,30	ANO	1,00	34,78
STN-11 2-EXT Stěna - Západ	371,8	0,22	-	-	1,00	81,79
STN-13 2-EXT Stěna - východ	72,4	0,49	0,33	NE	1,00	35,46
STR-16 2-EXT Střeška - komunikace	54,2	1,02	-	-	1,00	55,30
STN-21 2-EXT Stěna - jih - komunikace	17,8	0,49	0,33	NE	1,00	8,74
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-	-	0,32
PDL(z)-14 2-ZEM Podlaha - komunikace	608,0	3,49	-	-	0,88	1 862,11
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-		0,93
STN(z)-24 2-ZEM Stěna západ - zemina	85,5	0,49	-	-	0,00	-
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-		-
STN-19 2-S Stěna - sever sousední	30,4	0,47	-	-	0,00	0,00

Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-	-	0,00
STN-22 2-5 Stěna - jih - komín	12,6	0,47	-	-	-0,11	-0,68
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-	-	-0,00
STN-17 2-1 Stěna mezi zónami	8 248,6	1,50	-	-	-0,11	-1 414,05
PDL-18 2-1 Podlaha byty	470,8	0,74	-	-	-0,11	-39,82
VYP-23 2-1 Dveře byty	113,5	1,70	-	-	-0,11	-22,05
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em}=0,05$ [%]	-	-	-	-	-	-0,74
Celkem	10 267,2	-	-	-	-	1 021,19

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě požadavku na energetickou náročnost budovy podle §6 odst. 2 písm. c).

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{m,i}$	Objem zóny V_i	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,i}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Byty	20,0	12033,00	0,38
zóna 2 - Komunikace	16,0	2920,70	-0,17

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_i \cdot U_{em,R,i})/V$)	Splněno
	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,27	0,27	NE

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a u větší změny dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm.b).

B) technické systémy**b.1.a) vytápění**

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	CZT 1	CZT - OZE ≤ 50%	100	0	- / -	87	88

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,
²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.1.b) požadavky na účinnost technického systému k vytápění

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1	CZT 1 -	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	-	-	-

b.2.b) požadavky na účinnost technického systému k chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému chlazení	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Chladicí faktor referenčního zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[-]	[-]	(ANO/NE)

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP _{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /h]	[Ws/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{\text{HIS}, \text{gen}}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{\text{HIS}, \text{gen}}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-

b.5.a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Ergo-nositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na přípravu teplé vody	Jmenovitý příkon pro ohřev TV	Objem zásobníku TV	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{2)}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,zt}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dt}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[litry]	[%] / [-]	[kWh/(lden)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ²⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV1	TV _{vn} 1	CZT - OZE <= 50%	100	CZT-1 [0]	2500.00 2500.00 2500.00	CZT-1 [- -]	0.0050 0.0050 0.0050	0.0000

Poznámka: ¹⁾ symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

b.5.b) požadavky na účinnost technického systému k přípravě teplé vody

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV1	CZT 2 -	-	-	-

Poznámka: Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno jen u větší změny dokončené budovy a při jiné, než větší změně dokončené budovy v případě plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c).

b.6) osvětlení

Hodnocená budova / zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztážený k osvětlenosti zóny $P_{L,ix}$
	(-)	[%]	[kW]	[W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,05
Zóna 1		100	$P_e = 5,919$	0,05
Zóna 2		100	$P_e = 0,292$	0,05

Energetická náročnost hodnocené budovy**a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově**

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F		Příprava teplé vody EP _w	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektriny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Toto je studentská verze programu ENERGETIKA. Tuto verzi není možné používat pro komerční účely.

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	1 110 058	779 340	0,00	0,00	-	-	0,00	0,00	90 467	90 467	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	2 040 547	1 082 346	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134 361	121 432	17 157	15 221
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	2 040 547	1 082 346	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	134 361	121 432	17 157	15 221
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	386,15	204,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,43	22,98	3,25	2,88

c) výrobní energie umístěná v budově, na budově nebo pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobena energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
Kogenerační jednotka EP _{CHP} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Kogenerační jednotka EP _{CHP} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Fotovoltaické panely EP _{PV} elektřina	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} teplo	Budova					
	Dodávka mimo budovu					
Jiné	Budova					
	Dodávka mimo budovu					

d) rozdělení dílčích dodaných energií, celkové primární energie a neobnovitelné primární energie podle energonositelů

Energonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	15 221,16	3,2	3,0	48 707,71	45 663,48
CZT - OZE <= 50%	1 203 777,81	1,1	1,0	1 324 155,59	1 203 777,81
Celkem	1 218 998,97	x	x	1 372 863,30	1 249 441,28

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	2 192 064,93	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		1 218 998,97		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	414,82		
(9)	Hodnocená budova		230,68		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	2 370 553,48	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		1 249 441,28		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	448,59		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		236,44		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	1 372 863,30
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	123 422,01
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	8,99

Analýza technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie u nových budov a u větší změny dokončených budov

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energií z OZE	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	-	-	-	ANO
Ekonomická proveditelnost	-	-	-	ANO
Ekologická proveditelnost	-	-	-	ANO
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum zpracování analýzy				
Zpracovatel analýzy				
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			NE
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	1 219,00	-	-

Posouzení vhodnosti doporučených opatření

Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Funkční vhodnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Ekonomická vhodnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Doporučení k realizaci a zdůvodnění				
Datum vypracování doporučených opatření				
Zpracovatel navržených doporučených opatření				
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			ANO
	Datum vypracování energetického posudku			
	Zpracovatel energetického posudku			

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1	-
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	NE
- Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	NE
- Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	NE
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	B
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-
Jiný účel zpracování průkazu	
- Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	-

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	
Číslo oprávnění MPO	
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	
---------------------------	--

Zdroj informací

Zdroj informací	
-----------------	--

C2.2. Navrhované varianty

Varianta I: KZS tl. 150 mm, zateplení střechy, výměna oken suterénu, výměna vchodových dveří, vyzdění původních copilitů. Západní strana objekt se nebude zateplovat z hlediska dostatečujícího dosavadního zateplení.

