

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická
Katedra výkonové elektroniky a strojů

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Průkaz energetické náročnosti budovy

Autor práce: **David Tichý**
Vedoucí práce: **Prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.**

2022

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **David TICHÝ**
Osobní číslo: **E19B0054K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Průkaz energetické náročnosti budovy**
Zadávací katedra: **Katedra výkonové elektroniky a strojů**

Zásady pro vypracování

1. Objasněte obsah a význam průkazu energetické náročnosti budovy (PENB).
2. Popište podrobněji obsah PENB a stanovte výpočetní metody k určení požadovaných energetických údajů k sestavení PENB – rodinného domu.
3. Navrhněte opatření ke snížení energetické náročnosti s alternativním systémem vytápění.
4. Proveďte zařazení domu do odpovídající energetické kategorie v současném jeho stavu a ve stavu po provedeném návrhu.
5. Ze získaných poznatků vyslovte závěry pro praxi.

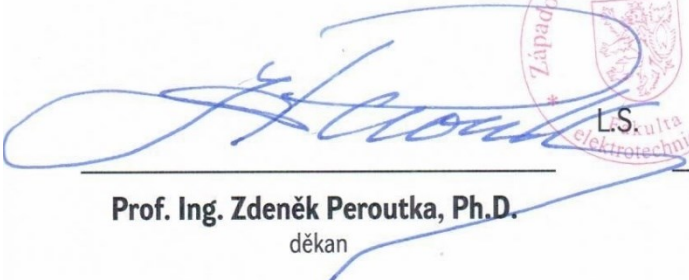
Rozsah bakalářské práce: **30 – 40**
Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **elektronická**


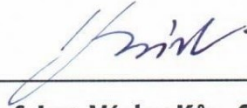
Seznam doporučené literatury:

Technické zařízení budov: www.tzb-info.cz.

Vedoucí bakalářské práce: **Prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.**
Katedra elektroenergetiky

Datum zadání bakalářské práce: **8. října 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **26. května 2022**


Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan



Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 8. října 2021

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce je hodnocení energetických ztrát budov, jehož výsledkem je vydání Průkazu energetické náročnosti budov. Práce se zabývá pouze tepelnými ztrátami, a nikoliv dalšími faktory ovlivňujícími průkaz energetické náročnosti. V první části práce je stručně vysvětleno, co vlastně zkratka PENB, a vůbec tento pojem znamená, důvody použití a základní výpočetní metody k jeho sestavení. Jsou provedeny podkladové výpočty a následné zařazení domu do odpovídající energetické kategorie. V další části je popsán modelový objekt, na kterém bylo provedeno měření termokamerou, jsou identifikovány problémy s tepelnými mosty a navržena opatření k odstranění přetrvávajícího problému.

Klíčová slova

Průkaz energetické náročnosti budovy, prostup tepla, tepelný odpor, energie, zdroje energie, tepelný most, náklady na energii, tepelná bilance, měření termokamerou.

Abstract

The topic of this bachelor thesis is the evaluation of energy losses of buildings, the result of which is the issuance of the Building Energy Performance Certificate (BEPC). The thesis deals only with heat losses and not with other factors influencing the Energy Performance Certificate. In the first part of the thesis, it is briefly explained what the abbreviation BEPC actually means, and in general this term means, the reasons for its use and the basic computational methods to compile it. The underlying calculations are made and the subsequent classification of the house into the corresponding energy category. The next section describes the model object on which the measurement was made with a thermal camera, identifies problems with thermal bridges and suggests measures to eliminate the persistent problem.

Key Words

Building Energy Performance Certificate, heat transfer, thermal resistance, energy, energy sources, thermal bridge, energy costs, heat balance, thermal camera measurement.

Prohlášení

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

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

.....

podpis

V Plzni dne 26.5.2022

David Tichý

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce, panu prof. Ing. Jiřímu Koženému, CSc., za cenné rady a poskytnuté informace do této bakalářské práce. Také děkuji Ing. Michalu Knedlíkovi za poskytnutí termokamery.

Obsah

Úvod.....	- 1 -
1 Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB).....	- 2 -
1.1 Význam PENB	- 2 -
1.2 Vysvětlení pojmů	- 3 -
1.3 Důvod použití PENB.....	- 6 -
1.4 Vytápěcí systémy	- 7 -
1.4.1 Lokální vytápění	- 7 -
1.4.2 Ústřední vytápění	- 7 -
1.5 Zdroje energie	- 8 -
1.5.1 Elektřina.....	- 8 -
1.5.2 Tepelné čerpadlo.....	- 10 -
1.5.3 Zemní plyn.....	- 10 -
1.5.4 Kapalná paliva	- 10 -
1.5.5 Uhlí	- 10 -
1.5.6 Dálkově dodávané teplo.....	- 11 -
1.5.7 Biomasa	- 11 -
1.5.8 Solární energie	- 12 -
1.6 Možný vývoj cen energie	- 14 -
1.6.1 Kusové dřevo	- 14 -
1.6.2 Dřevní pelety a brikety	- 15 -
1.6.3 Elektřina.....	- 15 -
1.6.4 Hnědé uhlí.....	- 16 -
1.6.5 LPG/Propan	- 16 -
1.6.6 Lehký topný olej.....	- 16 -
1.7 Normy a předpisy [13]	- 16 -
2 Obsah PENB a metody k jeho sestavení	- 18 -
2.1 Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou [1]	- 19 -
2.2 Kategorie PENB.....	- 19 -
2.3 Podklady pro vypracování PENB	- 23 -
2.4 Postup hodnocení	- 24 -

3	Tepelná bilance domu.....	- 25 -
3.1	Použitý software.....	- 25 -
4	Modelový objekt.....	- 28 -
4.1	Popis objektu.....	- 28 -
4.2	Měření zvoleného bytu.....	- 28 -
4.3	Půdorys 2. a 3. nadzemního patra	- 29 -
4.4	Měření termokamerou	- 30 -
4.5	Hodnocení snímaných teplot termokamerou.....	- 32 -
4.6	Měření termokamerou uvnitř objektu	- 32 -
4.7	Měření teploty a vlhkosti.....	- 33 -
4.8	Vyhodnocení provedených měření.....	- 33 -
4.9	Vyhodnocení měření provedených uvnitř objektu	- 34 -
4.10	Praktické důsledky provedených měření.....	- 34 -
4.11	Návrh opatření proti vzniku plísní.....	- 34 -
4.12	Návrh opatření ke snížení energetické náročnosti.....	- 34 -
	Zhodnocení a závěr.....	- 35 -
	Seznam literatury a informačních zdrojů.....	- 36 -
	Přílohy.....	I
	Příloha A – Hodnocení energetické náročnosti budovy	II
	Příloha B – Grafický průkaz energetické náročnosti budovy	XI
	Příloha C – Skutečný grafický průkaz energetické náročnosti budovy	XIII
	Příloha D – Měření termokamerou	XIV

Seznam symbolů a zkratek

Značka	Popisek	Jednotka
A	Uvažovaná plocha	m^2
BD	Bytový dům	
$ČSN$	Česká státní norma	
EA	Energetický audit	
h_e	součinitel přestupu tepla na vnější straně konstrukce	$W/(m^2.K)$
h_i	součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce	$W/(m^2.K)$
NKN	Národní kalkulační nástroj	
P	Ztráty sdílení tepla prouděním	W
$PENB$	Průkaz energetické náročnosti budovy	
RD	Rodinný dům	
R_{si}	Tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy vnitřní strany konstrukce	$(m^2.K)/W$
R_{se}	Tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy vnější strany konstrukce	$(m^2.K)/W$
R_T	Odpor konstrukce	$(m^2.K)/W$
T_d	Rosný bod	$^{\circ}C$
T_{MAX}	Maximální teplota	$^{\circ}C$
T_{MIN}	Minimální teplota	$^{\circ}C$
$T_{STŘ}$	Střední teplota	$^{\circ}C$
T_w	Teplota vlhkého teploměru	$^{\circ}C$
TUV	Teplá užitková voda	
U_r	Součinitel prostupu tepla	$W/(m^2.K)$
R_{si}	Tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy vnitřní strany konstrukce	$(m^2.K)/W$
R_{se}	Tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy vnější strany konstrukce	$(m^2.K)/W$
R_T	Odpor konstrukce	$(m^2.K)/W$
T_d	Rosný bod	$^{\circ}C$
α	Součinitel sdílení tepla prouděním	$W/(m^2.K)$
ϑ_1	Naměřená teplota	$^{\circ}C$
ϑ_2	Teplota okolí	$^{\circ}C$

Seznam obrázků

Obr. 1-1 Příklad grafického znázornění průkazu energetické náročnosti [1]	- 2 -
Obr. 1-2 Podíl různých zdrojů elektřiny na produkci emisí [7]	- 9 -
Obr. 1-3 Hrubá výroba elektřiny za první tři čtvrtletí 2021 [8]	- 9 -
Obr. 1-4 Roční náklady na vytápění dle zdrojů [10]	- 13 -
Obr. 1-5 Roční energie dle zdrojů [10]	- 14 -
Obr. 1-6 Vývoj ceny elektřiny [12]	- 15 -
Obr. 1-7 Účinnost směrnic [17]	- 17 -
Obr. 2-1 porovnání hodnocené a referenční budovy [17]	- 21 -
Obr. 2-2 Energie v budově [17]	- 23 -
Obr. 3-1 PENB modelové budovy	- 27 -
Obr. 4-1: Pohled na budovu ze silnice	- 28 -
Obr. 4-2: Půdorys 2. a 3. nadzemní patro – červeně vyznačený zvolený byt	- 29 -
Obr. 4-3 Vybraný byt druhé patro, venkovní pohled – dětský pokoj	- 30 -
Obr. 4-4 Vchodové dveře – severní strana	- 31 -
Obr. 4-5 Jihovýchodní strana objektu, vybraný byt – Kuchyně	- 31 -
Obr. 4-6 Roh pod stropem – dětský pokoj	- 32 -
Obr. 4-7 Měření teploty optickým pyrometrem	- 33 -

Seznam tabulek

Tab. 2-1 Požadavky pro majitele nemovitostí	- 18 -
Tab. 2-2 Klasifikační třídy – vyhláška 148/2007 [15].....	- 19 -
Tab. 2-3 Klasifikační třídy, vyhláška 264/2020 Sb. [1].....	- 21 -
Tab. 3-1 Tepelné odpory [22]	- 26 -
Tab. 3-2 Ukazatelé energetické náročnosti.....	- 26 -
Tab. 4-1 Teplota a vlhkost bytové jednotky	- 33 -

Úvod

Stále diskutovanějším tématem dnešní doby je životní prostředí, snaha o jeho zlepšování. S tím úzce souvisí produkce emisí, zejména CO₂ a potřeba jejich snižování. Podpořit tuto snahu může především snižování spotřeby energie. Tato práce se zabývá jednou částí tohoto snižování, a sice energetickou náročností budov.

Úvodem je vysvětlen význam průkazu energetické náročnosti budov (PENB) a důvod jeho zavedení. PENB umožňuje porovnání budov z hlediska jejich tepelné izolace, vytápění, větrání, klimatizace. Legislativně byl tento průkaz zaveden zákonem 406/2000 Sb., poslední platná vyhláška pro stanovení energetické náročnosti budov je z r. 2020, vyhláška 264/2020 Sb.

Práce dále zmiňuje různé druhy vytápění a jejich výhody a nevýhody. Jsou popsány různé zdroje energie z hlediska dostupnosti a emisní náročnosti. S ohledem na aktuální energetickou krizi je uveden pravděpodobný vývoj cen energie.¹ Dále je popsána legislativa a normy zabývající se energetickou náročností budov.

V další části je blíže popsán průkaz energetické náročnosti, jeho tvorba a hodnocení budov, které zavádí. Je spočítána energetická náročnost modelové budovy.

V modelovém objektu bylo provedeno měření teplot termokamerou, při němž byly zjištěny nedostatky způsobené tepelnými mosty. Tímto měřením, zjištěnými nedostatky a návrhem jejich odstranění se zabývá závěrečná kapitola.

¹ Během vypracování mé práce jsem došel k závěru, že by mělo být objasněno, zdali pojem energie je správné užívat v množném čísle nebo v čísle jednotném ve vztahu různým zdrojům této energie. Množné číslo energie se dnes objevuje jak v tisku, rozhlase tak i v televizi. Nepovažuji za správné uvádět, že šetříme energiemi, protože se může šetřit jenom energií v jednotném čísle udávané v KW/h nebo Joulech, které číselně vyjadřují různost podle různých zdrojů, které jsem v práci používal.

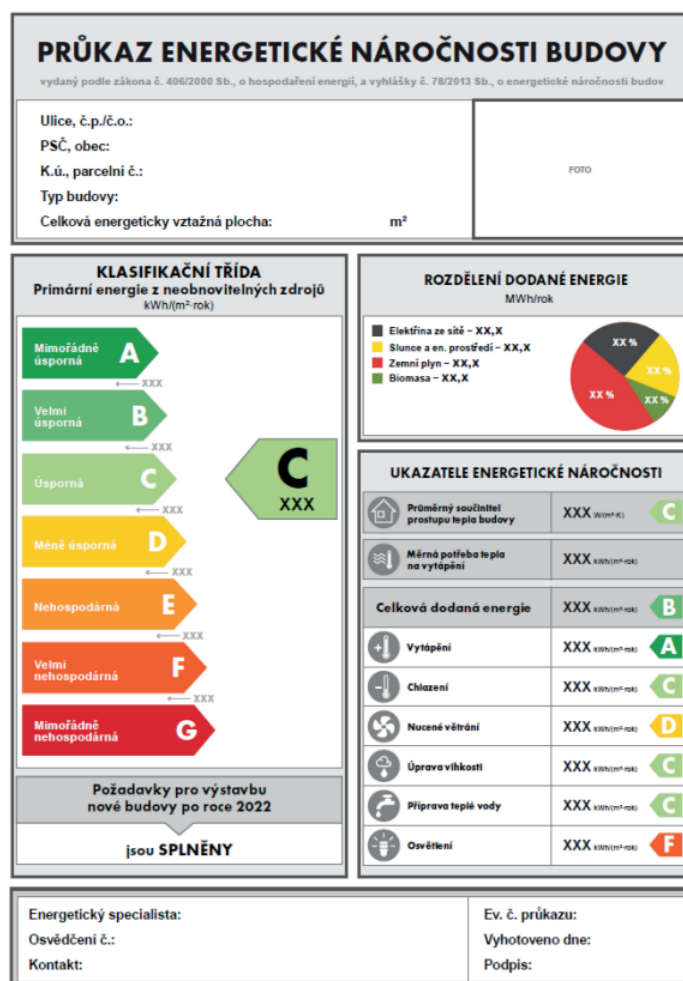
1 Průkaz energetické náročnosti budovy (PENB)

1.1 Význam PENB

Zkratka PENB znamená “průkaz energetické náročnosti budovy“. Jde v podstatě o dokumentaci udávající, kolik energie budova spotřebuje na vytápění, větrání, přípravu teplé vody, případně další energetické vstupy. Hodnocení energetické náročnosti je potom vyjádřeno graficky na energetickém štítku, kde A značí nejlepší ohodnocení (nejméně energeticky náročnou budovu) a G označuje energeticky nejvíce náročnou budovu (s nejvyššími náklady na topení) Viz Obr. 1-1.

Hodnocení zahrnuje jak instalované technické systémy, tak i vlastní stavební konstrukce budvy.

Oprávnění vypracovat PENB má pouze energetický specialista s příslušným oprávněním.



Obr. 1-1 Příklad grafického znázornění průkazu energetické náročnosti [1]

1.2 Vysvětlení pojmů

Energetický audit (EA) je písemná zpráva obsahující informace o stávající nebo předpokládané úrovni využívání energie v budovách, v energetickém hospodářství, v průmyslovém postupu a energetických službách s popisem a stanovením technicky, ekologicky a ekonomicky efektivních návrhů na zvýšení úspor energie nebo zvýšení energetické účinnosti včetně doporučení k realizaci. Podrobnosti k energetickému auditu jsou uvedeny ve vyhlášce 140/2021 Sb. [2]

Energetický posudek je písemná zpráva obsahující informace o posouzení plnění předem stanovených technických, ekologických a ekonomických parametrů určených zadavatelem energetického posudku včetně výsledků a vyhodnocení. Je primárně určen jako zjednodušený dokument prokazující např. splnění podmínek dotačních titulů, monitorovací zprávy udržitelnosti realizovaného projektu, či posouzení technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti. Rozsah energetického posudku je dán vyhláškou 15/2022 Sb., kterou se mění vyhláška 141/2021 Sb. [2]

Ekodesign – začlenění prvků nebo funkcí výrobku spojeného se spotřebou energie, které mohou mít vliv na životní prostředí během životního cyklu tohoto výrobku, do návrhu výrobku spojeného se spotřebou energie s cílem zlepšit vliv výrobku na životní prostředí během celého životního cyklu. [2]

Energetický specialista na základě oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty uděleného ministerstvem [2]

- provádí energetický audit a zpracovává energetický posudek,
- zpracovává průkaz,
- provádí kontroly provozovaných systémů vytápění a kombinovaných systémů vytápění a větrání, nebo
- provádí kontroly provozovaných systémů klimatizace a kombinovaných systémů klimatizace a větrání.

