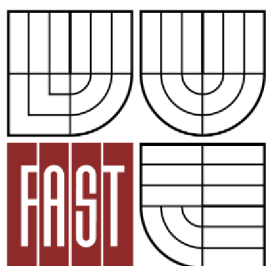


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

# VÝPOČET ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

CALCULATION OF ENERGY PERFORMANCE OF BUILDINGS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**FRANTIŠEK HARTMAN**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

doc. Ing. JIŘÍ HIRŠ, CSc.

BRNO 2015



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

<b>Student</b>	František Hartman
<b>Název</b>	Výpočet energetické náročnosti budovy
<b>Vedoucí bakalářské práce</b>	doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
<b>Datum zadání bakalářské práce</b>	30. 11. 2014
<b>Datum odevzdání bakalářské práce</b>	29. 5. 2015
V Brně dne 30. 11. 2014	

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

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

## **Podklady a literatura**

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

## **Zásady pro vypracování**

- 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  
návrh 2 až 3 opatření pro snížení energetické náročnosti  
ekonomické hodnocení navržených opatření
  - C. Projekt – energetický průkaz budovy
    - o) závěr,
    - p) seznam použitých zdrojů,
    - q) seznam použitých zkratk a symbolů,
    - r) seznam příloh,
    - s) přílohy – výkresy

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce se v první části zabývá změnami v energetickém hodnocení budovy zavedením vyhlášky 78/2013 Sb. a porovnáním s předchozí vyhláškou 148/2007 Sb. V další části jsou specifikovány energetické systémy vstupující do výpočtu a jednotlivé výpočetní postupy při určení potřeby energie pro jednotlivé systémy TZB.

V poslední části práce je výpočet energetické náročnosti budovy. Hodnotícím mechanismem je zvolen průkaz energetické náročnosti. Byly řešeny odlišné varianty výpočtů z hlediska vstupních údajů. Výsledky jsou zobrazeny ve srovnávacích grafech.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Energetická náročnost, energetické hodnocení budovy, průkaz energetické náročnosti, úsporná opatření, energetická bilance, ukazatele energetické náročnosti

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis in the first part deals with changes of energy assessment of the building by introducing decree 78/2013 and compares it with the previous decree 148/2007.

In the next part are specified energy systems entering the calculations and individual computing procedures for determining the energy requirements for individual HVAC systems.

In the last part is calculation of the energy performance of the building. As an evaluation mechanism was chosen, the energy performance certificate. There were dealt different variants of calculations in terms of data input. The results are shown in the comparative charts and diagrams.

## **KEYWORDS**

Energy performance, energy assessment of building, energy performance certificate, austerity measures, energy balance, energy performance indicator

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

HARTMAN, František *Výpočet energetické náročnosti budovy*. Brno, 2015. 107 s., 10 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 samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22.5.2015

.....  
František Hartman

## **PODĚKOVÁNÍ:**

Rád bych poděkoval doc. Ing. Jiřímu Hiršovi, CSc. za odborné vedení bakalářské práce.

Tato bakalářská práce byla zpracována s využitím infrastruktury Centra AdMaS.

# OBSAH

A. TEORETICKÁ ČÁST	11
A.1. Úvod do problematiky spotřeby energie	12
A.2. Zákon č. 406/2000 Sb. – o hospodaření energií	13
A.2.1. Předmět zákona	13
A.2.2. Změny zákona	13
A.2.3. Připravovaná novela zákona	13
A.2.4. Obsah zákona 406/2000 Sb.	13
A.2.5. Státní energetická koncepce	15
A.2.6. Územní energetická koncepce	16
A.3. Legislativa od 1.7.2007 do 01.04. 2013	17
A.3.1. Předmět vyhlášky	17
A.3.2. Požadavky na energetickou náročnost budov	17
A.3.3. Porovnávací ukazatele	17
A.3.4. výpočtová metoda pro stanovení energetické náročnosti budov	18
A.3.5. Obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob zpracování	19
A.3.6. Rozsah přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu budov	20
A.4. Stanovení třídy energetické náročnosti budovy dle 148/2007 Sb.	21
A.5. Legislativa od 01.04. 2013	22
A.5.1. Předmět vyhlášky	22
A.5.2. Ukazatelé energetické náročnosti budovy a jejich stanovení	22
A.5.3. Výpočet celkové dodané energie	23
A.5.4. Výpočet primární energie a neobnovitelné energie	24
A.5.5. Požadavky na energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni	27
A.5.6. Posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie	28
A.5.7. Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy	28
A.5.8. Obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob jeho zpracování	29
A.5.9. Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy dle 78/2013 Sb.	30
A.5.10. Umístění průkazu v budově	31



A.6.	Vybrané podstatné změny, které přinesla vyhláška 78/2013 Sb.	32
A.6.1.	Technické normalizační informace – TNI 730331	32
A.6.2.	Definice energeticky vztažené plochy	32
A.6.3.	Nový ukazatel – celková primární energie	32
A.6.4.	Zavedení 7 kritérií hodnocení a porovnání s referenční budovou	32
A.6.5.	Započítání dílčí energie dodané z vnějšího prostředí	33
A.6.6.	Změna metodiky výpočtu teplé vody	33
A.6.7.	Hranice klasifikačních tříd	33
A.7.	Závěrečné zhodnocení vývoje legislativy	34
B.	VÝPOČTOVÁ ČÁST	35
B.1.	Analýza energetických potřeb a toků budovy	36
B.1.1.	Specifikace energetických systémů budovy	36
B.1.2.	Stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí	39
B.2.	Energetické hodnocení budovy	43
B.2.1.	Standardizované užívání budovy	43
B.2.2.	Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení	44
B.2.3.	Návrh opatření pro snížení energetické náročnosti	53
B.2.4.	Ekonomické hodnocení navržených opatření	55
C.	PROJEKT – ENERGETICKÝ PRŮKAZ BUDOVY	57
C.1.	Popis posuzovaného objektu	58
C.1.1.	Celkový popis objektu	58
C.1.2.	Lokalita	58
C.1.3.	Popis stavu objektu	59
C.1.4.	Technické parametry vstupující do výpočtu	59
C.2.	Průkaz energetické náročnosti budovy	65
C.3.	Výpočtové varianty PENB	88
C.3.1.	Zahrnutí spotřeby elektrických spotřebičů do celkové energetické bilance	88
C.3.2.	Energetické hodnocení budovy Svážné 1 se suterénem a strojovnou výtahu jako nevytápěnými prostory	90
C.3.3.	Vliv intenzity větrání okny na výpočet PENB	93
C.3.4.	Porovnání výsledků PENB se skutečnými spotřebami dle faktur	95
C.3.5.	Návrh úsporných opatření pro hodnocenou budovu Svážná 1	96

# ÚVOD

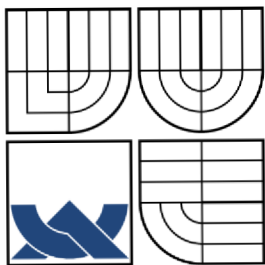
Tématem bakalářské práce je výpočet energetické náročnosti budovy. Cílem bylo zjistit jaký je vývoj legislativy v na energetické hodnocení budov, jaké výpočetní postupy nám udávají platné vyhlášky a normy a jaký vliv mají odlišnosti ve výpočtech na celkové hodnocení budov v České Republice. Práce je rozdělena do třech částí

Teoretická část A – literární rešerše, která se zabývá Legislativou energetického hodnocení v ČR od roku 2001. Popisuje zákon o hospodaření energií a jemu náležící vyhlášky. Dvě poslední vyhlášky jsou v závěru části A porovnávány mezi sebou.

Výpočtová část B obsahuje analýzu energetických potřeb a toků budovy včetně specifikace jednotlivých energetických systémů a specifikace stavebního řešení a tepelně technických vlastností obalových konstrukcí budovy. V části B je dále charakterizované standardizované užívání budovy a jsou vypsány jednotlivé postupy pro výpočet potřeby energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení. Popsány jsou také možné postupy návrhu dvou energeticky úsporných opatření a systému ekonomického hodnocení.

V části C je vypracován průkaz energetické náročnosti na zadaném objektu Svážná 1. Cílem je vyhodnotit stávající stav dle standardizovaného výpočetního postupu a porovnat ho s možnými odlišnými variantami výpočtu. V těchto variantách jsou porovnány výsledky výpočtu se započítáním domácích spotřebičů, výsledky výpočtu se sníženou intenzitou větrání zapříčiněnou novými okny a špatným užíváním mikroventilace a dále varianty výpočtu při uvažování suterénních prostor a strojovny výtahu jako vytápěných a nevytápěných prostor. V části C je také srovnání vypočtených potřeb energií a skutečných potřeb energií dle doložených faktur. V závěru je návrh energeticky úsporných opatření s ekonomickým vyhodnocením.

K výpočtům je použit Národní kalkulační nástroj II. verze 3.051



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STAVEBNÍ**  
**ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

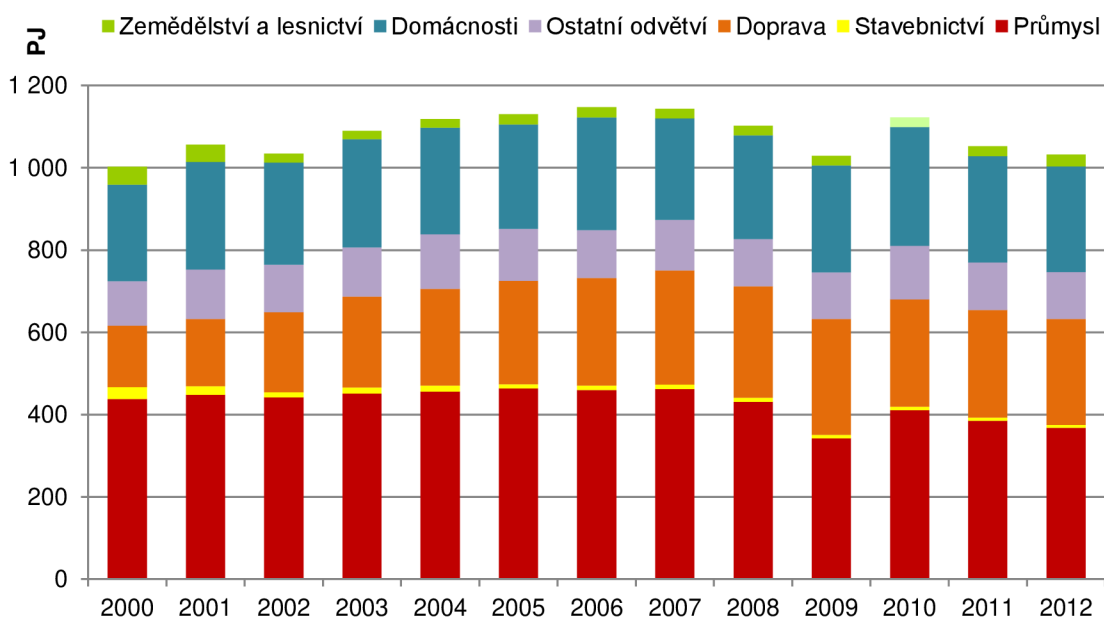
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING  
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## **A. TEORETICKÁ ČÁST**

**LEGISLATIVA ENERGETICKÉHO HODNOCENÍ BUDOV V ČR**  
LEGISLATION OF ENERGY EVALUATION OF BUILDINGS IN THE CZECH REPUBLIC

## A.1. Úvod do problematiky spotřeby energie

Všechny organismy na zemi potřebují ke své existenci neustálý přísun energie. V současnosti je člověk jediným tvorem, který se naučil energii nejen účelově přeměňovat, ale i využívat pro své potřeby a požitek. Spotřeba energie provází lidstvo již od nepaměti. V současné době v ČR spotřebováváme více než tisíc PJ energie (**Obr. 1**). Při vyjádření spotřeby dle jednotlivých sektorů národního hospodářství tvoří domácnosti přibližně jednu čtvrtinu celkové spotřeby energie.



**Obr. 1** Vývoj spotřeby energie v jednotlivých sektorech národního hospodářství [PJ] ČR [1]

V důsledku celosvětové snahy o snižování spotřeby energie se ve stavebnictví zavádí pojem energetické hodnocení budov. Samotná výstavba budov tvoří jen malé procento z celkové spotřeby, proto se zabýváme především snahou snížit energii pro potřebu provozu budov po dobu jejich životnosti.

Legislativa energetického hodnocení budov v ČR se v průběhu let stále mění. K tomu dochází v důsledku snahy docílit snížení spotřeby energií a docílení přesnějších výpočtů toků energie v budovách. Ve své bakalářské práci budu hovořit hlavně o legislativě platné od roku 2001, kdy nabyl účinnosti zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií [2]. Tento zákon byl od počátku jeho platnosti již rozšířen a upraven mnoha změnami. K tomuto zákonu se vydává soubor vyhlášek, které upřesňují jednotlivé oblasti zákona a řeší

způsob jejich provádění. Hodnocení budov formou energetického průkazu určovala vyhláška

291/2001 Sb. Tu v roce 2007 nahradila vyhláška 148/2007 Sb., která byla v roce 2013 nahrazena dnešní platnou vyhláškou 78/2013 Sb.

## **A.2. Zákon č. 406/2000 Sb. – o hospodaření energií**

Schválen: 25.10.2000

účinnost od: 01.01.2001

### **A.2.1. Předmět zákona**

Zákon stanovuje opatření pro zvyšování hospodárnosti užití energie a povinnosti fyzických a právnických osob při nakládání s energií, dále pravidla pro tvorbu Státní energetické koncepce, Územní energetické koncepce a Státního programu na podporu úspor energie a využití obnovitelných zdrojů energie a požadavky na „ekodesign“ energetických spotřebičů. [2]

### **A.2.2. 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. [2]

### **A.2.3. Připravovaná novela zákona**

Dne 4. 5. 2015 byla uveřejněna zatím poslední novela zákona č. 406/2000 Sb. ve Sbírce zákonů. Její označení je č. 103/2015 Sb. Plné znění je platné od 1.7.2015

Novela počítá například s tím, že při prodeji nebo pronájmu staveb postavených před rokem 1947, u níž nebyla od té doby žádná větší změna, by vlastník po dohodě s druhou stranou nemusel štítek předkládat. Dále zmírní požadavek na plošnou instalaci měřidel a indikátorů spotřeby tepla v bytových domech. Další změnou je zpřesnění povinností pro realitní kanceláře, které musí zveřejňovat v inzerátech na nemovitosti energetickou třídu budovy. Pokud realitní kancelář od vlastníka nemovitosti neobdrží průkaz, budou podle novely muset v nabídce uvést nejhorší energetickou třídu G.

### **A.2.4. Obsah zákona 406/2000 Sb. [2]**

## **ČÁST PRVNÍ**

### **HLAVA I - ZÁKLADNÍ USTANOVENÍ**

§ 1 Předmět zákona

§ 2 Základní pojmy

#### HLAVA II - ENERGETICKÉ 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

§ 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

§ 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

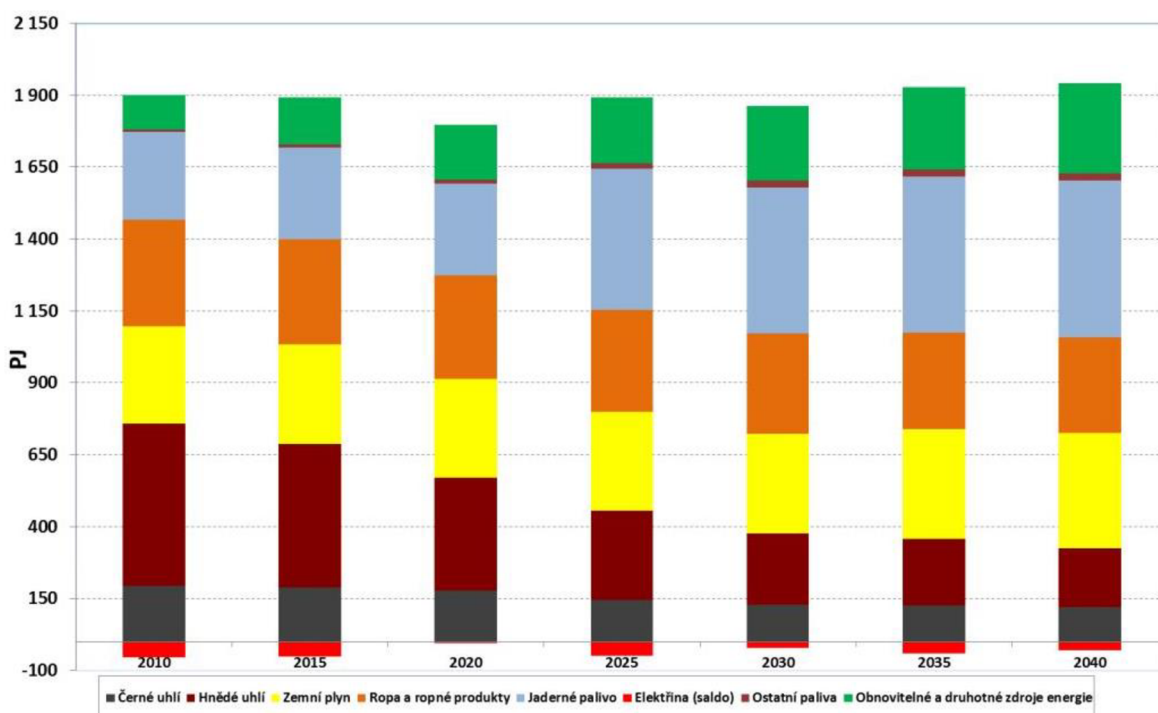
§ 15

### A.2.5. Státní energetická koncepce §3

Hlavním posláním Státní energetické koncepce (dále též SEK) je zajistit spolehlivou, bezpečnou a k životnímu prostředí šetrnou dodávku energie pro potřeby obyvatelstva a ekonomiky ČR, a to za konkurenceschopné a přijatelné ceny za standardních podmínek. Současně musí zabezpečit nepřerušované dodávky energie v krizových situacích v rozsahu nezbytném pro fungování nejdůležitějších složek infrastruktury státu a přežití obyvatelstva.

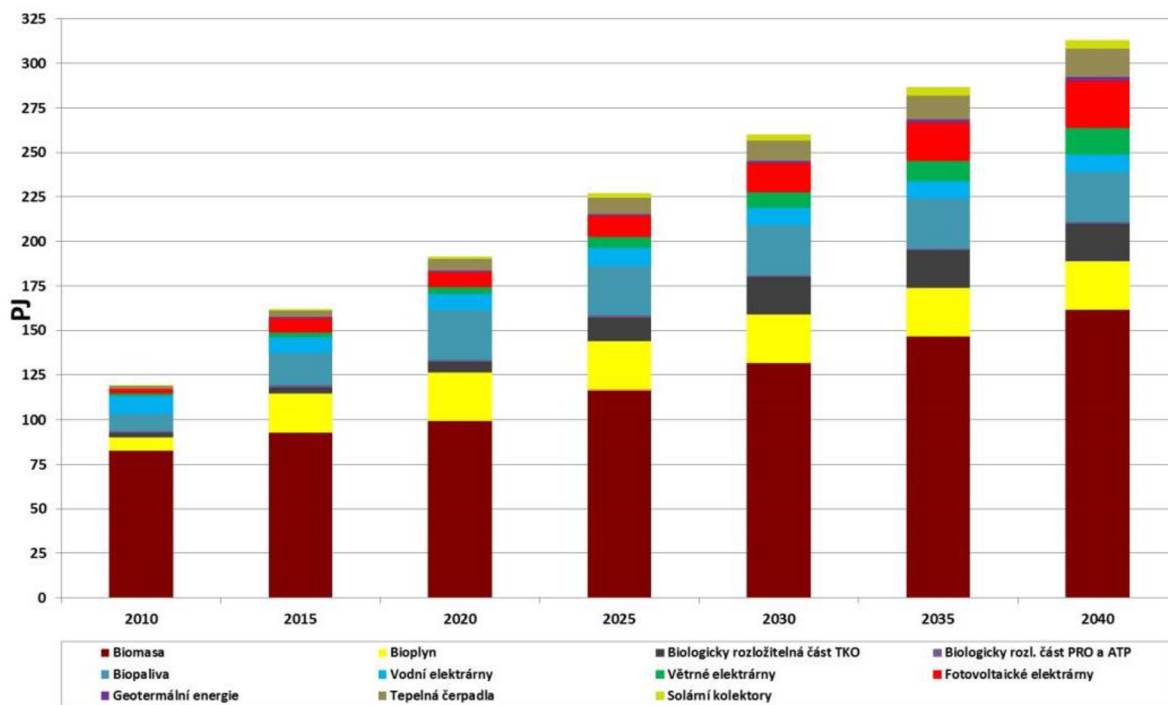
Návrh státní energetické koncepce zpracovává Ministerstvo průmyslu a obchodu a předkládá jej ke schválení vládě. Vyhodnocování probíhá jednou za 5 let. Takto vymezená dlouhodobá vize energetiky ČR se zpracovává s výhledem na 30 let (Obr. 2) a je shrnuta v trojici vrcholových strategických cílů energetiky ČR [2]:

**bezpečnost – konkurenceschopnost – udržitelnost**



**Obr. 2** Očekávaný vývoj energetiky ČR do roku 2040 dle SEK [3]

V letech 2010 až 2040 se očekává významný pokles jednotkové spotřeby tepla jak v soustavách zásobování teplem, tak i v decentralizované výrobě, a to především z titulu úspor energie. [3]



**Obr. 3** Vývoj a struktura obnovitelných zdrojů energie v ČR do roku 2040 dle SEK [3]

Celková výše obnovitelných a druhotných zdrojů energie má po sledované období trvale vzestupný charakter. V tomto trendu je obsažena snaha o nejvyšší možné využití tohoto tuzemského energetického zdroje za předpokladu jeho ekonomické výhodnosti, ale zároveň i snaze o nejnižší možné dopady do rozpočtů státu i jeho obyvatel. [3]

#### **A.2.6. Územní energetická koncepce §4**

Územní energetická koncepce vychází ze státní energetické koncepce a obsahuje cíle a principy řešení energetického hospodářství na úrovni kraje, statutárního města a hlavního města Prahy nebo obce. Vytváří podmínky pro hospodárné nakládání s energií v souladu s potřebami hospodářského a společenského rozvoje včetně ochrany životního prostředí a šetrného nakládání s přírodními zdroji energie. Územní energetická koncepce je neopomenutelným podkladem pro politiku územního rozvoje a územně plánovací dokumentaci.

Územní energetická koncepce se zpracovává na období 20 let a v případě potřeby se doplňuje a upravuje. [2]

Obsahem územní energetické koncepce je rozbor trendů vývoje poptávky po energii, rozbor možných zdrojů a způsobů nakládání s energií, hodnocení využitelnosti obnovitelných a druhotných energetických zdrojů a kombinované výroby elektřiny a tepla. Dále se vyhodnotí vhodnost vytápění a chlazení využívajících obnovitelné zdroje energie v místní infrastruktuře. [2]



### **A.3. Legislativa od 1.7.2007 do 01.04. 2013**

Legislativa do roku 2013 se řídila dle vyhlášky 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov.

schválenou 18.06.2007

účinnou od 01.07.2007

**zrušenou 01.04.2013**

#### **A.3.1. Předmět vyhlášky**

Tato vyhláška zpracovala příslušný předpis Evropských společenství – Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov, byla oznámena v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 98/34/ES ze dne 22.06.1998 o postupu poskytování informací v oblasti technických norem a předpisů a pravidel pro služby informační společnosti, ve znění směrnice 98/48ES, a stanovuje [4]:

- požadavky na energetickou náročnost budov
- porovnávací ukazatele
- výpočtovou metodu pro stanovení energetické náročnosti budov
- obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob jeho zpracování
- rozsah přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu budov

#### **A.3.2. Požadavky na energetickou náročnost budov**

Požadavky na energetickou náročnost budovy jsou splněny, je-li energetická náročnost hodnocené budovy nižší než energetická náročnost referenční budovy. Energetickou náročností referenční budovy je celková roční dodaná energie v GJ, která se stanoví bilančním hodnocením referenční budovy. Při bilančním hodnocení se zde používá stejná výpočtová metoda pro budovu hodnocenou jako pro budovu referenční.

Při nesplnění požadavků se pro budovu hodnocenou navrhnou vhodná úsporná opatření, aby byla energetická náročnost budovy snížena na požadovanou úroveň.

Energetická náročnost samotné bytové jednotky či zóny pro oddělené užívání, uvnitř budovy se prokazuje splněním požadavků pro celou budovu. [4]

#### **A.3.3. Porovnávací ukazatele [4]**

Porovnávací ukazatele jsou splněny za níže zmiňovaných podmínek.

a) Budova a její stavení konstrukce a jejich styky jsou navrženy a provedeny tak, že:

- na vnitřním povrchu konstrukcí a jejich styků nedochází ke kondenzaci vodní páry a růstu plísní
- stavební konstrukce a jejich styky mají nejvýše požadovaný součinitel prostupu tepla
- uvnitř stavebních konstrukcí nedochází k nadměrné kondenzaci vodní páry, která by ohrožovala její funkčnost a způsobilost po dobu předpokládané životnosti.
- funkční spáry vnějších výplní otvorů splňují požadavky na nejvýše požadovanou hodnotu průvzdušnosti, spáry obvodového pláště jsou téměř vzduchotěsné
- podlahové konstrukce mají požadovaný pokles dotykové teploty
- místnosti mají požadovanou tepelnou stabilitu v zimním i letním období
- budova má nejvýše požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

b) Technická zařízení budovy zajistí:

- požadovanou dodávku energie pro požadovaný stav vnitřního prostředí
- dodávku energie s požadovanou energetickou účinností
- požadovanou osvětlenost s nízkou spotřebou energie na osvětlení
- nízkou energetickou náročnost budovy

#### **A.3.4. Výpočtová metoda pro stanovení energetické náročnosti budov**

Energetická náročnost budovy se stanovuje výpočtem celkové roční dodané energie v GJ, potřebné na vytápění, větrání, chlazení, klimatizaci, přípravu teplé vody a osvětlení, při standardizovaném užívání bilančním hodnocením.