Popis nově navržených vnějších obvodových konstrukcí

Východ, Jih, Sever, $U = 0,17 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

KZS	150 mm
Vnější omítka	20 mm
Železobeton	60 mm
Polystyren	60 mm
Železobeton	150 mm
Vnitřní omítka	15 mm

Střecha, $U = 0,33 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

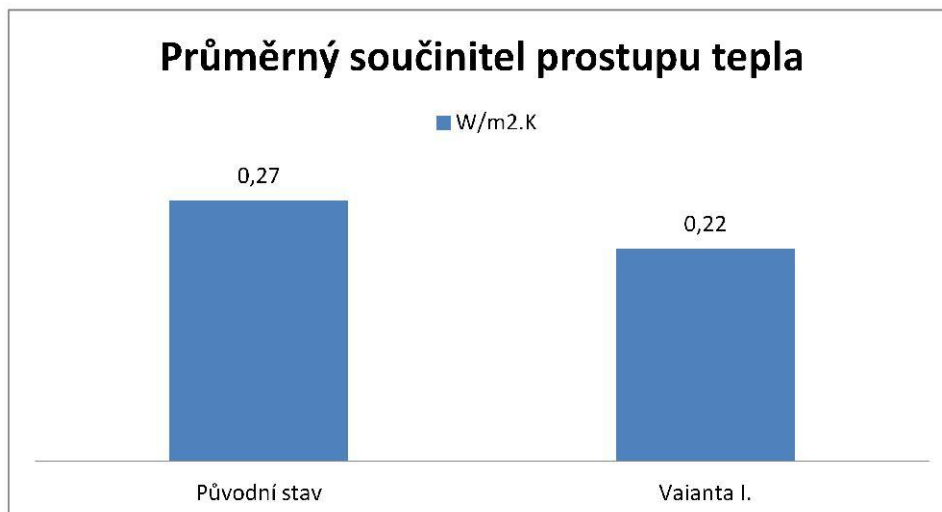
Hydroizolace	-
Betonová spádová vrstva	320 mm
Cementový potěr	20 mm
Hydroizolace	-
Polystyren	100 mm
Stropní panel	150 mm
Vnitřní omítka	15 mm

Okna a dveře

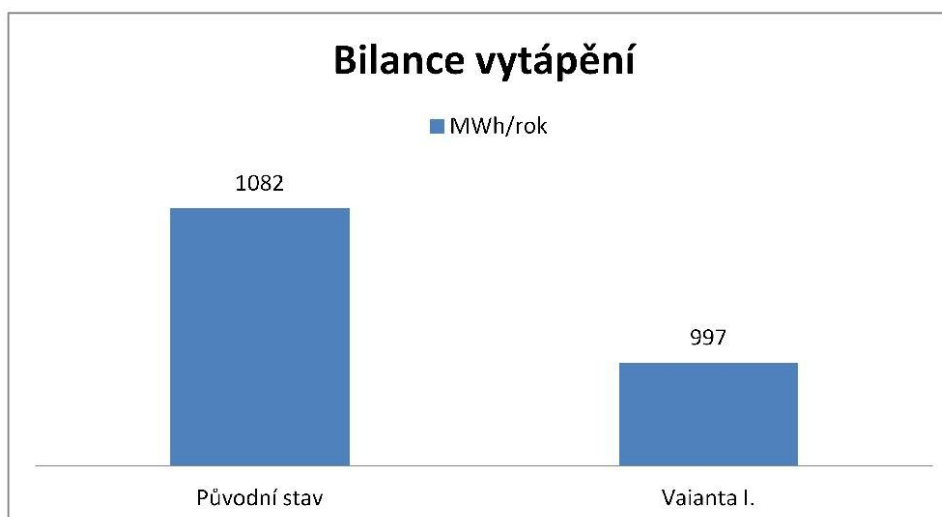
Druh	Rozměr [m]	Plocha [m^2]	Počet	$U \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
Okna – suterén	2,4 x 0,4	0,96	9	1,5
V				
Okno – suterén	0,85 x 0,55	0,47	24	1,5
Z				
Dveře – východ	3,05 x 2,21	6,74	3	1,7
Dveře – západ	1,8 x 2,15	3,87	3	1,7

Copilit vybourat a vyzdít, stěna $U = 0,27 \text{ W}/[\text{m}^2 \cdot \text{K}]$

Vnější omítka	30 mm
Cihly	400 mm
Vnitřní omítka	25 mm



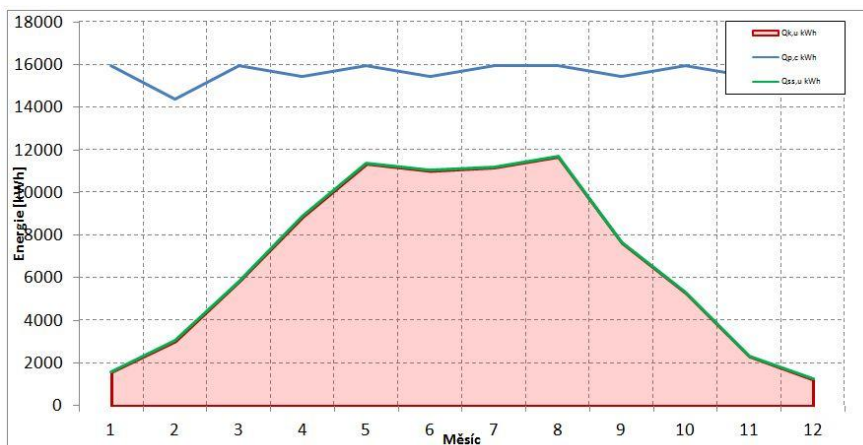
Obr. 7. Porovnání průměrného součinitele tepla



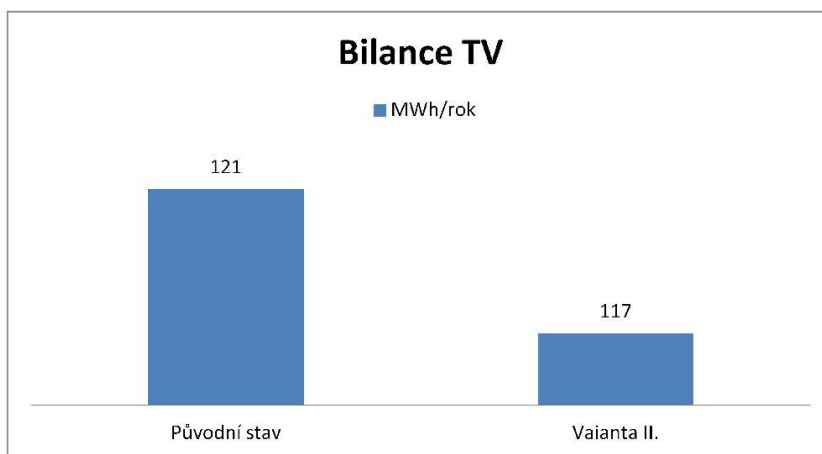
Obr. 8. Porovnání bilancí vytápění

Varianta II: Solární systém pro ohřev TV

Kolektory THERMO/SOLAR TS 300 s 82% optickou účinností, počet kolektorů je 70 s aperturní plochou 124,6 m², které pokrývají výrobu 43 % z celkové roční potřeby TV. Při realizaci této varianty bude zapotřebí navrhnout novou otopnou soustavu pro BD. Výpočet jsem prováděla pomocí „Bilance solárních termických systémů pro potřeby programu Nová zelená úsporám. Podprogram Bytové domy – instalace termických solárních systémů.“