Státní energetická inspekce je institucí pověřenou výkonem státní správy v oblasti energetiky. Kontroluje dodržování energetického zákona, cenových předpisů v oblasti energetiky a dalších energetických předpisů. Pokud Státní energetická inspekce zjistí,

že došlo k porušení těchto právních předpisů, je oprávněna uložit sankci (nejčastěji formou peněžité pokuty). [2]

Nákladově optimální úroveň – nákladově optimální úrovní se rozumí stanovené požadavky na energetickou náročnost budov nebo jejich stavebních nebo technických prvků, která vede k nejnižším nákladům na investice v oblasti užití energií, na údržbu, provoz a likvidaci budov nebo jejich prvků v průběhu odhadovaného ekonomického životního cyklu. [2]

Referenční budova – 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]

Budova s téměř nulovou spotřebou energie je budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů. [2]

Typické užívání budovy – obvyklý způsob užívání budovy v souladu s podmínkami vnitřního a venkovního prostředí a provozu stanovený pro účely výpočtu energetické náročnosti budovy. [2]

Venkovní prostředí – venkovní vzduch, vzduch v přilehlých nevytápěných prostorech, přilehlá zemina, sousední budova a v případě hodnocení ucelené části budovy i jiná sousední zóna. [2]

Vnitřní prostředí – prostředí uvnitř budovy nebo zóny, které je definováno návrhovými hodnotami teploty, relativní vlhkosti vzduchu a objemového toku výměny vzduchu, případně rychlostí proudění vnitřního vzduchu a požadované intenzity osvětlení uvnitř budovy nebo zóny. [2]

Obytná zóna – zóna obsahující byty a prostory plnící funkce domovní komunikace a domovního vybavení k těmto bytům s výjimkou garáže v obytné budově nebo v obytné části budovy jiného účelu. [2]

Vytápění – dodávka tepla pro zajištění požadovaného teplotního stavu vnitřního prostředí. [2]

Chlazení – odvádění tepla pro zajištění požadovaného teplotního stavu vnitřního prostředí. [2]

Větrání – přirozené nebo nucené dodávání nebo odvádění vzduchu do nebo z vnitřního prostoru budovy pro zajištění požadovaného stavu vnitřního prostředí. [2]

Přirozené větrání – větrání založené na principu teplotního a tlakového rozdílu vnitřního a venkovního vzduchu. [2]

Nucené větrání – větrání pomocí mechanického zařízení. [2]

Vypočtená spotřeba energie – stanoví se z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technických systémů, v případě spotřeby paliv je spotřeba energie vztažena k výhřevnosti paliva. [2]

Pomocná energie – energie potřebná pro provoz technických systémů. [2]

Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie – energie, která neprošla žádným procesem přeměny; její výše je vypočtena pomocí faktorů primární energie z neobnovitelných zdrojů energie. [2]

Energonositel – hmota nebo jev, které mohou být použity k výrobě mechanické práce nebo tepla nebo na ovládnání chemických nebo fyzikálních procesů. [2]

Odpadní teplo z technologie – tepelná energie, která vzniká jako vedlejší produkt v technologii, a která může být využita jako energonositel pro dílčí dodané energie, pokud

výroba této tepelné energie nebyla zahrnuta do celkové dodané energie hodnocené budovy. [2]

Obálka ucelené části budovy – soubor všech teplosměnných konstrukcí na hranici ucelené části budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch, přilehlá zemina, vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru nebo sousední budově nebo sousední zóně budovy nespádající do ucelené části budovy. [2]

Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou [1]

- primární energie z neobnovitelných zdrojů energie vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, nucené větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení vnitřního prostoru budovy za rok vztažené na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- průměrný součinitel prostupu tepla,
- součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- účinnost technických systémů.

1.3 Důvod použití PENB

PENB umožňuje porovnání různých objektů z hlediska energetické náročnosti. Je nutný při stavbě nové budovy, při větších rekonstrukcích, při žádostech o dotace a při prodeji nebo pronájmu. [3]

Význam energetického hodnocení stoupá zejména dnes, v době extrémního nárůstu cen energie. Přispívá tak i zavádění energeticky méně náročných alternativních zdrojů vytápění, např. tepelných čerpadel.

Povinnost mít zhotovený PENB platí již od 1. 1. 2009 a byl zaveden vyhláškou č.291/2001 Sb. Dle novely zákona 406/2000 Sb. od roku 2013 povinen zhotovit vlastník při prodeji nebo pronájmu (při pronájmu tato povinnost platí až od roku 2016) celého objektu nebo jeho části. [4] [1]

1.4 Vytápěcí systémy

1.4.1 Lokální vytápění

Používají se topidla umístěná v jednotlivých místnostech. Mohou to být např. kachlová kamna na dřevo, plynová topidla nebo elektrické konvektory. Tento způsob vytápění je výhodný spíše v malých bytech (o jedné až dvou místnostech). Podle převažujícího modu přenosu tepla lze topidla rozdělit na: [5]

- **Konvektivní**, kde se ohřívá především vzduch
- **Sálavé**, kde se teplo přenáší převážně sáláním, tj. dlouhovlnným infračerveným zářením.

1.4.2 Ústřední vytápění

Je výhodné tam kde je větší počet místností, protože radiátory zaberou méně místa než lokální topidla (u podlahového nebo stěnového vytápění nezabírají vlastně žádné místo) a také zpravidla celý systém vyjde levněji, než je součet cen jednotlivých lokálních topidel: [5]

- **Klasické ústřední topení** – daleko nejběžnější jsou systémy, kde přenos tepla mezi kotlem a radiátory zajišťuje cirkulující voda. Výhodou vody jako média je její vysoké měrné teplo, a tudíž i malé průřezy trubek.
- **Nízkoteplotní vytápění** – může mít formu podlahového nebo stěnového topení, díky velké ploše, která je vyhřívána, stačí nízká teplota topné vody což je velmi výhodné při použití tepelného čerpadla, kondenzačního kotle nebo kotle na dřevo s akumulací nádrží či solárního systému.
- **Teplovzdušné vytápění** bylo až do nedávna u nás téměř neznámé (třeba v USA se používá běžně), v poslední době se začíná rozšiřovat v domech, které mají rekuperační větrání. Tam kde je malá potřeba tepla tolik nevádí malé měrné teplo vzduchu.

1.5 Zdroje energie

1.5.1 Elektřina

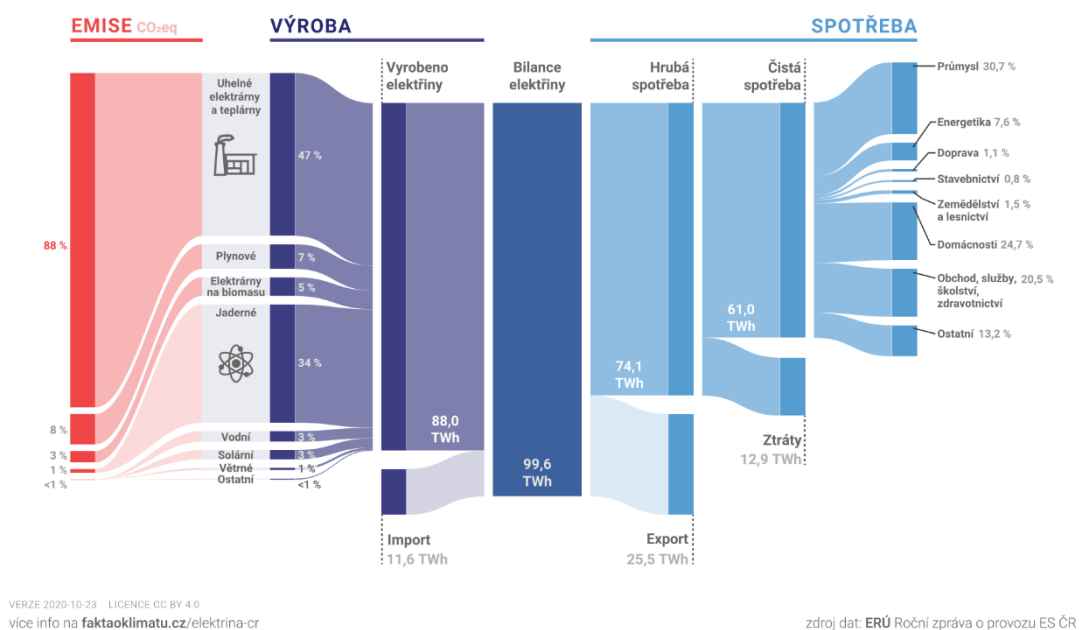
Existuje určitá (celkem logická) závislost mezi cenou energie, cenou topidla a komfortem obsluhy. Nejsnáze se na teplo mění elektřina. Topidla mohou být u tohoto zdroje malá, výkon se snadno reguluje, neprodukuje spaliny a hlavně – elektřina je dostupná všude. Zároveň je ale elektřina nejnáročnější na výrobu, a tedy je nejdražším zdrojem energie. I když podíl elektřiny vyráběné v uhelných elektrárnách, které mají poměrně malou účinnost, postupně klesá, jsou emise CO₂ spojené s tímto zdrojem energie vysoké (viz Obr. 1-2). Přehled různých způsobů elektrického vytápění a platných tarifů lze najít na stránkách dodavatelů elektřiny. [5]

Typy elektráren používané k výrobě elektrické energie: [6]

- **Uhelné elektrárny** – používají uhlí jako zdroj tepla pro pohon turbíny, pohánějící generátor. Značné emise škodlivých plynů do ovzduší.
- **Plynové elektrárny** – zdrojem tepla je zemní plyn. I když se jedná také o fosilní palivo, emise produkované spalováním jsou mnohem nižší než u uhlí.
- **Jaderné elektrárny** – zdrojem tepla je štěpná reakce jaderného paliva (uran). V současné době se vede v EU diskuze, zda lze jadernou energii považovat za technologii šetrnou k životnímu prostředí. Problémem je skladování vyhořelého paliva.
- **Vodní elektrárny** – využívají gravitační sílu tekoucí vody. Výkon závisí na průtoku vody.
- **Geotermální elektrárny** – vzhledem ke geologickým podmínkám nemají v Čechách využití, ale zkoumá se možnost využívání geotermální energie k výrobě tepla.
- **Solární elektrárny** – přeměňují energii ze slunce přímo na elektrickou energii.
- **Větrné elektrárny** – k pohonu turbíny využívají energii větru.

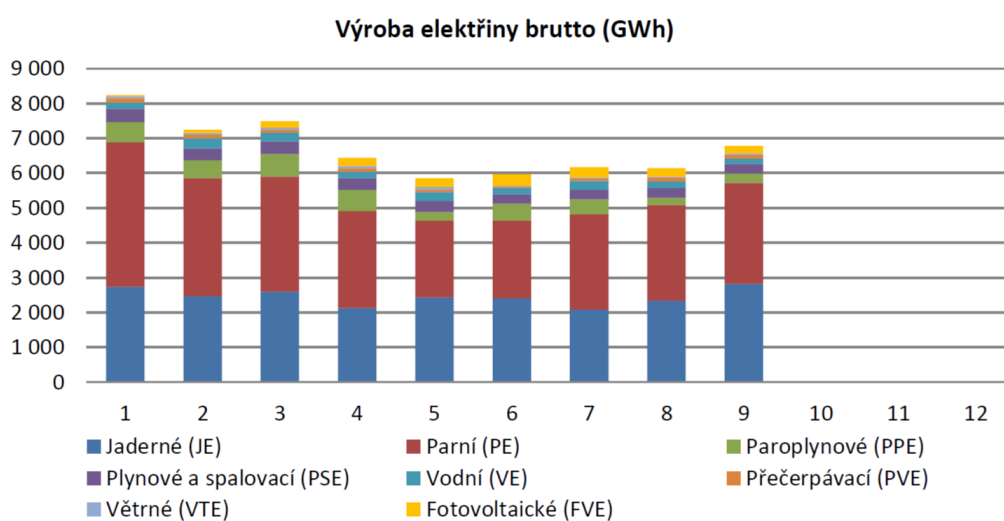
ELEKTŘINA V ČR: VÝROBA, SPOTŘEBA A EMISE

V roce 2018 produkovaly uhelné zdroje naprostou většinu emisí v rámci české elektroenergetiky.



Obr. 1-2 Podíl různých zdrojů elektřiny na produkci emisí [7]

I z Obr. 1-3 je patrné, že tepelné elektrárny mají stále významný podíl na výrobě elektřiny, je tedy důležité co nejvíce využívat alternativní obnovitelné zdroje energie, a rovněž se snažit o snižování spotřeby energie, k čemuž zavedení PENB přispívá. [8]



Obr. 1-3 Hrubá výroba elektřiny za první tři čtvrtletí 2021 [8]

1.5.2 Tepelné čerpadlo

Tepelné čerpadlo je vlastně chladič stroj, který ochlazuje okolní prostředí (podzemní voda, půda nebo venkovní vzduch) a získané teplo předává do topného systému. Vzhledem k tomu, že se pro pohon kompresoru, což je základní jednotka tepelného čerpadla, používají téměř výlučně elektromotory, jde vlastně z hlediska použité energie o jistou formu elektrického vytápění. Za každou spotřebovanou kWh elektrické energie nám ale tepelné čerpadlo poskytne 3 až 4 kWh tepla. Základní výhodou je tedy nízká cena tepla, nevýhodou jsou poměrně vysoké pořizovací náklady (v řádu stovek tisíc korun). [5]

1.5.3 Zemní plyn

Na druhém místě z hlediska ceny a komfortu byl až do letošního roku zemní plyn. Vzhledem k cenovému šoku v oblasti plynu a ropy a možné nedostupnosti těchto komodit budou cenové poměry, a tudíž i výhodnost, jiné. Bohužel s ohledem na neustále se měnící stav nelze aktuální hodnocení provést. Mezi výhody zemního plynu patří relativně snadná distribuce a dobrá regulovatelnost spotřebičů. Topidla jsou již ale konstrukčně náročnější než v případě elektřiny; je třeba odvádět spaliny a zajistit bezpečnost při zhasnutí plamene. [5]

1.5.4 Kapalná paliva

Topidla na zkapalněný propan nebo lehký topný olej mají zhruba stejné vlastnosti jako topidla plynová, cena energie je ale vyšší a je třeba mít zásobník paliva. I zde platí, co bylo uvedeno výše u zemního plynu, pokud jde o cenové změny a dostupnost. [5]

1.5.5 Uhlí

Hnědé uhlí bývalo nejrozšířenějším palivem. K jeho hlavním nevýhodám patří poměrně malá účinnost používaných topidel, pracnost obsluhy a zejména nedokonalé spalování uhlí, které má za následek silné lokální znečištění vzduchu karcinogenními látkami a oxidem siřičitým. I přes poměrně masivní přechod na elektrické a plynové vytápění v 90. letech se v poslední době atraktivita tohoto druhu vytápění zvýšila s objevením automatických kotlů, které podstatně zvýšily jak účinnost spalování, tak komfort obsluhy, a zejména snížily emise. [5]

1.5.6 Dálkově dodávané teplo

Tento způsob vytápění je k dispozici převážně ve městech, v poslední době se ale objevují kotelny na štěpku nebo teplo z bioplynových stanic i na venkově. Výhodou tohoto způsobu vytápění je komfort srovnatelný s topením plynem a malé investiční náklady pro uživatele. Nevýhodou často bývá vyšší cena tepla (pokud není výstavba dotována). [5]

1.5.7 Biomasa

Na rozdíl od výše uvedených paliv, je biomasa obnovitelný zdroj energie. Jde vlastně o přeměněnou sluneční energii, zachycenou rostlinami a uloženou ve formě chemické energie. Biomasa tedy bude, při udržitelném hospodaření s půdou, k dispozici stále a jejím spalováním nezvyšujeme obsah CO₂ v atmosféře.

Čerstvá biomasa má velký obsah vody a ta má velké výparné teplo. Proto obsah vody výrazně snižuje výhřevnost. Biomasu je nutné před spalováním vysušit. Všeobecně se doporučuje snížit vlhkost pod 30 % a za optimální se považuje vlhkost do 20 % (té lze ještě dosáhnout běžným sušením pod přístřeškem). Pro účely lisování briket nebo pelet je třeba surovinu vysušit na ještě nižší obsah vody; k tomu již nestačí běžné sušení na vzduchu, je zapotřebí použít k sušení zvýšenou teplotu. Tím se ale snižuje energetická výtěžnost paliva, neboť část energie (tepla) se spotřebuje na vysoušení. [5]

Do biomasy řadíme: [5]

- **Kusové dřevo** – prozatím nejčastěji využívaná forma biomasy. Dřevo bylo dosud nejlevnějším topením, poměrně dostupným, nicméně topidla na spalování kusového dřeva, podobně jako na uhlí, jsou poměrně náročná na obsluhu a obtížně se reguluje jejich výkon. Tento problém lze řešit použitím akumulčních nádrží, které přebytečné teplo uloží na pozdější dobu a umožní tak kotli pracovat celou dobu v optimálním režimu. Zhruba totéž platí pro brikety lisované z dřevního odpadu, kůry nebo energetických rostlin.
- **Pelety** jsou vyráběny lisováním, podobně jako výše zmíněné brikety, mají však tak malé rozměry, že s nimi lze zacházet do jisté míry jako s kapalným palivem. I když se běžně distribuují balené v pytlích po 15 kg, tam, kde jsou vytápěné objekty vybavené zásobními nádržemi, je lze dopravovat ve speciálních autocisternách a přečerpat plnicím otvorem do zásobní nádrže, a to až na vzdálenost 30 m. Pelety lze výhodně používat v automatických kotlích, které díky

snadné zápalnosti topného materiálu mohou fungovat v téměř plně automatickém režimu. Emisní zátěž prostředí z takového kotle je samozřejmě mnohem nižší než z automatického kotle na uhlí.