Bilanční hodnocení se provádí intervalovou výpočetní metodou s nejlépe měsíčním obdobím.

Celková roční dodaná energie se při bilančním výpočtu stanoví jako součet jednotlivých dílčích spotřeb dodané energie pro všechny časové intervaly v roce.

Pro vzájemné porovnání budov stejného typu se stanovuje měrná roční spotřeba energie budovy, vyjádřená poměrem celkové roční dodané energie na jednotku celkové podlahové plochy budovy v kW/m<sup>2</sup>. [4]

### **A.3.5. Obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob zpracování [4]**

Protokol prokazující energetickou náročnost budovy

- Identifikační údaje budovy – zejména adresa, katastrální území a číslo parcely
- Typ budovy
- Užití energie v budově
- Technické údaje budovy – objemy, plochy, tepelně technické vlastnosti, vlastnosti systémů budovy, dílčí energetické náročnosti technických zařízení budovy, celková energetická náročnost hodnocené budovy, referenční hodnoty, vyjádření ke splnění požadavků, celková měrná roční spotřeba energie, klasifikační třída energetické náročnosti
- Energetickou bilanci budovy pro standardizované užívání a bilance energie dodané, popřípadě budovou vyrobené či z budovy odvedené
- Doporučená opatření pro technicky a ekonomicky efektivní snížení energetické náročnosti budovy
- Doba platnosti průkazu, jméno a osvědčení osoby oprávněné průkaz vypracovat
- Schéma klasifikace energetické náročnosti budovy obsahující klasifikační třídy A-G
- Grafické znázornění energetické náročnosti budovy (**Obr. 4**) obsahující klasifikační třídy A-G

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

Obr. 4 Grafické znázornění průkazu dle vyhlášky 148/2007 Sb. [4]

#### A.3.6. Rozsah přezkušování osob z podrobností vypracování energetického průkazu budov

Rozsah přezkoušení je dán podrobnostmi vypracování průkazu energetické náročnosti budov stanovených touto vyhláškou. [4]

#### A.4. Stanovení třídy energetické náročnosti budovy dle 148/2007 Sb.

Výpočet měrné spotřeby energie budovy:  $EP_A = 277,8 \times EP/A_c$  [kWh/(m<sup>2</sup>.rok)]

EP ... vypočtená celková roční dodaná energie v GJ/rok

A<sub>c</sub> ... celková podlahová plocha v m<sup>2</sup>

Třída energetické náročnosti se stanoví z následující tabulky (**Tab. 1**) pro vypočtenou měrnou spotřebu energie v kWh/(m<sup>2</sup>.rok), jejíž hodnota je zaokrouhlena na celé číslo. Měrné spotřeby energie ve třídě C jsou pro vyjmenované druhy budov hodnotami referenčními [4]. V tabulce (**Tab. 2**) je slovní vyjádření tříd energetické náročnosti budovy.

Druh budovy	A	B	C	D	E	F	G
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 - 142	143 - 191	192 - 240	241 - 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 - 82	83 - 120	121 - 162	163 - 205	206 - 245	> 245
Hotel a restaurace	< 102	102 - 200	201 - 294	295 - 389	390 - 488	489 - 590	> 590
Administrativní	< 62	62 - 123	124 - 179	180 - 236	237 - 293	294 - 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 - 210	211 - 310	311 - 415	416 - 520	521 - 625	> 625
Vzdělávací zařízení	< 47	47 - 89	90 - 130	131 - 174	175 - 220	221 - 265	> 265
Sportovní zařízení	< 53	53 - 102	103 - 145	146 - 194	195 - 245	246 - 297	> 297
Obchodní	< 67	67 - 121	122-183	184 - 241	242 - 300	301 - 362	> 362

**Tab. 1** Měrná spotřeba energie budovy dle 148/2007 Sb. [4]

Třída energetické náročnosti budovy	Slovní vyjádření energetické náročnosti budovy
A	Mimořádně úsporná
B	Úsporná
C	Vyhovující
D	Nevyhovující
E	Nehospodárná
F	Velmi nehospodárná
G	Mimořádně nehospodárná

**Tab. 2** Tabulka slovního vyjádření tříd energetické náročnosti budovy [4]

## **A.5. Legislativa od 01.04. 2013**

Legislativa po roce 2013 se řídí dle vyhlášky: 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov.

schválenou 22.03.2013

účinnou od 01.04.2013

*Vyhláška 78/2013 Sb. nově nahradila předešlou vyhlášku 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov.*

### **A.5.1. Předmět vyhlášky**

Tato vyhláška zpracovává příslušný předpis Evropské unie – směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU ze dne 19.05.2010 o energetické náročnosti budov a stanovuje [5]:

- nákladově optimální úroveň požadavků na energetickou náročnost budovy pro novostavby, větší změny dokončených staveb, pro jiné než větší změny dokončených staveb 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
- umístění průkazu v budově

### **A.5.2. Ukazatelé energetické náročnosti budovy a jejich stanovení [5]**

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 vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok
- ✓ Průměrný součinitel prostupu tepla
- ✓ Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici
- ✓ Účinnost technických systémů

Hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy a referenční budovy se stanovují výpočtem na základě příslušné dokumentace. V případě již dokončených budov musí být vstupní údaje v souladu se skutečným stavem budovy.

Pro výpočet hodnot ukazatel se použijí hodnoty parametrů budovy, stavebních prvků, konstrukcí a technických systémů budovy uvedené v příloze č. 1 vyhlášky 78/2013 Sb. [5]

### **A.5.3. Výpočet celkové dodané energie**

Celková dodaná energie je součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie. Výpočet celkové dodané energie a dílčích dodaných energií se provede výpočtovou metodou s intervalem výpočtu nejvýše jednoho měsíce a po jednotlivých zónách.

Celková dodaná energie do budovy je součtem dílčích dodaných energií a vyjádří se také po jednotlivých energonositelích. Do dodané energie započítáváme pouze energii, která je dodávána do hodnocené budovy. Součástí dodané energie je i v budově či jejích technických systémech vyrobená a využitá energie slunečního záření, energie větru a geotermální energie s výjimkou tepelných čerpadel. [5]

#### **A.5.3.1. Dílčí dodaná energie na vytápění**

Stanoví se jako součet vypočtené spotřeby energie na vytápění a pomocné energie na provoz technického systému pro vytápění dle ČSN EN ISO 13 790 a ČSN EN 15316-1. S využitím hodnot s typickým užíváním budovy.

#### **A.5.3.2. Dílčí dodaná energie na chlazení**

Stanoví se jako součet vypočtené spotřeby energie na chlazení a pomocné energie na provoz technického systému pro vytápění dle ČSN EN ISO 13 790 S využitím hodnot s typickým užíváním budovy.

#### **A.5.3.3. Dílčí dodaná energie na větrání**

Stanoví se jako součet vypočtené spotřeby energie na dopravu vzduchu potřebného pro požadovanou výměnu vzduchu ve vnitřním prostředí a pomocné energie na provoz technického systému pro nucené větrání dle ČSN EN 15665, ČSN EN 15241, ČSN EN 15242 a ČSN EN 15243 S využitím hodnot s typickým užíváním budovy.

#### A.5.3.4. Dílčí dodaná energie na úpravu vlhkosti vzduchu

Stanoví se jako součet vypočtené spotřeby energie na úpravu vlhkosti vzduchu a pomocné energie na provoz technického systému pro úpravu vlhkosti vzduchu dle ČSN EN 15665, ČSN EN 15241, ČSN EN 15242 a ČSN EN 15243 S využitím hodnot s typickým užíváním budovy.

#### A.5.3.5. Dílčí dodaná energie pro přípravu teplé vody

Stanoví se jako součet vypočtené spotřeby energie pro přípravu teplé vody a pomocné energie na provoz technického systému pro přípravu teplé vody dle ČSN EN 15316-3 S využitím hodnot s typickým užíváním budovy.

#### A.5.3.6. Dílčí dodaná energie na osvětlení

Stanoví se jako součet vypočtené spotřeby energie na osvětlení a pomocné energie na provoz technického systému na osvětlení dle ČSN EN 15193 S využitím hodnot s typickým užíváním budovy. Pro zóny, kde o energetické náročnosti na osvětlení rozhoduje uživatel, se použijí hodnoty platné pro referenční budovu.

### **A.5.4. Výpočet primární energie a neobnovitelné energie**

Primární energie je energie, která neprošla žádným procesem přeměny. Celková primární energie a neobnovitelná energie pro hodnocenou budovu se vypočítají jako součet součinů dodané energie, v rozdělení po jednotlivých energonositelích viz. A.5.3 a příslušných faktorů primární energie uvedených v tabulce (**Tab. 3**). V případě dodávky vyrobené energie mimo budovu se stejným postupem do celkové primární energie zahrne i energie dodaná mimo budovu a energie, která slouží k její výrobě. Započitatelnost výroby energie se omezuje dle § 5 odstavec 2. vyhlášky 78/2013 Sb. [5]



<b>Energonositel</b>	<b>Faktor celkové primární energie (-)</b>	<b>Faktor neobnovitelné primární energie (-)</b>
Zemní plyn	1,1	1,1
Černé uhlí	1,1	1,1
Hnědé uhlí	1,1	1,1
Propan-butan/LPG	1,2	1,2
Topný olej	1,2	1,2
Elektřina	3,2	3,0
Dřevěné peletky	1,2	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1,1	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	1,0	0,0
Elektřina - dodávka mimo budovu	-3,2	-3,0
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,1	-1,0
Soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 80% podílem obnovitelných zdrojů	1,1	0,1
Soustava zásobování tepelnou energií s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem obnovitelných zdrojů	1,1	0,3
Soustava zásobování tepelnou energií s 50% a nižším podílem obnovitelných zdrojů	1,1	1,0
Ostatní neuvedené energonositele	1,2	1,2

**Tab. 3** Hodnoty faktoru celkové primární energie a neobnovitelné primární energie pro hodnocenou budovu [5]

Neobnovitelná primární energie pro referenční budovu se do 01. 01. 2015 počítala vynásobením vypočtených spotřeb energie a pomocných energií pro jednotlivé technické systémy faktory neobnovitelné primární energie podle typů spotřeb uvedenými v tabulce (**Tab. 4**). [5]

Typ spotřeby	Faktor neobnovitelné primární energie (-)
Vytápění	1,1
Chlazení	3,0
Příprava teplé vody	1,1
Úprava vlhkosti vzduchu	3,0
Mechanické větrání	3,0
Osvětlení	3,0
Pomocné energie (čerpadla, regulace apod.)	3,0

**Tab. 4** Hodnoty faktoru primární energie pro referenční budovu [5]

Od 01. 01. 2015 se vypočítá snížením hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené výše, o hodnotu uvedenou v tabulce (**Tab. 5**) [5]. Snížení je dosažitelné zvýšením využití obnovitelných zdrojů energie, nebo zlepšením parametrů obálky budovy či technických systémů. Za neobnovitelný zdroj se považuje takový zdroj energie, jehož vyčerpání je očekáváno v horizontu maximálně stovek let, ale jeho případné obnovení by trvalo mnohonásobně déle.

Parametr	Označení	Jednotky	Druh budovy nebo zóny	Referenční hodnota		
				Dokončená budova a její změna po 1.1. 2015	Nová budova po 1. 1. 2015	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu	$\Delta e_{p,R}$	%	Rodinný dům	3	10	25
			Bytový dům	3	10	20
		%	Ostatní budovy	3	8	10

**Tab. 5** Tabulka snížení hodnoty neobnovitelné primární energie stanovené pro referenční budovu [5]

### **A.5.5. Požadavky na energetickou náročnost budovy stanovené na nákladově optimální úrovni**

#### A.5.5.1. Požadavky na energetickou náročnost nové budovy

Požadavky na energetickou náročnost nové budovy a budovy s téměř nulovou spotřebou energie, stanovené výpočtem na nákladově optimální úrovni, jsou splněny, pokud hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy u níže uvedených bodů nejsou vyšší než referenční hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu. [5]

- neobnovitelná primární energie za rok
- celková dodaná energie za rok
- průměrný součinitel prostupu tepla

#### A.5.5.2. Požadavky na energetickou náročnost při větší změně dokončené budovy

Požadavky na energetickou náročnost při větší změně dokončené budovy a při jiné než větší změně dokončené budovy, stanovené výpočtem na nákladově optimální úrovni, jsou splněny, pokud je splněna jedna z možností kombinací ukazatelů. [5]

- neobnovitelnou primární energii za rok
- součinitel prostupu tepla obálkou budovy

nebo

- celkovou dodanou energii za rok
- a součinitel prostupu tepla obálkou budovy

Případně lze pro měněné prvky obálky budovy, nebo technické systémy splnit pouze požadavky týkající se měněných prvků:

- f) součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici
- g) účinnost technických systémů

Kombinace ukazatelů jsou vyjádřeny v přehledné tabulce (**Tab. 6**).

Ukazatel energetické náročnosti	Požadavek na splnění ukazatele energetické náročnosti				
	Typ stavby 1	Typ stavby 2			
		možnost 1	možnost 2	možnost 3	možnost 4
Neobnovitelná primární energie	x	x			
Celková dodaná energie	x		x		
$U_{em}$	x	x	x		
Účinnosti měněných prvků TZB				x	
Dílčí U měněných prvků					x
Poznámka:					
1 - nová budova nebo přístavba, či nástavba zvětšující energeticky vztažnou plochu o více než 25 %					
2 - větší změna dokončené budovy nebo jiná, než větší změna dokončené budovy					

**Tab. 6** Tabulka s požadavky na splnění ukazatele energetické náročnosti pro nové a rekonstruované budovy [6]

Přístavby a nástavby, kde dochází ke zvětšení původní energetické vztažné plochy o více, než 25% se při stanovení referenčních hodnot ukazatelů energetické náročnosti považuje za novou budovu.

#### **A.5.6. Posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie**

Za alternativní systémy dodávek energie považujeme místní systém dodávky energie využívající energii z obnovitelných zdrojů, kombinovanou výrobu elektřiny a tepla, soustavu zásobování tepelnou energií a tepelná čerpadla.

Technickou proveditelností se rozumí technická možnost instalace nebo připojení alternativního systému dodávky energie.

Ekonomickou proveditelností se rozumí dosažení prosté doby návratnosti investice do alternativního systému dodávek energie kratší než doba jeho životnosti.

Ekologickou proveditelností se rozumí instalace nebo připojení alternativních systémů dodávky energie bez zvýšení množství neobnovitelné primární energie oproti stávajícímu nebo navrhovanému stavu. [5]

#### **A.5.7. Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy**

V případě že se jedná o větší změnu dokončené stavby, je součástí průkazu také stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti hodnocené budovy.

Technická vhodnost doporučeného opatření pro snížení energetické náročnosti budovy se dokládá technickou možností jeho instalace, funkční vhodnost se dokládá jeho účelem a vlivem na jiné základní funkce stavby a na sousední stavby, ekonomická vhodnost se

dokládá dosažením prosté doby návratnosti kratší než doba životnosti doporučeného opatření.

Vyhodnocení účinku doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy se provede minimálně na základě úspory celkové dodané energie a neobnovitelné primární energie. [5]

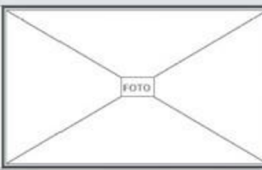
#### ***A.5.8. Obsah průkazu energetické náročnosti budov a způsob jeho zpracování [5]***

- Účel zpracování průkazu
- Základní informace o hodnocené budově
- Informace o stavebních prvcích, konstrukcích a technických systémech
- Energetická náročnost hodnocené budovy
- Posouzení technické, ekonomické, ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie
- Doporučená opatření pro snížení energetické náročnosti budovy při větší změně dokončené budovy
- Identifikační údaje energetického specialisty a datum vypracování průkazu
- Grafické znázornění průkazu (Obr. 5) - obsahuje zařazení budovy do klasifikačních tříd a měrné hodnoty ukazatelů. V případě využití ukazatelů energetické náročnosti budovy v informačních a reklamních materiálech při prodeji a pronájmu budovy nebo její ucelené části se použije zjednodušená forma znázornění dle přílohy 2 k vyhlášce 78/2013 Sb.

### PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vystavený podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: \_\_\_\_\_  
 PSČ, místo: \_\_\_\_\_  
 Typ budovy: \_\_\_\_\_  
 Plocha obálky budovy: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
 Objemový faktor tvaru A/V: \_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>  
 Celková energeticky vztažná plocha: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>



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 checked="" 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"/>

Přepne opatření je v průběhu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu na energetickou náročnost je znázorněno signálem **Doporučené**.

#### PODÍL ENERGONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok



Elektrina ze sítě - XX,X  
 Biomasa a zemní plyn - XX,X  
 Zemní plyn - XX,X

### ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Měrné hodnoty kWh/m<sup>2</sup>·rok**

Mimořádně úsporná	<b>A</b>	Dop.	A
Velmi úsporná	<b>B</b>	XXX	B
Úsporná	<b>C</b>		C
Méně úsporná	<b>D</b>		D
Nehospodárná	<b>E</b>		E
Velmi nehospodárná	<b>F</b>		F
Mimořádně nehospodárná	<b>G</b>		G

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok: **XX,X**

**Neobnovitelná primární energie**  
(Věv provozu budovy na životní prostředí)

**Měrné hodnoty kWh/m<sup>2</sup>·rok**

		Dop.	
		XXX	

Hodnoty pro celou budovu MWh/rok: **XX,X**

### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
<b>U<sub>em</sub> W/(m<sup>2</sup>·K)</b>	<b>Dílčí dodané energie</b>					
Měrné hodnoty kWh/m <sup>2</sup> ·rok	Měrné hodnoty kWh/m <sup>2</sup> ·rok					
A	Dop.		Dop.			
B						
C	X,XX	XX				
D			XX			
E						
F						
G						
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X	XX,X

Zpracovatel: \_\_\_\_\_ Osvědčení č.: \_\_\_\_\_  
 Kontakt: \_\_\_\_\_ Vyhотовeno dne: \_\_\_\_\_  
 Podpis: \_\_\_\_\_

Obr. 5 Grafické znázornění průkazu dle vyhlášky 78/2013 Sb. [5]

#### A.5.9. Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy dle 78/2013 Sb.

Klasifikační třídy se stanovují pro celkovou dodanou energii, neobnovitelnou primární energii, dílčí dodané energie a průměrný součinitel prostupu tepla. Klasifikační třídy se značí písmeny A až G a náleží jim slovní vyjádření viz (Obr. 6).

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

Obr. 6 Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb [5]

#### **A.5.10. Umístění průkazu v budově**

Grafické znázornění průkazu v provedení podle vyhlášky 78/2013 Sb. se v případě budovy užívané orgánem veřejné moci umísťuje na plochu vnější stěny budovy bezprostředně vedle veřejného vchodu do budovy, nebo plochu svislé stěny ve vstupním prostoru uvnitř budovy navazující na tento vchod. [5]

## **A.6. Vybrané podstatné změny, které přinesla vyhláška 78/2013 Sb.**

### **A.6.1. Technické normalizační informace – TNI 730331**

S vyhláškou 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov byly v dubnu 2013 vydány Technické normalizační informace - TNI 730331. (Dále jen TNI)

TNI byly vytvořeny na stavební fakultě ČVUT v Praze. Tvoří nezávaznou pomůckou ve formě, obsahující jednotnou metodu zpracované a souměřitelné hodnoty typických parametrů používaných ve výpočtu energetické náročnosti budov.

Parametry uvedené v TNI však nejsou určeny pro návrh a dimenzování technických systémů. Těmto účelům slouží příslušné technické normy, které na druhou stranu nejsou příliš vhodné k účelu výpočtu celkové roční dodané energie do budovy.

TNI obsahuje 3 přílohy:

- Příloha A - typické hodnoty a rozmezí zadávaných parametrů účinností technických systémů
- Příloha B - typické profily užívání různých typů budov a provozů (provozní doba, požadavek na větrání, osvětlení a teplou vodu, vnitřní tepelné zátěže od vybavení)
- Příloha C - výpočtová klimatická data – měsíční data pro jednotlivé měsíce

### **A.6.2. Definice energeticky vztažné plochy**

Mezi nejvýznamnější změnu patří nové definování energeticky vztažné plochy budovy, oproti původní celkové podlahové ploše budovy. Dle § 2 zákona č. 406/200 Sb. o hospodaření energií je definován pojem celková energetická vztažná plocha jako vnější půdorysná plocha všech prostorů s upravovaným vnitřním prostředím v celé budově.

### **A.6.3. Nový ukazatel – celková primární energie**

Novým ukazatelem energetické náročnosti budovy je celková primární energie viz. A.5.4.

### **A.6.4. Zavedení 7 kritérií hodnocení a porovnání s referenční budovou**

Dle staré vyhlášky 148/2007 Sb. musely hodnocené budovy splnit požadavek na celkovou dodanou energii (viz. A.3.4.). Ta se porovnávala s referenčními hodnotami z tabulky z přílohy 1 a dle ní byla budova zařazena do příslušné energetické třídy.

Nová vyhláška 78/2013 Sb. oproti tomu zavádí 7 hodnotících kritérií, kde se splnění požadavků hodnotí na základě daných kombinací jednotlivých kritérií (viz. A.5.5.). Zatřídění do energetické třídy pak vychází z parametrů referenční budovy.



Referenční budova je výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy [2]. U novostaveb například porovnááme celkovou dodanou energii, neobnovitelnou primární energii a průměrný součinitel prostupu tepla budovy hodnocené a budovy referenční. Dle těchto parametrů je potom budova energeticky zatříděna.

#### ***A.6.5. Započítání dílčí energie dodané z vnějšího prostředí***

Pro hodnocenou budovu můžeme nově započítat energii okolního prostředí, která se využívá v budově pomocí technického systému. U referenční budovy je tato hodnota rovna nule. Za energii okolního prostředí považujeme například energii slunce, energii větru a nízkopotencionální teplo pro tepelná čerpadla.

#### ***A.6.6. Změna metodiky výpočtu teplé vody***

Nová vyhláška 78/2013 Sb. již zohledňuje ztráty v zásobnících a rozvodech teplé vody. Při výpočtu se již nepracuje s účinností výroby a distribuce technického systému, ale řeší se zde přímo jednotlivé ztráty distribucí a akumulací teplé vody.

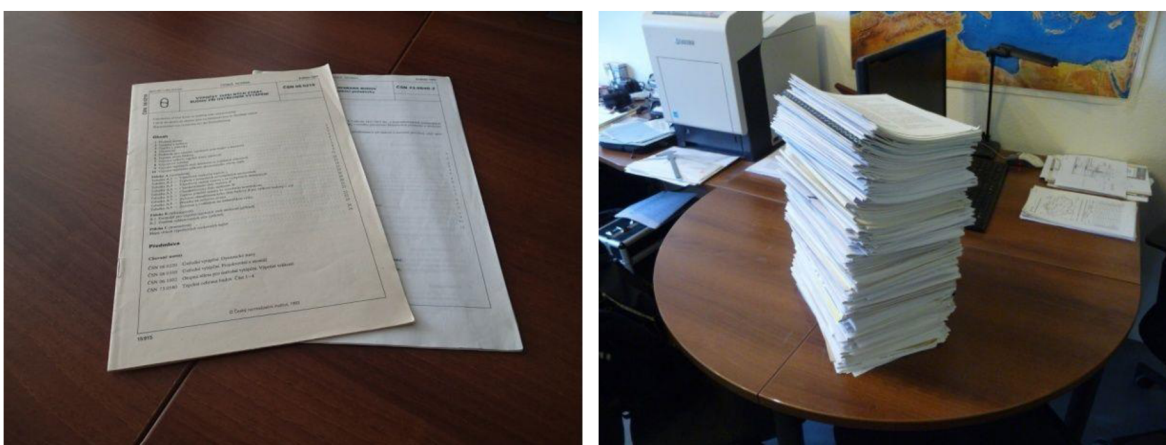
#### ***A.6.7. Hranice klasifikačních tříd***

Hranice jednotlivých energetických tříd nejsou již stanoveny paušálně pro jeden typ budovy viz. A.4, ale stanovují se individuálně podle referenční budovy viz. A.5.9.

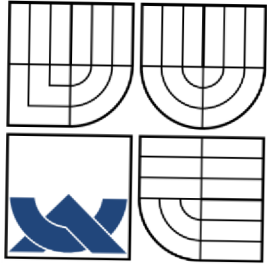
## A.7. Závěrečné zhodnocení vývoje legislativy

Postupný vývoj v legislativě vede ke zpřesnění výpočtů a zvyšování nároků na energetické hodnocení budov. Zvyšující se počet změn zákona a prováděcích vyhlášek však vede k ne příliš přehledné metodice, díky čemuž dochází i ke značně odlišným výsledkům výpočtů jednotlivých energetických specialistů.