Obr. 9. Graf ukazující předpokládanou výrobu v jednotlivých měsících



Obr. 10. Porovnání bilancí TV

Žádám v oblasti podpory	Solární systém pro přípravu teplé vody
Počet osob:	216 osob
Počet bytových jednotek:	72 bytových jednotek
Spotřeba na osobu:	35 l/os.den (při 55 °C)

Příprava teplé vody a vytápění

Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$	7500	l/den
Teplota studené vody t_{Sv}	10	°C
Teplota teplé vody t_{TV}	55	°C
Návrhová teplota přívodní otopné vody otopné soustavy $t_{vl,N}$	60	°C
Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát p	0,068	
Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z	0,3	Centrální zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací
Typ solárního zásobníku (uveďte podle projektu)	Regulus R2BC 3000	
Objem solárního zásobníku (uveďte podle projektu)	8000	l

Vytápění objektu (vyplňuje se pouze u solárního systému pro přípravu teplé vody a vytápění)

Použít data z výpočtu podle ČSN EN ISO 13 790	NE	
Tepelná ztráta domu Q_z		kW
Vnitřní výpočtová teplota $t_{i,v}$		°C
Venkovní výpočtová teplota $t_{e,v}$		°C
Předpokládaná energetická náročnost budovy (vytápění)	Vyberte z uvedených možností:	
Přirážka na tepelné ztráty otopné soustavy v	5	%

Parametry solárních kolektorů

Optická účinnost η_0	0,8177
Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1	3,83 W/m ² .K
Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2	0,0110 W/m ² .K ²
Počet kolektorů	70 ks
Vztažná plocha kolektoru	1,78 m ²
Celková vztažná plocha kolektoru	124,60 m ²
Plocha apertury solárního kolektoru A_a	1,78 m ²
Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$	32,3 °C
Sklon solárního kolektoru β	30 °
Azimut solárního kolektoru γ (jih = 0°)	0 °

Vyhodnocení

Potřeba tepla pro přípravu TV	1877,46	kWh/rok
Potřeba tepla pro vytápění		kWh/rok
Měrný využitelný zisk solárního systému $q_{ss,u}$	651	kWh/m ² .rok
Měrný využitelný zisk s.s. na připojenou bytovou jednotku $q_{ss,u}$	11,28	kWh.m ⁻¹ .rok ⁻¹ VYHOVUJE podmínkám programu NZÚ
Celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u}$	81218	kWh/rok
Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f	43	%
Minimální požadovaný objem solárního zásobníku	5607	l VYHOVUJE podmínkám programu NZÚ

Základní podmínky programu NZÚ jsou splněny!

Obr. 11. Zadávané hodnoty pro výpočet solárních panelů

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Kuršova 995/30, k.ú. 611778,**
p.č. **6530/1, 6530/2, 6530/3, ...**

PSC, místo: **635 00, Brno**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **4634.62** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.31** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **5284.4** m²



PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Kuršova 995/30, k.ú. 611778,**
p.č. **6530/1, 6530/2, 6530/3, ...**

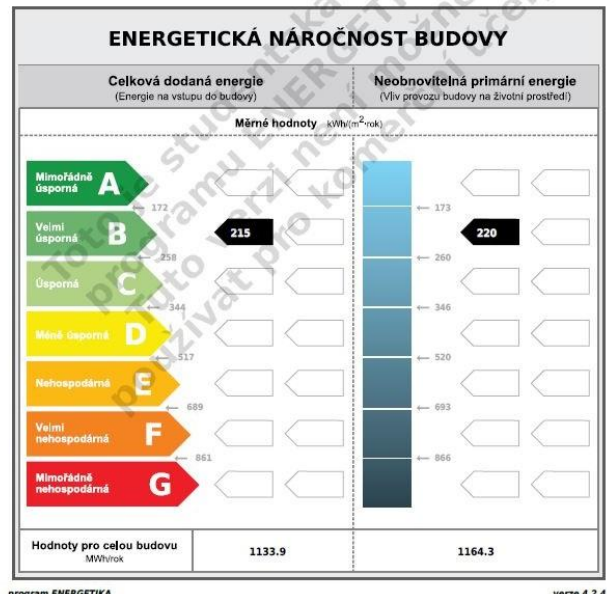
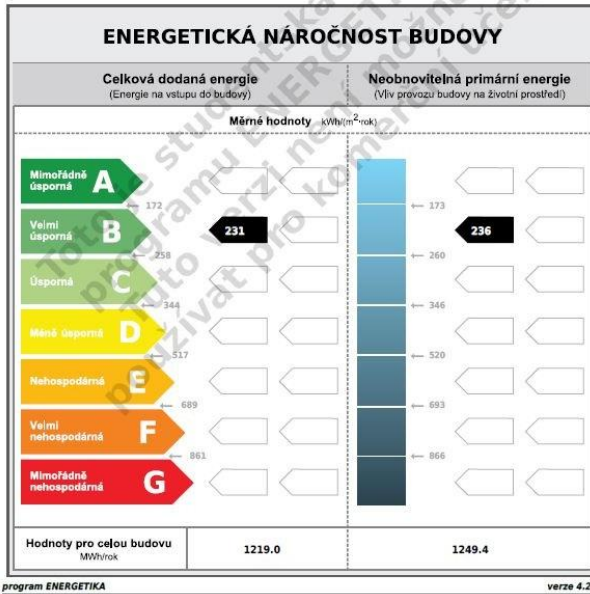
PSC, místo: **635 00, Brno**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **4634.62** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.31** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **5284.4** m²

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Kuršova 995/30, p.č. 6530/1,**
6530/2, 6530/3, 6530/4, ...

PSC, místo: **635 00, Brno**

Typ budovy: **Bytový dům**

Plocha obálky budovy: **4634.62** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.31** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **5284.4** m²



PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, číslo: **Kuršova 995/30, p.č. 6530/1,**
6530/2, 6530/3, 6530/4, ...