- **Štěpka je dřevo rozdrčené na kousky** o rozměrech několik centimetrů. Dřevní štěpka se vyrábí především z odpadu při těžbě dřeva nebo prořezávání stromů kolem cest a v parcích (zbytky větví, kůry a podobně); na štěpku se odpadní dřevo zpracovává často hned v lese. Štěpkou lze topit v kotlích s vyšším výkonem. Jedná se o čistý obnovitelný zdroj energie bez přidané energie (na sušení, lisování). Jediným problémem je skladování vyžadující velké prostory, které musí být provětrávané s ohledem na velký obsah vody.

1.5.8 Solární energie

Solární energii patří mezi obnovitelné zdroje energie. Lze ji využívat pomocí [5]

- solárních kolektorů,
- fotovoltaických panelů.

Solární kolektory – jsou dobře využitelné pro ohřev vody a do jisté míry i pro vytápění. Základní výhodou je široká dostupnost, velmi podstatnou nevýhodou pak sezónní a denní výkyvy v nabídce energie. Bohužel je sluneční svit nejmenší v zimě, kdy potřebujeme nejvíce tepla na vytápění a v letním období, v době největšího svitu, a tedy i největšího přínosu energie, je potřeba tepla na vytápění nulová. V praxi lze krátkodobé ukládání energie řešit pomocí instalovaných akumulčních nádrží, čímž se ovšem zvyšují investiční náklady. Pokud je systém dostatečně dimenzovaný, lze kolektory využít nejen k přípravě teplé vody, ale i k přitápění v období na jaře a na podzim. Letní přebytky energie se pak dají použít na vyhřívání venkovního bazénu. [5]

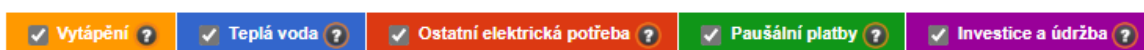
Fotovoltaické panely – technologie pro přímou přeměnu slunečního záření na elektřinu. Základem technologie jsou fotovoltaické články, které se skládají do fotovoltaických panelů. Fotovoltaika je obnovitelný a nevyčerpatelný zdroj elektřiny. K výrobě elektřiny nepotřebuje žádné palivo a zároveň neobsahuje pohyblivé části. Fotovoltaická elektrárna proto může fungovat dlouhou dobu bez obsluhy a s nízkými nároky na údržbu. Pokud jde o nevýhody, jsou obdobné jako u solárních kolektorů: málo světla v době největší potřeby energie. I zde to lze řešit, za cenu vyšších investičních nákladů. Přebytečná energie se ukládá do baterií, z nichž se pak uvolňuje v době potřeby. Nebo lze přebytečnou elektřinu prodávat zpět do sítě. [9]

Modelový příklad nákladů na vytápění pro různé energie:

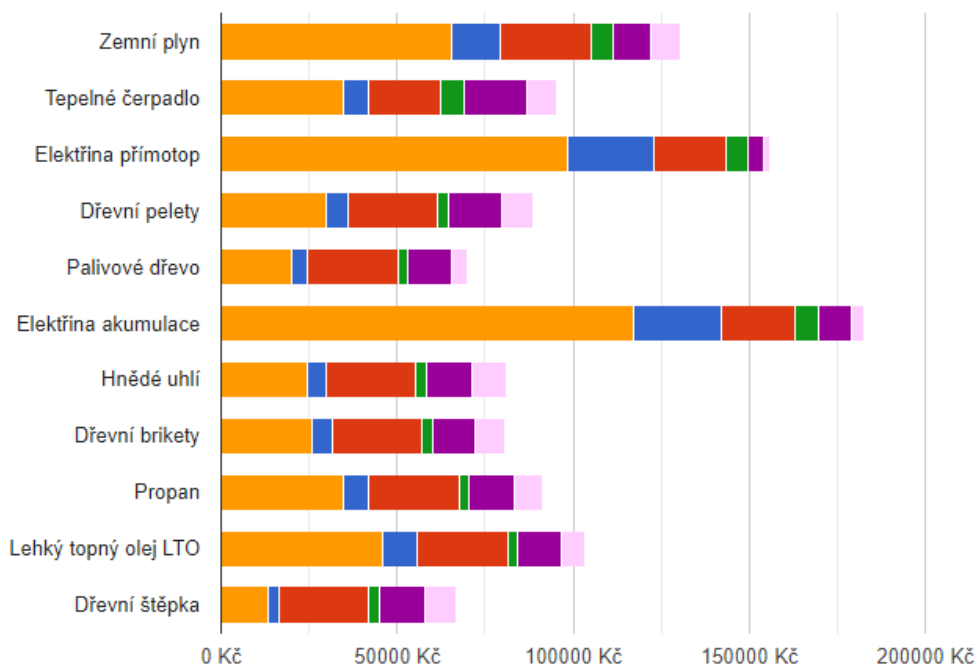
Vstupní data

Souhrn zadaných hodnot:

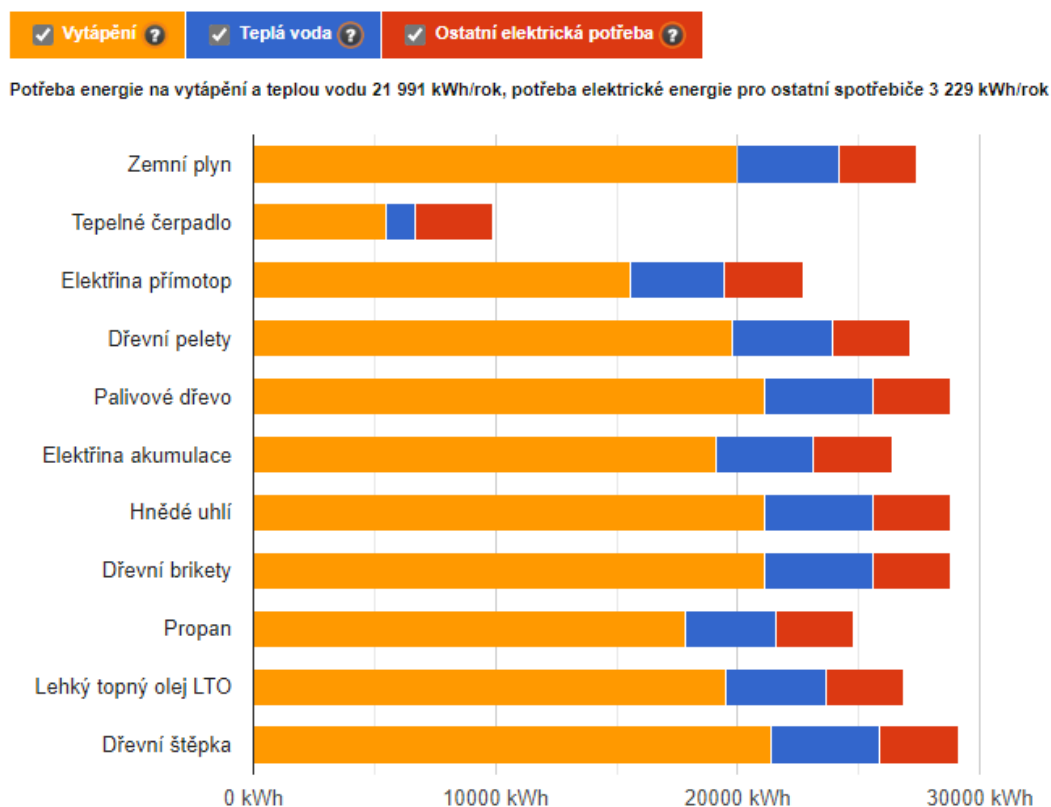
- výpočtová venkovní teplota: -15 °C
- výpočtová tepelná ztráta: 10 kW
- délka otopného období 248 dnů
- objem ohřívání vody 200 l/den
- potřeba tepla pro vytápění: 18 171 kWh/rok
- potřeba tepla pro ohřev teplé vody: 3 820 kWh/rok
- potřeba elektřiny pro zadané spotřebiče: 3 229 kWh/rok
- vypočtená celková potřeba energie: 25 220 kWh/rok

GRAF ROČNÍCH NÁKLADŮ NA ENERGIE V DOMĚZobrazit: ?

Potřeba energie na vytápění a teplou vodu 21 991 kWh/rok, potřeba elektrické energie pro ostatní spotřebiče 3 229 kWh/rok



Obr. 1-4 Roční náklady na vytápění dle zdrojů [10]



Obr. 1-5 Roční energie dle zdrojů [10]

1.6 Možný vývoj cen energie

V současné době se ceny energie, zejména z elektřiny a z plynu, neustále mění a rostou. Vzhledem k tomu výše uvedené grafy nemusí tyto grafy zobrazovat aktuální situaci.

S ohledem na extrémní cenu plynu a nejistotu v jeho dodávkách lze očekávat odchod mnoha spotřebitelů od tohoto zdroje. Pro nalezení výhodnější náhrady je třeba znát budoucí ceny energie. Ovšem předpovídat vývoj cen energie v dohledné době je za současné geopolitické situace prakticky nemožné. Následující analýza ukazuje pouze možný vývoj. [11]

1.6.1 Kusové dřevo

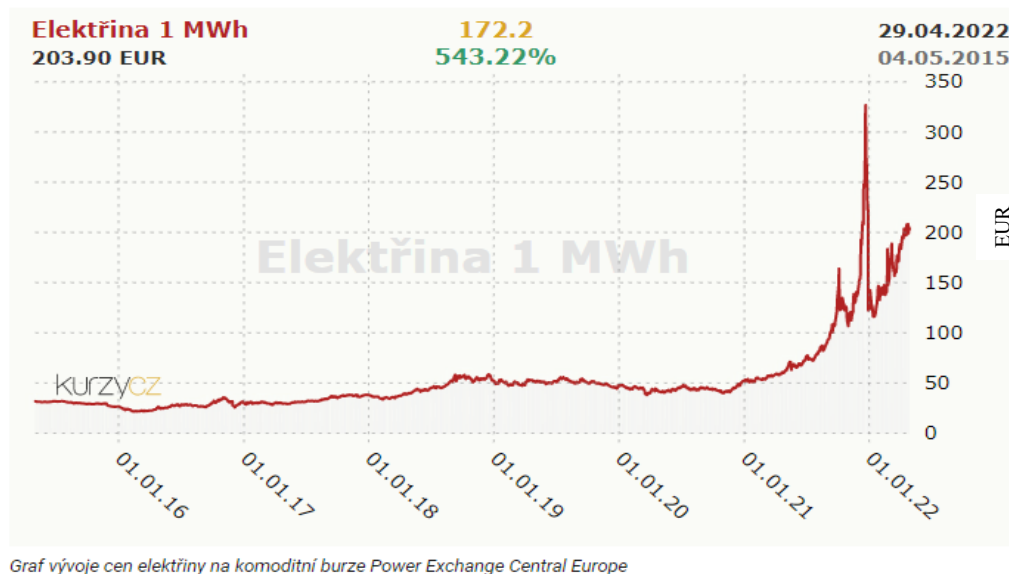
Oproti loňsku vzrostla cena kusového dřeva až o 200 %, (v průměru na 1 600 Kč/prms) ovšem to bylo dáno především tím, že pomalu „dochází“ zásoby levného kůrovcového dřeva a přechází se opět na prodej především mixu dřev (jehličnaté/listnaté), který tu byl před kůrovcem. Současné průměrné ceny jsou vyšší prakticky jen o inflaci ve srovnání s cenami před 5 léty. Za běžných podmínek by ceny i do budoucna měly růst pouze o výši inflace, ovšem nelze vyloučit i vliv „neviditelné ruky trhu“, mohli bychom očekávat i růst o 20 %. [11]

1.6.2 Dřevní pelety a brikety

Oproti loňskému roku stouply ceny dřevních pelet o více než 40 %. Na vině je rostoucí cena elektřiny, vstupní suroviny (piliny), ale především nedostatek pelet na evropském trhu, způsobený zákazem dovozu z Běloruska a Ruska a omezeným exportem z Ukrajiny. Dá se předpokládat, že ceny pro příští otopnou sezónu porostou i díky trvajícím zvýšenému zájmu na evropském trhu o 10–20 %. Podobně je to i s cenami dřevních briket. [11]

1.6.3 Elektřina

Cena elektřiny ovlivňuje jak náklady na přímé vytápění elektřinou, tak náklady na provoz tepelných čerpadel, kde je více jak 20 % energie dodané pro vytápění získáno právě z elektrické energie. Vývoj cen elektřiny byl několik let dobře předvídatelný, protože ceny silové elektřiny na německé burze, kde ji nakupují čeští distributoři, od roku 2015 do roku konce 2020 výrazně nepřekročily hodnotu 50 eur/MWh. Ovšem po oživení průmyslu v EU v první polovině roku 2021 začaly ceny elektřiny prudce růst a v současnosti se silová elektřina prodává za více jak 200 eur/MWh. Distributoři nakupují elektřinu za extrémně vysoké ceny již na roky 2024 a 2025, tedy i nadále lze očekávat vysoký nárůst cen. Někteří odborníci předpovídali, že díky dekarbonizaci a „elektrifikaci“ Evropy (současně s odstavováním z provozu jaderných a uhelných elektráren v Německu) porostou ceny elektřiny v ČR až na hodnotu 15 Kč/kWh, a to v horizontu 5 až 8 let. Této hranice můžeme ovšem dosáhnout podstatně dříve, pokud nenastane nějaký zásah a regulace cen od státní moci. [11]



Graf vývoje cen elektřiny na komoditní burze Power Exchange Central Europe

Obr. 1-6 Vývoj ceny elektřiny [12]

1.6.4 Hnědé uhlí

Navzdory ekologii se mnohé domácnosti se opět obrací k vytápění hnědým uhlím. Moderní automatické kotle na uhlí totiž poskytují poměrně vysoký komfort vytápění a rozhodně se již nejedná o „kouřící“ monstra. I když cena hnědé uhlí vzrostla také téměř o 100 %, (v průměru na 5 500 Kč/tunu), lze do budoucna očekávat další nárůst cen spíše o míru inflace. Navíc je hnědé uhlí domácí zdroj energie. V horizontu 10 let se nerýsuje žádný radikální krok ze strany domácí či evropské legislativy směřující k zákazu spalování uhlí v domácnostech. [11]

1.6.5 LPG/Propan

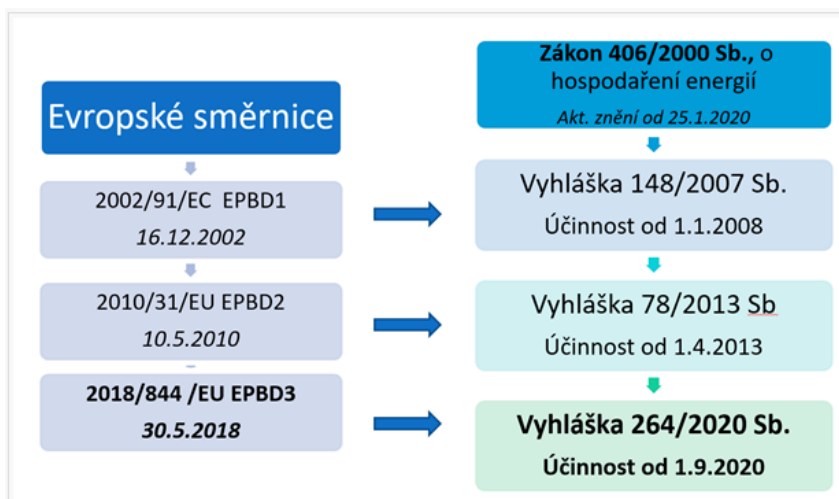
Dříve více méně opomíjené vytápění propanem se díky relativně příznivým cenám opět dostává do popředí zájmu vlivem průměrné měrné ceny 2 Kč/kWh (energie v palivu). Dříve to byla spíše varianta pro domácnosti, které chtěly vytápět „bezobslužně“ plynem, ale neměly možnost připojení na plynovou přípojku. V současnosti se tento zdroj energie jeví stále více jako zajímavá alternativa pro stávající vytápění zemním plynem. Optimistický scénář hovoří o postupném nárůstu cen zohledňujícím inflaci. Ovšem i zde je možné při zvýšeném zájmu předpokládat vliv „neviditelné ruky trhu“. [11]

1.6.6 Lehký topný olej

V současnosti je toto fosilní palivo využíváno k vytápění domácností jen minimálně, proto je zde uvedeno pouze pro informaci. Vývoj ceny tohoto paliva lze předpovídat velice složitě. Vývojový trend jeho ceny bude pravděpodobně podobný jako u propanu, neboť má úzkou souvislost s cenou ropy. [11]