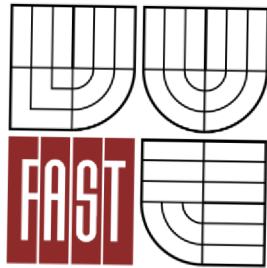
Na závěr v (**Obr. 7**) poukazují na množství předpisů na počátku 90. let, kdy platily dvě základní normy ČSN 730540 tepelná ochrana budov a ČSN 060210 výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění a na množství předpisů platících dnes.



**Obr. 7** Množství předpisů pro výpočty energií v budovách v 90. letech a dnes [7]



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

## B.1. Analýza energetických potřeb a toků budovy

### B.1.1. Specifikace energetických systémů budovy

Člověk tráví v budovách velkou část svého života. Proto je nutné, aby byla vždy zajištěna pohoda vnitřního prostředí a kvalitní mikroklima. Požadavky na vnitřní mikroklima se dle typu a užívání budovy liší. Vnitřní mikroklima tvoří především osvětlení, teplota a vlhkost vzduchu, akustická pohoda a čistota vzduchu z hlediska výskytu odérů. K zajištění požadavků na kvalitu vnitřního prostředí nám pomáhají technické systémy budov.

Tyto systémy vstupují přímo do výpočtu ENB ve vztahu celkové roční dodané energie do budovy, který má tvar

$$EP = Q_{fuel,tot} = EP_H + EP_C + EP_F + EP_W + EP_L - EP_{PV} - EP_{CHP} \quad [GJ] \quad [8]$$

$Q_{fuel,tot}$	celková roční dodaná energie obsažená v energonositelích zásobujících budovu [GJ]
$EP_H$	roční dodaná energie na vytápění včetně pomocné energie na provoz vytápěcího 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]
$EP_L$	roční dodaná energie na osvětlení [GJ]
$EP_W$	roční dodaná energie na přípravu teplé vody včetně pomocné energie na provoz zařízení na přípravu teplé vody [GJ]
$EP_{PV}$	roční produkce energie fotovoltaickým systémem [GJ]
$EP_{CHP}$	je roční produkce energie systémem kombinované výroby elektřiny a tepla [GJ]

#### B.1.1.1. Systémy vytápění a chlazení

Systémy vytápění a chlazení nám zajišťují udržení optimální teploty vnitřní vzduchu. Dle ČSN 060210 je pro obytné budovy doporučená teplota vnitřního vzduchu 20°C. Pro koupelny 24°C a pro chodby a haly 15°C. Pro režim chlazení je dle TNI 730331 doporučená maximální vnitřní teplota 26°C pro obytné místnosti a 30°C pro haly a chodby. Celková dodaná energie na vytápění a chlazení obsahuje i energii pomocnou, kterou tvoří příkony čerpadel a kompresorů.

V mírném podnebném pásmu, kde se Česká Republika nachází, využíváme systémy vytápění pouze část v roce. Průměrná délka topné sezóny je 230–240 dní. Délku přesněji určuje vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 194/2007 Sb.

Délka období chlazení je stanovena na národní úrovni. Určit ji můžeme výpočtovým vztahem v ČSN EN ISO 13790 - příloha I. Výpočet potřeby energie pro vytápění a chlazení je řešen v části B.2.2.1.

#### B.1.1.2. Systém větrání a úpravy vlhkosti

Systémy větrání zajišťují přísun čerstvého vzduchu v daném množství, o dané teplotě a vlhkosti. Požadavky na větrání a kvalitu vnitřního vzduchu jsou odlišné dle typu budovy a jejího provozu. V obytných budovách je požadavek na intenzitu větrání 0,3 až 0,5 x za hodinu. Dávka venkovního vzduchu na osobu činí 15-25 m<sup>3</sup>/h. Teplota vnitřního vzduchu by se měla celoročně držet na 22° až 24°C ±2°C. Doporučená relativní vlhkost vnitřního vzduchu je pro obytné místnosti 60%. Vnitřní doporučené teploty jsou dány dle ČSN EN 12831 a doporučené relativní vlhkosti vzduchu dle ČSN 06 0210.

Systémy větrání dále zabraňují zvýšenému výskytu koncentrace CO<sub>2</sub>. Doporučená úroveň CO<sub>2</sub> ve vnitřních prostorech je do 1000 ppm.

Do výpočtu EHB vstupují energie ventilátorů, které jsou navrženy na zajištění všech výše uvedených podmínek. Dále v případě úpravy vlhkosti započítáváme práci čerpadel a dalších vstupujících zařízení. Popis výpočtu potřeby energie na větrání je v části B.2.2.2 a výpočet potřeby energie pro úpravu vlhkosti vzduchu v části B.2.2.3.

#### B.1.1.3. Systém osvětlení

Míra osvětlení hodnoceného prostoru značně ovlivňuje kvalitu vnitřního mikroklimatu. Umělé osvětlení je využíváno buď samostatně, nebo v kombinaci s denním světlem. Návrh umělého osvětlení vychází z požadované intenzity osvětlení v jednotlivých prostorech. Požadovaná intenzita se dle typu budovy a provozu liší. Osvětlení pracovišť řeší vládní nařízení č. 178/2001 Sb. V případě obytných budov jsou hygienické požadavky v českých technických normách spíše doporučené. Dle ČSN 360452 v obytných místnostech 50 až 100 lx, v pracovnách 500 lx a halách a chodbách 75 lx.

Do výpočtu energetické náročnosti vstupují parametry příkonu elektrické energie osvětlovacích těles. Dále ztrátová energie a energie řídicích a ovládacích zařízení. Výpočet je řešen v části B.2.2.5.

V rámci úsporných opatření je vhodné zaměnit klasické wolframové žárovky za modernější žárovky s menší spotřebou energie.

Příklad dnes používaných žárovek [9]:

Wolframová žárovka	příkon 60 W	výkon 710 lm
Úsporné zářivky	příkon 9 W	výkon 510 lm,
LED žárovky	příkon 10 W	výkon 800 lm

#### B.1.1.4. Systém přípravy teplé vody

Množství teplé (užitkové) vody TV je tedy závislé na typu budovy a jejím provozu. V domácnostech určujeme množství vody v litrech na osobu. V nemocnicích počítáme množství teplé vody v litrech na lůžko a v jiných zařízeních, například stadiony, můžeme počítat i množství vody na plochu např. počet litrů na 100 m<sup>2</sup>. Dle TNI 730331 je pro rodinné domy potřeba 35-55 l na osobu za den. Pro bytové domy je to potom 30-45l na osobu za den.

Denní potřebu tepla pro přípravu teplé vody stanovíme dle ČSN EN 15316-3-1. Postup výpočtu bude uveden v části B.2.2.4.

Díky neustálému snižování potřeby tepla na vytápění roste procentuální podíl potřeby energie na přípravu teplé vody. Množství teplé vody na osobu snižovat nemůžeme a tak se stále hledají jiné systémy pro zvýšení úspor, jako například ohřev teplé vody pomocí solárních systémů, tepelných čerpadel, či plynem.

V případě ohřevu teplé vody pomocí centrálního zásobování tepla CZT se snížení energie dá dosáhnout pouze izolací rozvodů a izolací zásobníku, či skutečným snížením spotřeby teplé vody na osobu. Další možností, je zřízení vlastního systému na ohřev TV nebo alespoň určitého množství z celkové spotřeby. Optimálním řešením je výše zmíněný ohřev TV pomocí solárních panelů.

Všechny čtyři více zmíněné systémy vstupují přímo do výpočtu energetické náročnosti budovy. Dle vyhlášky 78/2013 Sb. jsou energie na provoz těchto systémů přehledně zobrazeny v tabulce jako ukazatele energetické náročnosti budovy.



**Obr. 8** Ukazatele energetické náročnosti budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb. [5]

Spotřeba energie z vnitřního vybavení (elektrické spotřebiče a kancelářská technika) není v energetické bilanci započítávána. Vnitřní vybavení je vnímáno pouze za účelem stanovení vnitřních tepelných zisků. V případě administrativních budov tato spotřeba může vykazovat velké hodnoty. Parametr vnitřních zisků od vybavení pro kanceláře dle TNI 730331 je  $10 \text{ W/m}^2$ . V krajních případech se může stát, že potřeba energie na vytápění bude v důsledku vysokých vnitřních zisků blízká nebo rovna nule. V tomto případě je jasné, že spotřeba energie z kancelářské techniky bude velká a měla by být uváděna v celkové bilanci.

### **B.1.2. Stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí**

Správným stavebním řešením můžeme omezit nutnost instalace některých technických systémů, či zkrátit dobu jejich provozu. V případě návrhu objektu s malou ochlazovanou plochou a kompaktním tvarem, s nízkým objemovým faktorem  $A/V$  docílíme prokazatelně nižšího prostupu tepla obalovými konstrukcemi. Další možností jak ovlivnit tepelné chování budov je správné natočení ke světovým stranám. V případě velkých prosklených ploch orientovaných k jihu a minimalizace prosklení na sever můžeme docílit výrazně lepších parametrů nežli při použití stejně velkých oken na obou světových stranách. Tato výhoda jižní prosklené stěny se zimními solárními zisky se může stát i nevýhodou, zejména při absenci letního stínění může docházet k přehřívání interiéru.

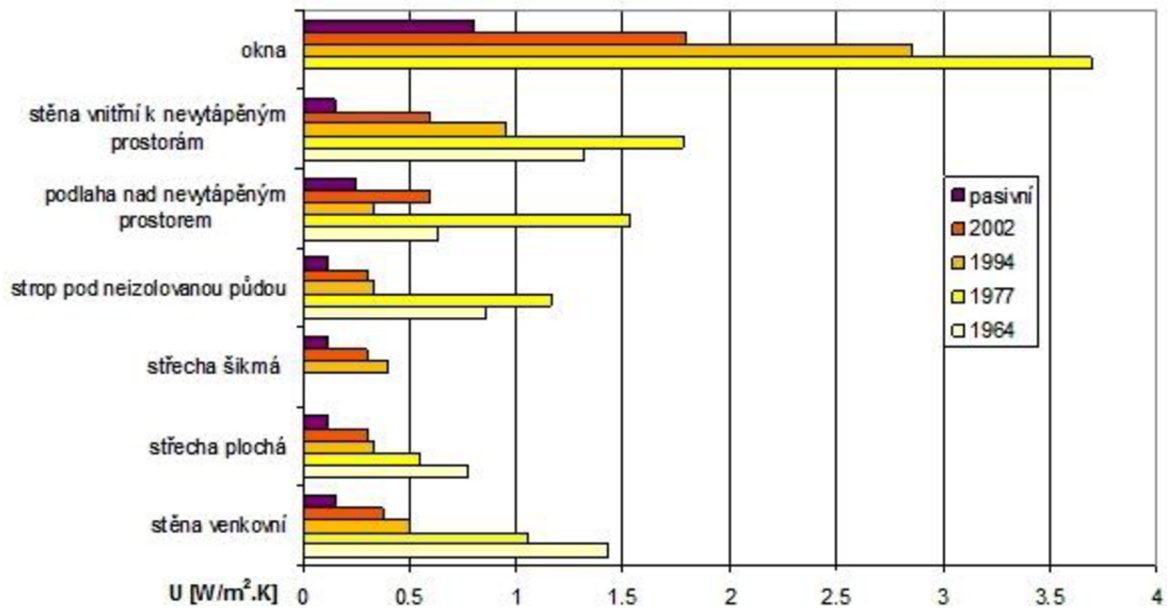
Tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí jsou jedním z nejlépe ovlivnitelných parametrů spotřeby energie. Starší konstrukce s nevyhovujícími vlastnostmi vykazují nejen velké tepelné ztráty, ale i tepelné mosty zapříčiňující vznik vlhkých míst na konstrukci a mnohdy i růst plísní. Nejvýznamnějšími parametry ovlivňující tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí jsou:

- součinitel prostupu tepla
- činitel prostupu sluneční energie
- tepelná kapacita konstrukce

#### **Součinitel prostupu tepla**

Součinitel prostupu tepla udává kolik tepla konstrukce propustí v jednom metru čtverečném plochy konstrukce při rozdílu teplot jednoho kelvinu. [10] Hodnota se značí písmenem  $U$  a jejími jednotkami je  $[\text{W/m}^2\cdot\text{K}]$ . Čím je hodnota součinitele prostupu tepla nižší tím má konstrukce lepší tepelně izolační vlastnosti. Požadované a doporučené hodnoty jsou uvedeny v normě ČSN 730540 – tepelná ochrana budov.

Společně se snahou zvýšit tepelně izolační vlastnosti konstrukce se postupně snižuje hodnota součinitele prostupu tepla  $U$  a tím zpřísňují požadavky na kvalitu obálky budovy.



**Obr. 9** Normové hodnoty ČSN 730540 od roku 1964 [11]

Základem tepelně izolační konstrukce jsou materiály s malým součinitelem tepelné vodivosti  $\lambda$ . Ten určuje látce schopnost vést teplo a jeho jednotkou je  $[\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}]$ . V případě použití takovýchto materiálů dosáhneme lepších tepelně izolačních vlastností i za použití menších tloušťek, nežli s materiály s vyšším součinitelem  $\lambda$ .

Vztah mezi součinitelem prostupu tepla a součinitelem tepelné vodivosti vychází ze vzorce dle ČSN 730540-4

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

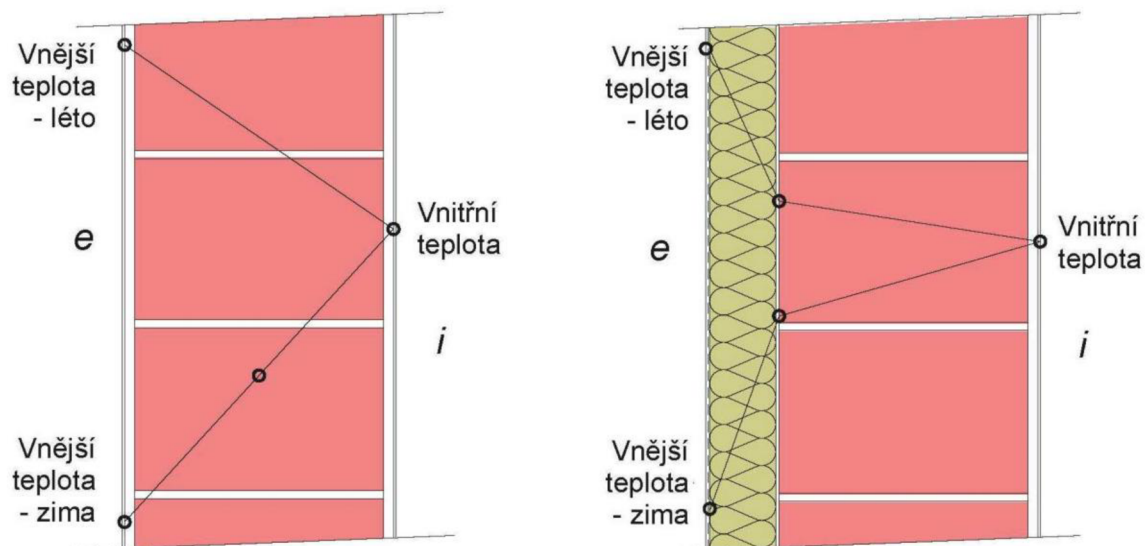
$R_{si}$  tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce  $[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$

$R_{se}$  tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí  $[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$

$R$  tepelný odpor konstrukce, který je dán vztahem  $[\text{m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}]$

$$R = d/\lambda$$





**Obr. 10** Porovnání průběhu teplot v cihelném zdivu vlevo a v cihelném zdivu zatepleném vrstvou z materiálu s velmi malým součinitelem  $\lambda$  vpravo [12]

### Činitel prostupu sluneční energie

Obecně známý jako solární faktor se značí písmenem  $g$  a využíváme ho zejména u hodnocení vlastností výplní otvorů. Udává nám celkový prostup sluneční energie přes zasklení.

V dnešní době se u novostaveb často přechází na okna s trojitým zasklením, namísto běžných dvojskel. Dosahuje se tak dobrých výsledků v zimních měsících, kdy uniká méně tepla z interiéru do exteriéru. Nevýhodou této inovace je ovšem právě zmiňovaný solární faktor, který je u izolačních trojskel nižší. To zapříčiňuje, že zejména v podzimních a jarních měsících, musíme přitápět. U klasických trojskel je tento činitel až o 16% nižší než u dvojskel.

Nepříjemnou skutečností tedy je, že se zvyšujícími se tepelně izolačními vlastnostmi oken klesá prostup sluneční energie, který je při pasivních tepelných ziscích velice důležitý.

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

**Obr. 11** Porovnání solárního faktoru u běžného dvojskla a běžného trojskla v tabulce hodnot dle EN 673 a EN 410

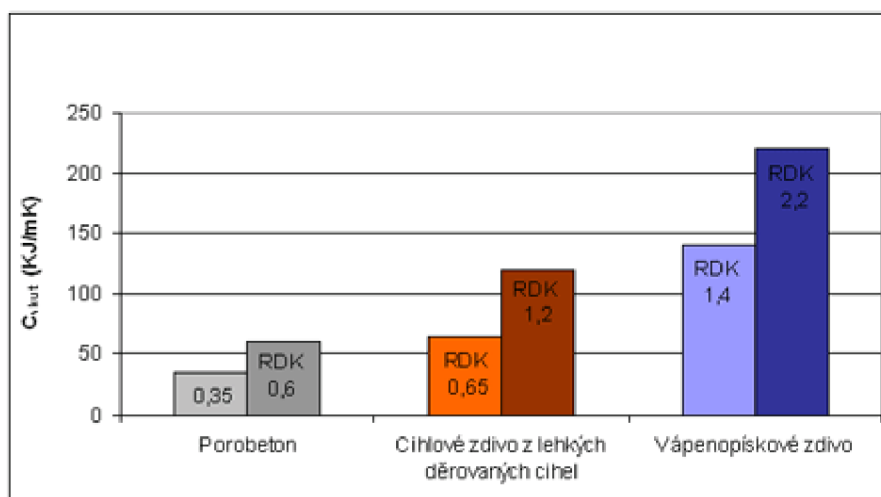
## Měrná tepelná kapacita konstrukce

Měrná tepelná kapacita vyjadřuje množství tepla, kterým se jeden kilogram látky ohřeje na jeden kelvin. Značí se písmenem  $c$  a její jednotkou je  $[J.K^{-1}]$ . Měrná tepelná kapacita materiálu v konstrukci má největší vliv její na akumulaci schopnosti.

Dříve byly akumulaci schopnosti využívány zejména u kamenných pecí, masivních zděných komínů, kamenných chlévů a podobně. Dnes je s nástupem výstavby montovaných dřevostaveb často tento důležitý fakt opomíjen.

O důležitosti tepelné akumulace se dosti spekuluje, ale dle mého názoru je v budovách nezbytná, zvláště pro udržení vnitřní pohody při krátkodobém intenzivním větrání, či jako zásobník tepla při chladnějších večerech. Ohřátá stěna, strop, obklad předává naakumulované teplo v době, kdy se sníží vnitřní pocitová teplota. Otopná soustava v těchto případech nemusí vůbec zapínat.

Měrná tepelná kapacita je přímo závislá na hmotnosti materiálu (**Obr. 12**)



**Obr. 12** Porovnání akumulace zdiva u běžných zdících materiálů [13]

Měrnou tepelnou kapacitu  $c$  lze vyjádřit ze vzorce

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$Q$  teplo potřebné k ohřátí látky

$m$  hmotnost látky

$\Delta T$  rozdíl teplot

## B.2. Energetické hodnocení budovy

### B.2.1. Standardizované užívání budovy

Aby bylo možné porovnávat různé budovy stejného typu, musí být použity stejné okrajové podmínky. Na těchto okrajových podmínkách je přímo závislá vypočtená celková dodaná energie EP. Porovnávat budovy lze za předpokladu správného provozu objektu a správné funkce energetických systémů. Okrajové podmínky pro výpočet, nebo také jednotná identifikace budovy znamená pro každý typ budovy stanovení standardizovaných podmínek užívání, podmínek vnitřního prostředí, podmínek pro provoz energetických systémů odpovídajících tvorbě požadovaných podmínek na vnitřní prostředí, nebo dodávku požadované služby, či média.

Standardizovaným užíváním budovy se rozumí užívání v souladu se standardizovanými podmínkami vnitřního a venkovního prostředí a provozu budovy.

Celková dodaná energie je součet jednotlivých dílčích spotřeb, které se mohou vyskytovat pouze v části objektu. Jejich výši určují právě okrajové podmínky v dané části budovy. Tímto nám v budově vzniká několik zón, kterým budeme přiřazovat odlišné okrajové podmínky, závislé na provozu a užívání dané zóny.

Obecně lze uvést že, budova, nebo její část je zónou, za předpokladu že:

- je zásobována ze stejné skladby energetických systémů budovy
- má stejné užívání v souladu se standardizovanými podmínkami vnitřního a venkovního prostředí a provozu stanovených v platných technických normách a jiných předpisech
- splňuje specifické další požadavky na zónování dané příslušnými technickými normami.

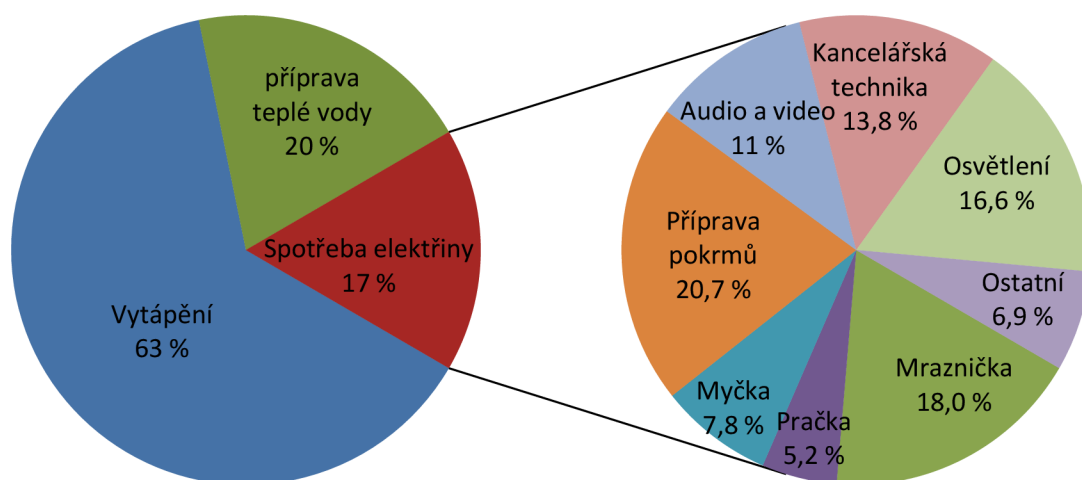
Informativní parametry, které definují standardizovaného užívání, jsou uvedeny v TNI 730331. Obsahem této technické normalizační informace jsou tři přílohy:

- Příloha A Typické parametry technických systémů
- Příloha B Parametry typického užívání budovy
- Příloha C Klimatická data pro výpočet energetické náročnosti budov

Výpočtové programy dnes většinou používají přímý výběr vstupních parametrů zón, dle zmiňované TNI 730331. V případě odlišnosti lze nastavit vlastní způsob užívání pro danou zónu a tím zpřesnit výpočet energetické náročnosti budovy.

### B.2.2. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení

Základními systémy TZB jsou: vytápění, chlazení, větrání, úprava vlhkosti, příprava teplé vody a osvětlení. Na **Obr. 13** je vyobrazena spotřeba energie pro jednotlivé systémy v modulové domácnosti. V zobrazeném případě není využíváno nuceného větrání, strojního chlazení ani úpravy vlhkosti vzduchu. Zobrazeny jsou naopak energie, které dle vyhlášky 78/2013 Sb. do výpočtu vůbec nevstupují a to zejména jednotlivé domácí spotřebiče. Vyobrazení spotřeb v **Obr. 13** je čistě orientační. Ve skutečnosti se tyto spotřeby liší dle typu a velikosti budovy a dále dle systému jejího užívání.



**Obr. 13** Spotřeba energie v modulové domácnosti [14]

Tyto zmíněné energie z elektrospotřebičů mohou být v každé domácnosti zcela odlišné a tak vyhláška uvažuje ve výpočtech pouze elektrickou energii na osvětlení a pomocnou elektrickou energii na provoz technických systémů, což jsou čerpadla, ventilátory další. Elektrická energie na provoz domácích spotřebičů tak zahrnuta ve výpočtu ENB dle vyhlášky 78/2013 Sb. není.