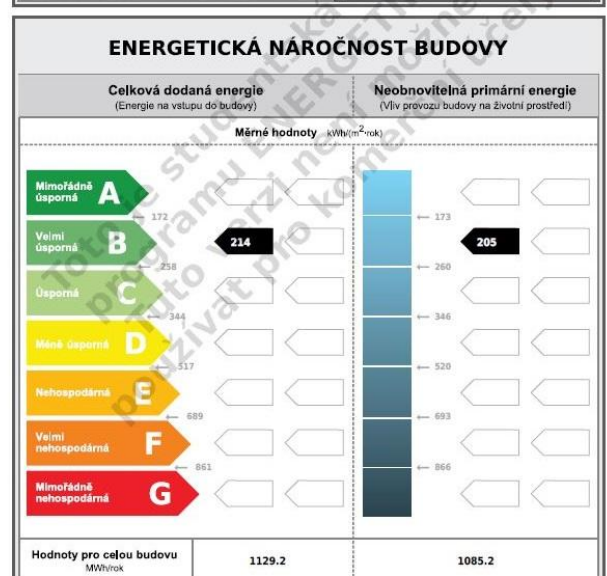
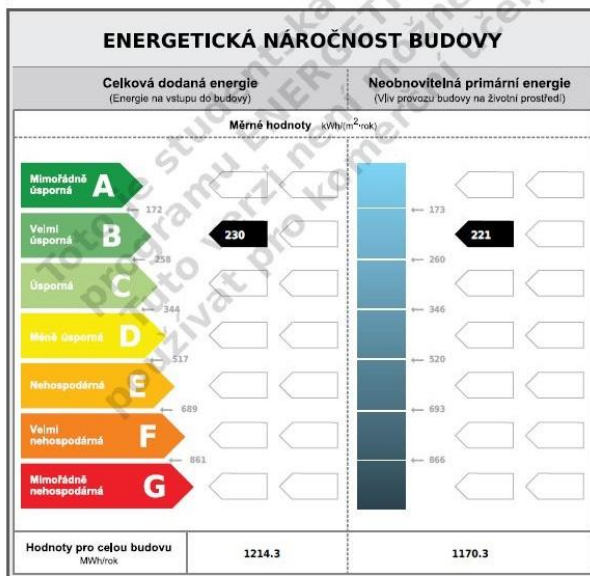
PSC, místo: **635 00, Brno**

Typ budovy: **Bytový dům**

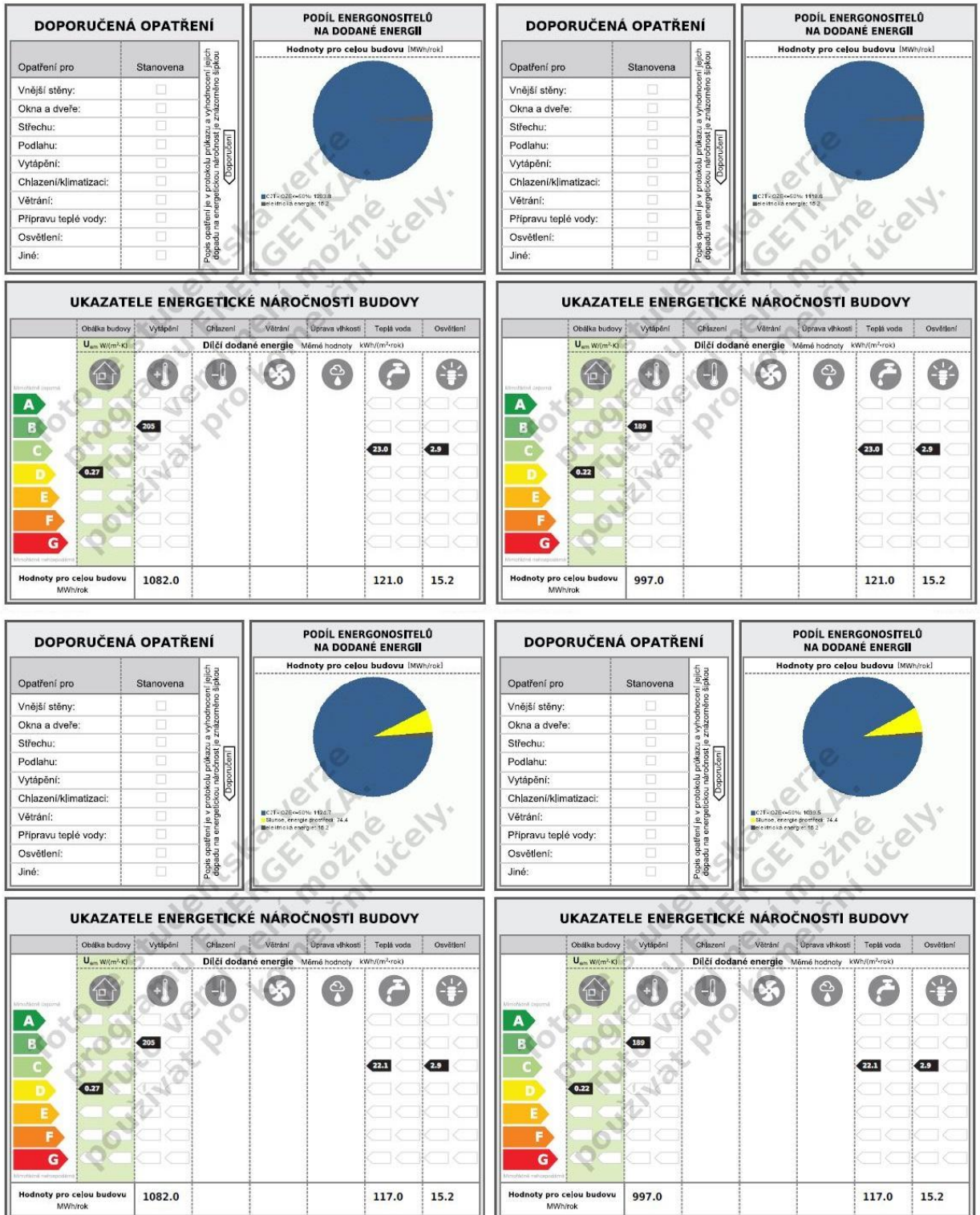
Plocha obálky budovy: **4634.62** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.31** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **5284.4** m²