1.7 Normy a předpisy [13]

- Vyhláška č. 264/2020 Sb., vyhláška o energetické náročnosti budov (nahrazuje zrušenou vyhlášku 78/2013 S. o energetické náročnosti budov).
- Zákon č. 406/2000 Sb., zákon o hospodaření energií:
- Vyhláška 140/2021 Sb. o energetickém auditu
- Vyhláška 15/2022 Sb. kterou se mění vyhláška č. 141/2021 Sb., o energetickém posudku a o údajích vedených v Systému monitoringu spotřeby energie
- ČSN 730331-1 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data



Obr. 1-7 Účinnost směrnic [17]

2 Obsah PENB a metody k jeho sestavení

Tab. 2-1 Požadavky pro majitele nemovitosti
podle novely zákona o hospodaření energií (č. 406/2000 Sb.) od roku 2013 [1]

Průkazy energetické náročnosti a zvyšování energetických standardů v budovách			
Přehledné shrnutí požadavků pro majitele nemovitosti podle novely zákona o hospodaření energií (č. 406/2000 Sb.) od roku 2013			
<ul style="list-style-type: none"> požadavky na energetickou náročnost novostaveb a rekonstrukcí (§ 7) požadavky na zpracování průkazu energetické náročnosti (§ 7a) požadavky na kontrolu kotlů a klimatizací (§ 6a) 			
Typ budovy, situace	Požadavek na energetickou náročnost	Průkaz energetické náročnosti	Poznámka
Rodinný dům			
novostavba po 1. 1. 2013 (datum žádosti o stavební povolení)	tzv. nákladově-optimální úroveň	ano, stejně jako nyní	zhruba odpovídá nízkooenergetickému standardu, dodržení zajistí projektant ve stavební dokumentaci
novostavba od 2020	téměř nulová spotřeba	ano	vysoce efektivní budova s možností pokrytí části spotřeby energie obnovitelnými zdroji
renovace po 1. 1. 2013 (datum žádosti o stavební povolení nebo datum ohlášení změny stavby podle stavebního zákona)	tzv. nákladově-optimální úroveň pro renovované prvky, nebo pro celou budovu	ano, pokud se renovuje více jak 25 % obálky a není zpracovaný platný průkaz (např. z předchozí koupě domu nebo předchozí fáze renovace)	neexistuje požadavek na rozsah renovace, ale na energetickou kvalitu rekonstruovaných nebo měněných prvků, případně celé budovy v případech, kdy je to pro stavebníka výhodné; pokud se nezpracovává průkaz, stavebník si uchová účetní doklady (např. ze stavebnin nebo od stavební firmy)
prodej či nový pronájem po 1. 1. 2013	není požadavek	ano, toto je novinka; indikace energetické třídy musí být i v inzerci	předpokládá se, že realitní kanceláře budou nabízet zpracování průkazu v rámci svého zprostředkovatelského poplatku, průkaz může být dražší, pokud dům nemá žádnou dokumentaci
Pozn.: Pokud tedy majitel rodinného domu nestaví, neprovádí renovaci, neprodává či nově nepronajímá, nevztahují se na něho žádné požadavky z tohoto zákona.			
Bytový dům			
novostavba po 1. 1. 2013 (datum žádosti o stavební povolení)	tzv. nákladově-optimální úroveň	ano, stejně jako nyní	zhruba odpovídá nízkooenergetickému standardu, dodržení zajistí projektant ve stavební dokumentaci
novostavba s energeticky vztáznou plochou nad 1500 m ² od 2018, nad 350 m ² od 2019 a menší od 2020	téměř nulová spotřeba	ano	vysoce efektivní budova s možností pokrytí části spotřeby energie obnovitelnými zdroji
renovace po 1. 1. 2013 (datum žádosti o stavební povolení nebo datum ohlášení změny stavby podle stavebního zákona)	tzv. nákladově-optimální úroveň pro renovované prvky, nebo pro celou budovu	ano, pokud se renovuje více jak 25 % obálky a není zpracovaný platný průkaz (např. z předchozí koupě domu nebo předchozí fáze renovace); doposud byl požadavek pouze u budov nad 1000 m ²	neexistuje požadavek na rozsah rekonstrukce, ale na energetickou kvalitu rekonstruovaných nebo měněných prvků, případně celé budovy v případech, kdy je to pro stavebníka výhodné; pokud se nezpracovává průkaz, stavebník si uchová účetní doklady (např. ze stavebnin nebo od stavební firmy)
prodej či nový pronájem celé budovy po 1. 1. 2013	není požadavek	ano; indikace energetické třídy musí být i v inzerci	
prodej jednotlivého bytu po 1. 1. 2013; nevztahuje se na družstevní byty (zde nejde o prodej, ale převod vlastnického práva)	není požadavek	existuje povinnost předložit zájemci průkaz budovy; pokud jej majitel bytu na písemnou žádost neziská, může vykázat tři roční spotřeby využívaných energií	zpracovává se pouze průkaz na celý bytový dům, který poté využívají všichni majitelé jednotlivých bytů; od určitého roku musí mít celý dům průkaz tak jako tak, což usnadní jeho získání pro majitele bytů
nový pronájem jednotlivého bytu od 2016; (zde právně nejde o pronájem, ale podnájem)	není požadavek	existuje povinnost předložit zájemci průkaz budovy; pokud jej majitel bytu na písemnou žádost neziská, může vykázat tři roční spotřeby využívaných energií	zpracovává se pouze průkaz na celý bytový dům, který poté využívají všichni majitelé jednotlivých bytů; od určitého roku musí mít celý dům průkaz tak jako tak, což usnadní jeho získání pro majitele bytů
bytový dům s energeticky vztáznou plochou nad 1500 m ² do 2015, nad 1000 m ² do 2017 a menší do 2019 (tyká se i bytového domu vlastněného družstvem)	není požadavek	ano, zpracování průkazu na dům v uvedených termínech	
bytový dům s kotlem nad 20 kW nebo klimatizací nad 12 kW			požadavek na pravidelnou kontrolu kotlů nad 20 kW a klimatizačních zařízení nad 12 kW, intervaly stanoví vyhláška
Pozn.: Pokud tedy majitel bytového domu nestaví, neprovádí renovaci, neprodává či nově nepronajímá, vztahují se na něho z tohoto zákona pouze dva požadavky: 1) na zpracování průkazu energetické náročnosti v termínu podle velikosti domu, 2) na pravidelnou kontrolu kotlů nad 20 kW a klimatizačních zařízení nad 12 kW v pravidelných intervalech.			
Verejná budova	budova vlastněná a užívaná orgánem veřejné moci nebo jím zřízenou institucí	budova užívaná orgánem veřejné moci	
	pro novostavby a renovace platí obdobné požadavky jako pro bytové domy, termíny pro novostavby s téměř nulovou spotřebou jsou předem nastaveny o dva roky	zpracovaný a vystavený průkaz musí mít do poloviny roku 2013 budova s energeticky vztáznou plochou nad 500 m ² a do poloviny roku 2015 budova nad 250 m ²	
Kancelářská komerční budova			
	stejně požadavky jako u bytového domu	stejně požadavky jako u bytového domu	na prodej či nový pronájem jednotlivé kanceláře či patra se vztahují požadavky jako na byt

2.1 Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou [1]

- primární energie z neobnovitelných zdrojů energie vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- dílčí dodané druhy energie pro technické systémy vytápění, chlazení, nucené větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení vnitřního prostoru budovy za rok vztažené na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- průměrný součinitel prostupu tepla,
- součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- účinnost technických systémů.

Hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy a referenční budovy se stanovují výpočtem na základě projektové dokumentace a v souladu s metodikou hodnocení energetické náročnosti budovy podle přílohy č. 5 vyhlášky 264/2020 Sb. V případě dokončených budov musí být vstupní údaje pro výpočet v souladu se současným stavem budovy. [1]

2.2 Kategorie PENB

Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy (kWh/m²) podle starší vyhlášky 148/2007 Sb.

Tab. 2-2 Klasifikační třídy – vyhláška 148/2007 [15]

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 budova	< 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
Budova pro vzdělávání	< 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
Budova pro velkoobchod a maloobchod	< 67	67 - 121	122 - 183	184 - 241	242 - 300	301 - 362	> 362

Hodnocení kategorií:

A – mimořádně úsporná

Tento dům je energeticky velmi úsporný a náklady na provoz budou velmi nízké. Ve většině případů jde o energeticky pasivní dům využívající ke svému provozu nejnovější technologie. [16]

B – úsporná

Tento dům je energeticky úsporný a náklady na provoz budou velmi nízké. Do kategorie B spadá většina současných nízkoenergetických staveb. [16]

C – vyhovující

Budova je z energetického hlediska vyhovující, vyhovuje ještě energetické náročnosti budov pro novou výstavbu. Náklady na provoz budou úměrné pořizovacím nákladům domu (běžná moderní zástavba). [16]

D – nevyhovující

Tato budova už nevyhovuje z hlediska energetické náročnosti Vyhláše o energetické náročnosti budov pro novou výstavbu. Náklady na provoz domácnosti v této budově budou rozumné vzhledem k tomu, že se jedná o starší dům. Do kategorie D spadají starší domy, které jsou udržované a mají rozumně řešené provozní technologie. [16]

E – nevhodná

Takovýto dům už nevyhovuje pro novou výstavbu. Náklady na provoz domácnosti v této budově budou vyšší. Do kategorie E spadají starší domy, u kterých se dá předpokládat možnost přechodu do lepší energetické kategorie díky investicím do modernějších technologií. [16]

F – velmi nevhodná

Tento dům nevyhovuje pro novou výstavbu. Náklady na provoz domácnosti v této budově budou vyšší. Do kategorie F spadají starší domy postavené do roku 1992. Jsou vhodné pro kompletní rekonstrukci. [16]

G – mimořádně nevhodná

Tato budova nevyhovuje z hlediska energetické náročnosti pro novou výstavbu. Náklady na provoz domácnosti v této budově budou vysoké. Do kategorie G spadají starší domy postavené do roku 1992. Jsou vhodné pro kompletní rekonstrukci. [16]

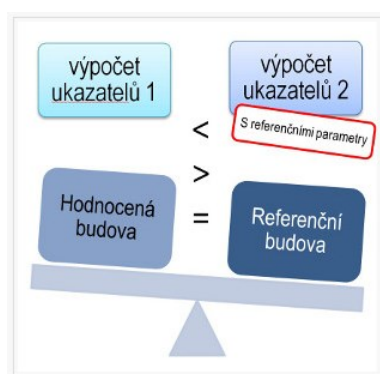
Nová vyhláška 264/2020 Sb. uvádí klasifikační třídy vztahované k energii referenční budovy s mírně upraveným slovním hodnocením. Viz Tab. 2-3.

Hodnocení energetické náročnosti je založeno na porovnání budovy hodnocené s budovou referenční. Referenční budova představuje výpočtově definovanou budovu 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. [17]

Tab. 2-3 Klasifikační třídy, vyhláška 264/2020 Sb. [1]

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy						Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	celková dodaná energie	Dílní dodaná energie			U _{em}	
			Teplá voda a úprava vlhkosti	Vytápění a chlazení	Osvětlení vnitřního prostoru budovy a nucené větrání		
A	0,8 x E _R	0,7 x E _R	0,7 x E _R	0,6 x E _R	0,5 x E _R	0,7 x E _R	Mimořádně úsporná
B	1,2 x E _R	0,9 x E _R	0,8 x E _R	0,8 x E _R	0,7 x E _R	0,9 x E _R	Velmi úsporná
C	1,6 x E _R	1,2 x E _R	1 x E _R	U x E _R	0,9 x E _R	1,2 x E _R	Úsporná
D	2,3 x E _R	1,5 x E _R	1,2 x E _R	1,5 x E _R	1,2 x E _R	1,7 x E _R	Méně úsporná
E	3 x E _R	2 x E _R	1,4 x E _R	2 x E _R	1,5 x E _R	2,3 x E _R	Nehospodárná
F	3,7 x E _R	2,5 x E _R	1,6 x E _R	2,5 x E _R	2 x E _R	2,9 x E _R	Velmi nehospodárná
G							Mimořádně nehospodárná

Hodnocení budovy se prakticky provádí pomocí dvou paralelně porovnávaných budov, výpočet probíhá ve dvou částech. První část představuje zadání, výpočet a výstupy pro řešenou budovu – budova hodnocená, druhou část představuje zadání, výpočet a výstupy pro referenční budovu s požadovanými hodnotami referenčních parametrů. [17]



Obr. 2-1 porovnání hodnocené a referenční budovy [17]

Vyhláška 264/2020 Sb. stanovuje tři režimy hodnocení energetické náročnosti a s tím spojené rozdílné úrovně požadavků na hodnocení energetické náročnosti. [17]

- **větší změny dokončené budovy**, nebo jiné než větší změny dokončené budovy
- **nové budovy** (úroveň požadavku pro nové budovy odpovídá požadavku na budovu s téměř nulovou spotřebou energie)
- **nové budovy po 1.1. 2022** (úroveň požadavku od tohoto data pro nové budovy bude odpovídat požadavku na budovu s téměř nulovou spotřebou energie)

Nové budovy musí splnit současně tři ukazatele energetické náročnosti: [17]

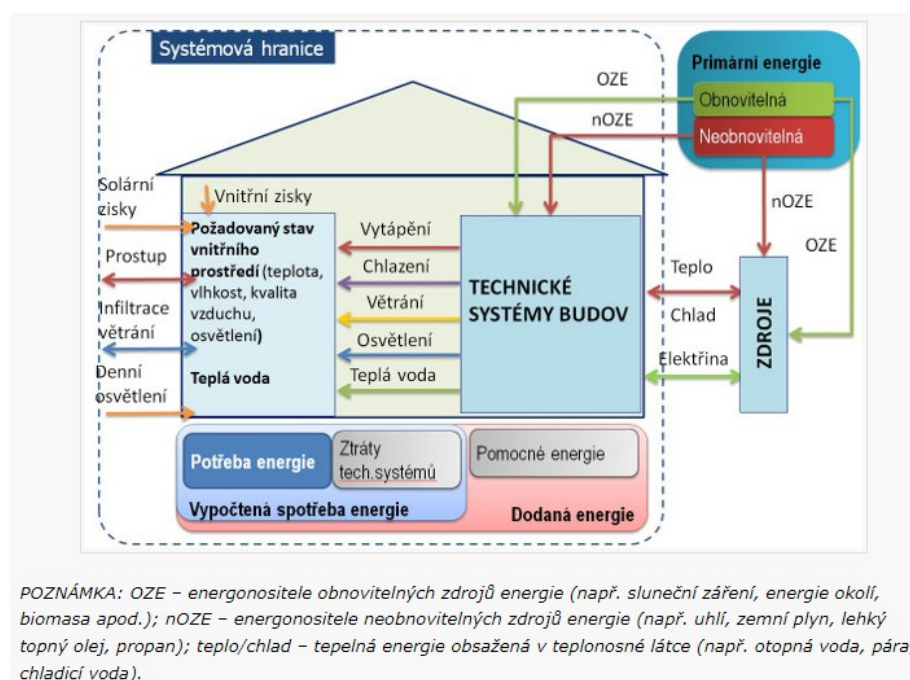
- primární energie z neobnovitelných zdrojů
- celková dodaná energie za rok a
- průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy.

Budovy rekonstruované, resp. při větší změně dokončené budovy a při jiné než větší změně dokončené budovy, je možný výběr kombinace ukazatelů, které je nutné splnit. [17]

- primární energii z neobnovitelných zdrojů za rok a
- součinitel prostupu tepla obálkou budovy, nebo
- celkovou dodanou energii za rok a
- součinitel prostupu tepla obálkou budovy.