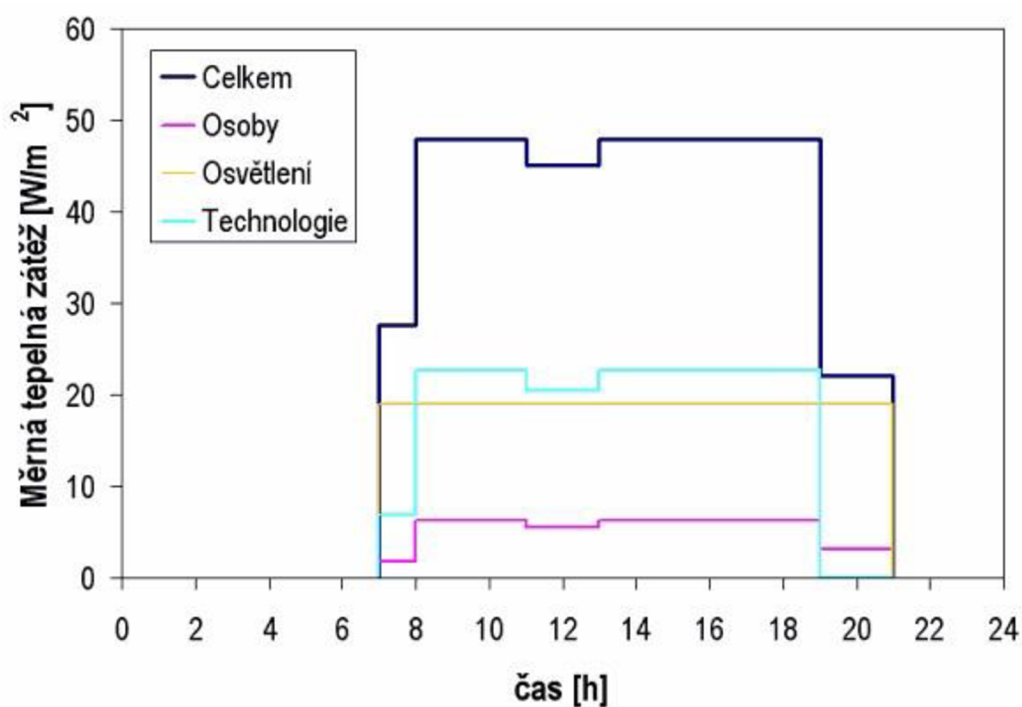
### B.2.2.1. Systém vytápění a chlazení – výpočet potřeby energie

Dle ČSN EN ISO 13790 rozlišujeme dva obecné typy výpočtových metod.

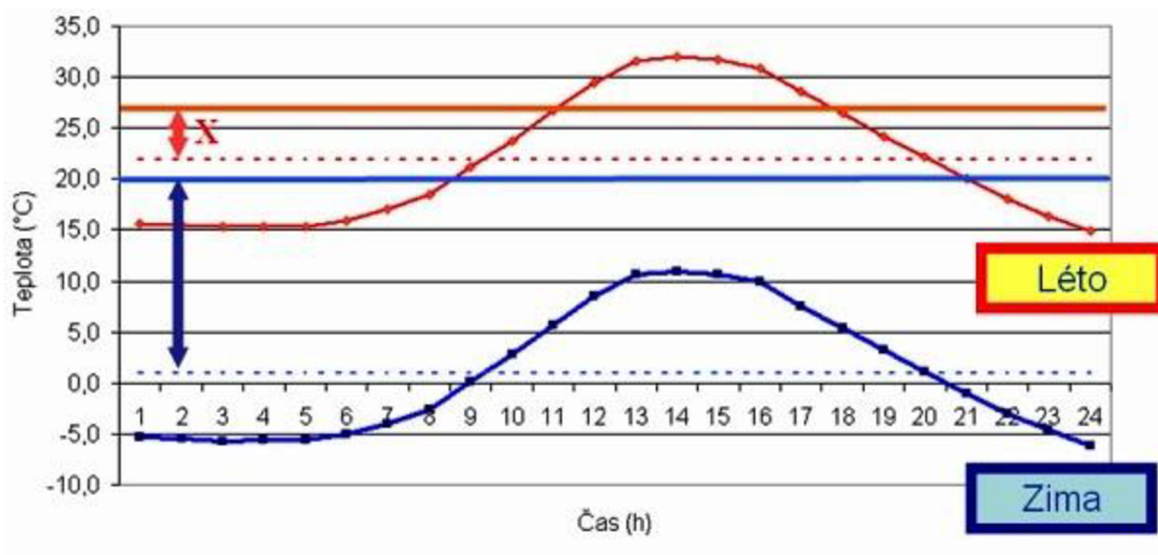
- Dynamické metody
- Kvazistacionární metody

#### Dynamické metody

Dynamické metody sestavují tepelnou bilanci pro krátký časový interval a zahrnují teplo akumulované v konstrukcích budovy. Typickým krokem je jedna hodina. V případě okamžitého přebytku tepla během topného období, v důsledku toho, že vnitřní teplota vzroste nad teplotu požadovanou, jsou přebytky odstraňovány zvýšeným prostupem do exteriéru. Snížení teploty se tedy docílí pomocí přirozeného, či nuceného větrání, nebo pomocí strojního chlazení. Dynamické metody jsou vhodnější pro modelování prostupu tepla konstrukcí budovy, zobrazení tepelného toku větráním, řešení akumulace tepla, vnitřní tepelná zátěž (**Obr. 14**), či vnitřních solárních zisků. [15]



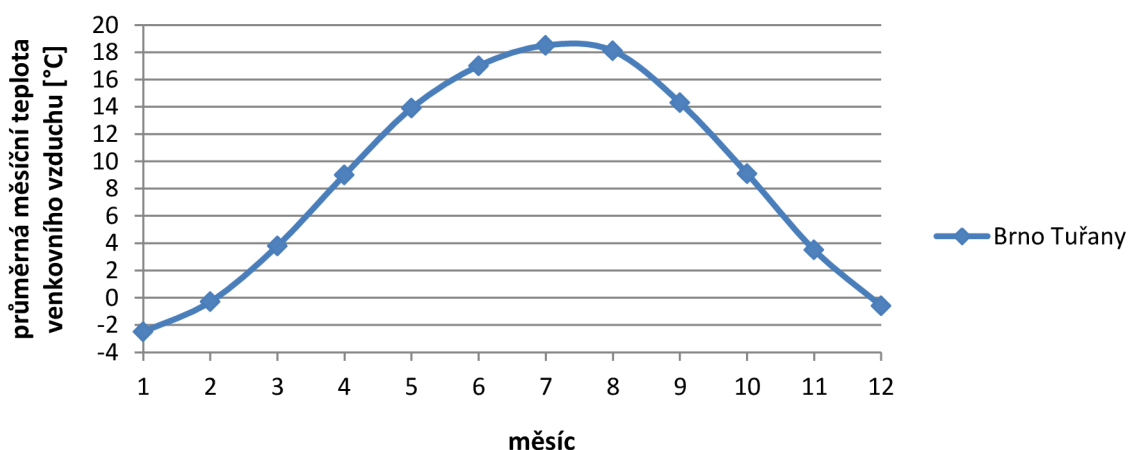
**Obr. 14** Průběh hodinové vnitřní tepelné zátěže během dne pro kancelářské prostory [16]



**Obr. 15** Průběh hodinových teplot v letním a zimním období v hodinovém intervalu [17]

### Kvazistacionární metody

Kvazistacionární metody sestavují tepelnou bilanci pro dlouhý časový interval a zahrnují dynamické vlivy faktorem využitelnosti zisků a ztrát. Typickým krokem je jeden měsíc, či topná sezóna. Vnitřní tepelné zisky a solární zisky jsou započítávány pomocí faktoru využitelnosti, který určuje, že pouze část z nich je využita ke snížení potřeby energie na vytápění a zbytek vede k nechtěnému zvyšování vnitřní teploty. V případě chlazení uvažujeme, že pouze část ztrát prostupem a větráním je využita ke snížení potřeby chlazení. Nevyužitá část ztrát větráním a prostupem potom připadá na čas noci, kde nemají vliv na snížení potřeb chlazení nastávajících v průběhu dne. [15]



**Obr. 16** Průměrné měsíční teploty venkovního vzduchu pro Brno [18]

Dle ČSN EN ISO 13790 rozlišujeme tři typy výpočtových metod.

- měsíční a sezónní metoda (kvazistacionární)
- jednoduchá hodinová metoda (dynamická)
- podrobné výpočtové postupy pomocí simulační metody (dynamické)

### Měsíční a sezónní metody

Potřeba energie na vytápění

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

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

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

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

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

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

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

Potřeba energie na chlazení

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

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

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

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

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

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

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

$Q_{tr}$  celkové množství přeneseného tepla prostupem

$Q_{ve}$  celkové množství přeneseného tepla větráním

$Q_{int}$  součet vnitřních tepelných zisků

$Q_{sol}$  součet solárních tepelných zisků

### Jednoduchá hodinová metoda

Jednoduchá hodinová metoda spočívá ve zjednodušení dynamické simulace.

Výhodou je jednodušší výpočtový postup a redukce vstupních údajů.

Zjednodušení se týká především dílčích výpočtů vnitřních a solárních zisků a množství tepla prostupem a větráním.

Příklad rozdílu výpočtu celkových vnitřních tepelných zisků dle měsíční sezónní a jednoduché hodinové metody:

$$Q_{int} = \left( \sum_k \phi_{int,mn,k} \right) t + \left[ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{int,mn,u,l} \right] t$$

U měsíční sezónní metody jsou tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla uvažované pro měsíc nebo sezónu. Malé písmeno t je délka měsíce uvažovaná v megasekundách.

$$\phi_{int} = \sum_k \phi_{int,k} + \sum_l (1 - b_{tr,l}) \phi_{int,u,l}$$

U jednoduché hodinové metody jsou tepelné zisky z vnitřních zdrojů tepla vypočteny pro každou hodinu.

#### B.2.2.2. Větrání – výpočet potřeby energie

Výpočet potřeby energie pro nucené větrání řeší energii potřebnou pro provoz ventilátorů. Instalovaný elektrický příkon ventilátorů příslušného systému nuceného větrání se stanoví dle vztahu [8]

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

$V_{v,z}$  nejvyšší objemový průtok čerstvého vzduchu v případě nuceného větrání [ $m^3/s$ ]

$V_{ahu}$  nejvyšší objemový průtok přiváděného vzduchu v případě nuceného větrání [ $m^3/s$ ]

$P_{SFP,ahu}$  měrný elektrický příkon ventilátorů příslušného systému nuceného větrání [ $W \cdot s/m^3$ ]



### B.2.2.3. Úprava vlhkosti – výpočet potřeby energie

Potřebná energie na zvlhčování vnitřního vzduchu se označuje  $Q_{RH+,nd,z,j}$  a určuje se dle vztahu [8]

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

Potřebná energie na odvlhčování vnitřního vzduchu se označuje  $Q_{RH-,nd,z,j}$  a určuje se dle vztahu

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

$\rho_a$	hustota vzduchu [kg/m <sup>3</sup> ]
$V_{RH+,z}$	objemový tok vzduchu v režimu zvlhčování přiváděný do z-té zóny [m <sup>3</sup> /s]
$V_{RH-,z}$	objemový tok vzduchu v režimu odvlhčování přiváděný do z-té zóny [m <sup>3</sup> /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 · 10 <sup>6</sup> J/kg]
$\eta_{RH+,r,sys}$	účinnost zpětného získávání vlhkosti příslušného systému větrání [-]
$t_j$	délka j-tého časového úseku [h]

### B.2.2.4. Příprava teplé vody – výpočet potřeby energie

Potřebnou energii pro ohřev teplé vody (celkový výkon zdroje tepla) získáme součtem potřeby tepla pro přípravu TV a ztrát zásobníku, rozvodů a přívodu a zpětného potrubí k ohřivači. K tomu nám slouží vztah dle ČSN EN 15316-3-1

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

$Q_W$	potřeba tepla pro přípravu teplé vody (ČSN EN 15316-3-1) [MJ/den]
$Q_{W,dis,ls}$	ztráta tepla v rozvodu teplé vody (ČSN EN 15316-3-2) [MJ/den]
$Q_{W,st,ls}$	ztráta tepla v zásobníku teplé vody (ČSN EN 15316-3-3) [MJ/den]

$Q_{W,p,ls}$  ztráta tepla v přívodním a zpětném potrubí otopné vody k ohřivači vody (v potrubním okruhu zdroje tepla) (ČSN EN 15316-3-3) [MJ/den]

Denní potřebu tepla pro přípravu teplé vody stanovíme dle vztahu [19]

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

$V_{W,day}$  denní potřeba (objem) teplé vody [m<sup>3</sup>/den]

$\Theta_{W,del}$  výstupní teplota teplé vody (60 °C) [°C]

$\Theta_{W,0}$  vstupní teplota studené vody přiváděné do ohřivače (13,5 °C) [°C]

Ztráty tepla v rozvodu teplé vody se stanoví dle vztahu [19]

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

$\sum Q_{W,dis,ls,ind}$  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 zásobníkového ohřivače teplé vody se určí dle vztahu [19]

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

$\Theta_{W,st,avg}$  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 (podle ČSN EN 12897  $\Delta\Theta_{W,st,sby} = 45^\circ C$ ) [°C]

$Q_{W,st,sby}$  ztráta tepla v pohotovostním stavu změřená např. podle ČSN EN 12897 [MJ/den]

Ztráta tepla přívodního a zpětného potrubí otopné vody k ohřivači se určuje dle shodného výpočtu jako ztráty tepla potrubí při cirkulaci teplé vody, které se počítají dle vztahu [19]

$$Q_{W,dis,ls,col,on} = \sum_i \frac{3,6}{1000} \cdot U_{W,j} \cdot L_{W,j} \cdot (\Theta_{W,dis,avg,i} - \Theta_{amb,i}) \cdot t_W \quad [MJ/den]$$

$U_{W,j}$	lineární součinitel prostupu tepla úseku potrubí [W/(m.K)]
$L_{W,j}$	délka úseku potrubí včetně délkových přírážek (tab. 4) [m]
$\Theta_{W,dis,avg,i}$	průměrná teplota teplé vody v úseku potrubí [°C]
$\Theta_{amb,i}$	průměrná teplota v okolí úseku potrubí [°C]
$t_W$	doba provozu cirkulačního čerpadla (denní doba využití) [h/den]

#### B.2.2.5. Osvětlení

Výpočet energetické náročnosti na osvětlení je popsán v ČSN EN 15193. Tato norma specifikuje metodiku výpočtu pro vyhodnocování energie na osvětlení v budovách a poskytuje odpovídající číselný ukazatel požadavků na hodnocení v PENB. Výpočet je opět závislý na typu budovy a jejím provozu.

Celkovou roční spotřebu elektrické energie na osvětlení tvoří součet spotřeby elektrické energie systému osvětlení a ztrátové elektrické energie daného systému osvětlení v kilowatthodinách. Norma uvádí dvě výpočetní metody.

- Podrobná metoda
- Rychlá metoda

#### Výpočet dle podrobné metody

Do výpočtu jednotlivých hodnot vstupuje mnoho parametrů jako např. doba provozu systému s denním světlem a bez denního světla, celkový instalovaný příkon svítidel, činitel závislosti na denním světle, činitel závislosti na obsazenosti, činitel konstantní obsazenosti a jiné parametry. Výpočetní vztah pro podrobnou metodu má tvar

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

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

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

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

$P_n$  celkový instalovaný příkon svítidel [W]

$F_c$  činitel konstantní osvětlenosti

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

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

$F_o$  činitel závislosti obsazenosti

$F_D$  činitel závislosti na denním světle

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

$W_{L,PC,A}$  roční měrná ztrátová energie řídicích systémů (ovládacích zařízení) příslušného systému [kWh/(m<sup>2</sup>.rok)]

$W_{L,EM,A}$  roční měrná ztrátová energie nouzového osvětlení [kWh/(m<sup>2</sup>.rok)]

$A_f$  celková podlahová plocha zóny [m<sup>2</sup>]

### Výpočet dle zjednodušené metody

Další možností, kdy nemáme možnost využít zmíněných výpočetních postupů, alternativně stanovíme průměrnou roční spotřebu elektřiny příslušného systému osvětlení zjednodušenou metodou, na základě orientačních hodnot uvedených v TNI 730331 (**Tab. 1**) a podle vztahu

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

Typ zóny	$W_{L,A}$ (kWh/(m <sup>2</sup> .rok))
Rodinné domy – obytná část (pro obytnou plochu 71,5–150 m <sup>2</sup> )	4,5
Rodinné domy – společné prostory	0,6
Bytové domy – obytná část (pro obytnou plochu 71,5–150 m <sup>2</sup> )	4,4
Bytové domy – společné prostory (pro jedno podlaží)	1,0

**Tab. 7** Orientační hodnoty měrné roční spotřeby elektrické energie na osvětlení  $W_{L,A}$  [20]

Při použití rychlé metody vychází číselný ukazatel energie pro osvětlení LENI v (kWh.m<sup>-2</sup>.rok<sup>-1</sup>) větší než při použití předešlé podrobné metody. [20]

### B.2.3. Návrh opatření pro snížení energetické náročnosti

Velká spotřeba energie u stávajících budov mnohdy nutí uživatele méně topit, svítit a šetřit vodou. Abychom se tomuto vyvarovali, navrhujeme energetická opatření, která uživatele nijak nesvazují a naopak jim poskytnou zvýšení komfortu.

#### B.2.3.1. Zateplení obálky budovy

Zateplování objektů je nejběžnější formou úsporných opatření. Nejčastěji zateplujeme střechy a stropy, kde uniká teplo nejvíce, dále samozřejmě stěny a v posledním případě podlahy. Při návrhu zateplení se vychází z normových požadavků na součinitele prostupu tepla viz. (B.1.2), který určuje současná norma ČSN 730540-2:2011. Záměrem je zateplit objekt na alespoň požadované hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{N,20}$ . V lepším případě poté zateplujeme na hodnoty doporučené  $U_{rec,20}$ , či doporučené pro pasivní domy  $U_{pas,20}$ . Nejlepší variantou je použít některý z certifikovaných zateplovacích systémů ETICS.

Výpočet potřebné tloušťky zateplovacího systému vychází ze vzorců na součinitel prostupu tepla  $U$  [10]

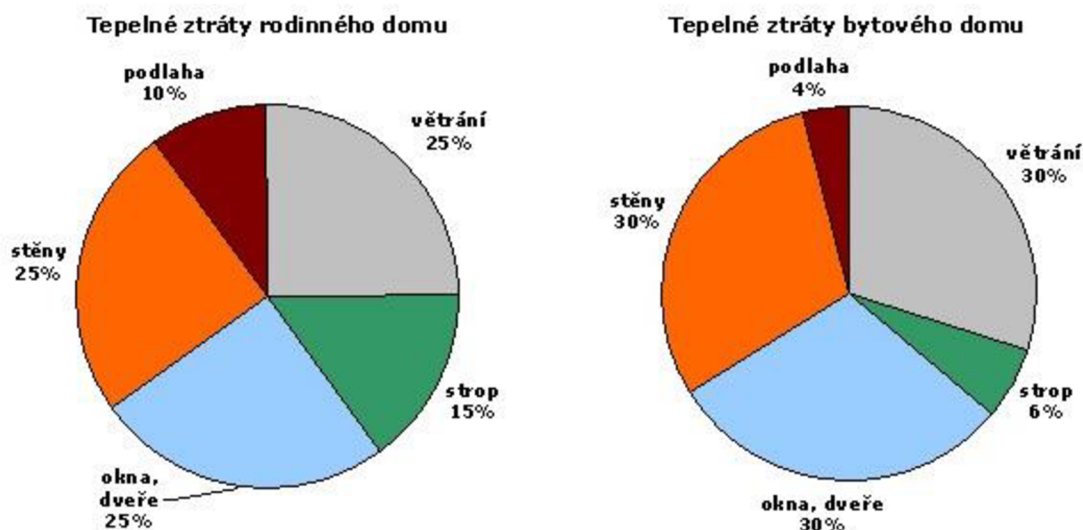
$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \qquad R = d/\lambda$$

$$d = \lambda \cdot \left( \frac{1}{U_{N,20}} - R_{si} - R_{st} - R_{se} \right)$$

- $d$  potřebná tloušťka zateplení pro dosažení požadovaných vlastností [mm]
- $\lambda$  součinitel tepelné vodivosti izolantu – běžně 0,036 – 0,040 [W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>]
- $U_{N,20}$  požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, které je snaha dodatečným zateplením dosáhnout [W/m<sup>2</sup>.K]
- $R_{si}$  tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce [m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup>]
- $R_{se}$  tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí [m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup>]
- $R_{st}$  tepelný odpor stávající konstrukce, který je dán vztahem [m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup>]

### B.2.3.2. Výměna oken

Výměna oken je druhou nejčastější variantou úsporných řešení. Stará netěsná okna způsobují velké ztráty tepla (**Obr. 17**). Okna může unikat 4x až 10x více tepla než stěnami.



**Obr. 17** Procentuální znázornění míst, kde uniká nejvíce teplo ve starších domech [21]

Výpočet součinitele prostupu tepla oknem [10]

$$U_w = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l_g}{A_f + A_g}$$

- $U_f$  součinitel prostupu tepla rámu [W/m<sup>2</sup>.K] dle ČSN EN ISO 10077-2
- $A_f$  plocha rámu [m<sup>2</sup>]
- $U_g$  součinitel prostupu tepla zasklením [W/m<sup>2</sup>.K] dle ČSN EN ISO 10077-1
- $A_g$  plocha zasklení v [m<sup>2</sup>]
- $\Psi_g$  lineární činitel prostupu tepla zaklení [W/m.K]
- $l_g$  celkový viditelný obvod zasklení v [m]

Typ okna	Součinitel prostupu tepla oknem $U_w$	Součinitel spárové průvzdušnosti $I_{LV} \cdot 10^{-4}$	Úspora prostupu tepla
Jednoduché s jedním sklem	4,5	1,9	-
Zdvojená se dvěma skly	2,4	1,4	-
Izolační dvojsklo	1,2	0,1-0,4	až 50%
Izolační trojsklo	0,8	0,07-0,1	až 75%

**Tab. 8** Tabulka srovnání typů oken, jejich vlastností a možnosti úspory [10]

#### B.2.4. Ekonomické hodnocení navržených opatření

Při návrhu úsporných opatření je nutné ekonomické vyhodnocení. Díky němu získáme přehled, zda je investice do mnohdy nákladných stavebních či technologických úprav výhodná, či nikoliv. Ekonomické vyhodnocení ukazuje prostou a reálnou dobu návratnosti a čistou současnou hodnotu.

##### B.2.4.1. Prostá doba návratnosti

Prostá doba návratnosti je obecně časové období, za které se nám investovaný kapitál vrátí. Vychází z podmínky neměnných cen v čase a nezohledňuje tedy postupnou inflaci. Prostá doba návratnosti se značí  $T_s$  a její jednotkou je rok. [22]

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

$IN$  investiční výdaje projektu

$CF$  roční přínosy projektu (cashflow, změna peněžních toků po realizaci projektu)

##### B.2.4.2. Reálná doba návratnosti

Reálná doba návratnosti zohledňuje oproti předešlé prosté době návratnosti inflaci, čili změny cen energií v čase. Ve výpočtu se uvažuje se diskontní sazba. Reálná doba návratnosti se značí  $T_{sd}$  a její jednotkou je rok. [22]

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

$CF_t$  roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)

$r$  diskont

$(1+r)^{-t}$  odúročitel

$IN$  investiční výdaje projektu

#### B.2.4.3. Čistá současná hodnota (NPV)

Čistá současná hodnota (NPV z anglického Net Present Value) vyjadřuje současnou hodnotu všech peněžních toků souvisejících s projektem. Je to tedy hodnota součtu všech budoucích úspor zmenšena o počáteční investici. Budoucí úspory se započítávají za dobu životnosti opatření. NPV se používá jako hodnotící kritérium ziskovosti projektu. Aby byla investice výhodná, musí být  $NPV > 0$ . [22]

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

$T_{\dot{z}}$  doba životnosti (hodnocení) projektu

#### B.2.4.4. Vnitřní výnosové procento (IRR)

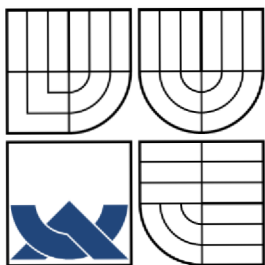
Vnitřní výnosové procento (IRR z anglického Internal Rate of Return) určuje kolik procent na hodnoceném projektu vyděláme, pokud zvážíme časovou hodnotu peněz. Počítá se s diskontovaným cashflow. [22]

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

Parametr	Jednotka	Varianta I	Varianta II
<b>Investiční výdaje projektu</b>	<b>Kč</b>		
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		
<b>Přínosy projektu celkem</b>	<b>Kč</b>		
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energie	%	3	3
Diskont	%		
<b>Ts – prostá doba návratnosti</b>	<b>roky</b>		
<b>Tsd – reálná doby návratnosti</b>	<b>roky</b>		
<b>NPV – čistá současná hodnota</b>	<b>tis. Kč</b>		
<b>IRR - vnitřní výnosové procento</b>	<b>%</b>		

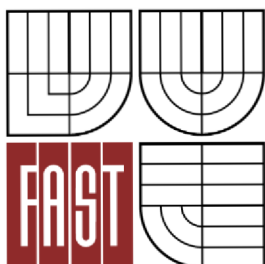
**Tab. 9** Tabulka výsledků ekonomického hodnocení dle vyhlášky 480/2012 Sb. [22]





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 – ENERGETICKÝ PRŮKAZ BUDOVY

## C.1. Popis posuzovaného objektu

### C.1.1. Celkový popis objektu

Posuzovaným objektem je 12-ti podlažní bytový dům, s částečně zapuštěným suterénním podlažím. Objekt je vysoký 41 metrů a obsahuje 60 bytových jednotek. Dům byl postaven panelovou technologií v konstrukčním systému B70. Objekt byl zrealizován na přelomu osmdesátých a devadesátých let.

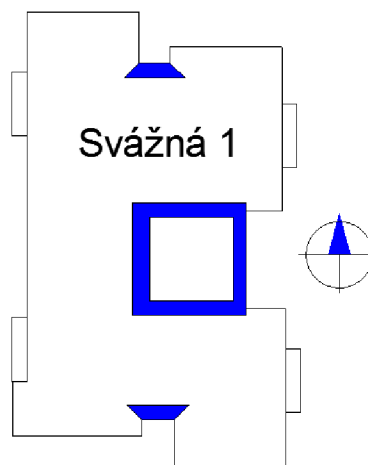


Foto 1 Hodnocený bytový dům Svážná 1 vlevo, půdorysné schéma vpravo

### C.1.2. Lokalita

Posuzovaný bytový dům se nachází v městské části Brno Nový Lískovec. Objekt se nachází v mírném svahu, na místě namáhaném častým větrem.