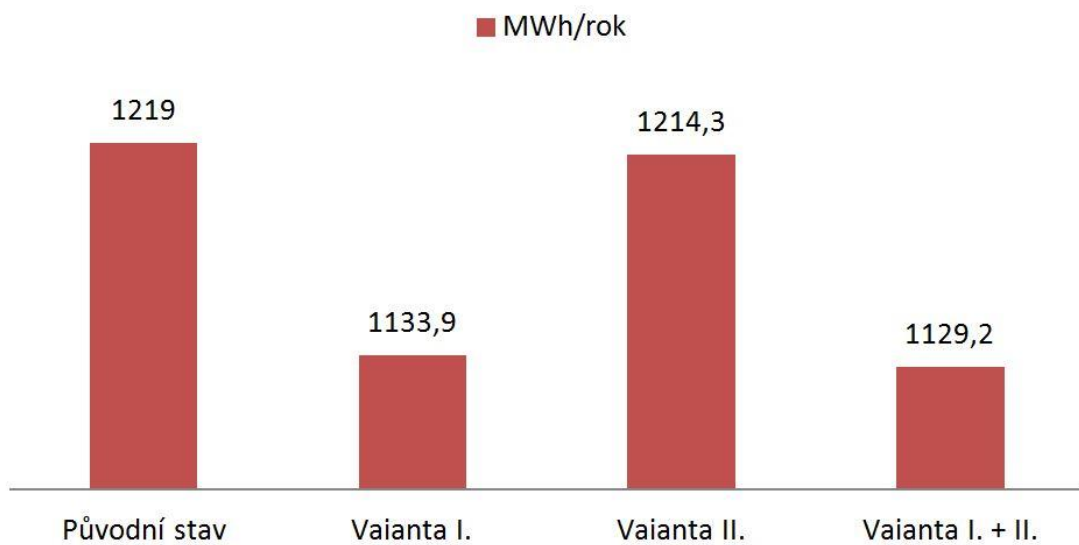



Obr. 12. zleva: původní stav, I. varianta, II. varianta, I. + II. varianta



Obr. 13. zleva: původní stav, I. varianta, II. varianta, I. + II. varianta

Celá budova



Obr. 14. Rozdíly ve potřebě MWh/rok u jednotlivých variant

Z grafu je znatelné, jak moc jednotlivé navržené varianty ovlivnily potřebu MWh/rok celé budovy.

C2.3. Ekonomické zhodnocení navrhovaných variant

Varianta I. (zateplení stěn, střechy, výměna oken v suterénu, vyzdění původních copilitů) vychází ze všech navrhovaných variant nejhůře, varianta II. (návrh solárních panelů pro ohřev TV) vychází o něco lépe, avšak bych se přikláněla k variantě I. + II., protože se domnívám, že v dnešní době je zateplení obálky budovy nutností a samotné zateplení je nedostačující.

	Původní stav	Varianta I.	Varianta II.	Varianta I. + II.
CZT [MWh]	1203,8	1118,6	1124,7	1039,5
CZT [Kč]	2 434 084	2 261 809	2 274 143	2 101 869
Úspora CZT [Kč]	-	172 275	159 941	332 215
El. proud [MWh]	15,2	15,2	15,2	15,2
El. proud [Kč]	53 200	53 200	53 200	53 200
Úspora el. pro. [Kč]	-	0	0	0
Množství	-	1 674 m ²	70 ks	-
Investice [Kč]	-	2 396 200	2 065 000	4 461 200
TSD – diskont. doba návratnosti investic [roky]	-	14	13	13
TS – doba návratnosti investice [roky]	-	12	12	12
IRR – vnitřní výnosové procento [%]	-	7	7	7
NPV – čistá současná hodnota projektu [Kč]	-	1 315 656	1 381 106	2 696 740

Doba životnosti: 20 let

Roční změna výnosu: 3 %

CZT: 2,022 Kč/kWh

El. proud: 3,5 Kč/kWh

Zateplení tl. 150 mm: 1 300 Kč/m², okna: 5000 Kč/ks, dveře: 17 500 Kč/ks, zateplení copilitů: 20 000 Kč

Solární kolektory s příslušenstvím: 29 500 Kč/ks

C3. Vybrané experimentální ověření reálného stavu budovy

Byly mi poskytnuty data z měření vnitřního klimatu bytu, konkrétně - obývací pokoj a kuchyně. Byt se nalézá v Brně v městské části Nový Lískovec.

Na základě těchto dat jsem vytvořila grafy, které jsem následně zhodnotila.

Data byla měřena v období 28. 8. 2015 - 19. 12. 2015. Z tohoto období jsme si vybrala úsek 25. 9. 2015 - 29. 9. 2015 a to z toho důvodu, že se jedná o dny pátek - úterý, kdy v pondělí 28. 9. byl státní svátek a zkoumala jsem, zda se to nějak projeví v grafu.

Požadovaná teplota v obytné místnosti: 20 °C

Optimální vlhkost místnosti: 40-60 %

Optimální koncentrace CO₂ v místnosti: 1000 ppm

Graf. 1. Kuchyně (vlhkost, teplota)

Teplota v místnosti se pohybuje v rozmezí 22-24 °C, v neděli a pondělí došlo v odpoledních hodinách k mírnému zvýšení oproti průměru, nejspíše z důvodu vyššího provozu.

Vlhkost v místnosti má rozptyl 35-52 %, křivka je velice vlnitá, docházelo k častým výkyvům vlivem provozu v kuchyni.

Graf. 2. Obývací pokoj (vlhkost, teplota)

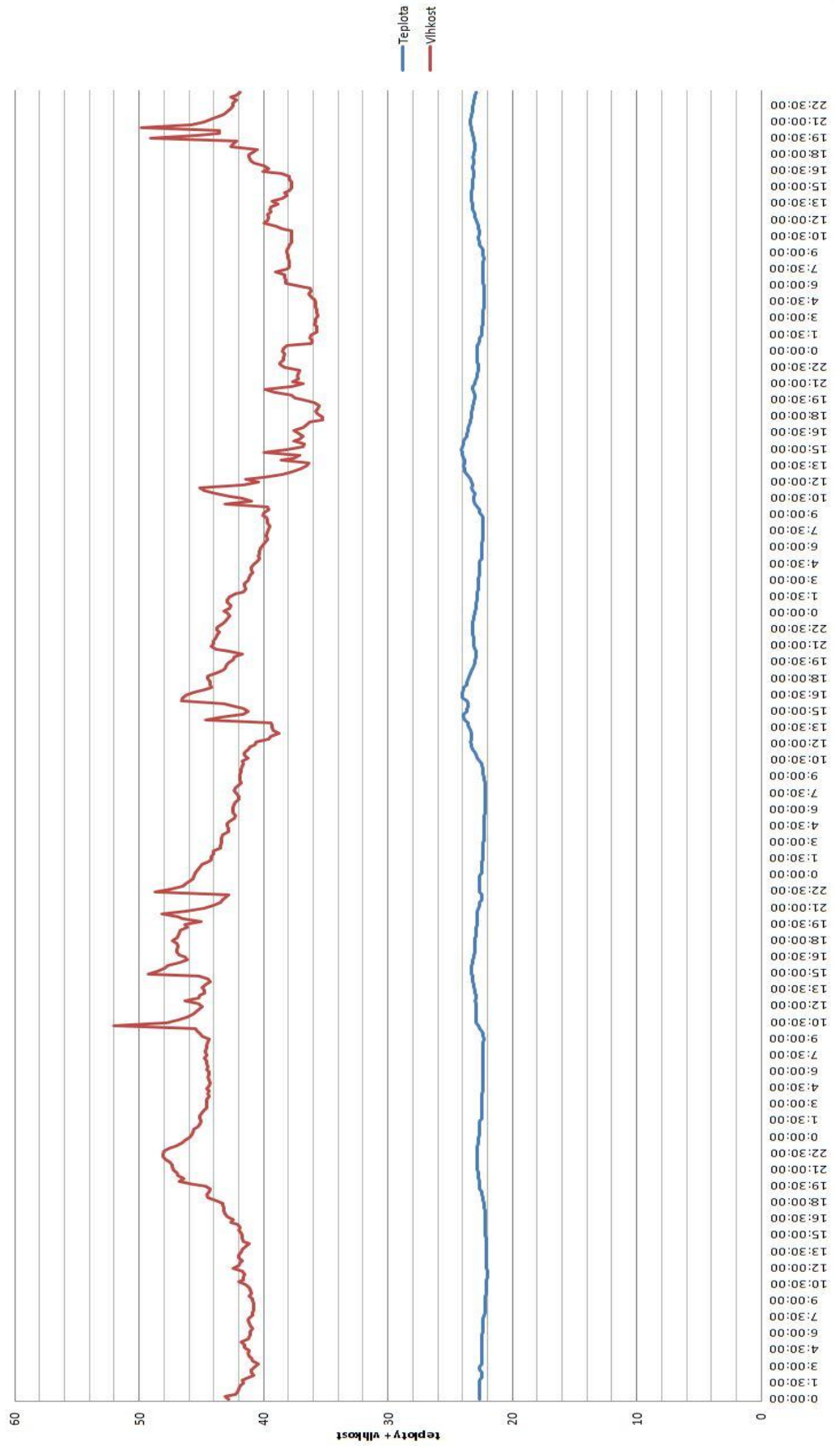
Teplota místnosti se pohybuje průměrně od 20-22 °C, avšak došlo k několika výkyvům pod 20 °C a to 3x v nočních hodinách, nejspíše vlivem otevření okna.