Hlavním ukazatel energetické náročnosti budov je celková primární energie z neobnovitelných zdrojů. Primární energie je energie, která neprošla žádným procesem přeměny a celková primární energie je součtem energie z obnovitelných a neobnovitelných zdrojů energie. Primární energie z neobnovitelných zdrojů je ukazatelem energetické náročnosti, který je hodnocen a požaduje se jeho splnění. [17]

Celková primární energie z neobnovitelných zdrojů se stanoví jako součet součinů dodané energie, v rozdělení po jednotlivých energonositelích a příslušných faktorů primární energie uvedených v příloze č. 3 vyhlášky 264/2020 Sb. [17]



Obr. 2-2 Energie v budově [17]

2.3 Podklady pro vypracování PENB

K vypracování PENB, popř. návrhu zateplení domu, jsou třeba tyto podklady a údaje:

Identifikační údaje budovy: [18]

- vlastník nemovitosti (kontaktní osoba), včetně adresy, IČ, telefonické spojení, email atd.
- adresa předmětné posuzované nemovitosti – domu
- účel budovy, počet osob
- číslo pozemkové či stavební parcely, číslo listu vlastnictví, katastrální území

Technické údaje budovy (ze stávající projektové dokumentace objektu): [18]

- kompletní stávající projektovou dokumentaci RD či BD – zejména půdorysy všech podlaží i suterénu či sklepu, řezy objektem a pohledy
- celkovou situaci stavby (katastrální, přehledná, nebo inženýrských sítí) ze které bude patrna orientace ke světovým stranám
- popis skladeb konstrukcí obálky budovy – tj. podlah, obvodových stěn, stropů a střech
- popis stavu oken a dveří (druh – stáří – typ zasklení) – v případě již částečných výměn i jejich rozpis

- typ a výkon instalovaného zdroje tepla + popis ohřevu TUV (energonositel, výkony a příkony zdroje tepla v kW, objem případných zásobníků v litrech)
- typ osvětlovací soustavy (žárovkové, zářivkové apod), celkový elektrický příkon osvětlení budovy, způsob ovládání osvětlovací soustavy (ruční, automatický apod.).
- popis vzduchotechnického zařízení – je-li instalováno, vč. hlavních technických parametrů (účinnost rekuperace tepla, použití zemního výměníku k předeřevu vzduchu, typ a výkon případného ohřívače vzduchu, typ protimrazové ochrany)
- popis nuceného větrání – je-li instalováno
- fotografie objektu ze všech světových stran (postačí v digitální formě – např. emailem)

2.4 Postup hodnocení

1. Obecný popis objektu
2. Hodnocení budovy
 - identifikační údaje
 - zónování (např. obytná část, nevytápěné prostory)
 - charakteristiky stavebního řešení (stavební konstrukce, součinitel prostupu tepla)
 - energetické systémy budovy
 - údaje referenční budovy (tab. 1 vyhlášky 264/2020 Sb.)
3. Hodnocení ukazatelů energetické náročnosti budovy
 - neobnovitelná primární energie za rok;
 - celková dodaná energie za rok;
 - průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy U_{em}
 - informativní hodnocení dílčích dodaných energií (vytápění, TUV...)

[19]

3 Tepelná bilance domu

3.1 Použitý software

Vzhledem k složitosti výpočtů je nevhodnější použít některý dostupný software, např. NKN, popř. dílčí výpočty na stránkách tzb-info.cz: Výpočet prostupu tepla vícevrstvou konstrukcí a průběhu teplot v konstrukci – TZB-info.

Autoři k programu NKN uvádějí: „Výpočetní nástroj NKN III slouží jako orientační a výuková výpočetní pomůcka. Výsledek hodnocení ENB nicméně odpovídá požadavkům vyhlášky 264/2020 Sb. indikuje splnění/nesplnění požadavků na ENB, stanovuje klasifikační třídy a je vhodnou pomůckou pro energetickou analýzu budovy. NKN III slouží zejména pro studenty vysokých škol, pro předběžné posouzení ENB, nebo pro energetickou analýzu budovy např. při zpracovávání energetického auditu. Domníváme se, že úloha NKN jako pilotní bezplatné pomůcky na zpracovávání PENB byla naplněna. Komerční SW se již plně etablovaly na trhu a není cílem být s touto nekomerční a nekomerčně zpracovávanou pomůckou konkurencí s plným uživatelským komfortem, jaký nabízejí komerční SW.“ [20]

Tepelné ztráty jsou dané tepelným odporem konstrukce. Součinitel prostupu tepla spočítáme [21]

$$U_r(U) = \frac{1}{R_T}$$

kde R_T je odpor konstrukce při prostupu tepla z prostředí do prostředí.

U vícevrstvé konstrukce platí [21]

$$U_r(U) = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{R_T}$$

kde R_{si} [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$], tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy přiléhající bezprostředně k vnitřní straně konstrukce, je definován vztahem:

$$R_{si} = \frac{1}{h_i}$$

kde h_i je součinitel přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] [22]

R_{se} [$\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$], tepelný odpor mezní vzduchové vrstvy přiléhající bezprostředně k vnější/venkovní straně konstrukce, je dán vztahem:

$$R_{se} = \frac{1}{h_e}$$

kde h_e je součinitel přestupu tepla na vnější/venkovní straně konstrukce [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] [22]

Dle ČSN 73 0540-3 jsou tepelné odpory při přestupu tepla v Tab. 3-1

Tab. 3-1 Tepelné odpory [22]

Povrch	Účel výpočtu	Konstrukce / povrch	Tepelný odpor při přestupu tepla R_{se} a R_{si} [$m^2 \cdot K/W$]
vnější	souč. prostupu tepla, povrchové teploty	jednoplášťová	0,04
		dvouplášťová	stejně jako R_{si}
zemina		styk se zeminou	0
vnitřní	souč. prostupu tepla, tepelné toky	stěna (horizont. tep. tok)	0,13
		střecha (tep. tok vzhůru)	0,10
		podlaha (tep. tok dolů)	0,17

Součinitel prostupu tepla U a tepelný odpor konstrukce R se stanoví pro podmínky ustáleného šíření tepla při zimních návrhových okrajových podmínkách. [21]

K vytvoření průkazu ENB modelové budovy jsem využil metodu, která je obsažena ve zmíněném výpočetním nástroji NKN III, který je doporučen vlastníkem softwaru stavební fakultou ČVUT. Výsledkem je rozsah hodnot, odpovídající parametrům objektu, který je podkladem pro sestavení vlastního průkazu.

Výsledkem výpočtu je hodnocení ukazatelů energetické náročnosti podle vyhlášky 264/2020 Sb.:

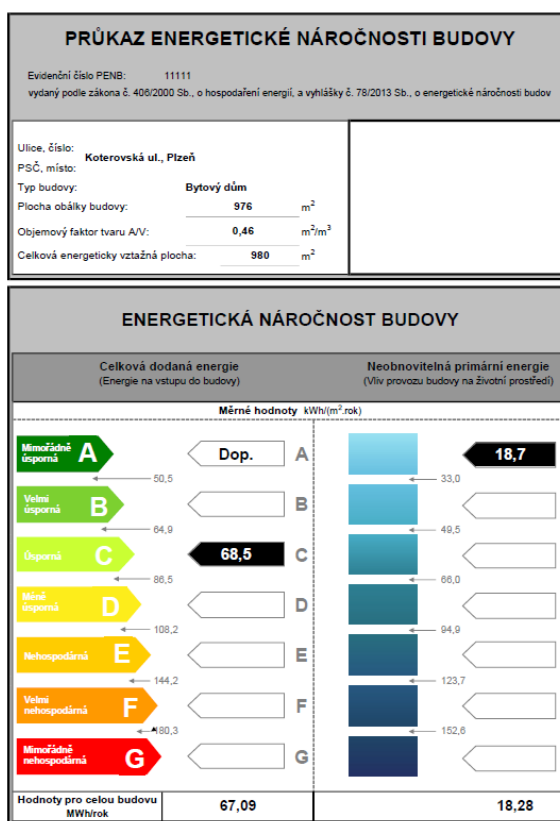
Tab. 3-2 Ukazatelé energetické náročnosti

	Klasifikační ukazatel ER pro U_{em}	Splnění požadavku EN	Třída energetické náročnosti EN
A1: Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy	1,09	0,70	0,18
A2: Celková dodaná energie do budovy	není splněn	splněn	splněn
A3: Neobnovitelná primární energie	D – méně úsporná	C – úsporná	A – mimořádně úsporná

Celkově je objekt hodnocen jako C – úsporný.

Zpracování podkladů bylo v některých částech provedeno za určitých zjednodušujících předpokladů. Například bylo zanedbáno celkové zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem netěsností a mezer v tepelných izolacích a vlivem srážek zatékajících do vrstvy tepelné izolace, při obálkové metodě byly vynechány přízemní kancelářské prostory, k nimž chybí technické podklady, budova byla uvažována jako jednozónová.

Úplný report energetické náročnosti modelové budovy je uveden v příloze. Grafické znázornění průkazu je na Obr. 3-1.



Obr. 3-1 PENB modelové budovy

4 Modelový objekt

4.1 Popis objektu



Obr. 4-1: Pohled na budovu ze silnice

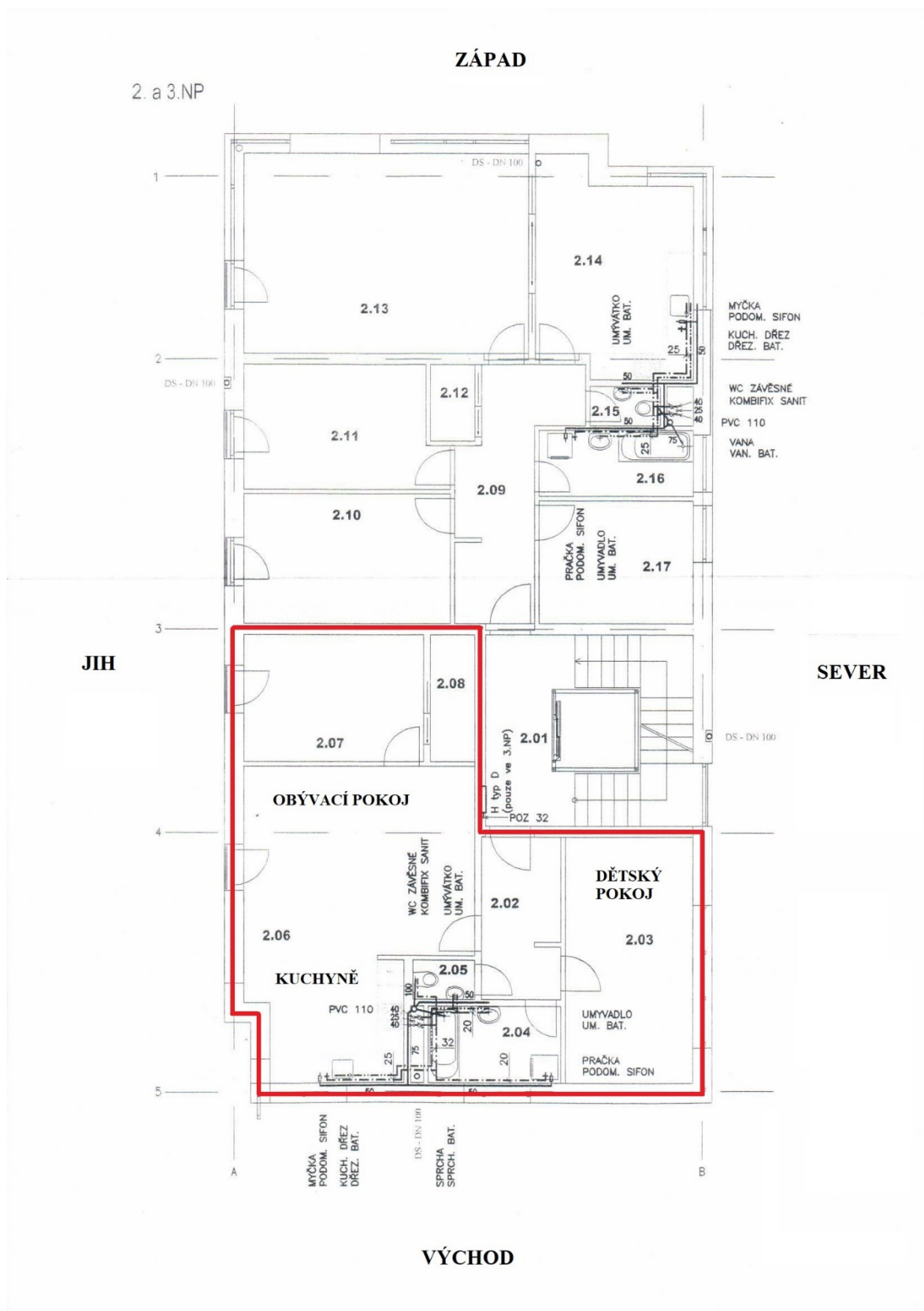
Modelový objekt, na kterém bylo prováděno měření, se nachází v zastavěném území města mezi ulicemi Koterovská a Božkovská v Plzni. Leží na pozemku o velikosti 885 m² a zastavěná plocha je 317 m². Bytový dům má 4 nadzemní podlaží, přičemž poslední podlaží je mírně ustupující. Uvnitř se nachází 6 bytových jednotek, zbytek je kancelářská plocha. Byl postaven roku 2007. Obvodový plášť budovy je tvořen z betonového skeletu, kde jsou armované sloupy a mezi nimi je vyzděno cihlami. Budova je zateplená polystyrenem tloušťky 8 cm.

4.2 Měření zvoleného bytu

I když je zvolený objekt zařazen podle energetické bilance do kategorie C jako objekt s úspornou energetickou náročností, dochází v důsledku tepelných mostů k výskytu míst s plísněmi. Proto bylo přistoupeno k detailnějšímu sledování rozložení teplot jak na povrchu objektu, tak i uvnitř v jedné bytové jednotce. Měření, kterých jsem se zúčastnil, byla provedena jednak termokamerou FLIR, dále optickým pyrometrem REYTEK a robustním ručním teploměrem a vlhkoměrem pro měření klimatu v budovách P330.

Záznamy průběhů teplot na vnějším povrchu objektu měřené termokamerou uvádím v následující kapitole Obr. 4-3, Obr. 4-4, Obr. 4-5 a Obr. 4-6.

4.3 Půdorys 2. a 3. nadzemního patra

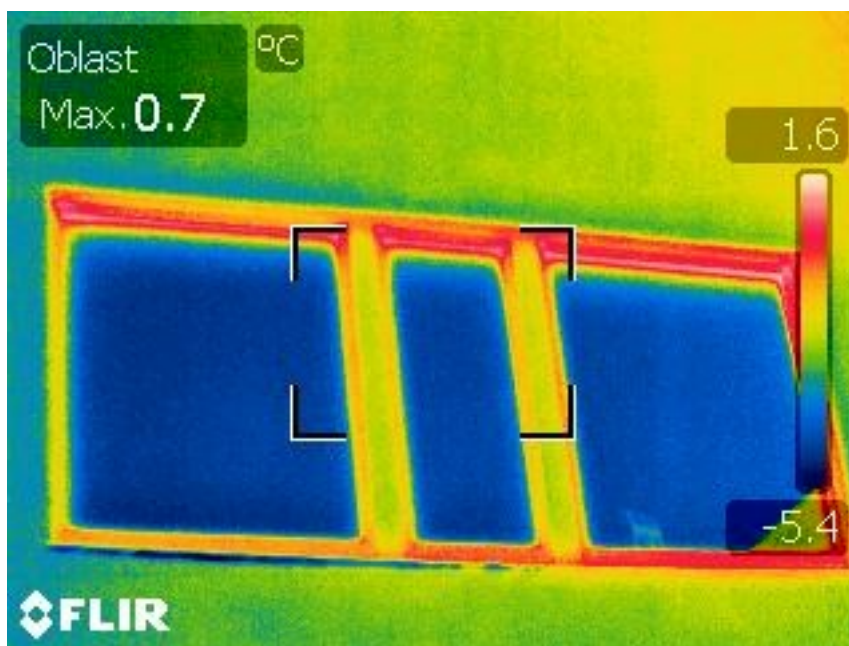


Obr. 4-2: Půdorys 2. a 3. nadzemní patro – červeně vyznačený zvolený byt

4.4 Měření termokamerou

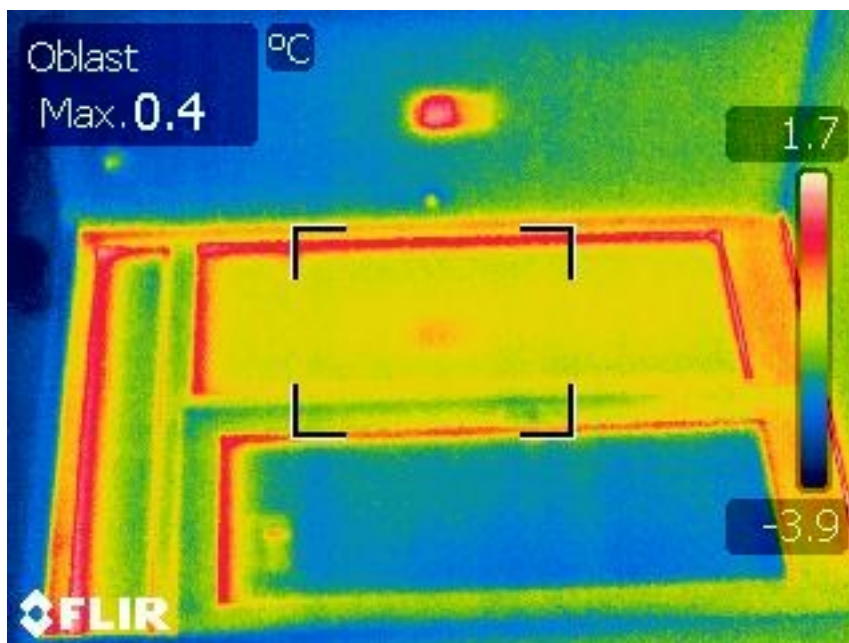
Měření termokamerou probíhalo dvakrát, a to poprvé 26.11.2021 v 10 hodin ráno, kdy byla venkovní teplota vzduchu 0 °C. Podruhé se teplota snímala 7.3.2022 v 8:30 ráno za venkovní teploty vzduchu -2 °C a v předchozích dnech byla teplota kolem -10 °C.

Příklad rozložení teplot na vnější severní straně objektu lze sledovat na Obr. 4-3.