Obr. 18 Mapa s vyznačením umístění hodnoceného objektu

### C.1.3. Popis stavu objektu

V objektu byla modernizována domovní předávací stanice a zatepleny rozvody UT a TV. Všechna okna v domě jsou vyměněna za plastová s izolačním dvojsklem. Hlavní vstup do objektu se schránkovým polem je také nový, hliníkový. Střecha objektu je dodatečně zateplena izolací z polystyrenu tl. 240 mm. Fasáda objektu zateplena není.

### C.1.4. Technické parametry vstupující do výpočtu:

počet nadzemních podlaží	12
počet podzemních podlaží	1
výška budovy	41 m
obestavěný prostor	17966 m <sup>3</sup>
zastavěná plocha	479 m <sup>2</sup>
objemový faktor A/V	0,27
užitná plocha	5550 m <sup>2</sup>
energeticky vztažná plocha	6279 m <sup>2</sup>
plocha obvodových stěn (bez výplní otvorů)	4875 m <sup>2</sup>
plocha střechy	479 m <sup>2</sup>
plocha výplní otvorů	925 m <sup>2</sup>

#### C.1.4.1. Popis vnějších nosných a nenosných konstrukcí obvodového pláště

Podrobné výpočty součinitele prostupu tepla nosných konstrukcí obvodového pláště, včetně grafického znázornění průběhu teplot jsou v příloze č. 6. Skladby konstrukcí vycházejí z energetického auditu na objekt Koniklecová 4, Brno. [23]

Sendvičový panel tl. 270 mm + omítka 20 mm  $U = 0,77 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Sendvičový panel B70:

Krycí vrstva (železobeton)	60 mm
Tepelně izolační vrstva (polystyren)	60 mm
Nosný panel (železobeton)	150 mm

Sendvičový panel tl. 200 mm + omítka 20 mm  $U = 0,80 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Sendvičový panel B70:

Krycí vrstva (železobeton)	60 mm
Tepelně izolační vrstva (polystyren)	60 mm
Panel (železobeton)	80 mm

Dvouplášťová střecha		$U = 0,12 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
Hydroizolační souvrství		
Dodatečná izolace EPS	240 mm	
Panel (železobeton)	150 mm	
Větraná vzduchová mezera		
Krycí vrstva (železobeton)	60 mm	
Volně ložená tepelná izolace vrstva (minerální vlna)	120 mm	
Panel (železobeton)	150 mm	

Podlaha na terénu		$U = 0,9 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
Nášlapná vrstva	60 mm	
Podkladní beton	100 mm	
Štěrkový podsyp		

Okna a dveře		$U = 1,2 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$	
Okno plast (2)	1,5 x 1,6 m	(2,40 m <sup>2</sup> )	156 x
Okno plast (1)	2,35 x 1,6 m	(3,76 m <sup>2</sup> )	48 x
Okno plast – balkón (3a)	2,2 x 1,6 m	(3,52 m <sup>2</sup> )	48 x
Okno plast – sklep (7)	0,6 x 0,6 m	(0,36 m <sup>2</sup> )	40 x
Dveře plast – balkón (3b)	1,0 x 2,5 m	(2,50 m <sup>2</sup> )	48 x
Francouzské dveře – plast (4)	1,5 x 2,4 m	(3,60 m <sup>2</sup> )	12 x
Dveře – hlavní vstup hliníkové (6)	-	(6,52 m <sup>2</sup> )	1 x
Dveře – severní vstup plast (8)	1,6 x 2,4 m	(3,84 m <sup>2</sup> )	1 x
Dveře – východní vstup plast (5)	1,0 x 2,2 m	(2,2 m <sup>2</sup> )	1 x
Dveře – výstup na střechu (10)	0,9 x 2,2 m	(1,98 m <sup>2</sup> )	1 x
Dveře – jižní vstup plast (9)	2,6 x 2,0 m	(5,20 m <sup>2</sup> )	1 x

#### C.1.4.2. Popis vnitřních nosných a nenosných konstrukcí

Nosný panel tl. 150 mm	$U = 2,9 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
Nenosný panel tl. 80 mm	$U = 2,92 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
Stropní panel tl. 150 mm	$U = 2,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$
Stropní panel tl. 150 mm (nad suterénem)	$U = 2,7 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$

#### C.1.4.3. Osvětlovací soustava

Osvětlení v bytech je převážně žárovkové. Osvětlení společných prostor je převážně zářivkovými světly s časovými vypínači. Interval vypínání cca 1-1,5 min. Stav a spotřeby svítidel nebyly zjišťovány. Jednotlivé příkony byly dopočítány automaticky dle TNI 730331.

#### C.1.4.4. Zásobování tepelnou energií

Zásobování lokality teplem je řešeno centrálním zdrojem tepla, kterým je plynová kotelna, se čtyřmi plynovými kotly po 8MW, celkový výkon kotelny je 32 MW, zdroj je napojen na nízkotlaký plynový rozvod. Na výstupu z kotelny je horká voda o parametrech v zimě 130/80°C a v létě 10/70°C. Kotelna zásobuje 6 výměňkových stanic (VS) horká/teplá voda. Objekt je zásobován teplem z VS4. Instalovaný výkon je 8MW, využívaný výkon 4MW, ve VS jsou protiproudé výměníky. Výstupní parametry média z VS jsou v zimě max. 105°C v létě max. 80°C. Provoz kotelny a VS je celoroční nepřetržitý 24 hodin/den. Teplonosná látka je mezi VS a objektem vedena dvoutrubkovými rozvody umístěnými v topném podzemním kolektoru.

#### C.1.4.5. Otopná soustava:

Rozvody tepla jsou přivedeny do objektu do vstupního podlaží do předávací místnosti. Topné médium je přivedeno do deskového výměníku přes filtr a dvoucestný regulační ventil s havarijní funkcí. Hlavní přívodní větev je rozdělena na dvě topné větve (východ a západ) a větev pro ohřev TV. Izolace rozvodů je skelnou vatou s ochrannou hliníkovou folií, místy je použita i návleková izolace mirelon. Lokálně chybí izolace rozvodů a zcela chybí izolace armatur. Horizontální rozvody topné vody jsou vedeny pod stropem suterénu vynášené posuvnými ocelovými závěsy kotvenými k suterénnímu stropu. Na horizontální rozvody jsou pak napojena jednotlivá stoupací potrubí. Na stoupacích rozvodech jsou osazeny kulové uzavírací a vypouštěcí armatury. Teplotní spád otopné soustavy je 90/70°C. Otopná tělesa v celém objektu jsou původní. V bytech pod okny článková litinová a hladká trubková v koupelnách, ve společných prostorách jsou článková litinová tělesa. Regulace je zajištěna termostatickými hlavicemi.



**Foto 2** Domovní předávací stanice Svážná 1

#### C.1.4.6. Příprava teplé užitkové vody:

Příprava TV je v předávací místnosti ve dvou dvoučlankových protiproudých sprážených výměnících voda/voda. Regulace výkonu výměníků je čtyřcestnou směšovací armaturou se servopohonem, s čidlem na výstupu TV z výměníků. TV je ohřívána na výstupní teplotu 55-60°C. Na cirkulačních rozvodech jsou osazeny dvě oběhová čerpadla (jedno je zálohové). Vzhledem k nepřetržitému provozu CZT není v objektu akumulční zásobník TV. Rozvody jsou původní ocelové, izolované plstěnou izolací.

#### C.1.4.7. Větrací systémy:

V objektu je osazeno centrální šachtové větrání pro odvod vzduchu. Jedním potrubím je odsáván vzduch z kuchyně od digestoře a druhým z koupelny a WC. Ostatní místnosti jsou odvětrány přirozeně okny. Okna jsou oproti původnímu stavu vyměněna za nová plastová s izolačním dvojsklem. Tato okna zapříčiňují zvýšenou těsnost objektu, která má vliv na přívod vzduchu infiltrací při šachtovém větrání. Je tedy zřejmé, že při zcela zavřených oknech, bez použití mikroventilace, nedosahuje šachtové větrání požadovaného výkonu. Předpokládaná intenzita výměny vzduchu je nyní  $n_{50} = 1,1$  za hodinu. Oproti tomu intenzita výměny vzduchu s předešlými dřevěnými zdvojenými okny byla okolo  $n_{50} = 5,5$  za hodinu.



**Foto 3** Zakončení šachtového větrání nad střechou

C.1.4.8. Měření a regulace v domovní předávací stanici:

2-cestný regulační ventil s havarijní funkcí pro ÚT, regulace dle ekvitemy a zvoleného režimu. 2-cestný regulační ventil s havarijní funkcí pro ohřev TV, regulace výstupní teploty na 55°C. Kulový kohout s pohonem pro doplňování do systému ÚT. Řízení oběhového čerpadla s plynulou regulací na okruhu ÚT. Hlídní statického tlaku v systému, přetopení systému. Hlídní výstupní teploty teplé vody. [24]



**Foto 4** Čerpadlo s plynulou regulací otáček na vratném potrubí UT vlevo a čerpadla na cirkulaci TV s tří stupňovou regulací otáček vpravo

#### C.1.4.9. Technologie a významné spotřebiče energie

V objektu jsou dva výtahy pro osobní přepravu. Jeden výtah je pro 4 osoby s příkonem motoru 3,5 kW a druhý pro 6 osob s motorem o příkonu 5 kW. Energie na provoz těchto zařízení do výpočtu energetické náročnosti budovy nijak nevstupuje.



**Foto 5** Strojovna výtahů na střeše objektu



## **C.2. PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**

## Protokol průkazu energetické náročnosti budovy

### Účel zpracování průkazu

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

### Základní informace o hodnocené budově

#### Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Svážná 393/1634 00 Brno-Nový Lískovec
Katastrální území:	Nový Lískovec
Parcelní číslo:	2546/1, 2546/2
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	předpokládané uvedení do provozu 1970-1980
Vlastník nebo stavebník:	Společenství vlastníků a bytové družstvo
Adresa:	Svážná 393/1, 634 00 Brno-Nový Lískovec, Stavební a bytové družstvo, Kapucínské náměstí 100/6, 60200 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 <sup>3</sup> )	17966
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	(m <sup>2</sup> )	4790
Objemový faktor tvaru budovy A/V	(m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	0,27
Celková energeticky vztažná plocha budovy A <sub>c</sub>	(m <sup>2</sup> )	6279

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 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	Plocha  A <sub>j</sub>	Součinitel prostupu tepla			Číselník teplotní redukce  b <sub>j</sub>	Měrná ztráta prostupem tepla  H <sub>T,j</sub>
		Vypočtená hodnota  U <sub>j</sub>	Referenční hodnota  U <sub>N,rq,j</sub>	Splněno		
	[m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]	(ano/ne)	-	[W/K]
stena panel 270	1906,0	0,77	0,30	-	1,00	1467,6
stena panel 270	425,5	0,77	0,30	-	1,00	327,6
stena panel 200	580,0	0,80	0,30	-	1,00	464,0
střeška	421,3	0,12	0,24	-	1,00	50,6
střeška	57,6	0,12	0,24	-	1,00	6,9
podlaha	478,9	0,90	0,45	-	0,49	211,2
okno 2	345,6	1,20	1,50	-	1,00	414,7
okno 2	28,8	1,20	1,50	-	1,00	34,6
okno 1	180,5	1,20	1,50	-	1,00	216,6
okno 3a	169,0	1,20	1,50	-	1,00	202,8
dvere 3b	120,0	1,20	1,50	-	1,00	144,0
dvere fr. 4	43,2	1,20	1,50	-	1,00	51,8
dvere hl. vstup 6	6,5	1,20	1,70	-	1,00	7,8
dvere S 8	3,8	1,20	1,70	-	1,00	4,6
dvere V 5	2,2	1,20	1,70	-	1,00	2,6
dvere strecha 10	2,0	2,80	1,70	-	1,00	5,5
dvere J 9	5,2	1,20	1,70	-	1,00	6,2
okno sklep 7	14,4	1,20	1,50	-	1,00	17,3
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	-	0,00	0,0
<b>Celkem</b>	4790,4	-	-	-	-	3636,5

**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). Platí pouze pro měněné prvky

**a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla**

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota (v režimu vytápění)	Objem zóny $V_i$	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny
	[°C]	[m <sup>3</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> .K)]
plochy bytů	20	13706,0	0,58
plochy společných prostor a komunikace	16	4260,0	0,50
Zóna není zadána	-	0,0	0,00
Zóna není zadána	-	0,0	0,00
Zóna není zadána	-	0,0	0,00
Zóna není zadána	-	0,0	0,00
Zóna není zadána	-	0,0	0,00
Zóna není zadána	-	0,0	0,00
Zóna není zadána	-	0,0	0,00
Zóna není zadána	-	0,0	0,00

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota $U_{em}$	Referenční hodnota $U_{em,R}$	Splněno
	$(U_{em} = H_T/A)$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	$(U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V)$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	(ano/ne)
	0,96	0,56	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	Energono- sitel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	(%)	(kW)	(%)	(%)	(%)
Referenční budova	x <sup>1)</sup>	x	x	x	80%	80%	85%
	Centrální výtopna Kamenný vrch Brno - DPS Svážná 1	CZT s 50% a nižším podílem OZE	100%	tepelný výkon výměníku tepla 280 kW	89%		
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0%		

Hodnocená budova	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0%	92%	90%
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0%		
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0%		
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0%		
						pozn. průměr pro celou budovu stanovený ze zón	

Poznámka: <sup>1)</sup> symbol x znamená, že není nastaven požadavek na referenční hodnotu,

**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
	(-)	(-)	(-)	(ano/ne)
	Centrální výtopna Kamenný vrch Brno - DPS Svážná 1	0,99	0,80	ano
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní

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 systému chlazení	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	2,7 a 0,5	85%	85%
Hodnocená budova	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0,00	0%	0%
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0,00		
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0,00		
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0,00		
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0,00		
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není zadáno	0,00		
						pozn. průměr pro celou budovu stanovený ze zón	

**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)
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní
	0,00	0,00	0,00	není relevantní

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	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Jmenovitý objemový průtok čerstvého větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru/v entilátorů systému nuceného větrání $SFP_{ahu}$
	(-)	(-)	(kW)	(kW)	(kW)	(m <sup>3</sup> /hod)	(m <sup>3</sup> /hod)	(W.s/m <sup>3</sup> )
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	
Hodnocená budova	0	není uveden typ zdroje	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	0	0	0
	0	není uveden typ zdroje	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	0	0	0
	0	není uveden typ zdroje	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	0	0	0
	0	není uveden typ zdroje	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	0	0	0
	0	není uveden typ zdroje	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	0	0	0



**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 $\eta_{W,gen}$	Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztažená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztažená k délce rozvodů teplé vody $Q_{W,dis}$
	(-)	(-)	(%)	(kW)	(litry)	(%)	(Wh/l.den)	(Wh/m.den)
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	
Hodnocená budova	Centrální výtopna Kamenný vrch Brno - DPS Svážná 1	CZT s 50% a nižším podílem OZE	100%	Tepelný výkon výměníku tepla 220kW	není uvedeno	98%	není uvedeno	152
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno
	0,00	není uveden typ zdroje	0%	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno

**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
	(-)	(%)	(%)	(ano/ne)
Hodnocená budova/zóna	Centrální výtopna Kamenný vrch Brno - DPS Svážná 1	98%	85%	ano
	0,00	0%	0%	není relevantní
	0,00	0%	0%	není relevantní
	0,00	0%	0%	není relevantní
	0,00	0%	0%	není relevantní
	0,00	0%	0%	není relevantní
	0,00	0%	0%	není relevantní
	0,00	0%	0%	není relevantní

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	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	
	(-)	(kW)	
Referenční budova	x	x	
Zóna 1	převážně žárovkové osvětlení	není uvedeno	
Zóna 2	převážně žárovkové osvětlení	není uvedeno	
Zóna 3	není uvedeno	není uvedeno	
Zóna 4	není uvedeno	není uvedeno	
Zóna 5	není uvedeno	není uvedeno	
Zóna 6	není uvedeno	není uvedeno	
Zóna 7	není uvedeno	není uvedeno	
Zóna 8	není uvedeno	není uvedeno	
Zóna 9	není uvedeno	není uvedeno	
Zóna 10	není uvedeno	není uvedeno	

### Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP <sub>H</sub>	Chlazení EP <sub>C</sub>	Nucené větrání EP <sub>F</sub>	Příprava teplé vody EP <sub>W</sub>	Osvětlení EP <sub>L</sub>	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
						Pro budovu	Pro budovu i dodávku mimo budovu
plochy bytů	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
plochy společných prostor	<input checked="" type="checkbox"/>	nikace <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
není zóna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.		(kWh/rok)	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)	211517	382560	0	0	-	-	-	-	127721	127721	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	(kWh/rok)	388818	466696	0	0	0	0	-	-	165716	133724	40690	17719
(3)	Pomocná energie	(kWh/rok)	461	461	0	0	0	0	-	-	662	1018	0	0

(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3)	(kWh/rok)	389279	467157	0	0	0	0	-	-	154787	134742	40690	17719
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m <sup>2</sup>	(kWh/(m <sup>2</sup> .rok))	62,0	74,4	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	24,7	21,5	6,5	2,8

## c) výroba energie umístěná v budově, na budově nebo na pomocných objektech

Typ výroby	Využitelnost vyrobené energie	Vyrobená energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
jednotky		(kWh/rok)	(-)	(-)	(kWh/rok)	(kWh/rok)
Fotovoltaické panely EP <sub>PV</sub> - elektřina	Budova	x	x	x	x	x
	Dodávka mimo budovu	0	-3,2	-3	0	0
Solární termické systémy Q <sub>H,sc,sys</sub> - teplo	Budova	0	1	0	0	0
	Dodávka mimo budovu	x	x	x	x	x

## 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)
Zemní plyn	0	1,1	1,1	0	0
Černé uhlí	0	1,1	1,1	0	0
Hnědé uhlí	0	1,1	1,1	0	0
Propan-butan/LPG	0	1,2	1,2	0	0
Topný olej	0	1,2	1,2	0	0
Elektřina	19198	3,2	3	61435	57595
Dřevěné peletky	0	1,2	0,2	0	0
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0	1,1	0,1	0	0
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0	1	0	0	0
Elektřina - dodávka mimo budovu	0	-3,2	-3	0	0

Teplota - dodávka mimo budovu	0	-1,1	-1	0	0
CZT s vyšším než 80% podílem OZE	0	1,1	0,1	0	0
CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE	0	1,1	0,3	0	0
CZT s 50% a nižším podílem OZE	600421	1,1	1	660463	600421
Ostatní neuvedené energonositele	0	1,2	1,2	0	0
<b>Celkem</b>	<b>619619</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>721898</b>	<b>658016</b>

**e) požadavek na celkovou dodanou energii**

(6)	Referenční budova	(kWh/rok)	584756	Splněno (ano/ne)	ne
(7)	Hodnocená budova		619619		
(8)	Referenční budova	(kWh/m <sup>2</sup> .rok)	93,1		
(9)	Hodnocená budova		98,7		

**f) požadavek na neobnovitelnou primární energii**

(10)	Referenční budova	(kWh/rok)	700996	Splněno (ano/ne)	ano
(11)	Hodnocená budova		658016		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m2)	(kWh/m <sup>2</sup> )	111,6		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m2)		104,8		

**g) primární energie hodnocené budovy**

(14)	celková primární energie	(kWh/rok)	721898
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	(kWh/rok)	63882
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	(%)	9%

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

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

### Doporučená technicky a ekonomicky vhodná 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)
<u>Stavební prvky a konstrukce budovy:</u>	-	0	0
	-	0	0
<u>Technické systémy budovy:</u>	Dílčí dodaná energie (MWh/rok)	0	0
vytápění	0,00	0	0
chlazení	0,00	0	0
větrání	0,00	0	0
úprava vlhkosti vzduchu	0,00	0	0
příprava teplé vody	0,00	0	0
osvětlení	0,00	0	0
<u>Obsluha a provoz systémů budovy:</u>	-	0	0
	-	0	0
<u>Ostatní:</u>	-	0	0
	-	0	0

Opatření	Posouzení proveditelnosti			Ostatní:
	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	není uvedeno
Technická vhodnost	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno
Funkční vhodnost	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno
Ekologická vhodnost	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno	není uvedeno
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	není uvedeno			
Datum vypracování doporučených opatření	není uvedeno			
Zpracovatel analýzy	není uvedeno			
Energetický posudek	energetický posudek je součástí analýzy		není uvedeno	
	datum vypracování energetického posudku		není uvedeno	
	zpracovatel energetického posudku		není uvedeno	

### Závěrečné hodnocení energetického specialisty

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

**Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz**

Jméno a příjmení:	František Hartman
Číslo oprávnění MPO:	nevyplněno
Podpis energetického specialisty:	

**Datum vypracování průkazu**

Datum vypracování průkazu	1. březen 2015
---------------------------	----------------



# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/20013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: **Svážná 393/1634 00 Brno-Nový Lískovec**  
 PSČ, místo:  
 Typ budovy: **Bytový dům**  
 Plocha obálky budovy: **4790** m<sup>2</sup>  
 Objemový faktor tvaru A/V: **0,27** m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>  
 Celková energeticky vztažná plocha: **6279** m<sup>2</sup>

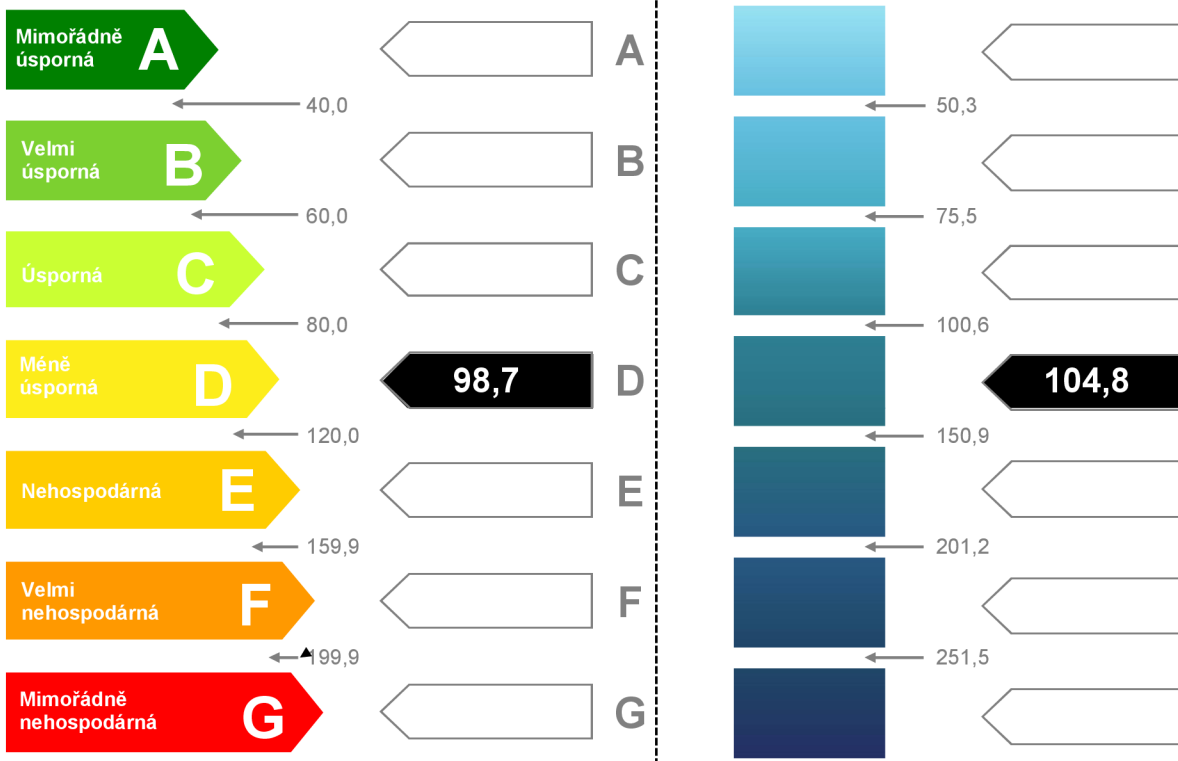


## ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

**Celková dodaná energie**  
(Energie na vstupu do budovy)

**Neobnovitelná primární energie**  
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m<sup>2</sup>.rok)



Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

**619,62**

**658,02**

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ		Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu ma energetickou náročností je znázorněn šipkou
Opatření pro	Stanovena	
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>	
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>	
Střechu:	<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"/>	

**Doporučení**

### PODÍL ENERGOISITELŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu  
MWh/rok

<span style="color: blue;">■</span> Zemní plyn
<span style="color: black;">■</span> Černé uhlí
<span style="color: brown;">■</span> Hnědé uhlí
<span style="color: blue;">■</span> Propan-butan/LPG
<span style="color: pink;">■</span> Topný olej
<span style="color: red;">■</span> Elektřina
<span style="color: yellow;">■</span> Dřevěné peletky
<span style="color: green;">■</span> Kusové dřevo, dřevní štěpka
<span style="color: yellow;">■</span> Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)
<span style="color: purple;">■</span> Elektřina - dodávka mimo budovu
<span style="color: lightblue;">■</span> Teplo - dodávka mimo budovu
<span style="color: orange;">■</span> CZT s vyšším než 80% podílem OZE
<span style="color: lightblue;">■</span> CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE
<span style="color: red;">■</span> CZT s 50% a nižším podílem OZE
<span style="color: lightgreen;">■</span> Ostatní neuvedené energonositele

### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	$U_{em} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	Dílčí dodaná energie			Měrné hodnoty kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)		
Mimořádně úsporná	A						2,8
	B						
	C					21,5	
	D						
	E	74,4					
	F	0,959					
Mimořádně neehospodárná	G						
<b>Hodnoty pro celou budovu</b> MWh/rok		<b>467,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>134,7</b>	<b>17,7</b>

<b>Zpracovatel:</b>	František Hartman	<b>Osvědčení č.:</b>	nevyplněno
<b>Kontakt:</b>	František Hartman Mendlovo náměstí 15b 603 00 Brno	<b>Vyhotoveno dne:</b>	1. březen 2015
		<b>Podpis:</b>	

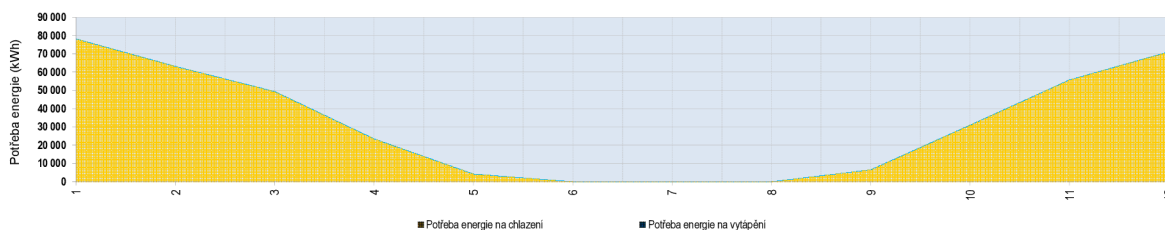
Příloha NKN - doplnění PENB												
Hodnocení energetické náročnosti budov - analýza energetických potřeb												
Budova:		Bytový dům - Svážná										
Adresa:		Svážná 393/1634 00 Brno-Nový Lískovec										
Stavebník/Vlastník:		Společenství vlastníků a bytové družstvo										
Základní geometrické údaje:												
Energeticky vztažná plocha		6 279,0										m <sup>2</sup>
Celkový vnější objem budovy		17 966,0										m <sup>3</sup>
Ochlazovaná plocha obálky budovy		4 790,4										m <sup>2</sup>
Objemový faktor tvaru budovy A/V		0,27										m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
A. Hodnocení ukazatelů energetické náročnosti podle vyhlášky 78/2013 Sb.												
Budova je hodnocena jako:		Změna dokončené budovy po 1.1.2015										
Typ budovy:		Bytový dům										
A.1. Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy												
	Zóna	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10	Budova
Hodnocená budova	U <sub>em</sub>	(W/m <sup>2</sup> .K)	1,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,96
Referenční budova	U <sub>em,R</sub>	(W/m <sup>2</sup> .K)	0,58	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
Ref budova- klasifikace	U <sub>em,R,klas</sub>	(W/m <sup>2</sup> .K)	0,45									
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		1,72										
Splnění požadavku ukazatele EN:		Ne, požadavek není splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:		F - Velmi nevhodná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.												
A.2. Celková dodaná energie do budovy												
		kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok		Dílič dodaná energie - porovnání:							
Hodnocená budova	Q <sub>fuel</sub>	619619,0	98,7									
Referenční budova	Q <sub>fuel,R</sub>	584755,9	93,1									
Ref budova- klasifikace	Q <sub>fuel,R,klas</sub>	502112,7										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		1,06										
Splnění požadavku ukazatele EN:		Ne, požadavek není splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:		D - Méně úsporná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.												
A.3. Neobnovitelná primární energie												
		kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok		Neobnovitelná primární energie - porovnání:							
Hodnocená budova	EnP	658015,9	104,8									
Referenční budova	EnP <sub>R</sub>	700995,9	111,6									
Ref budova- klasifikace	EnP <sub>R,klas</sub>	631768,7										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		0,94										
Splnění požadavku ukazatele EN:		Ano, požadavek splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:		D - Méně úsporná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 78/2013 Sb.												
B. Hodnocení doplňujících ukazatelů												
B.1. Dílič dodaná energie na vytápění												
		kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok		Hodnocená budova							
Hodnocená budova	E <sub>H</sub>	467157,4	74,4									
Referenční budova	E <sub>H,R</sub>	389279,4	62,0									
Ref budova- klasifikace	E <sub>H,R,klas</sub>	306636,2										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		1,52										
Třída energetické náročnosti:		E - Nevhodná										
B.2. Dílič dodaná energie na chlazení												
		kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok		Referenční budova							
Hodnocená budova	E <sub>C</sub>	0,0	0,0									
Referenční budova	E <sub>C,R</sub>	0,0	0,0									
Ref budova- klasifikace	E <sub>C,R,klas</sub>	0,0										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		-										
Třída energetické náročnosti:		Nehodnoceno										
B.3. Dílič dodaná energie na větrání												
		kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok		Rozdělení celkové dodané energie:							
Hodnocená budova	E <sub>V</sub>	0,0	0,0									
Referenční budova	E <sub>V,R</sub>	0,0	0,0									
Ref budova- klasifikace	E <sub>V,R,klas</sub>	0,0										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		-										
Třída energetické náročnosti:		Nehodnoceno										
B.4. Dílič dodaná energie na přípravu teplé vody												
		kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok		Rozdělení celkové dodané energie:							
Hodnocená budova	E <sub>W</sub>	134742,2	21,5									
Referenční budova	E <sub>W,R</sub>	154787,0	0,0									
Ref budova- klasifikace	E <sub>W,R,klas</sub>	154787,0										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		0,87										
Třída energetické náročnosti:		C - úsporná										
B.5. Dílič dodaná energie na osvětlení												
		kWh/rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok		Rozdělení celkové dodané energie:							
Hodnocená budova	E <sub>L</sub>	17719,4	2,8									
Referenční budova	E <sub>L,R</sub>	40689,6	6,5									
Ref budova- klasifikace	E <sub>L,R,klas</sub>	40689,6										
Klasifikační ukazatel ER pro Uem:		0,44										
Třída energetické náročnosti:		A - Mimořádně úsporná										

**C. Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy**

**C.1. Energetická bilance na úrovni budovy podle ČSN EN 13790**

	Parametr	jednotky	Hodnocená budova	Referenční budova
<b>režim vytápění</b>				
potřeba energie na vytápění	$Q_{H,rd}$	kWh/rok	<b>382 560</b>	211 517
solární tepelné zisky	$Q_{H,gn,rd}$	kWh/rok	<b>146 914</b>	97 566
vnitřní tepelné zisky	$Q_{gn,int}$	kWh/rok	<b>88 675</b>	133 821
celkové tepelné zisky	$Q_{H,gn}$	kWh/rok	<b>235 589</b>	231 386
celkové množství přeneseného tepla větráním	$Q_{H,v}$	kWh/rok	<b>125 059</b>	125 059
celkové množství přeneseného tepla prostupem	$Q_{H,tr}$	kWh/rok	<b>560 029</b>	378 168
<b>režim chlazení</b>				
potřeba energie na chlazení	$Q_{C,rd}$	kWh/rok	<b>0</b>	0
solární tepelné zisky	$Q_{C,gn,rd}$	kWh/rok	<b>271 123</b>	36 074
vnitřní tepelné zisky	$Q_{gn,int}$	kWh/rok	<b>88 675</b>	133 821
celkové tepelné zisky	$Q_{C,gn}$	kWh/rok	<b>359 798</b>	169 895
celkové množství přeneseného tepla větráním	$Q_{C,v}$	kWh/rok	<b>160 407</b>	160 407
celkové množství přeneseného tepla prostupem	$Q_{C,tr}$	kWh/rok	<b>766 767</b>	515 119
<b>dičí parametry</b>				
průměrný součinitel prostupu tepla	$U_{em}$	W/m <sup>2</sup> .K	<b>0,96</b>	0,56
<b>Tepelná ztráta budovy</b>				
	$Q_c$	kW	<b>201,5</b>	

**Graf: Potřeba energie na vytápění a chlazení podle ČSN EN ISO 13790**



		leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	CELKEM
Vytápění	kWh	78 137	63 094	49 291	23 491	4 242	0	0	0	6 531	30 963	55 788	71 023	<b>382 560</b>
Chlazení	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

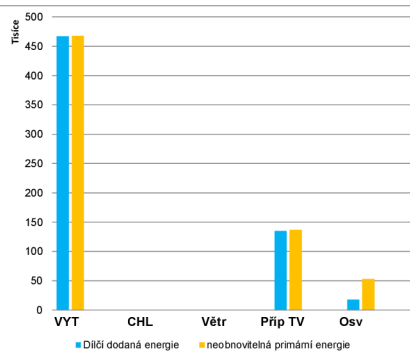
**Poznámka:**

Roční potřeba tepla na vytápění zahrnuje potřebu energie na vytápění bez vlivu energetických systémů budovy (např. systému vytápění, apod.), v případě nuceného větrání je uvažován pouze systém mechanického větrání. Vliv ostatních energetických systémů není v hodnotě výsledku potřeby tepla na vytápění zohledněn - jako je tomu u hodnocení energetické náročnosti budov podle vyhlášky MPO č. 78/2013 Sb. Výpočet probíhá na základě okrajových podmínek daných zvolenou klimatickou oblastí a okrajových podmínek uvedených v profilu standardizovaného užívání pro danou zónu. Výpočet nelze považovat ve shodě s okrajovými podmínkami uvedenými v TNI 73 0329 a TNI 73 0330. Výpočet je založen na okrajových podmínkách TNI 730331.

**C.2. Energetická bilance na úrovni systémů podle požadavků vyhlášky 78/2013 Sb.**

	Parametr	jednotky	Hodnocená budova	Referenční budova
<b>Obecně - ukazatele energetické náročnosti</b>				
Celková dodaná energie	$Q_{fuel}$	kWh/rok	<b>619 619</b>	584 756
Neobnovitelná primární energie	$EnP$	kWh/rok	<b>658 016</b>	700 996
Celková primární energie	$EP$	kWh/rok	<b>721 898</b>	-
<b>Dičí dodaná energie, neobnovitelná primární energie</b>				
Dičí dodaná energie na vytápění	$E_H$	kWh/rok	<b>467 157</b>	389 279
Neobnovitelná primární energie na vytápění	$EnP_H$	kWh/rok	<b>468 080</b>	416 211
Dičí dodaná energie na chlazení	$E_C$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Neobnovitelná primární energie na chlazení	$EnP_C$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Dičí dodaná energie na větrání	$E_V$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Neobnovitelná primární energie na větrání	$EnP_V$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Dičí dodaná energie na přípravu teplé vody	$E_W$	kWh/rok	<b>134 742</b>	154 787
Neobnovitelná primární energie na přípravu TV	$EnP_W$	kWh/rok	<b>136 778</b>	166 378
Dičí dodaná energie na osvětlení	$E_L$	kWh/rok	<b>17 719</b>	40 690
Neobnovitelná primární energie na osvětlení	$EnP_L$	kWh/rok	<b>53 158</b>	118 407
<b>Produkcce energie</b>				
Produkcce energie solárním systémem	$E_{sol}$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Produkcce energie PV systémem	$E_{PV}$	kWh/rok	<b>0</b>	0
<b>Vypočtená spotřeba energie</b>				
Vypočtená spotřeba energie na vytápění	$Q_H$	kWh/rok	<b>466 696</b>	388 818
Vypočtená spotřeba energie na chlazení	$Q_C$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Vypočtená spotřeba energie na větrání	$Q_V$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Vypočtená spotřeba energie na přípravu TV	$Q_W$	kWh/rok	<b>133 724</b>	165 716
Vypočtená spotřeba energie na osvětlení	$E_L$	kWh/rok	<b>17 719</b>	40 690
<b>Pomocná energie</b>				
Pomocná energie pro vytápění	$W_{H,aux}$	kWh/rok	<b>461</b>	461
Pomocná energie pro chlazení	$W_{C,aux}$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Pomocná energie pro větrání	$W_{V,aux}$	kWh/rok	<b>0</b>	0
Pomocná energie pro přípravu TV	$W_{W,aux}$	kWh/rok	<b>1 018</b>	662

**Graf: Dičí dodaná energie, neobnovitelná primární energie pro hodnocenou budovu**



**C.3 Hodnocená budova - Dílčí dodaná energie**

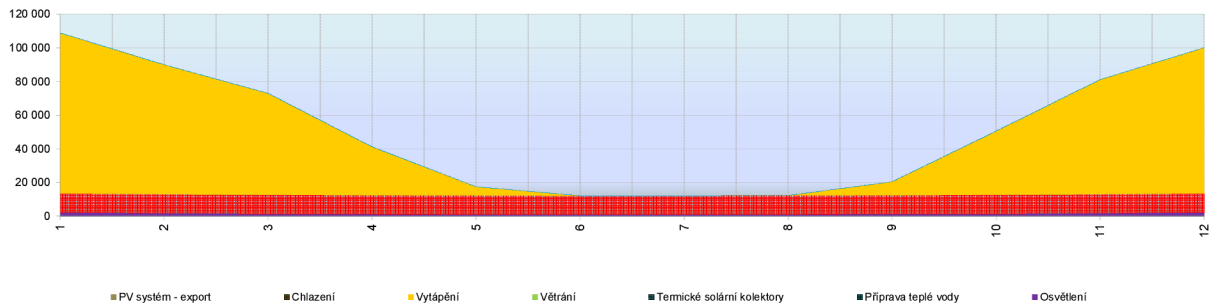
**Dílčí dodaná energie**

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	Celkem
Vytápění	95 418	77 040	60 193	28 685	5 180	0	0	0	7 975	37 811	68 124	86 731	<b>467 157</b>
Chlazení	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Větrání	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Příprava teplé vody	11 236	11 199	11 236	11 223	11 236	11 223	11 236	11 236	11 223	11 236	11 223	11 236	<b>134 742</b>
Osvětlení	2 244	1 846	1 536	1 255	1 034	960	960	1 034	1 285	1 521	1 831	2 215	<b>17 719</b>
<b>Celkem</b>	<b>108 898</b>	<b>90 085</b>	<b>72 964</b>	<b>41 164</b>	<b>17 449</b>	<b>12 183</b>	<b>12 195</b>	<b>12 269</b>	<b>20 483</b>	<b>50 567</b>	<b>81 179</b>	<b>100 182</b>	<b>619 619</b>

**Započítatelná produkce energie:**

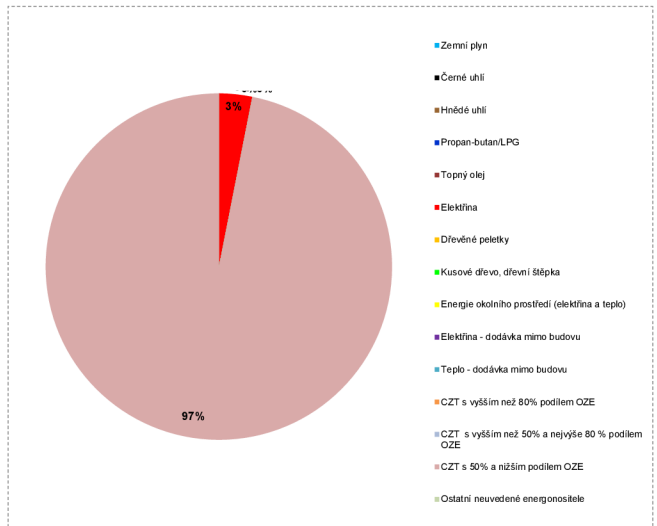
PV systém - export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>
Termické solární kolektory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>0</b>

Graf: Dílčí dodané energie podle požadavků vyhlášky 78/2013 Sb.



**Hodnocená budova - celková dodaná energie rozdělení po energonositelích**

Ergonositel	Dílčí dodaná energie
Zemní plyn	0 kWh/rok
Černé uhlí	0 kWh/rok
Hnědé uhlí	0 kWh/rok
Propan-butan/LPG	0 kWh/rok
Topný olej	0 kWh/rok
Elektrina	19 198 kWh/rok
Dřevěné peletky	0 kWh/rok
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0 kWh/rok
Energie okolního prostředí (elektrina a teplo)	0 kWh/rok
Elektrina - dodávka mimo budovu	0 kWh/rok
Teplo - dodávka mimo budovu	0 kWh/rok
CZT s vyšším než 80% podílem OZE	0 kWh/rok
CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80 % podílem OZE	0 kWh/rok
CZT s 50% a nižším podílem OZE	600 421 kWh/rok
Ostatní neuvedené energonositele	0 kWh/rok



D. Okrajové podmínky výpočtu													
D.1. Okrajové podmínky zón													
Parametry profilu standardizované užívání zóny pro výpočetní model		Bytový dům – obytné prostory	Bytový dům – společné prostory	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parametry zóny		Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
Vnější objem zóny	m <sup>3</sup>	13706,0	4260,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vnitřní objem zóny (vnější objem zóny - podíl vnitřních a obvodových konstrukcí)	m <sup>3</sup>	11650,1	3834,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Energeticky vztažná plocha (z vnějších rozměrů)	m <sup>2</sup>	4764,0	1515,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Užitná plocha zóny (plocha stanovená z vnitřních rozměrů)	m <sup>2</sup>	4152,0	1398,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
m <sup>2</sup> podlahové plochy na osobu	m <sup>2</sup> /os	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Počet osob v zóně	os	133,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Provoz zóny		Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
Začátek provozu zóny	hodina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Konec provozu zóny	hodina	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Provozní doba užívání zóny	h	24	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Počet provozních dní	d	365	365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vytápění zóny		Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
Vnitřní teplota pro režim vytápění	°C	20	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vnitřní teplota pro režim vytápění mimo provoz	°C	18	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Účinnost sdílení tepla mezi vytápěnou zónou a systémem vytápění	%	90%	90%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Účinnost rozvodů tepla pro vytápění	%	92%	92%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Typ zdroje tepla	Účinnost zdroje tepla	COP tepelného čerpadla	Pokrytí potřeby energie										
			budova	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10
1 - Centrální vytápna Kamenný vrch Brno - DPS Svážná 1	99%	není TČ	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chlazení zóny		Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
		ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Vnitřní teplota pro režim chlazení	°C	22	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vnitřní teplota pro režim chlazení mimo provoz	°C	26	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Účinnost sdílení tepla mezi chlazenou zónou a systémem chlazení	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Účinnost rozvodů tepla pro chlazení	%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Typ zdroje chladu	Účinnost zdroje chladu	EER zdroje chladu	Pokrytí potřeby energie										
			budova	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10
1 -	100%	0,00	0%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nucené větrání zóny		Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
		ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Minimální tok větracího vzduchu	m <sup>3</sup> /h/mj.	25	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Měrná jednotka - kritérium pro množství vzduchu	mj	osoby	plocha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Přiváděné množství čerstvého větracího vzduchu Ve	m <sup>3</sup> /h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Typ větracího systému	Účinnost ZZT	Cirkulace	SFP	Ve	Vp								
						%	%	W.s/m3	m3/h	m3/h			
1 -	0%	0%	0	0	0								
2 -	0%	0%	0	0	0								
3 -	0%	0%	0	0	0								
4 -	0%	0%	0	0	0								
5 -	0%	0%	0	0	0								
Přirozené větrání		ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano	ano
Intenzita větrání	1/h	0,30	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Přiváděné množství čerstvého větracího vzduchu Ve	m <sup>3</sup> /h	3495	383	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intenzita výměny vzduchu při 50Pa	1/h	1,1	1,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Součinitel zatížení větrem	-	0,08	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky		Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
Tepelné zisky z osob	W/m <sup>2</sup>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Časový podíl přítomnosti osob	-	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Tepelné zisky z vybavení	W/m <sup>2</sup>	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Časový podíl doby provozu vybavení	-	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Osvětlení		Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
Doba využití denního světla za rok	h	1600	1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doba využití bez denního světla za rok	h	1200	800	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Měrná roční spotřeba elektriny na osvětlení	kWh/m <sup>2</sup>	4,16666667	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Průměrná osvětlenost zóny	lx	100	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rovnoměrnost osvětlení zóny	%	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Účinnost přeměny tepelných zisků z osvětlení	%	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

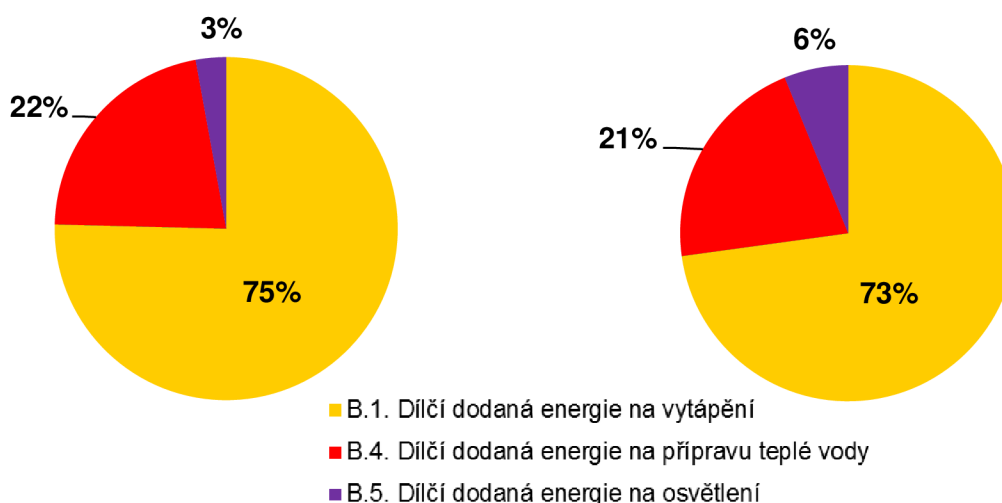


### C.3. Výpočtové varianty PENB

#### C.3.1. Zahrnutí spotřeby elektrických spotřebičů do celkové energetické bilance

Důležitým poznatkem při zpracování PENB je fakt, že v celkové dodané energii není zahrnuta elektřina pro domácí spotřebiče a vnitřní vybavení. V případě kalkulace celkových nákladů na provoz bytu, či celého bytového domu je vhodné tuto hodnotu připočítat k vypočtené spotřebě. Dle TNI 730329 se potřeba elektrické energie na domácí spotřebiče a umělé osvětlení pro rodinné a bytové domy uvažuje jednotně hodnotou 800 kWh na osobu a rok. Ve výpočtovém programu NKN byla počítána potřeba energie na domácí spotřebiče pomocí hodnoty 4 kWh/m<sup>2</sup> za rok.

Započítání domácích spotřebičů a vnitřního vybavení ovlivní především celkovou dodanou energii, dále neobnovitelnou primární a celkovou primární energii.