Vlhkost místnosti má rozptyl 38-60 %, tři největší výkyvy, které byly pod hranicí 48 %, se vyskytly v nočních hodinách ve stejný čas jako k poklesu teploty. Z toho vyvozují, že vzduch z interiéru se smíchal s venkovním (při otevření okna) a došlo ke snížení vlhkosti. K vyšším koncentracím docházelo v ranních hodinách, nejspíše z důvodu pobytu osob a nemíchání vzduchu s venkovním.

Graf. 3. Obývací pokoj (CO₂)

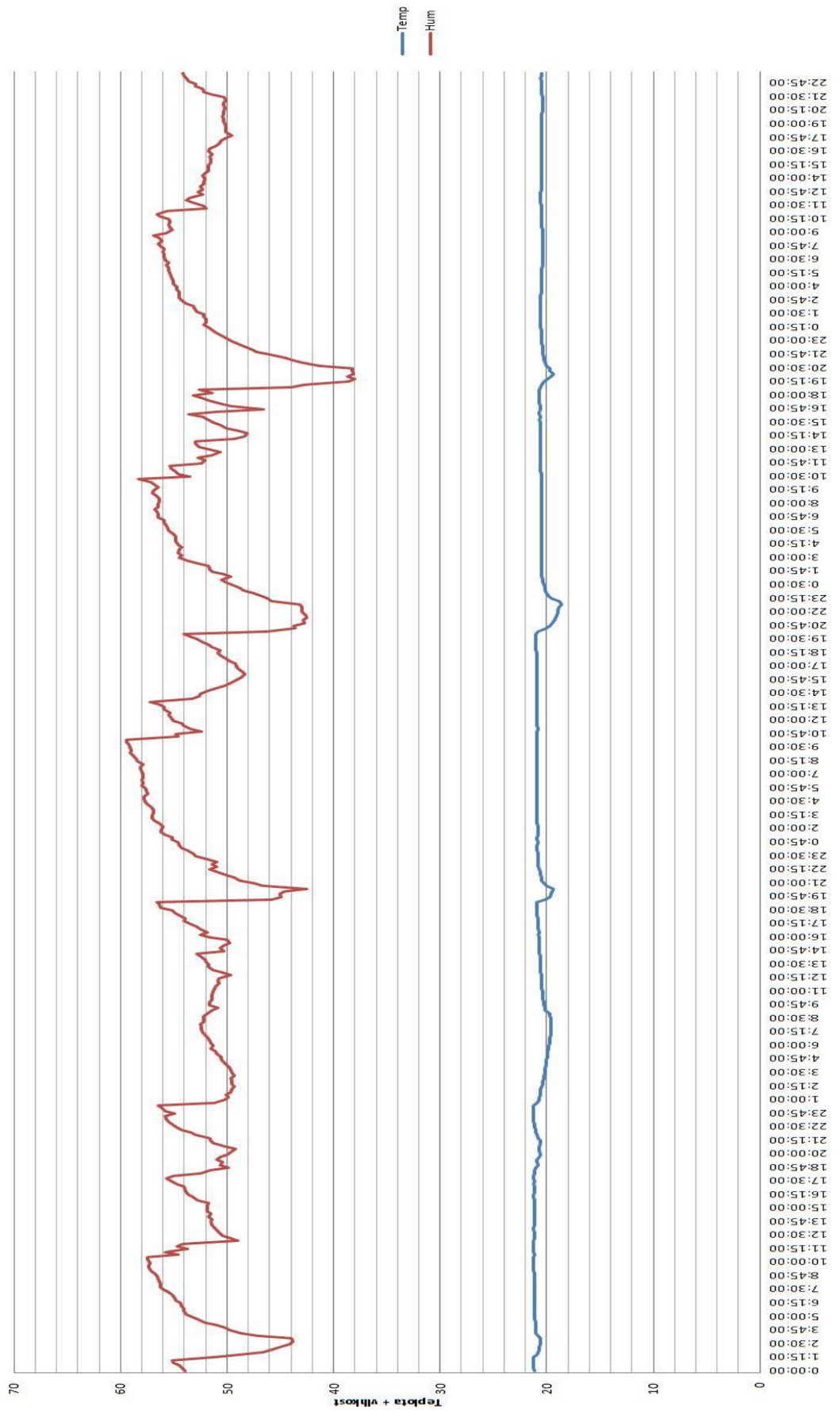
Koncentrace ppm v místnosti dosahuje v určitých chvílích vysoké hranice, rozptyl je mezi 500-4000 ppm. Koncentrace ppm v obývacím pokoji koresponduje s teplotou a vlhkostí v místnosti. Při otevření okna se koncentrace ppm sníží a čím vyšší je vlhkost v místnosti tím vyšší je i koncentrace ppm. Zajímavé také je, že graf CO₂ je velice podobný grafu vlhkosti.

25. - 29. 9. 2015, pátek - úterý, kuchyně



Graf 1. Kuchyně (vlhkost, teplota)

25. - 29.9.2015, pátek - úterý, obývací pokoj



Graf. 2. Obývací pokoj (vlhkost, teplota)

Závěr

V teoretické části vypisuji základní rozdělení dané problematiky, aktuální právní předpisy a směrnice.