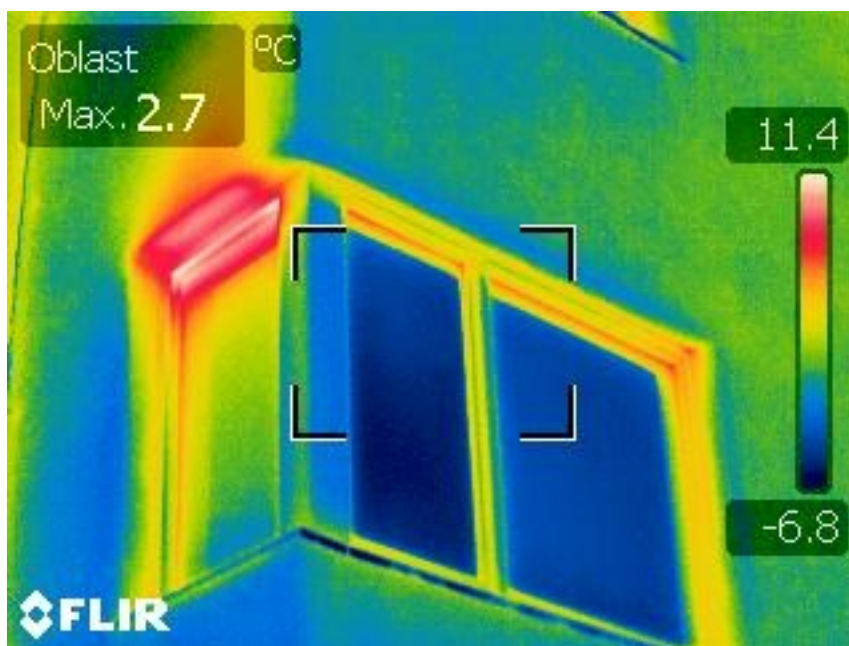
Obr. 4-3 Vybraný byt druhé patro, venkovní pohled – dětský pokoj

Na uvedené stěně bylo snímáno několik míst. Každý záběr lze analyzovat z barevných průběhů teplot. Např na Obr. 4-3 lze určit přibližné rozložení teplot z údajů rozsahu pásma teplot na každém snímku. Konkrétně pro Obr. 4-4 je uveden barevný rozsah teplot mezi -3,9 °C a 1,7 °C. Z údaje je možné určit přibližně střední hodnotu teploty v daném místě.



Obr. 4-4 Vchodové dveře – severní strana

Stejným způsobem jsem pokračoval v určování středních teplot na objektu.



Obr. 4-5 Jihovýchodní strana objektu, vybraný byt – Kuchyně

Střední teplota u Obr. 4-3, Obr. 4-4 a Obr. 4-5 činila $-1,9\text{ °C}$, $-1,1\text{ °C}$ a $2,3\text{ °C}$

Příklad výpočtu střední hodnoty teploty: $T_{stř} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2} = \frac{1,6 - 5,4}{2} = -1,9\text{ °C}$

4.5 Hodnocení snímaných teplot termokamerou

Závěry z hodnocení snímaných teplot termokamerou na vnějších stěnách – s ohledem na provedené vnější zateplení je obtížné nalézt místa tepelných mostů. Z obrázků snímaných teplot lze však identifikovat místa zvýšených tepelných ztrát. Číselné určení tepelných ztrát lze určit ze vztahu pro ztráty sdílení tepla prouděním ve tvaru:

$$P = \alpha * (\vartheta_1 - \vartheta_2) * A [W], \quad \text{kde } \alpha - \text{součinitel sdílení tepla prouděním } \left[\frac{W}{m^2K} \right]$$

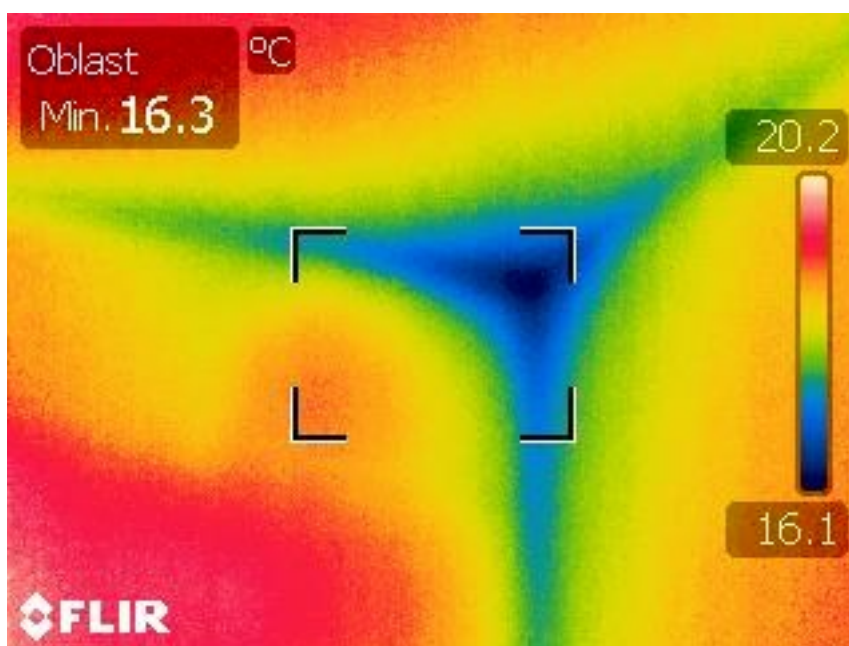
ϑ_1 – naměřená teplota [°C]

ϑ_2 – teplota okolí [°C]

A – uvažovaná plocha [m²]

4.6 Měření termokamerou uvnitř objektu

Aby bylo možné zdokumentovat místa tepelných mostů, bylo provedeno měření uvnitř objektu ve zvolené bytové jednotce. Z Obr. 4-6 lze jednoznačně konstatovat, že v rohu pod stropem se objevuje místo s poměrně velkým rozdílem teplot mezi 16,1 °C v rohu a 20,2 °C na stěně, které ukazuje na možný výskyt plísní, což dokládá také údaj o měření vlhkosti v podkapitole 4.7.



Obr. 4-6 Roh pod stropem – dětský pokoj

4.7 Měření teploty a vlhkosti

Měření pyrometrem probíhalo uvnitř vybraného bytu, a to v dětském pokoji a v kuchyni, kde se vyskytuje plíseň, a také venku kolem celé budovy. V následující tabulce a na Obr. 4-7 jsou zobrazeny výsledky měření.

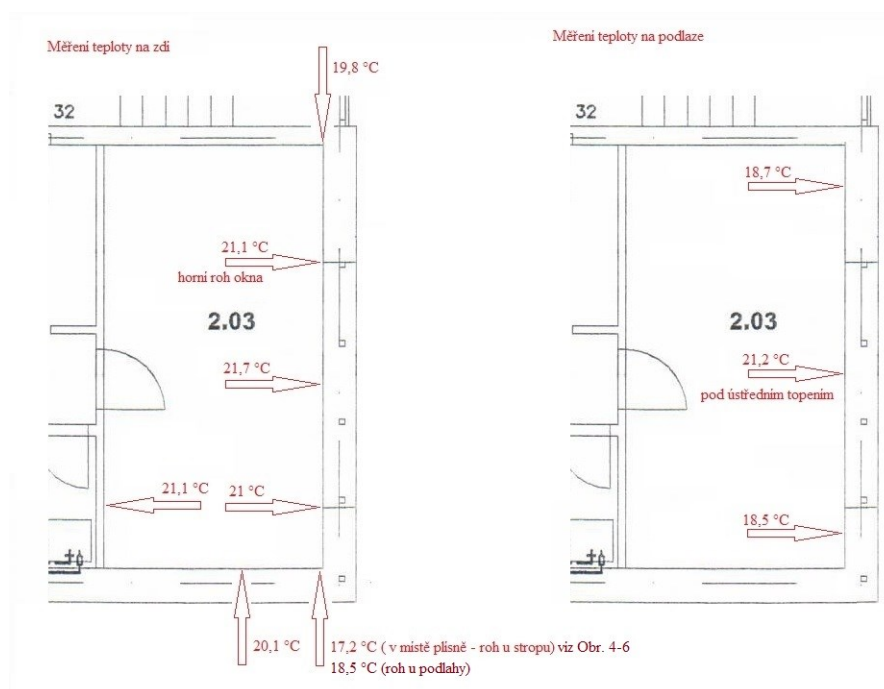
Tab. 4-1 Teplota a vlhkost bytové jednotky

Kuchyně

Vnitřní teplota vzduchu	22,5 °C
Vlhkost	45 %
Tw (teplota vlhkého teploměru)	16,7 °C
Td (rosný bod)	11,3 °C

Dětský pokoj

Vnitřní teplota vzduchu	23,7 °C
Vlhkost	47,50 %
Tw	16,7 °C
Td	10,6 °C



Obr. 4-7 Měření teploty optickým pyrometrem

4.8 Vyhodnocení provedených měření

Z naměřených teplot na vnějších stěnách lze nalézt místa se zvýšenými tepelnými ztrátami. Z těchto náměrů nelze stanovit místa tepelných mostů s ohledem na zateplení vnějších povrchů objektu.

4.9 Vyhodnocení měření provedených uvnitř objektu

Měření byla realizováno infrakamerou, optickým pyrometrem a vlhkoměrem s teplotou. Tyto výsledky dávají představu o důvodu vzniku plísní v bytové jednotce, a to jak v rozích pod stropem, tak i u podlahy. Viz Obr. 4-6, Obr. 4-7, také příloha D.

4.10 Praktické důsledky provedených měření

Z vnitřních měření lze určit výskyt tepelných mostů a porovnáním s konstrukcí objektu detailně stanovit místa vzniku tepelných mostů. Měření prokázala jejich vznik v místech, kde na konstrukci železobetonového skeletu objektu navazují klasické zděné stěny. Viz příloha D.

4.11 Návrh opatření proti vzniku plísní

Za daného stavu je prvním předpokladem intenzivní větrání. Pokud by toto opatření nepomohlo, tak navrhuji do obytných jednotek umístit automatická klimatizační zařízení např. LG Standart S12EQ 3,5kW, což je však investičně náročné.

4.12 Návrh opatření ke snížení energetické náročnosti

Vzhledem k aktuálnímu způsobu vytápění (dálkové topení horkovodem) je problematické navrhnout opatření vedoucí ke snížení energetické náročnosti, které by bylo při současné energetické krizi také investičně přijatelné. Jako nejvhodnější se jeví omezení tepelných ztrát, a to i s ohledem na provedená měření termokamerou a objevení tepelných mostů. Tzn. provedení dodatečné izolace kritických míst, což by znamenalo provést nákladné konstrukční úpravy v daných místech. Je však otázkou, jaké energetické úspory by to přineslo.

Další možností je použít v kritických místnostech dodatečné sálavé vytápění, popř. zcela nahradit vytápění dálkové, např. infrapanely Heatwell, které jsou až o 50 % účinnější než přímotopy. Tyto panely lze umístit prakticky kamkoliv. Je však třeba spočítat návratnost takové investice.

Poslední možností je umístit do každé bytové jednotky tepelné čerpadlo, které by sloužilo zároveň k odstranění vlhkosti v problémových místech (viz bod 4.11). Stejně jako u infrapanelů, i zde je třeba propočítat návratnost investic.

Zhodnocení a závěr

Detailní výpočet tepelných ztrát objektu jsem neprováděl, pouze se zaměřil na teploty, které ukazovaly, že v daném místě je výrazná tepelná ztráta. Také z měření uvnitř objektu vyplynuly poznatky o existujících tepelných mostech, které vznikají z fyzikálního rozdílu podmínek pro vedení tepla souvisejících s konstrukčním provedení objektu.

Na obrázcích z termokamery snímaných z obálky objektu jsou patrná místa s výraznými tepelnými ztrátami. Jde například o místa v okolí okenních rámců, dále o místa kolem vchodových dveří. V důsledku venkovního zateplení objektu tepelně izolačním materiálem o tloušťce 8 cm měření termokamerou přímo neprokázala přítomnost tepelných mostů, ale ukázala na možný problém, který se následně potvrdil až měřením teplot a vlhkosti uvnitř objektu. Takto byla nalezena místa s tepelnými mosty.

Návrh opatření na základě provedených měření

Výskyt plísní v bytových jednotkách snižuje zejména hygienické podmínky a komfort pro uživatele. Jedná se o místa v rozích, a to v oblastech, kde na vnější konstrukci navazují vnitřní dělicí stěny, jak pod stropem, tak i u podlahy. K zamezení vzniku plísní bych doporučoval zejména zvýšené větrání. K trvalému zamezení plísní by bylo možné a účelné použít odvlhčovače vzduchu, případně automatická klimatizační zařízení.

Vzhledem k celkovému provedení konstrukčního objektu by bylo obtížné odstranit příčiny nerovnoměrného rozložení teplot stavební úpravou.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] Vyhláška 264/2020 Sb. [online]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2020-264#p3>
- [2] Energetická náročnost budov – vysvětlení pojmů [online]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/239-energeticka-narocnost-budov-definice-pojmu>
- [3] Průkaz energetické náročnosti budov - "PENB" [online]. Dostupné z <http://bib.cz/index.php?page=Energeticke-stitky>
- [4] Průkaz energetické náročnosti budov; MPO [online]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/energeticka-ucinnost/prukaz-energeticke-narocnosti-budov/prukaz-energeticke-narocnosti-budov--119528/>
- [5] Možnosti vytápění domu + Ceny tepla [online]. Dostupné z: <https://www.cenyenergie.cz/moznosti-vytapeni-domu-ceny-tepla/#/promo-gas-mini>
- [6] Elektroenergetika – Výroba energie [online]. Dostupné z: <http://www.mojeenergie.cz/cz/elektroenergetika-vyroba-energie>
- [7] Elektřina v ČR: výroba, spotřeba a emise [online]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/elektrina-cr>
- [8] Ing. Josef Hodboď: Výroba elektrické energie v ČR podle zdroje, 24.2.2022 [online]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/elektricke-vytapeni/23485-vyroba-elektricke-energie-v-cr-podle-zdroje>
- [9] Fotovoltaika [online]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika>
- [10] Porovnání nákladů na vytápění, teplou vodu a elektrickou energii - TZB-info. Výpočet provozních a investičních nákladů u rodinných domů [online výpočet]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/138-porovnani-nakladu-na-vytapeni-teplou-vodu-a-elektrickou-energii-tzb-info>
- [11] Ing. Zdeněk Lyčka: Čím nahradit plynové kotle? Sociální hledisko, náklady a budoucnost. 6.5.2022. [online]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/23802-cim-nahradit-plynove-kotle-socialni-hledisko-naklady-a-budoucnost>
- [12] Elektřina – ceny a grafy elektřiny, vývoj ceny elektřiny 1 MWh - 15 let - měna EUR [online]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/komodity/cena-elekriny-graf-vyvoje-ceny/1MWh-eur-30-let>
- [13] ENB v současné legislativě [online]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov#>

- [14] Tabulka „Průkazy energetické náročnosti a zvyšování energetických standardů v budovách“ [online]. Dostupné z: https://www.tzb-info.cz/docu/texty/0002/000239_tabulka_povinnosti.pdf
- [15] Průkaz ENB (energetické náročnosti budovy) povinný od ledna 2009 [online]. Dostupné z: <https://www.stavebnictvi3000.cz/clanky/prukaz-enb-povinsky-od-ledna-2009>
- [16] Energetická třída A – PENB – Energetický štítek online [online]. Pro všechny třídy A-G. Dostupné z: <https://www.penb-online.cz/energeticka-trida-a/>
- [17] Hodnocení energetické náročnosti budov – ENB. Národní kalkulační nástroj – NKN II. Obecně – NKN [online]. Dostupné z: <http://nkn.fsv.cvut.cz/legislativa>
- [18] Průkazy energetické náročnosti budov – PENB pro rok 2022 | Techprojekt s.r.o. Co potřebujeme k vypracování PENB, nebo návrhu zateplení domu. [online]. Dostupné z: <http://www.techprojekt.com/prukazy-energeticke-narocnosti-budov/>
- [19] Praktická aplikace metodiky hodnocení energetické náročnosti budov – RODINNÝ DŮM – TZB-info [online]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/energeticka-narocnost-budov/9897-prakticka-aplikace-metodiky-hodnoceni-energeticke-narocnosti-budov-rodinny-dum>
- [20] Hodnocení energetické náročnosti budov – ENB. Národní kalkulační nástroj – NKN II. NKN III – NKN [online]. Dostupné z: <http://nkn.fsv.cvut.cz/download-nkn>
- [21] Součinitel prostupu tepla – TZB-info [online]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/315-soucinitel-prostupu-tepla>
- [22] Odpor při přestupu tepla – TZB-info [online]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/314-odpor-pri-prestupu-tepla>

Přílohy

Příloha A: Hodnocení energetické náročnosti budovy

Příloha B: Grafický průkaz energetické náročnosti budovy

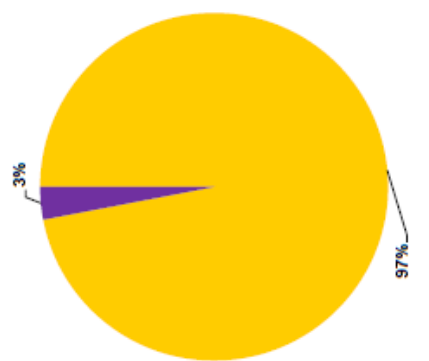
Příloha C: Skutečný grafický průkaz energetické náročnosti budovy