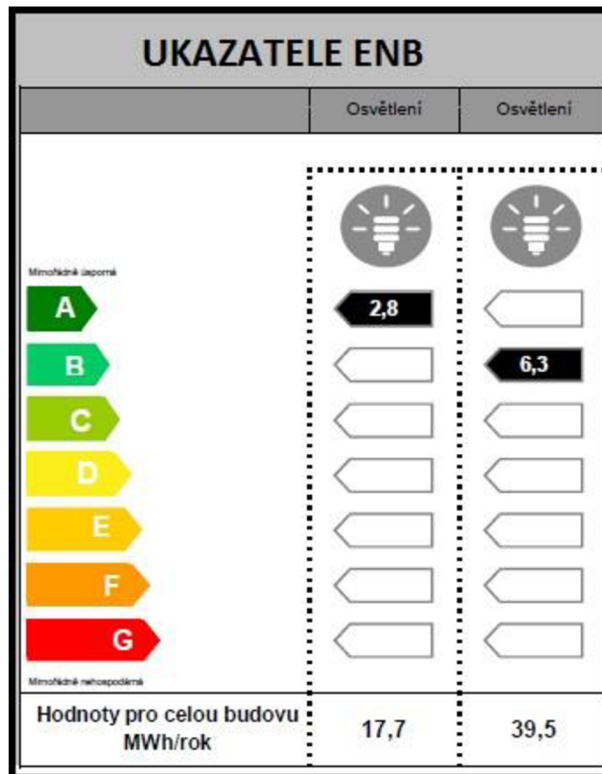


	Bez spotřebičů [MWh/rok]	Se spotřebiči [MWh/rok]	Navýšení
$Q_{fuel}$ Celková dodaná energie	619,6	641,4	3,5 %
$EnP$ Neobnovitelná primární energie	658,0	723,5	10,0 %
$EP$ Celková primární energie	722,0	791,7	9,7 %
$E_L$ Vypočtená spotřeba energie na osvětlení	17,7	39,5	123,0 %

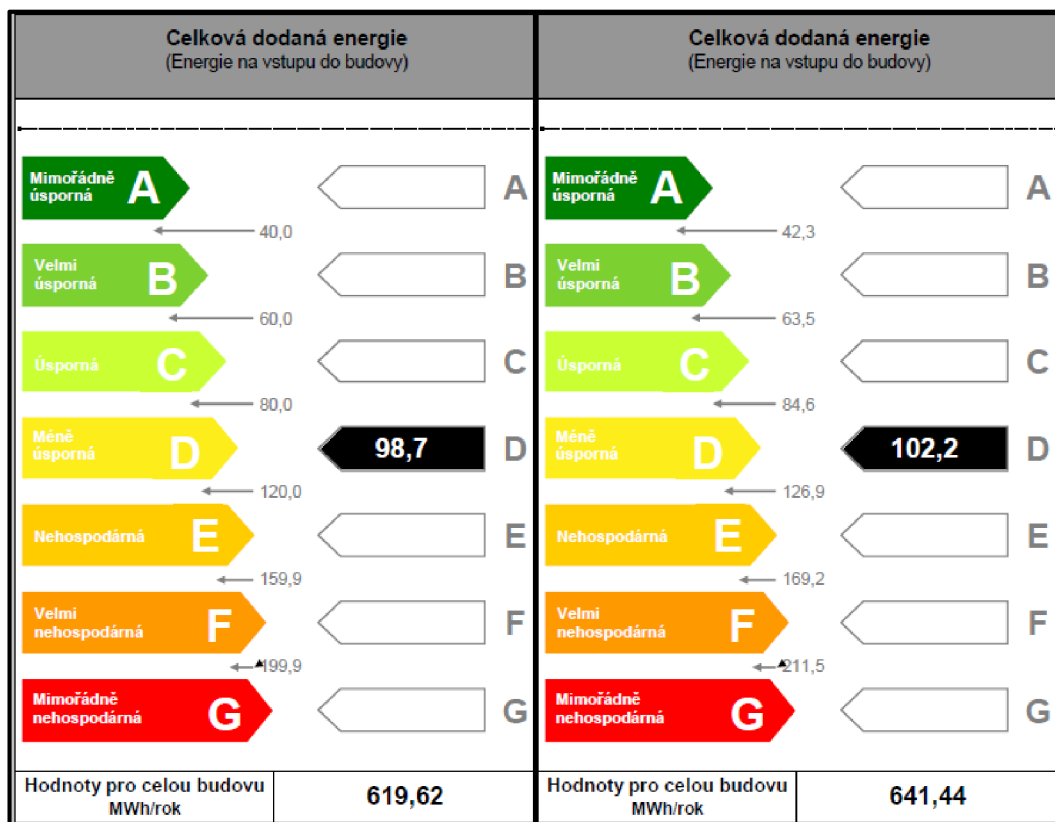
**Tab. 10** Tabulka navýšení energetické bilance při započítání spotřebičů

U hodnocené budovy Svážná 1 má započítání spotřeby energie domácích spotřebičů velký vliv na výslednou hodnotu dílčí dodané energie na osvětlení. Právě dle dílčí dodané energie na osvětlení se budova posune z třídy A do třídy B. (**Obr. 19**) Na zatřídění ENB dle celkové dodané energie vliv zahrnutí spotřebičů nemá. (**Obr. 20**)





**Obr. 19** Porovnání dílčí dodané energie na osvětlení bez zahrnutí spotřebičů vlevo a se spotřebiči vpravo



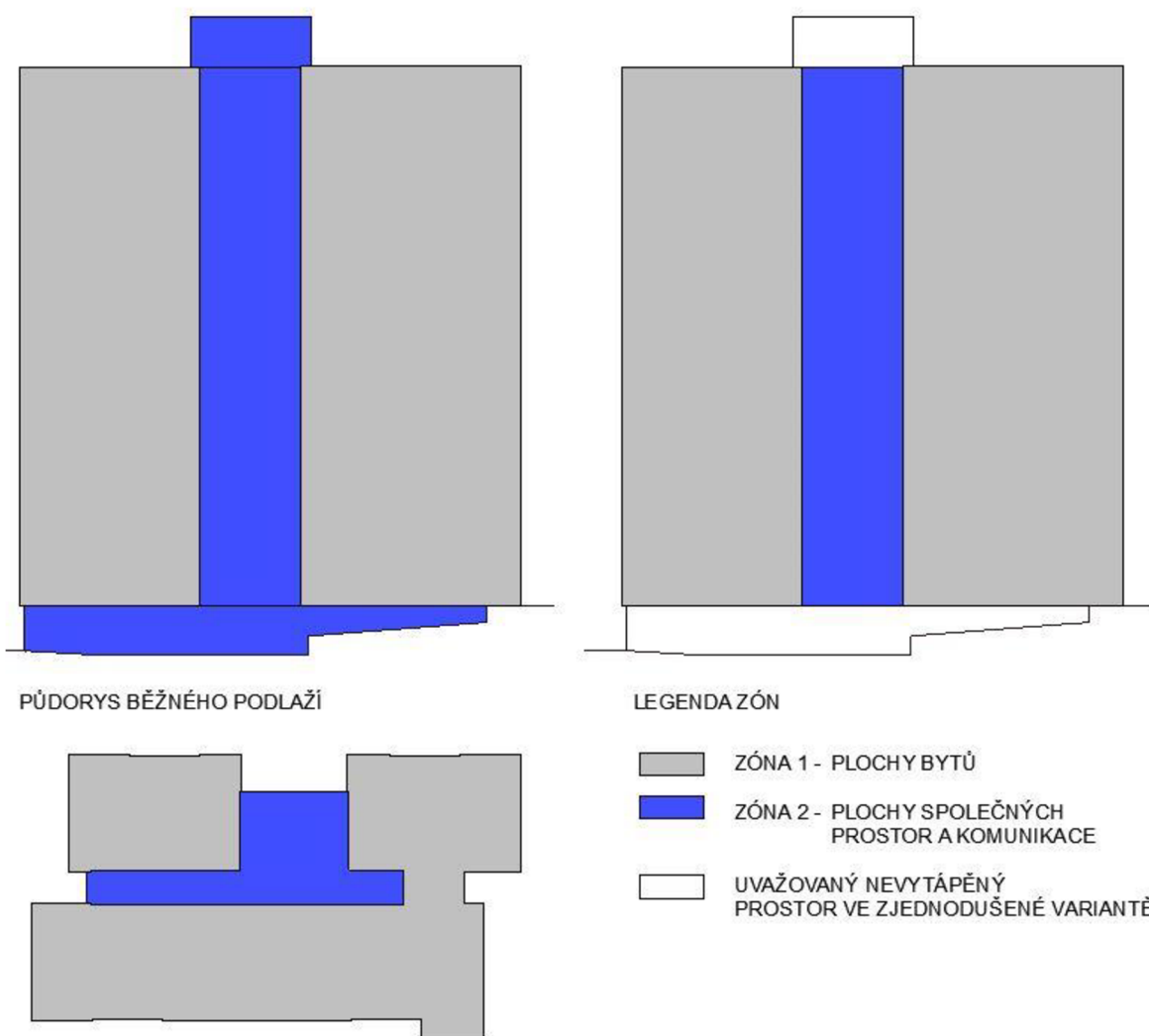
**Obr. 20** Porovnání celkové dodané energie a zařídění budovy bez zahrnutí spotřebičů vlevo a se spotřebiči vpravo

### C.3.2. Energetické hodnocení budovy Svážná 1 se suterénem a strojovnou výtahu jako nevytápěnými prostory

Možnou variantou výpočtu energetického hodnocení budovy Svážná 1 je uvažování vstupního podlaží suterénu a strojovny na střeše jako nevytápěného prostoru (varianta 2). Tato varianta je jednodušší na výpočet, protože se nezapočítávají vstupy do objektu, které jsou z každé světové strany, dále se nezapočítávají okna v suterénu a celkově se zmenší objem a plochy zóny č. 2.

#### SCHÉMA VARIACE ZÓNOVÁNÍ

POHLED VÝCHODNÍ

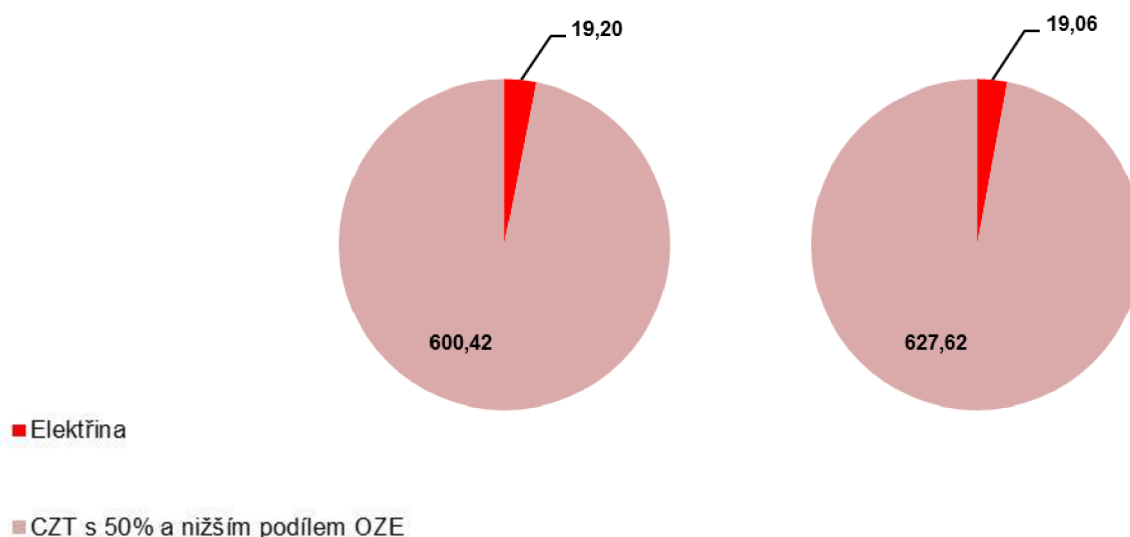


**Obr. 21** Schéma variace zónování posuzovaného objektu, vlevo varianta 1 podrobná a vpravo varianta 2 zjednodušená

Ve zmíněné zjednodušené variantě vycházejí ukazatele energetické náročnosti vyšší. Odlišnost není nijak zásadní a při zvážení pracnosti výpočtu se započítáním suterénu a strojovny jako vytápěného prostoru se tento postup jeví jako příhodnější.

V praxi se některé výpočty energetických specialistů liší až o 10 %. U zjednodušené varianty 2 je však odlišnost výsledků do 5%.

	Varianta 1 [MWh/rok]	Varianta 2 [MWh/rok]	Navýšení
$Q_{fuel}$ Celková dodaná energie	619,6	646,7	4,4 %
EnP Neobnovitelná primární energie	658,0	684,8	4,1 %
EP Celková primární energie	722,0	751,4	4,1 %
$Q_{H,Tr}$ Celkové množství přeneseného tepla prostupem v režimu vytápění	560,0	577,7	3,0 %



**Tab. 11** Odlišnost v energetické bilanci u varianty 1 a varianty 2 [MWh/rok]

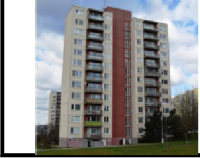
### Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy



**Obr. 22** Odlišnost v průměrném součiniteli prostupu tepla obálkou budovy pro variantu 1 nahoře a variantu 2 dole [W/m<sup>2</sup>.K]

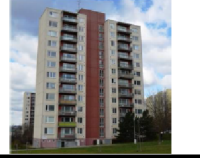
### PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

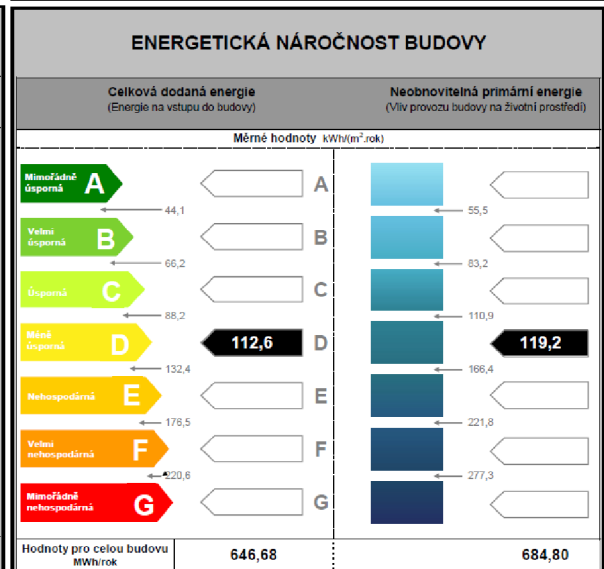
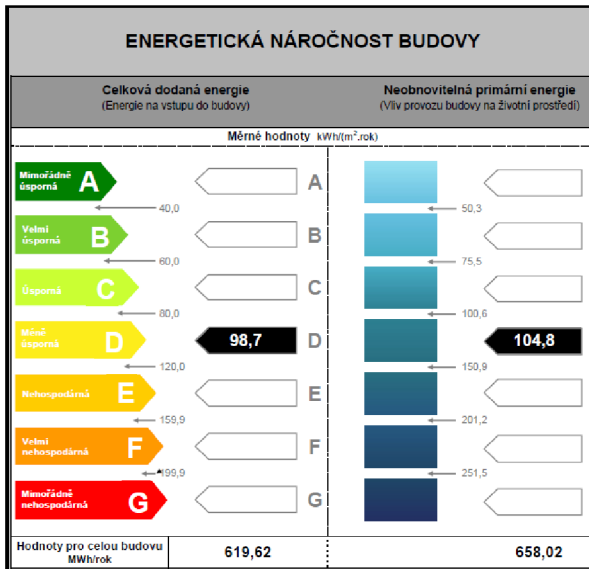
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/20013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Svážná 393/1634 00 Brno-Nový Lískovec	
PSČ, místo:	
Typ budovy: Bytový dům	
Plocha obálky budovy: 4790 m <sup>2</sup>	
Objemový faktor tvaru AV: 0,27 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	
Celková energeticky vztážená plocha: 6279 m <sup>2</sup>	

### PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/20013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Svážná 393/1634 00 Brno-Nový Lískovec	
PSČ, místo:	
Typ budovy: Bytový dům	
Plocha obálky budovy: 4547 m <sup>2</sup>	
Objemový faktor tvaru AV: 0,28 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	
Celková energeticky vztážená plocha: 5743 m <sup>2</sup>	



**Obr. 23** Odlišnost v průkazu energetické náročnosti budovy varianty 1 a 2

### C.3.3. Vliv intenzity větrání okny na výpočet PENB

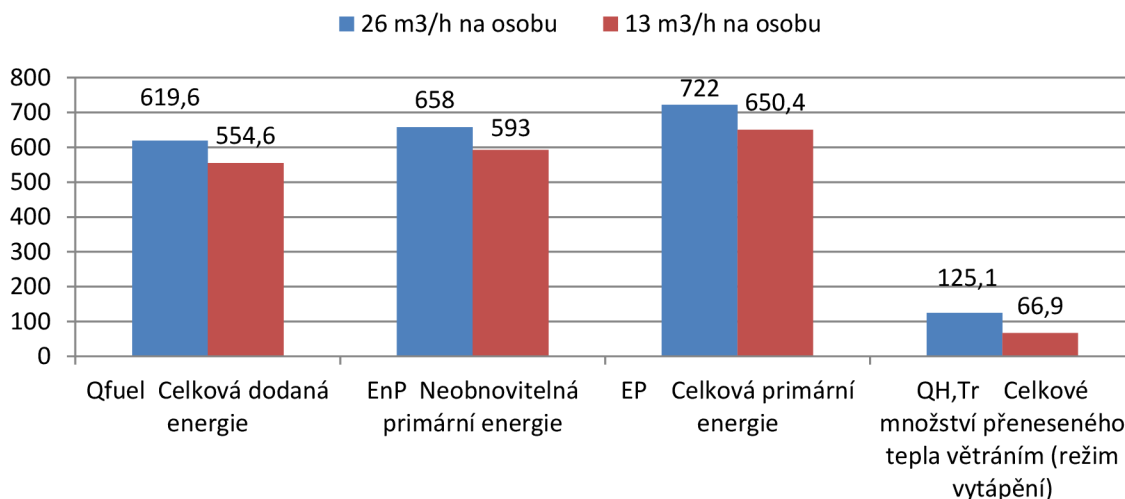
Pro větrání obytných místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m<sup>3</sup>/h na osobu, nebo minimální intenzita větrání 0,5 x za hodinu. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO<sub>2</sub>, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1 500 ppm. [16] Tyto hodnoty se tedy běžně používají jako vstupní parametry pro EHB v ČR.

Ve skutečnosti se však těchto hodnot při větrání jen těžko dosahuje. Tento problém nastává zejména při výměně starých netěsných zdvojených oken za nová převážně plastová těsná izolační dvojskla. Zvláště v zimních měsících uživatelé nepoužívají správně mikroventilaci a to vede k nedostatečné výměně vzduchu v místnostech.

Pro zobrazení závislosti energetické bilance na intenzitě větrání okny byl PENB zpracován pro ručně definovaný profil užívání s intenzitou větrání 13 m<sup>3</sup>/h na osobu.

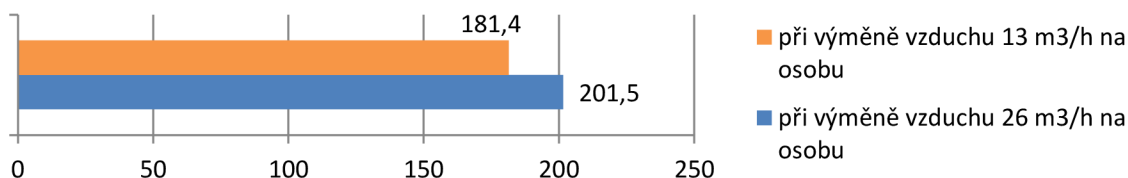
(Tab. 12)

	Výměna vzduchu 26 m <sup>3</sup> /h na osobu [MWh/rok]	Výměna vzduchu 13 m <sup>3</sup> /h na osobu [MWh/rok]	snížení
Q <sub>fuel</sub> Celková dodaná energie	619,6	554,6	10,5 %
EnP Neobnovitelná primární energie	658,0	593,0	9,9 %
EP Celková primární energie	722,0	650,4	9,9 %



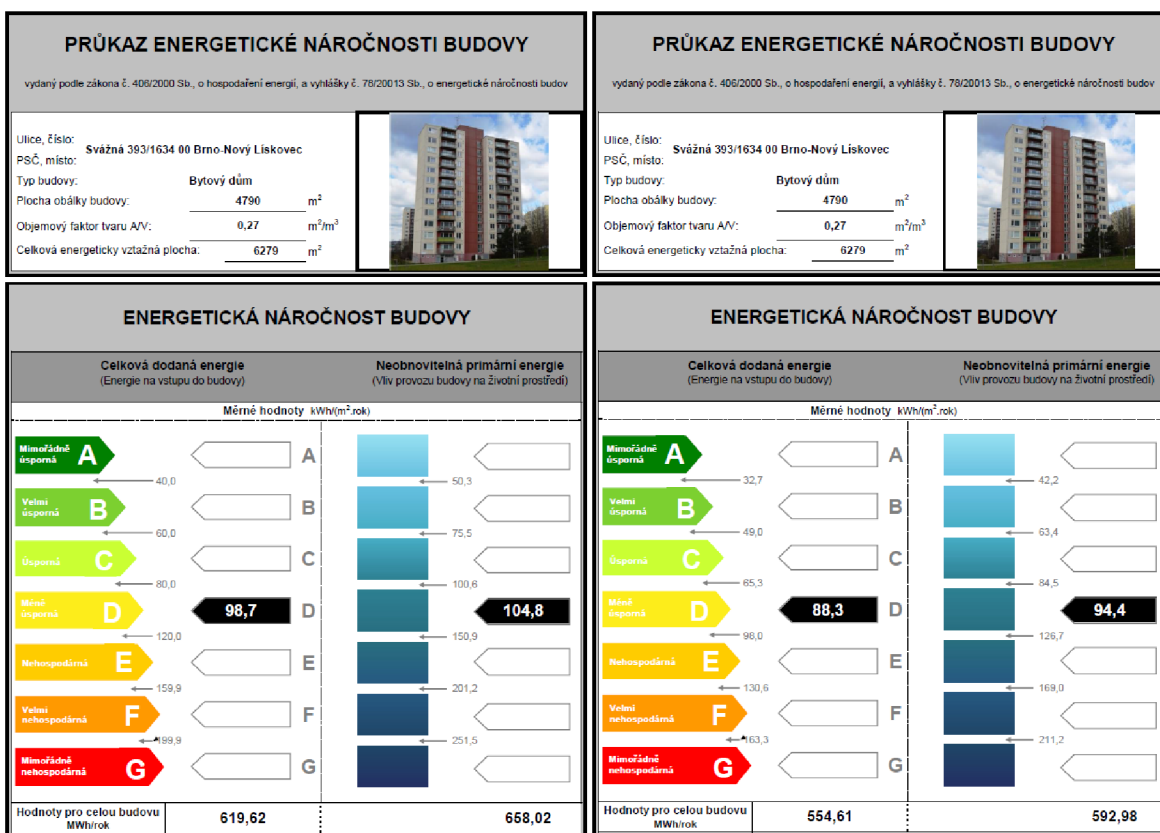
Tab. 12 Odlišnost v energetické bilanci v závislosti na větrání okny [MWh/rok]

Větrání okny přímo ovlivňuje celkovou tepelnou ztrátu objektu. Při intenzitě větrání pro zajištění požadované výměny vzduchu dle vyhlášky 268/2009 Sb. je celková tepelná ztráta objektu 201,5 kW. Při poloviční výměně vzduchu okny (13 m<sup>3</sup>/h na osobu) je tepelná ztráta objektu 181,4 kW, což je o 11% nižší, než v předešlém případě. (**Obr. 24**)



**Obr. 24** Ztráta objektu při požadovaném větrání dle vyhlášky 268/2009 Sb. a při polovičním větrání ovlivněném uživateli [kW]

Můžeme tedy říci, že polovičním větráním pomocí oken, uživatelé domů zabrání pouze 11% úniku tepla z budovy. Tímto si však značně zhoršují kvalitu vnitřního vzduchu a to především zvýšením koncentrace CO<sub>2</sub> až o polovinu. Na zařazení budovy v průřezu do třídy energetické náročnosti nemá poloviční intenzita větrání v hodnoceném případě vliv.