Ve výpočtové části se nalézají základní pojmy a popisují také vzorce sloužící k výpočtu energetického průkazu.

Praktická část obsahuje výpočet energetického průkazu BD v Brně Bystřci, který jsem počítala za pomoci aplikace Energie od DEKSOFTu. Dále je zde popis výsledků a návrhy opatření pro snížení energetické náročnosti BD a také zhodnocení, která z variant by byla nejvhodnější. Součástí této části je také vyhodnocení dat, které mi byly poskytnuty z měření vnitřního klimatu bytu v Novém Lískovci.

Přínosem práce jsou dosažené výsledky navržených variant. Z těchto výsledků se ukázalo, které konkrétní věci mají na konečný výsledek největší vliv.

Seznam použitých zdrojů

- [1] - Pasivní, aktivní, nulový dům. Víte, co přesně tyto pojmy znamenají?. *HOME* . [online]. 19.2.2016 [cit. 2016-03-13]. Dostupné z: <http://homebydleni.cz/dum/ned-a-pasivni-domy/pasivni-aktivni>
- [2] - Jiří Vaverka a kolektiv. *Stavební tepelná technika a energetika budov*. Brno: VUTIUM, 2006. ISBN 80-214-2910-0.
- [3] - Obnovitelné zdroje. *SKUPINA ČEZ / VÝROBA ELEKTRINY*. [online]. © 2016 [cit. 2015-11-25]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje.html>
- [4] - Předpis č. 406/2000 Sb.. *Zákony pro lidi.cz*. [online]. © 2010 – 2016 [cit. 2016-11-26]. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-406>
- [5] - Předpis č. 78/2013 Sb.. *Zákony pro lidi.cz*. [online]. © 2010 – 2016 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-78>
- [6] - Energetická náročnost budov. *tzbinfo*. [online]. 3.4.2013 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/112133-tni-730331-energeticka-narocnost-budov-typicke-hodnoty-pro-vypocet>
- [7] - Energetická náročnost budov. *tzbinfo*. [online]. 30.8.2010 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6739-revize-evropske-smernice-2002-91-es-o-energeticke-narocnosti-budov>
- [8] - Úvod. Národní kalkulační nástroj II. [online]. © 2014 [cit. 2015-12-13]. Dostupné z: <http://nkn.fsv.cvut.cz/>
- [9] - Stavební fyzika. K-CAD. [online]. © 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/energie/>
- [10] - Programy. DEKSOFT. [online]. © 2016 [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: <http://stavebni-fyzika.cz/programy/energetika>
- [11] - Manuál pro využití výpočetního nástroje NKN . Katedra technických zařízení budov K11125. [online]. září 2010 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: http://tzb.fsv.cvut.cz/files/nastroje/Methodika/nkn-pomucka_k_vyuce.pdf
- [12] - PZservis. [online]. [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: http://www.pzservis.cz/izol_projektanti2/rockwool/sw1554.html
- [13] - termohospital. [online]. 10.11.2014 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.termohospital.cz/clanek/142212-tepelny-most-bytovy-dum>
- [14] - Stavební opatření. Panelové domy. [online]. 20.1.2010 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://www.panelovedomy.ekowatt.cz/stavebni-opatreni/62-tepelne-technicke-vlastnosti-konstrukci.htm>
- [15] - Výpočetní nástroj pro stanovení energetické náročnosti budov podle vyhlášky 148/2007 Sb. (II) *tzbinfo*. [online]. 27.8.2007 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/4318-vypocetni-nastroj-pro-stanoveni-energeticke-narocnosti-budov-podle-vyhlaske-148-2007-sb-ii>
- [16] - Pasivní domy. *tzbinfo*. [online]. 21.3.2016 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/pasivni-domy/13943-zdroje-energie-pro-pasivni-domy>
- [17] - ČSN EN ISO 13790. *Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení* . . , 2009.

[18] - Miroslav Urban, Zbyněk Svoboda, Karel Kabele, Daniel Adamovský, Michal Kabrheľ. *METODIKA BILANČNÍHO VÝPOČTU ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV*. Praha: , 2009.

[19] - Potřeba vody a tepla pro přípravu teplé vody Zdroj: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6839-potreba-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody>. *tzbinfo*. [online]. 11.10.2010 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6839-potreba-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody>

[20] - ČSN EN 15193 . *Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení*. Zdroj: <http://elektro.tzb-info.cz/osvetleni/10162-energeticka-narocnost-osvetlovacich-soustav>. Praha: , 2008.

[21] - Chatař-chalupář. [online]. 30.11.2012 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.chatar-chalupar.cz/cim-nahradit-zarovky/>

[22] Vyhláška 480/2012. *Zákony pro lidi.cz*. [online]. © 2010 – 2016 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-480>

[23] - Vyhláška 480/2012. *Zákony pro lidi.cz*. [online]. © 2010 – 2016 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-480>

Seznam použitých zkratek a symbolů

Zkratky

ČR	Česká republika
EPS	Expandovaný polystyren
XPS	Extrudovaný polystyren
MV	Minerální vata
EU	Evropská unie
Sb.	Sbírký
TNI	Technická normalizační informace
ČVUT	České vysoké učení technické
TZB	Technické zařízení budov
ENB	Energetická náročnost budov
ES	Evropská směrnice
NKN	Národní kalkulační nástroj
PENB	Průkaz energetické náročnosti budov
ČSN	Česká státní norma
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci (International Organization for Standardization)
BD	Bytový dům
KZS	Kontaktní zateplovací systém
TV	Teplá voda
ÚT	Ústřední topení
CZT	Centrální zásobování tepla