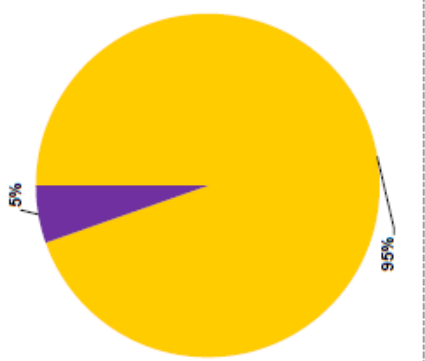
Příloha D: Měření termokamerou

Příloha A – Hodnocení energetické náročnosti budovy

Hodnocení energetické náročnosti budovy												
Hodnocení energetické náročnosti budov - analýza energetických potřeb												
Budova:	Bytový dům Plzeň											
Adresa:	Koterovská ul., Plzeň											
Stavebník/Vlastník:	soukromý											
Základní geometrické údaje:												
	Energeticky vztáhná plocha	980 m ²										
	Celkový vnější objem budovy	2 123 m ³										
	Ochlazovaná plocha obálky budovy	976 m ²										
	Objemový faktor tvaru budovy AV	0,46 m ² /m ³										
A. Hodnocení ukazatelů energetické náročnosti podle vyhlášky 264/2020 Sb.												
Budova je hodnocena jako: Změna dokončené budovy												
Typ budovy: Bytový dům												
A.1. Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou 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_{em} (W/m ² .K)	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,91
Referenční budova	$U_{em,R}$ (W/m ² .K)	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84
Ref budova- klasifikace	$U_{em,R,klas}$ (W/m ² .K)	0,59										
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :		1,09										
Splnění požadavku ukazatele EN:		Ne, požadavek není splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:		D - Méně úspěšná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 264/2020 Sb.												
A.2. Celková dodaná energie do budovy												
		kWh/rok	kWh/m ² .rok									
Hodnocená budova	Q_{heat}	67 092	66,5									
Referenční budova	$Q_{heat,R}$	96 130	96,1									
Ref budova- klasifikace	$Q_{heat,R,klas}$	70 674										
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :		0,70										
Splnění požadavku ukazatele EN:		Ano, požadavek splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:		C - úspěšná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 264/2020 Sb.												
A.3. Neobnovitelná primární energie												
		kWh/rok	kWh/m ² .rok									
Hodnocená budova	EnP	18 278	18,7									
Referenční budova	EnP _R	101 292	103,4									
Ref budova- klasifikace	EnP _{R,klas}}	40 424										
Klasifikační ukazatel ER pro U _{em} :		0,18										
Splnění požadavku ukazatele EN:		Ano, požadavek splněn										
Třída energetické náročnosti ukazatele EN:		A - Mimořádně úspěšná										
pozn. požadavek pro hranice tříd EN se stanovují v souladu s §9 vyhlášky 264/2020 Sb.												

B. Hodnocení doplňujících ukazatelů			
B.1. Dílčí dodaná energie na vytápění			
		kWh/rok	kWh/m ² .rok
Hodnocená budova	E_H	65 067	66,4
Referenční budova	$E_{H,R}$	90 946	92,8
Ref budova- Klasifikace	$E_{H,R,klas}$	65 490	
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,99			
Třída energetické náročnosti: C - úsporná			
B.2. Dílčí dodaná energie na chlazení			
		kWh/rok	kWh/m ² .rok
Hodnocená budova	E_C	0	0,0
Referenční budova	$E_{C,R}$	0	0,0
Ref budova- Klasifikace	$E_{C,R,klas}$	0	
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: -			
Třída energetické náročnosti: Nehodnoceno			
B.3. Dílčí dodaná energie na větrání			
		kWh/rok	kWh/m ² .rok
Hodnocená budova	E_V	0	0,0
Referenční budova	$E_{V,R}$	0	0,0
Ref budova- Klasifikace	$E_{V,R,klas}$	0	
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: -			
Třída energetické náročnosti: Nehodnoceno			
B.4. Dílčí dodaná energie na přípravu teplé vody			
		kWh/rok	kWh/m ² .rok
Hodnocená budova	E_W	0	0,0
Referenční budova	$E_{W,R}$	0	0,0
Ref budova- Klasifikace	$E_{W,R,klas}$	0	
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: -			
Třída energetické náročnosti: Nehodnoceno			
B.5. Dílčí dodaná energie na osvětlení			
		kWh/rok	kWh/m ² .rok
Hodnocená budova	E_L	2 025	2,1
Referenční budova	$E_{L,R}$	5 184	5,3
Ref budova- Klasifikace	$E_{L,R,klas}$	5 184	
Klasifikační ukazatel ER pro Uem: 0,39			
Třída energetické náročnosti: A - Mimořádně úsporná			

Hodnocená budova	
Rozdělení celkové dodané energie:	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ B.1. Dílčí dodaná energie na vytápění ■ B.2. Dílčí dodaná energie na chlazení ■ B.3. Dílčí dodaná energie na větrání ■ B.4. Dílčí dodaná energie na přípravu teplé vody ■ B.5. Dílčí dodaná energie na osvětlení

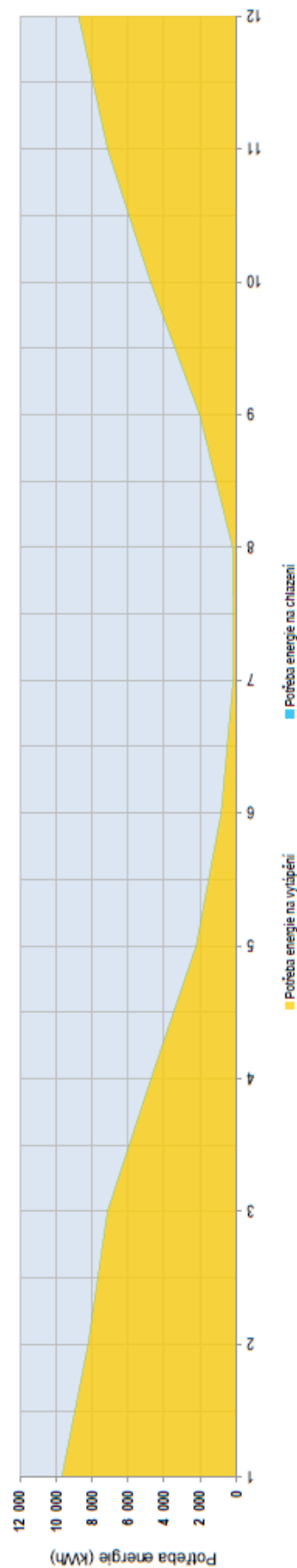
Referenční budova	
Rozdělení celkové dodané energie:	
	<ul style="list-style-type: none"> ■ B.1. Dílčí dodaná energie na vytápění ■ B.2. Dílčí dodaná energie na chlazení ■ B.3. Dílčí dodaná energie na větrání ■ B.4. Dílčí dodaná energie na přípravu teplé vody ■ B.5. Dílčí dodaná energie na osvětlení

C. Přehled potřeby energie a dodané energie do budovy

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

režim vytápění	Parametr	jednotky	Hodnocená budova	Referenční budova
potřeba energie na vytápění	$Q_{H,rd}$	kWh/rok	55 787	66 267
solární tepelné zisky	$Q_{H,gn,soł}$	kWh/rok	0	0
vnitřní tepelné zisky	$Q_{H,gn,int}$	kWh/rok	16 012	18 852
celkové tepelné zisky	$Q_{H,gn}$	kWh/rok	16 012	18 852
celkové množství přeneseného tepla větráním	$Q_{H,v}$	kWh/rok	21 203	21 203
celkové množství přeneseného tepla prostupem	$Q_{H,p}$	kWh/rok	49 535	62 865
režim chlazení				
potřeba energie na chlazení	$Q_{C,rd}$	kWh/rok	0	0
solární tepelné zisky	$Q_{C,gn,soł}$	kWh/rok	0	0
vnitřní tepelné zisky	$Q_{C,gn,int}$	kWh/rok	16 012	18 852
celkové tepelné zisky	$Q_{C,gn}$	kWh/rok	16 012	18 852
celkové množství přeneseného tepla větráním	$Q_{C,v}$	kWh/rok	24 885	24 885
celkové množství přeneseného tepla prostupem	$Q_{C,p}$	kWh/rok	58 138	73 783
dílčí parametry				
průměrný součinitel prostupu tepla	U_{em}	W/m ² .K	0,91	0,84
Tepelná ztráta budovy	Q_c	KW	38,6	

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



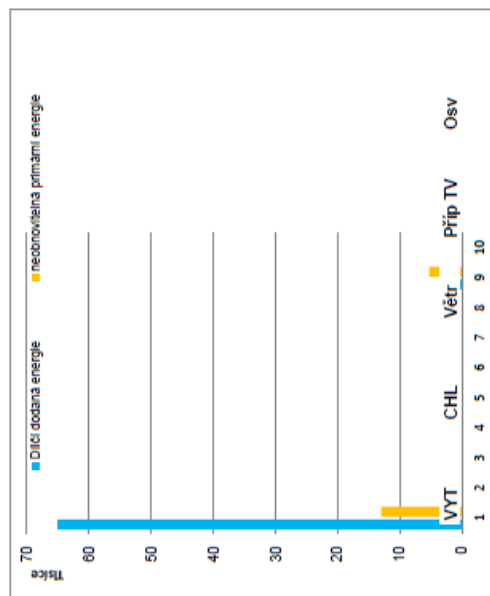
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	CELKEM
Vytápění	9 673	8 209	7 140	4 721	2 217	832	165	188	2 024	4 747	7 132	8 738	55 787
Chlazení	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Poznámka: Roční potřeba tepla na vytápění zahrnuje potřebu energie na vytápění i 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. 264/2020 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 ČSN 730331-1.

C.2. Energetická bilance na úrovni systémů podle požadavků vyhlášky 264/2020 Sb.

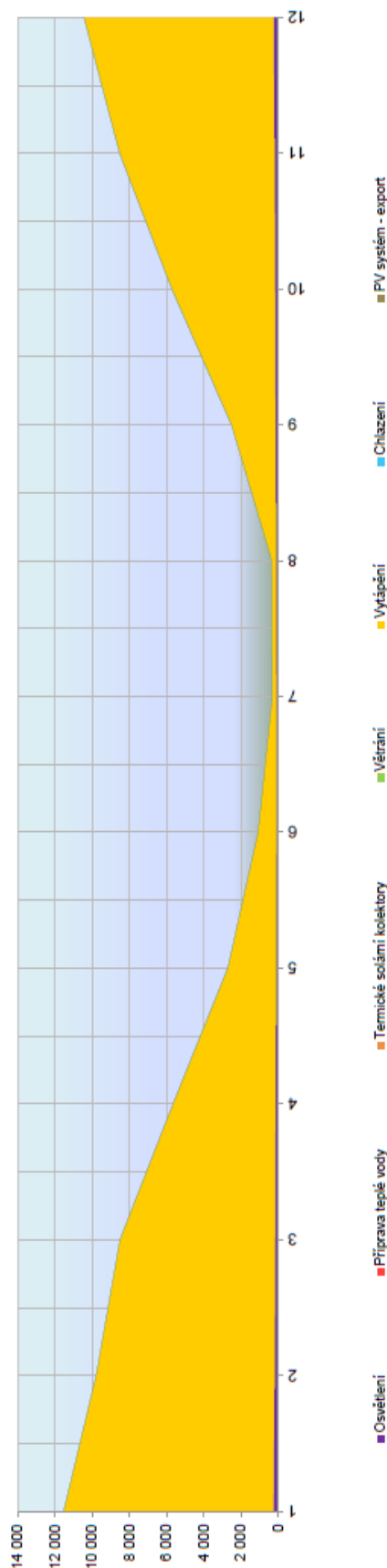
	Parametr	jednotky	Hodnocená budova	Referenční budova
Obecně - ukazatele energetické náročnosti				
Celková dodaná energie	Q_{he}	kWh/rok	67 092	96 130
Neobnovitelná primární energie	EnP	kWh/rok	18 278	101 292
Celková primární energie	EP	kWh/rok	13 013	-
Díličí dodaná energie, neobnovitelná primární energie				
Díličí dodaná energie, neobnovitelná primární energie	E_H	kWh/rok	65 067	90 946
Díličí dodaná energie na vytápění	EnP _H		13 013	88 217
Neobnovitelná primární energie na vytápění	E_C	kWh/rok	0	0
Díličí dodaná energie na chlazení	EnP _C		0	0
Neobnovitelná primární energie na chlazení	E_V	kWh/rok	0	0
Díličí dodaná energie na větrání	EnP _V		0	0
Neobnovitelná primární energie na větrání	E_w	kWh/rok	0	0
Díličí dodaná energie na přípravu teplé vody	EnP _w		0	0
Neobnovitelná primární energie na přípravu TV	E_L	kWh/rok	2 025	5 184
Díličí dodaná energie na osvětlení	EnP _L		5 265	13 074
Neobnovitelná primární energie na osvětlení				
Produkce energie				
Produkce energie solárním systémem	E_{sol}	kWh/rok	0	0
Produkce energie PV systémem	E_{PV}	kWh/rok	0	0
Vypočtená spotřeba energie				
Vypočtená spotřeba energie na vytápění	Q_H	kWh/rok	65 067	90 946
Vypočtená spotřeba energie na chlazení	Q_C	kWh/rok	0	0
Vypočtená spotřeba energie na větrání	Q_V	kWh/rok	0	0
Vypočtená spotřeba energie na přípravu TV	Q_w	kWh/rok	0	0
Vypočtená spotřeba energie na osvětlení	E_L	kWh/rok	2 025	5 184
Pomocná energie				
Pomocná energie pro vytápění	$W_{H,aux}$	kWh/rok	0	0
Pomocná energie pro chlazení	$W_{C,aux}$	kWh/rok	0	0
Pomocná energie pro větrání	$W_{V,aux}$	kWh/rok	0	0
Pomocná energie pro přípravu TV	$W_{w,aux}$	kWh/rok	0	0

Graf: Díličí dodaná energie, neobnovitelná primární energie pro hodnocenou budovu



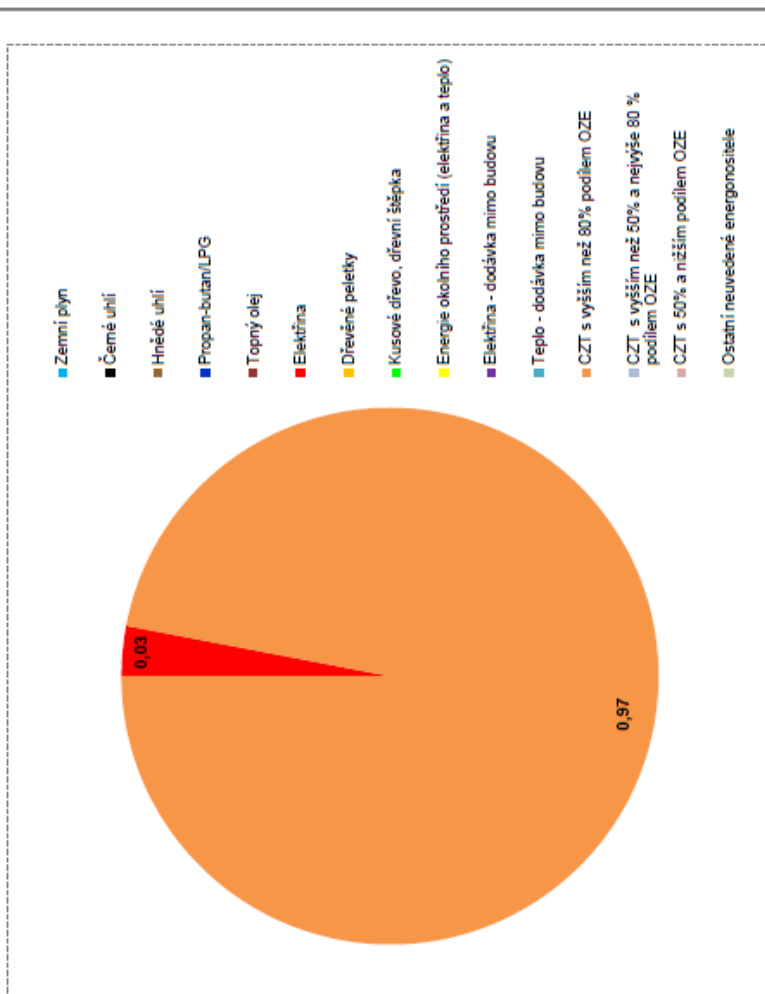
C.3 Hodnocená budova - Dílčí dodaná energie													
Dílčí dodaná energie													
	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec	Celkem
Vytápění	11 282	9 575	8 328	5 506	2 585	970	192	219	2 361	5 537	8 319	10 191	65 067
Chlazení	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Větrání	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Příprava teplé vody	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Osvětlení	257	211	176	143	118	110	110	118	147	174	209	253	2 025
Celkem	11 539	9 786	8 504	5 650	2 703	1 080	302	337	2 508	5 711	8 528	10 444	67 092
Započítatelná produkce energie:													
PV systém - export	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Termické solární kolektory	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Graf: Dílčí dodané energie podle požadavků vyhlášky 264/2020 Sb.