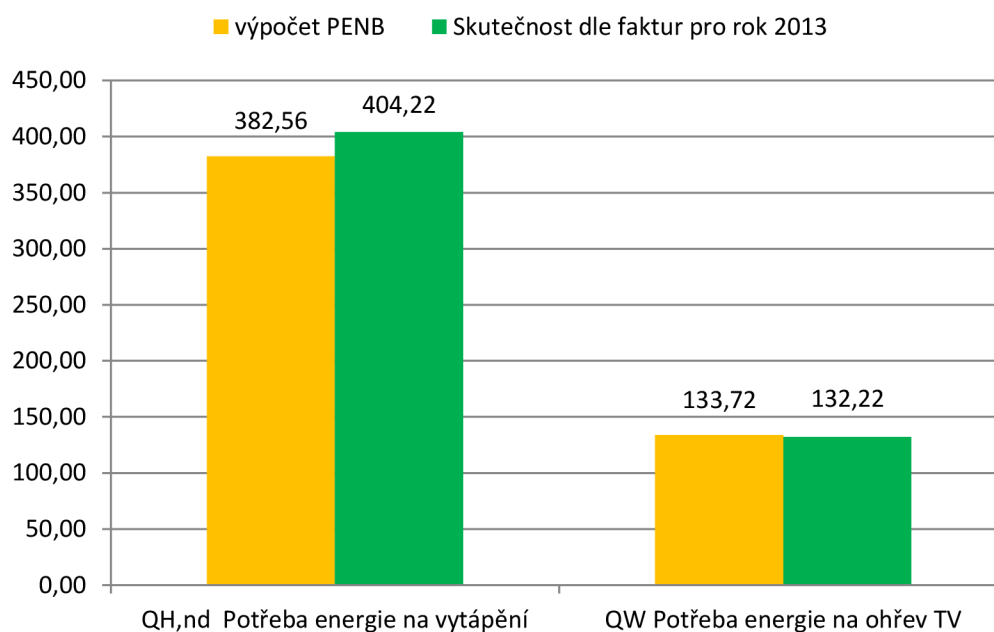


**Obr. 25** Odlíšnost v průkazu energetické náročnosti budovy při požadovaném větrání dle vyhlášky 268/2009 Sb. a při polovičním větrání ovlivněném uživateli

### C.3.4. Porovnání výsledků PENB se skutečnými spotřebami dle faktur

V hodnocené budově Svážná 1 bydlí 168 obyvatel. Program NKN do výpočtu zahrnul 134 obyvatel, což je dáno hodnotou 1 obyvatele na 31m<sup>2</sup> podlahové plochy obytných prostor. Při porovnání výsledků výpočtu a skutečnosti dle doložených faktur pro rok 2013 je vidět, že výpočet se velmi blíží skutečnosti. Přesnost výpočtu potřeby CZT pro vytápění a pro ohřev teplé vody je s odlišností do 6%. Potřeba elektrické energie zjištěna nebyla.

	výpočet PENB [MWh/rok]	Skutečnost pro rok 2013 [MWh/rok]	odlišnost
$Q_{H,nd}$ Potřeba energie na vytápění	382,56	404,22	5,6 %
$Q_W$ Potřeba energie na ohřev TV	133,72	132,22	1,2 %
$E_L$ Potřeba energie na osvětlení	17,72	nezjištěno	-

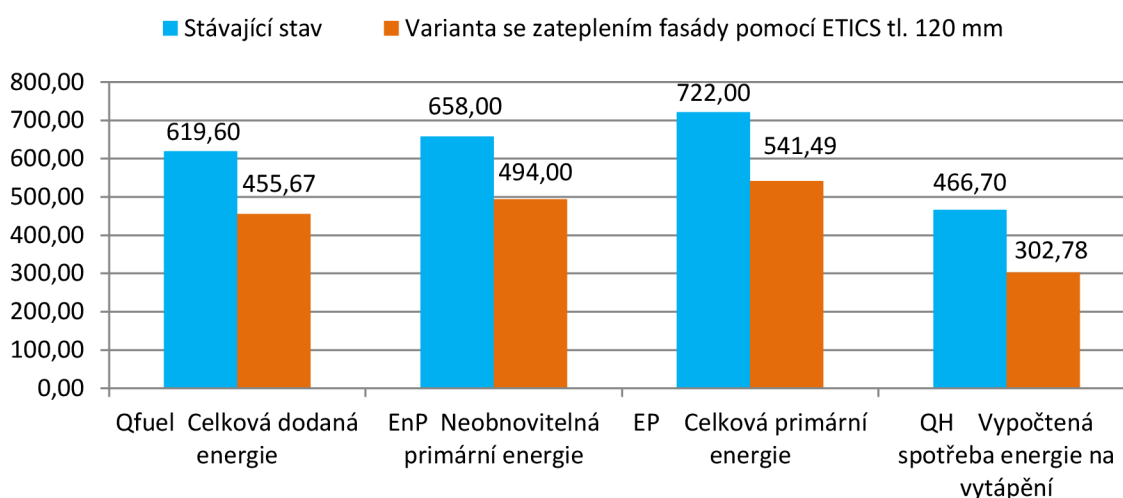


**Tab. 13** Porovnání výpočtu PENB a skutečnosti dle faktur za rok 2013 [MWh/rok]

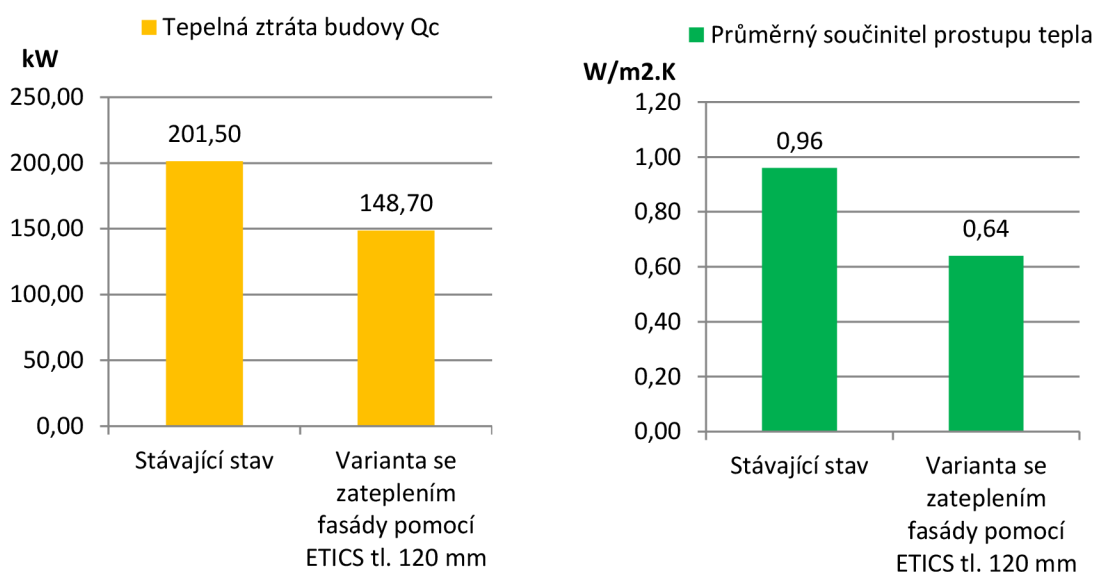
### C.3.5. Návrh úsporných opatření pro hodnocenou budovu Svážná 1

#### C.3.5.1. Zateplení pomocí certifikovaného systému ETICS tl. 120 mm

Objekt Svážná 1 je jedním z posledních objektů v lokalitě Nový Lískovec, kde nebylo provedeno zateplení fasády budovy. Vzhledem k tomu, že uživatelé domu uvažují o zateplení, navrhl jsem jako první úsporné opatření zateplení fasády pomocí certifikovaného systému ETICS. Tloušťku jsem navrhl tak, aby odpovídala doporučené hodnotě  $23 U_{REC,20}=0,25 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . Tato hodnota je dosažena při použití EPS tl. 120 mm. Výsledky a porovnání je zobrazeno v následujících grafech.



**Obr. 26** Porovnání energetické bilance pro stávající stav a variantu se zateplenou fasádou pomocí systému ETICS tl. 120 mm [MWh/rok]

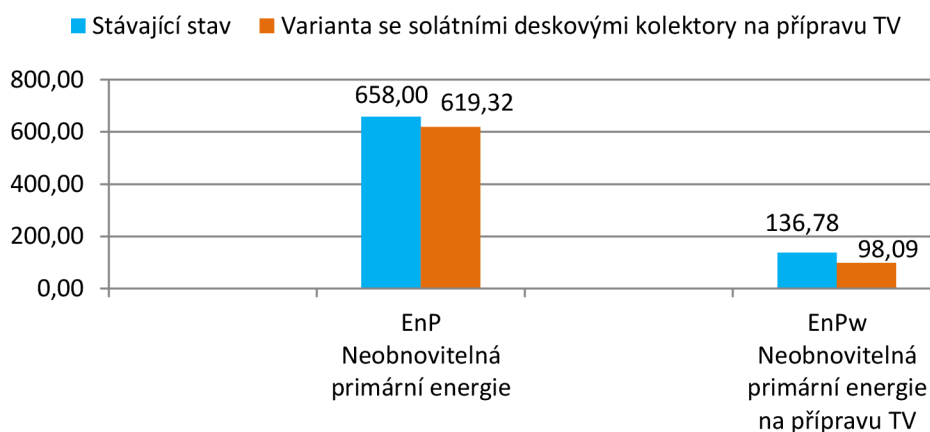


**Obr. 27** Porovnání Celkové tepelné ztráty hodnocené budovy a průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy



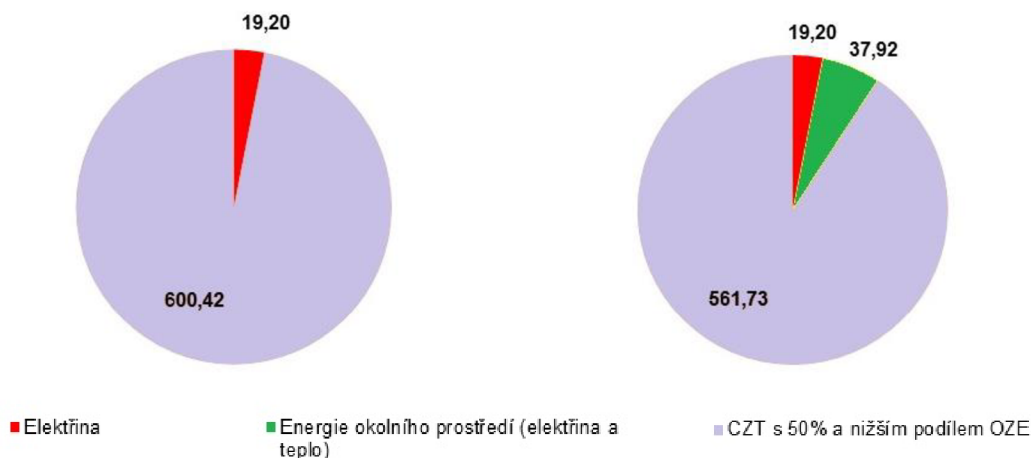
### C.3.5.2. Solární ohřev teplé vody

Druhým navrhovaným úsporným opatřením je solární ohřev teplé vody. Na střechu objektu jsem navrhl 30 plochých solárních kolektorů s celkovou aperturní plochou 69m<sup>2</sup>. Uvažované kolektory mají optickou účinnost 79% a pokrývají výrobu 28% celkové roční potřeby tepla pro ohřev teplé vody. Výsledky a porovnání je zobrazeno v následujících grafech. Z výsledků je patrné že pro výraznější změnu toku energií by bylo potřeba instalovat větší počet solárních kolektorů. Optimálním řešením by bylo osadit část kolektorů na střechu pro letní zisky a část na fasádu objektu pro zisky v zimním období.



**Obr. 28** Porovnání neobnovitelné primární energie a neobnovitelné primární energie na přípravu TV

V grafech není zobrazena celková dodaná energie a celková primární energie. Tyto dva parametry se přidáním solárních kolektorů na ohřev TV nijak výrazně nezměnily. Mění se pouze neobnovitelné energie, což je dáno využitím obnovitelných zdrojů energie.



**Obr. 29** Porovnání podílu energonositelů na dodané energii do budovy [MWh/rok]

### C.3.5.3. Ekonomické zhodnocení úspor

Při ekonomickém zhodnocení úsporných opatření na stávající objekt vychází využití solárního ohřevu TV lépe nežli zateplení fasády. Je to dáno počáteční investicí do projektu, která je u zateplení vysoká a návratnost je proto také delší. I přes to, že se zdá být méně hospodárná z ekonomického hlediska, bych zateplení budovy doporučil jako vhodnou investici do budoucna. Obtížné je však prosadit investici do budoucna s dlouhodobou návratností u starších obyvatel objektu Svážná 1.

	výchozí stav	opatření 1 - zateplení stěn	opatření 2 - Solární ohřev	Vše dohromady
CZT [MWh]	601,90	437,95	563,21	399,26
CZT [Kč]	1 256 765 Kč	914 442 Kč	1 175 976 Kč	833 653 Kč
úspora CZT [Kč]	-	<b>342 323 Kč</b>	<b>80 789 Kč</b>	<b>423 112 Kč</b>
Elektřina [MWh]	17,72	17,72	17,72	17,72
Elektřina [Kč]	62 017 Kč	62 017 Kč	62 017 Kč	62 017 Kč
úspora elektřiny [Kč]	-	<b>0 Kč</b>	<b>0 Kč</b>	<b>0 Kč</b>
množství	-	2912 m <sup>2</sup>	30 ks	-
investice	-	<b>4 076 800 Kč</b>	<b>585 000 Kč</b>	<b>4 661 800 Kč</b>
Tsd - diskontovaná doba návrátlosti investice [počet let]	-	13	8	12
Ts - doba návratnosti investice [počet let]	-	11	7	10
IRR - vnitřní výnosové procento investice [%]	-	8%	15%	9%
NPV - čistá současná hodnota projektu [Kč]	-	2 570 249 Kč	983 718 Kč	3 553 967 Kč

**Tab. 14** Zhodnocení úsporných opatření v porovnání se stávajícím stavem

Ve výpočtu byla uvažována doba životnosti projektu 20 let. Roční změna výnosu je uvažována 3%. Ceny byly uvažovány dle doložených faktur ze Svážné 1.

- CZT 2,088 Kč/kWh
- Elektřina 3,5 Kč/kWh
- instalace solárních kolektorů včetně příslušenství 19500 Kč/ks
- zateplení certifikovaným systémem ETICS tl. 120 mm 1400 Kč/m<sup>2</sup>

## ZÁVĚR

V teoretické části je popsán postupný vývoj legislativy energetického hodnocení v ČR. Jsou vypsány podstatné změny, které přinesla vyhláška 78/2013 Sb. Mezi ty nejpodstatnější bych zařadil: vznik TNI 730331, změnu v definici energeticky vztažené plochy a vznik ukazatele celkové primární energie. Při zatřídění objektu se potom nově postupuje dle 7 kritérií hodnocení, kde jsou hranice klasifikačních tříd stanoveny individuálně.

Ve výpočtové části jsou specifikovány energetické systémy budovy vstupující do výpočtu včetně postupů na stanovení potřeb energií pro jednotlivé systémy TZB.

V praktické části C je výpočet průkazu energetické náročnosti budovy pomocí národního kalkulačního nástroje II. verze 3.051.

Hlavním přínosem práce jsou výsledky jednotlivých výpočtových variant z hlediska použití vstupních dat. Jejich srovnání mi ukázalo, které parametry mají zásadní vliv na výpočet energetické náročnosti budovy a které naopak vliv nemají.

Důležitým poznatkem je také srovnání výsledků výpočtu se skutečností, dle doložených faktur na objektu Svážná1.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ROČNÍ ZPRÁVA O PROVOZU ES ČR 2013. Praha : Oddělení statistiky a sledování kvality ERÚ, 2014.
2. ZÁKON 406/2000 Sb. ,o hospodaření energií. Účinnost od 1.1.2001.
3. AKTUALIZACE STÁTNÍ ENERGETICKÉ KONCEPCE. Praha : Ministerstvo průmyslu a obchodu, 2012.
4. VYHLÁŠKA 148/2007 Sb. ,o energetické náročnosti budov. Účinnost od 1.7.2007.
5. VYHLÁŠKA 78/2013 Sb. ,o energetické náročnosti budov. Účinnost od 1.4.2013.
6. Národní Kalkulační Nástroj II. *Související legislativa*. [Online] [Citace: 5. 3 2015.] <http://nkn.fsv.cvut.cz/legislativa>.
7. **Šafránek, Robert**. tzb info. *Praktické zkušenosti s prováděním PENB v bytových domech*. [Online] 23. 2 2015. [Citace: 15. 4 2015.] <http://stavba.tzb-info.cz/regenerace-domu/12347-prakticke-zkusenosti-s-provadenim-penb-v-bytovych-domech>.
8. *Metodika bilančního výpočtu energetické náročnosti budov*. **Urban, Miroslav, Svoboda, Petr a Kabele, Karel**. Praha : ČVUT v Praze, 2009.
9. Digilidi. *Test LED žárovek*. [Online] [Citace: 28. 4 2015.] <http://www.digilidi.cz/test-led-zarovek-usporne-i-vyhodne>.
10. ČSN 730540. *Tepelná ochrana budov*. 2005.
11. EkoWATT . *Tepelně technické vlastnosti konstrukcí*. [Online] [Citace: 3. 5 2015.] <http://panelovedomy.ekowatt.cz/stavebni-opatreni/62-tepelne-technicke-vlastnosti-konstrukci>.
12. Prozi projekt. *Průběh teplot zateplené a nezateplené konstrukce*. [Online] [Citace: 2. 5 2015.] <http://www.prozi.cz/cs/43-rodinne-domy-prubeh-teplot-zateplene-a-nezateplene-konstrukce.html>.
13. kalksandstein. *Stavební fyzika*. [Online] [Citace: 25. 4 2015.] <http://kalksandstein.cz/index.php?page=odborne-informace-fyzika>.
14. Vítejte na zemi. *Spotřeba energie v domácnostech*. [Online] [Citace: 18. 4 2015.] [http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba\\_energie\\_v\\_domacnostech&site=energie](http://vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=spotreba_energie_v_domacnostech&site=energie).
15. ČSN EN ISO 13790. *Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení*. 2009.
16. **Zmrhal, Vladimír a Lain, Miloš**. TZB info. *Využití akumulční schopnosti betonové konstrukce budovy pro snížení výkonu zdroje chladu*. [Online] 18. 6 2007. [Citace: 8. 5 2015.] <http://www.tzb-info.cz/4195-vyuziti-akumulacni-schopnosti-betonove-konstrukce-budovy-pro-snizeni-vykonu-zdroje-chladu>.

17. *Manuál pro využití výpočetního nástroje NKN*. **Urban, Miroslav**. Praha : ČVUT v Praze, Fakulta stavební, katedra TZB, 2010.
18. Český hydrometeorologický ústav. *Měsíční přehledy pozorování*. [Online] [Citace: 2. 5 2015.]  
[http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4\\_Historicka\\_data/P4\\_1\\_Pocasi/P4\\_1\\_9\\_Mesicni\\_data&nc=1&portal\\_lang=cs#PP\\_Mesicni\\_data](http://portal.chmi.cz/portal/dt?action=content&provider=JSPTabContainer&menu=JSPTabContainer/P4_Historicka_data/P4_1_Pocasi/P4_1_9_Mesicni_data&nc=1&portal_lang=cs#PP_Mesicni_data).
19. **Vrána, Jakub**. TZB info. *Potřeba vody a tepla pro přípravu teplé vody*. [Online] 11. 10 2010. [Citace: 2015. 4 17.] <http://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/6839-potreba-vody-a-tepla-pro-pripravu-teple-vody>.
20. TNI 730331. *Typické hodnoty pro výpočet*. 2013.
21. Nalezeno. *Tepelné izolace - zateplení oken, stěn či stropů*. [Online] [Citace: 20. 4 2015.] <http://www.nazeleno.cz/vune-penez/clanky-5/tepelne-izolace-zatepleni-oken-sten-ci-stropu-1.aspx>.
22. VYHLÁŠKA 480/2012. *o energetickém auditu a energetickém posudku*. Účinnost od 1.1.2013.
23. *Energetický audit Koniklecová 4 Brno*. Brno : Stavoprojekta s.r.o., 2003.
24. *Technická zpráva - Modernizace a oprava venkovních tepelných sítí*. **Křupalová, Lenka**. Brno : Uchytíl s.r.o., 2008.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

### *Zkratky*

ČR	Česká Republika
TZB	technické zařízení budov
HVAC	topení větrání a klimatizace (heating, ventilating, air-conditioning)
SEK	státní energetická koncepce
ČSN	Česká státní norma
EN	Evropská norma
TNI	Technické normalizační informace
PENB	průkaz energetického hodnocení budovy
EHB	energetické hodnocení budovy
ENB	energetická náročnost budovy
TV	teplá voda
ÚT	ústřední topení
LED	dioda emitující světlo (Light-Emitting Diode)
CZT	centrální zásobování teplem
LENI	číselný ukazatel energie pro osvětlení (Lighting Energy Numeric Indicator)
ETICS	Vnější kontaktní zateplovací systém (external thermal insulation composite systém)
NKN	národní kalkulační nástroj
EPS	expandovaný polystyrén

### ***Symboly a matematickofyzikální veličiny***

$EP$	celková roční dodaná energie [GJ/rok]
$A_C$	celková podlahová plocha [m <sup>2</sup> ]
$Q_{fuel,tot}$	celková roční dodaná energie obsažená v energonositelích zásobujících budovu [GJ]
$EP_H$	roční dodaná energie na vytápění včetně pomocné energie na provoz vytápěcího 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]
$EP_L$	roční dodaná energie na osvětlení [GJ]
$EP_W$	roční dodaná energie na přípravu teplé vody včetně pomocné energie na provoz zařízení na přípravu teplé vody [GJ]
$EP_{PV}$	roční produkce energie fotovoltaickým systémem [GJ]
$EP_{CHP}$	je roční produkce energie systémem kombinované výroby elektřiny a tepla [GJ]
$R_{si}$	tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$R_{se}$	tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$R$	tepelný odpor konstrukce, který je dán vztahem [m <sup>2</sup> .K.W <sup>-1</sup> ]
$U$	součinitel prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]
$U_{em}$	průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy [W/m <sup>2</sup> .K]
$U_{N,20}$	požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]
$U_{rec,20}$	doporučená hodnota součinitele prostupu tepla [W/m <sup>2</sup> .K]
$\lambda$	součinitel tepelné vodivosti [W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
$d$	tloušťka [mm]
$g$	činitel prostupu sluneční energie
$c$	měrná tepelná kapacita konstrukce [J.K <sup>-1</sup> ]
$Q$	teplo [MJ]
$m$	hmotnost [kg]
$\Delta T$	rozdíl teplot [°C]
$Q_{H,nd,cont}$	potřeba energie budovy na nepřerušované vytápění [MJ]
$Q_{H,ht}$	celkové množství přeneseného tepla v režimu vytápění [MJ]

$Q_{H,gn}$	celkové tepelné zisky v režimu vytápění [MJ]
$\eta_{H,gn}$	bezrozměrný faktor využitelnosti tepelných zisků
$Q_{C,nd,cont}$	potřeba energie budovy na nepřerušované chlazení [MJ]
$Q_{C,ht}$	celkové množství přeneseného tepla v režimu chlazení [MJ]
$Q_{C,gn}$	celkové tepelné zisky v režimu chlazení [MJ]
$\eta_{C,ls}$	bezrozměrný faktor využitelnosti tepelných ztrát
$Q_{tr}$	celkové množství přeneseného tepla prostupem [MJ]
$Q_{ve}$	celkové množství přeneseného tepla větráním [MJ]
$Q_{int}$	součet vnitřních tepelných zisků [MJ]
$Q_{sol}$	součet solárních tepelných zisků [MJ]
$V_{v,z}$	nejvyšší objemový průtok čerstvého vzduchu v případě nuceného větrání [ $m^3/s$ ]
$V_{ahu}$	nejvyšší objemový průtok přiváděného vzduchu v případě nuceného větrání [ $m^3/s$ ]
$P_{SFP,ahu}$	měrný elektrický příkon ventilátorů příslušného systému nuceného větrání [ $W \cdot s/m^3$ ]
$P_{F,p}$	Instalovaný elektrický příkon ventilátorů [W]
$Q_{RH+,nd,z,j}$	potřebná energie na zvlhčování vnitřního vzduchu [MJ]
$Q_{RH-,nd,z,j}$	potřebná energie na odvlhčování vnitřního vzduchu [MJ]
$\rho_a$	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 [ $2,5 \cdot 10^6 J/kg$ ],
$\eta_{RH+,r,sys}$	účinnost zpětného získávání vlhkosti příslušného systému větrání [-]
$t_j$	délka j-tého časového úseku [h]
$Q_{W,gen,out}$	potřebnou energii pro ohřev teplé vody za den [MJ/den]
$Q_W$	potřeba tepla pro přípravu teplé vody (ČSN EN 15316-3-1) [MJ/den]
$Q_{W,dis,ls}$	ztráta tepla v rozvodu teplé vody (ČSN EN 15316-3-2) [MJ/den]
$Q_{W,st,ls}$	ztráta tepla v zásobníku teplé vody (ČSN EN 15316-3-3) [MJ/den]



$Q_{W,p,ls}$	ztráta tepla v přívodním a zpětném potrubí otopné vody k ohřivači vody (v potrubním okruhu zdroje tepla) (ČSN EN 15316-3-3) [MJ/den]
$V_{W,day}$	denní potřeba (objem) teplé vody [m <sup>3</sup> /den]
$\Theta_{W,del}$	výstupní teplota teplé vody (60 °C) [°C]
$\Theta_{W,0}$	vstupní teplota studené vody přiváděné do ohřivače (13,5 °C) [°C]
$Q_{W,dis,ls}$	ztráty tepla v rozvodu teplé vody [MJ/den]
$\sum Q_{W,dis,ls,ind}$	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]
$Q_{W,st,ls}$	ztráta tepla zásobníkového ohřivače teplé vody [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 (podle ČSN EN 12897 $\Delta\Theta_{W,st,sby} = 45^{\circ}C$ ) [°C]
$Q_{W,st,sby}$	ztráta tepla v pohotovostním stavu změřená např. podle ČSN EN 12897 [MJ/den]
$Q_{W,dis,ls,col,on}$	Ztráta tepla přívodního a zpětného potrubí otopné vody k ohřivači [MJ/den]
$U_{W,j}$	lineární součinitel prostupu tepla úseku potrubí [W/(m.K)]
$L_{W,j}$	délka úseku potrubí včetně délkových přírážek (tab. 4) [m]
$\Theta_{W,dis,avg,i}$	průměrná teplota teplé vody v úseku potrubí [°C]
$\Theta_{amb,i}$	průměrná teplota v okolí úseku potrubí [°C]
$t_W$	doba provozu cirkulačního čerpadla (denní doba využití) [h/den]
$W_L$	celková roční spotřeba elektrické energie systému osvětlení [kWh]
$W_{L,L}$	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]
$T_N$	roční doba provozu systému osvětlení bez denního světla [h]
$F_o$	součinitel závislosti obsazenosti
$F_D$	součinitel závislosti na denním světle
$W_{L,PC,A}$	roční měrná ztrátová energie řídicích systémů (ovládacích zařízení) příslušného systému [kWh/(m <sup>2</sup> .rok)]
$W_{L,EM,A}$	roční měrná ztrátová energie nouzového osvětlení [kWh/(m <sup>2</sup> .rok)]
$A_f$	celková podlahová plocha zóny [m <sup>2</sup> ]

$U_f$	součinitel prostupu tepla rámu [W/m <sup>2</sup> .K] dle ČSN EN ISO 10077-2
$A_f$	plocha rámu [m <sup>2</sup> ]
$U_g$	součinitel prostupu tepla zasklením [W/m <sup>2</sup> .K] dle ČSN EN ISO 10077-1
$U_w$	součinitel prostupu tepla oknem [W/m <sup>2</sup> .K]
$A_g$	plocha zasklení v [m <sup>2</sup> ]
$\Psi_g$	lineární činitel prostupu tepla zaklení [W/m.K]
$l_g$	celkový viditelný obvod zasklení v [m]
$T_S$	prostá doba návratnosti investice [rok]
$IN$	investiční výdaje projektu [kč]
$CF$	roční přínosy projektu (cashflow, změna peněžních toků po realizaci projektu)
$T_{sd}$	reálná doba návratnosti investice [rok]
$CF_t$	roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)
$r$	diskont
$(1 + r)^{-t}$	odúročitel
$IN$	investiční výdaje projektu
$NPV$	čistá současná hodnota (net present value) [kč/rok]
$IRR$	Vnitřní výnosové procento (internal rate of return)

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1	Půdorys typického podlaží - nový stav
Příloha 2	Půdorys vstupního podlaží - nový stav
Příloha 3	Legenda
Příloha 4	Pohledy
Příloha 5	Řez objektem - nový stav
Příloha 6	Součinitel prostupu tepla U obalových konstrukcí