Symboly a veličiny

EP	Celková roční dodaná energie [GJ]
$Q_{\text{fuel,tot}}$	Celková roční dodaná energie obsažená v energonositelích zásobujících budovu [GJ]
EP_H	Roční dodaná energie na vytápění včetně pomocné energie na provoz vytápěcích zařízení [GJ]
EP_C	Roční dodaná energie na chlazení včetně pomocné energie na provoz chladicího zařízení [GJ]
EP_F	Roční dodaná energie na větrání a úpravu vlhkosti větracího vzduchu, včetně pomocné energie na mechanické větrání a úpravu vlhkosti větracího vzduchu [GJ]
EP_W	Roční dodaná energie na přípravu teplé vody včetně pomocné energie na provoz zařízení na přípravu teplé vody [GJ]
EP_L	Roční dodaná energie na osvětlení [GJ]
EP_{PV}	Roční produkce energie fotovoltaickým systémem [GJ]
EP_{CHP}	Roční produkce energie systémem kombinované výroby elektřiny a tepla [GJ]
U	Součinitel prostupu tepla [$W/m^2.K$]
R	Tepelný odpor konstrukce [$m^2.K/W$]
R_{si}	Tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce [$m^2.K/W$]
R_{se}	Tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí [$m^2.K/W$]
λ	Součinitel tepelné vodivosti [$W/m.K$]
g	Činitel prostupu sluneční energie
c	Měrná tepelná kapacita [$J/kg.K$]
Q	Teplo [MJ]
m	Hmotnost [kg]
ΔT	Rozdíl teplot [$^{\circ}C$]
$Q_{\text{nd,cont}}$	Energie budovy na nepřerušované vytápění [MJ]
$Q_{H,ht}$	Celkové množství přeneseného tepla v režimu vytápění
$\eta_{H,gn}$	Bezrozměrný faktor využitelnosti tepelných zisků
$Q_{H,gn}$	Celkové tepelné zisky v režimu vytápění
$Q_{C,nd,cont}$	Potřeba energie budovy na nepřerušované chlazení [MJ]
$Q_{C,gn}$	Celkové tepelné zisky v režimu chlazení
$\eta_{C,ls}$	Bezrozměrný faktor využitelnosti tepelných ztrát
$Q_{C,ht}$	Celkové množství přeneseného tepla v režimu chlazení
Q_{tr}	Celkové množství přeneseného tepla prostupem
Q_{ve}	Celkové množství přeneseného tepla větráním
Q_{int}	Součet vnitřních tepelných zisků
Q_{sol}	Součet solárních tepelných zisků
$P_{SFP,ahu}$	Měrný elektrický příkon ventilátorů příslušného systému nuceného větrání [$W.s/m^3$]
$V_{v,z}$	Nejvyšší objemový průtok čerstvého vzduchu v případě nuceného větrání [m^3/s]
V_{ahu}	Nejvyšší objemový průtok přiváděného vzduchu v případě nuceného Větrání [m^3/s]

ρ_a	Hustota vzduchu [kg/m ³]
$V_{RH+,z}$	Objemový tok vzduchu v režimu zvlhčování přiváděný do z-té zóny [m ³ /s]
$V_{RH-,z}$	Objemový tok vzduchu v režimu odvlhčování přiváděný do z-té zóny [m ³ /s]
$X_{i,z,j}$	Průměrná požadovaná měrná vlhkost vnitřního vzduchu v z-té zóně v j-tém časovém úseku [kg/kg]
$X_{e,j}$	Průměrná měrná vlhkost venkovního vzduchu v j-tém časovém úseku na vstupu do zvlhčovače [kg/kg]
$\Delta X_{im,z,j}$	Průměrný přírůstek měrné vlhkosti vzduchu v z-té zóně vlivem vnitřních zdrojů vlhkosti v j-tém časovém úseku [kg/kg]
a	Výparné teplo [J/kg]
$\eta_{RH+,r,sys}$	Zpětného získávání vlhkosti příslušného systému větrání [-]
t_j	Délka j-tého časového úseku [h]
Q_W	Potřeba tepla pro přípravu teplé vody [MJ/den]
$Q_{W,dis,ls}$	Ztráta tepla v rozvodu teplé vody [MJ/den]
$Q_{W,st,ls}$	Ztráta tepla v zásobníku teplé vody [MJ/den]
$Q_{W,p,ls}$	Ztráta tepla v přívodním a zpětném potrubí otopné vody k ohřívači vody [MJ/den]
$V_{W,day}$	Potřeba teplé vody [m ³ /den]
$\theta_{W,del}$	Výstupní teplota teplé vody [°C]
$\theta_{W,0}$	Vstupní teplota studené vody přiváděné do ohřívače [°C]
$\Sigma Q_{W,dis,ls,ind}$	Součet ztrát tepla jednotlivých přívodních potrubí, která nejsou opatřena cirkulačním potrubím [MJ/den]
$Q_{W,dis,ls,col}$	Tepla přívodního potrubí s cirkulačním potrubím [MJ/den]
$\theta_{W,st,avg}$	Průměrná teplota vody v zásobníku teplé vody [°C]
$\theta_{amb,abg}$	Průměrná teplota v okolí zásobníku teplé vody [°C]
$\Delta\theta_{W,st,sby}$	Průměrný rozdíl mezi teplotou vody v zásobníku a jeho okolí při měření ztráty tepla při zkouškách [°C]
$Q_{W,st,sby}$	Ztráta tepla v pohotovostním stavu [MJ/den]
$W_{L,L}$	Roční spotřeba elektrické energie příslušného systému osvětlení
$W_{L,P}$	Roční ztrátová elektrická energie příslušného systému osvětlení
P_n	Celkový instalovaný příkon svítidel [W]
F_c	Činitel konstantní osvětlenosti
T_D	Roční doba provozu systému osvětlení s denním světlem [h]
F_o	Činitel závislosti obsazenosti
F_D	Činitel závislosti na denním světle
T_N	Doba provozu systému osvětlení bez denního světla [h]
$W_{L,PC,A}$	Roční měrná ztrátová energie řídicích systémů příslušného systému [kWh/(m ² .rok)]
$W_{L,EM,A}$	Měrná ztrátová energie nouzového osvětlení [kWh/(m ² .rok)]
A_f	Celková podlahová plocha zóny [m ²]
d	Tloušťka izolace pro dosažení požadovaných vlastností [m]
$U_{N,20}$	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/m ² .K]
U_f	Součinitel prostupu tepla rámem [W/m ² .K]
A_f	Plocha rámu [m ²]
U_g	Součinitel prostupu tepla zasklením [W/m ² .K]
A_g	Plocha zasklení [m ²]

Ψ_g	Lineární součinitel prostupu tepla zasklení [W/m.K]
l_g	Celkový viditelný obvod zasklení [m]
PB	Hrubá návratnost
I_0	Investice
B	Roční úspora/hotovostní příjem
T_s	Prostá doba návratnosti
IN	Počáteční investice
CF	Roční přínosy projektu
NPV	Čistá současná hodnota
CF_t	Roční přínosy projektu
T_z	Doba životnosti projektu
r	Reálná úroková míra
NPVQ	Koeficient čisté současné hodnoty
PO	Čistá návratnost
T_{sd}	Reálná doba návratnosti
CF_t	Roční přínosy projektu
r	Diskont
$(1+r)^{-t}$	Odúročitel
IRR	Vnitřní výnosové procento

Seznam příloh

Příloha 1	Situace
Příloha 2	Půdorys 1. PP a běžného podlaží - SS
Příloha 3	Řez A-A – stávající stav
Příloha 4	Pohled východní - stávající stav
Příloha 5	Pohled západní - stávající stav
Příloha 6	Pohled jižní - stávající stav
Příloha 7	Pohled severní - stávající stav