Hodnocená budova - celková dodaná energie rozdělení po energonositelích

Ergonositel	Díličí 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
Elektřina	2 025 kWh/rok
Dřevěné peletky	0 kWh/rok
Kusové dřevo, dřevní štěpka	0 kWh/rok
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0 kWh/rok
Elektřina - dodávka mimo budovu	0 kWh/rok
Teplo - dodávka mimo budovu	0 kWh/rok
CZT s vyšším než 80% podílem OZE	65 067 kWh/rok
CZT s vyšším než 50% a nejméně 80 % podílem OZE	0 kWh/rok
CZT s 50% a nižším podílem OZE	0 kWh/rok
Ostatní neuvedené energonositele	0 kWh/rok

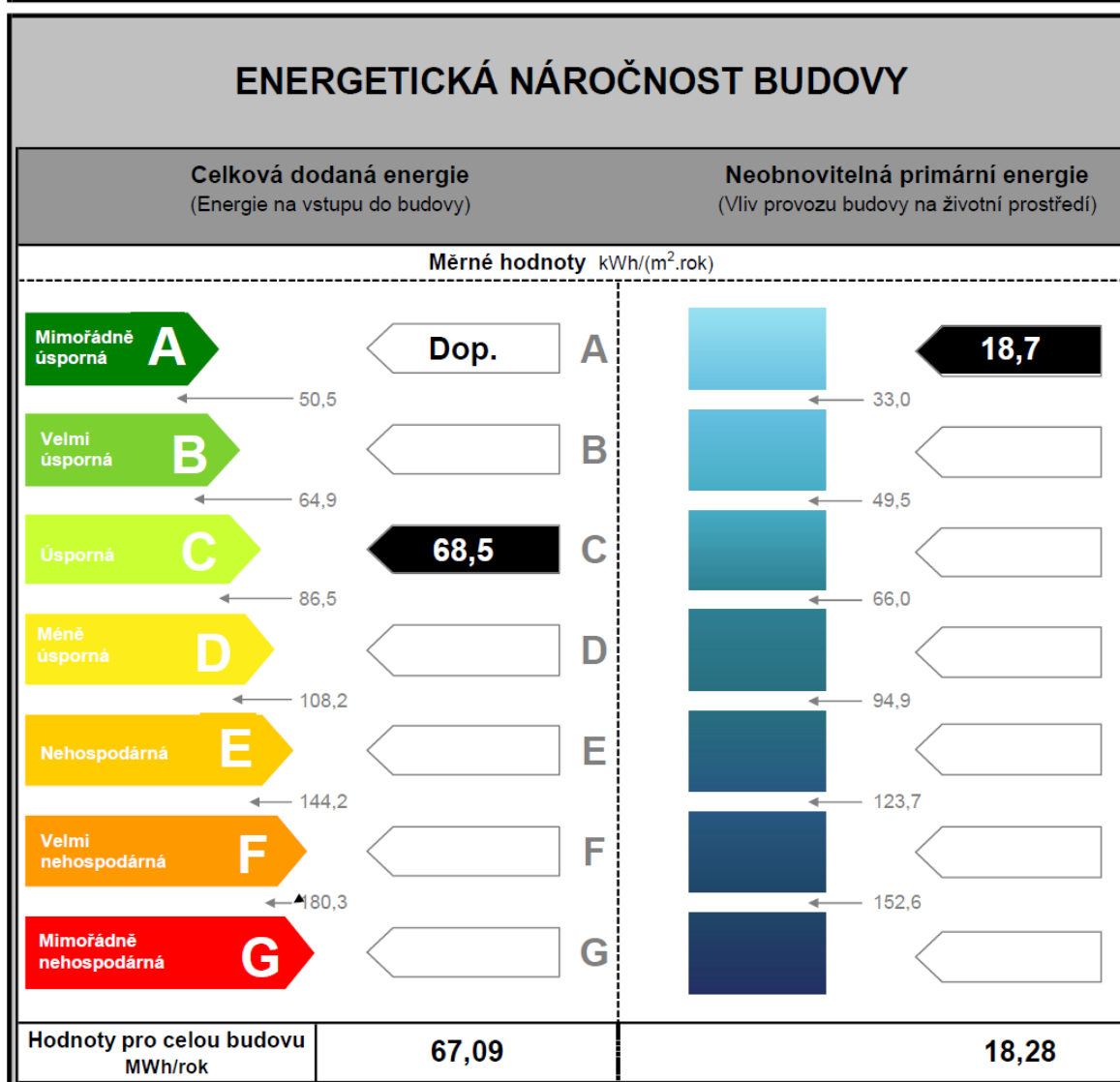


D. Okrajové podmínky výpočtu												
D.1. Okrajové podmínky zón												
Parametry profilu typického užívání zóny pro výpočetní model												
Parametry zóny	Bytový dům - obytné prostory Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10		
Vnější objem zóny	m ³	2123,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Vnitřní objem zóny (vnější objem zóny - podíl vnitřních a obvodových konstrukcí)	m ³	2123,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Energeticky vztázná plocha (z. vnějších rozměrů)	m ²	980,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Užitná plocha zóny (plocha stanovená z vnitřních rozměrů)	m ²	810,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
m ² podlahové plochy na osobu	m ² /os	31,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Počet osob v zóně	os	18	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	
Konec provozu zóny	hodina	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Provozní doba užívání zóny	h	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Počet provozních dní	d	365	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	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Vnitřní teplota pro režim vytápění mimo provoz	°C	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Účinnost sdílení tepla mezi vytápěnou zónou a systémem vytápění	%	95%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Účinnost rozvodů tepla pro vytápění	%	95%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Pokrytí potřeby energie												
Typ zdroje tepla	Účinnost zdroje tepla	COP tepelného čerpadla	Zóna 1	Zóna 2	Zóna 3	Zóna 4	Zóna 5	Zóna 6	Zóna 7	Zóna 8	Zóna 9	Zóna 10
1 - Horkovod	95%	není TČ	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 - Elektřina	98%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5 -	0%	není TČ	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6 -	0%	není TČ	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
Vnitřní teplota pro režim chlazení	°C		22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vnitřní teplota pro režim chlazení mimo provoz	°C		26	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%
Účinnost rozvodů tepla pro chlazení	%		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
1 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5 -	100%	0,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6 -	100%	0,00	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
Minimální tok větracího vzduchu	m ³ /h/mj.		25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Měrná jednotka - kritérium pro množství vzduchu	mj		osoby	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Přiváděné množství čerstvého větracího vzduchu Ve	m ³ /h		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Typ větracího systému	Účinnost ZZT	Cirkulace	SFP	Ve	Vp							
	%	%	W.s/m ³	m ³ /h	m ³ /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
Intenzita větrání	1/h		0,30	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 ³ /h		637	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Intenzita výměny vzduchu při 50Pa	1/h		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Součinitel zatížení větrem	-		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
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 ²		2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Časový podíl přítomnosti osob	-		0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Tepelné zisky z vybavení	W/m ²		3,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Časový podíl doby provozu vybavení	-		0,20	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		1200	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Doba využití bez denního světla za rok	h		800	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Měrná roční spotřeba elektřiny na osvětlení	kWh/m ²		2,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Průměrná osvětlenost zóny	lx		100	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rovnoměrnost osvětlení zóny	%		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Účinnost přeměny tepelných zisků z osvětlení	%		90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

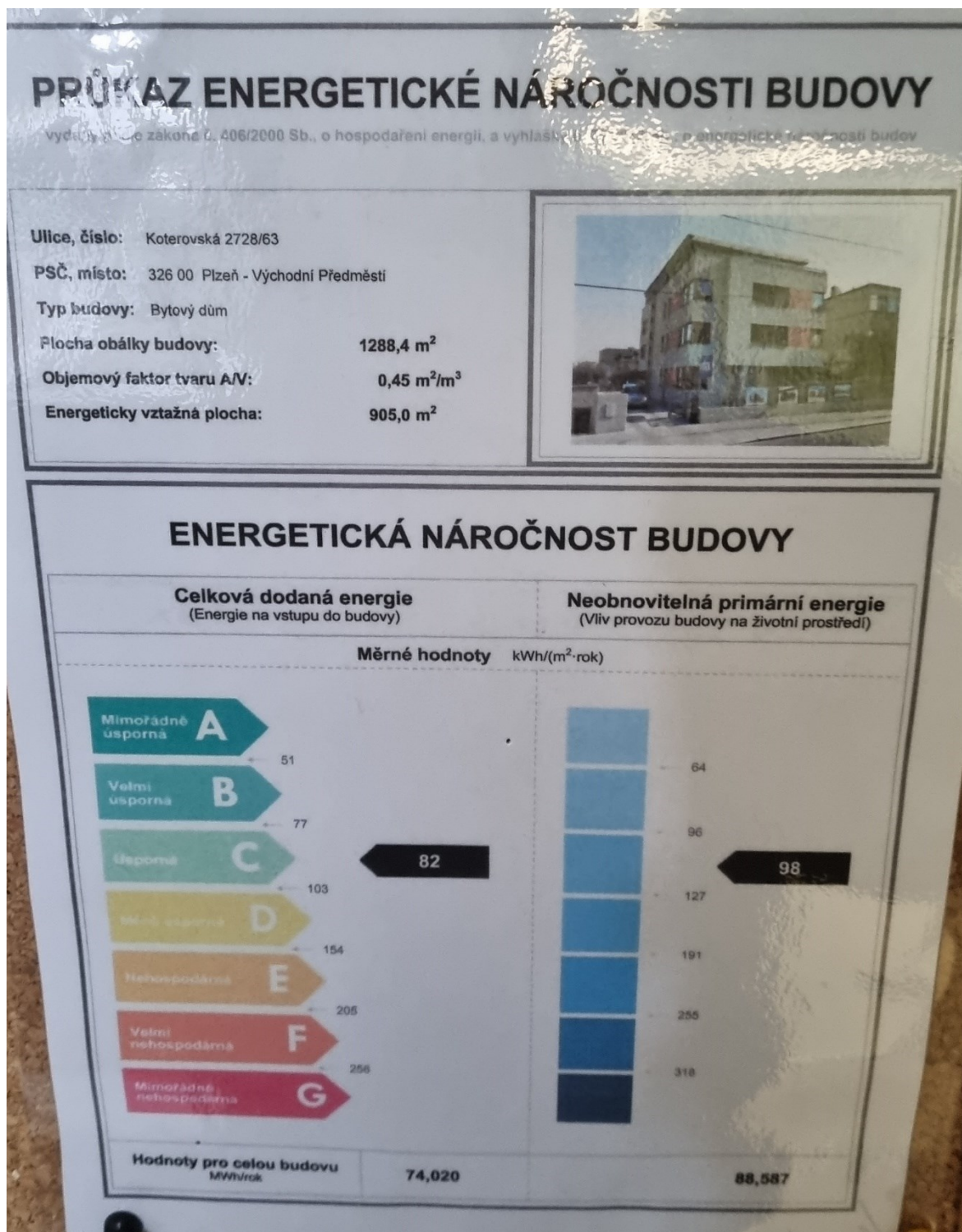
Příloha B – Grafický průkaz energetické náročnosti budovy

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY		
Evidenční číslo PENB: 11111		
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov		
Ulice, číslo:	Koterovská ul., Pízeň	
PSC, místo:		
Typ budovy:	Bytový dům	
Plocha obálky budovy:	976	m ²
Objemový faktor tvaru A/V:	0,46	m ² /m ³
Celková energeticky vztažná plocha:	980	m ²

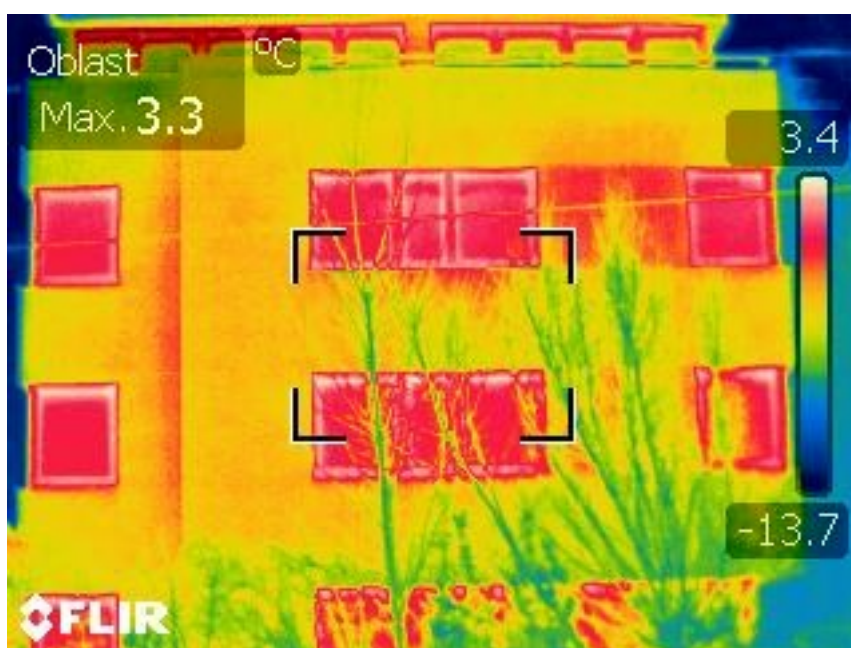


DOPORUČENÁ OPATŘENÍ		PODÍL ENERGOZOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII					
Opatření pro	Stanovena	Hodnoty pro celou budovu MWh/rok					
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>	<p>Legend:</p> <ul style="list-style-type: none"> Zemní plyn Černé uhlí Hnědé uhlí Propan-butan/LPG Topný olej Elektrina Dřevěné peletky Kusové dřevo, dřevní štěpka Energie okolního prostředí (elektrina a teplo) Elektrina - dodávka mimo budovu Teplo - dodávka mimo budovu CZT s vyšším než 80% podílem OZE CZT s vyšším než 50% a nejvýše 80% podílem OZE CZT s 50% a nižším podílem OZE Ostatní neuvedené energonositele 					
Okna a dveře:	<input type="checkbox"/>						
Střechu:	<input type="checkbox"/>						
Podlahu:	<input type="checkbox"/>						
Vytápění:	<input checked="" type="checkbox"/>						
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>						
Větrání:	<input type="checkbox"/>						
Přípravu teplé vody:	<input type="checkbox"/>						
Osvětlení:	<input type="checkbox"/>						
Jiné:	<input checked="" type="checkbox"/>						
Popis opatření je v protokolu průkazu a vyhodnocení jejich dopadu ma energetickou náročnost je znázorněn šipkou							
		Doporučení					
UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY							
	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² .K)	Dílčí dodaná energie			Měrné hodnoty kWh/(m ² .rok)		
Mimořádně úsporná							
A	Dop.						2,1
B							
C		66,4					
D	0,91						
E							
F							
G							
Mimořádně neúsporná							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		65,1	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Zpracovatel:	nevyplněno			Osvědčení č.:	nevyplněno		
Kontakt:	nevyplněno			Vyhotoveno dne:	nevyplněno		
				Podpis:			

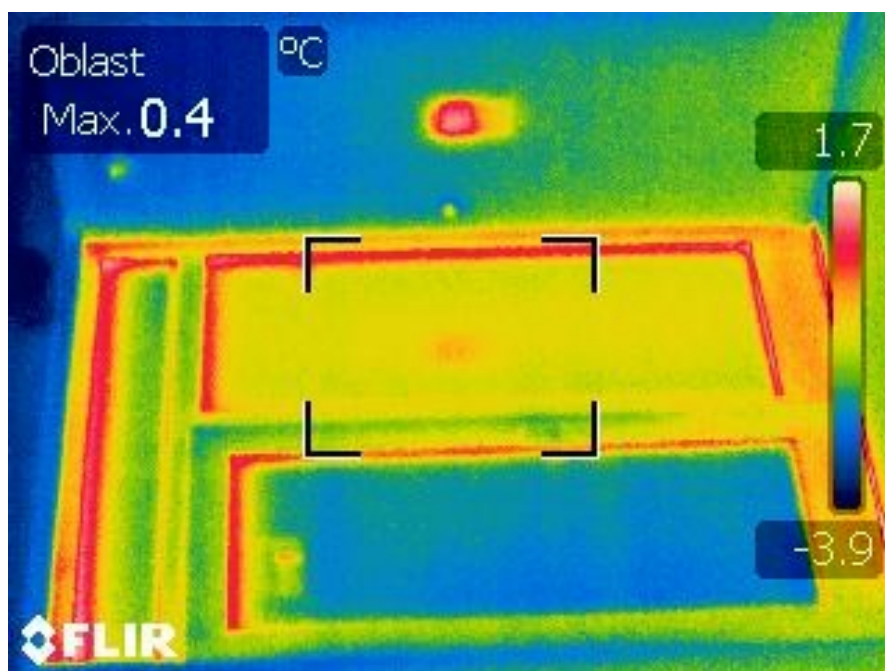
Příloha C – Skutečný grafický průkaz energetické náročnosti budovy



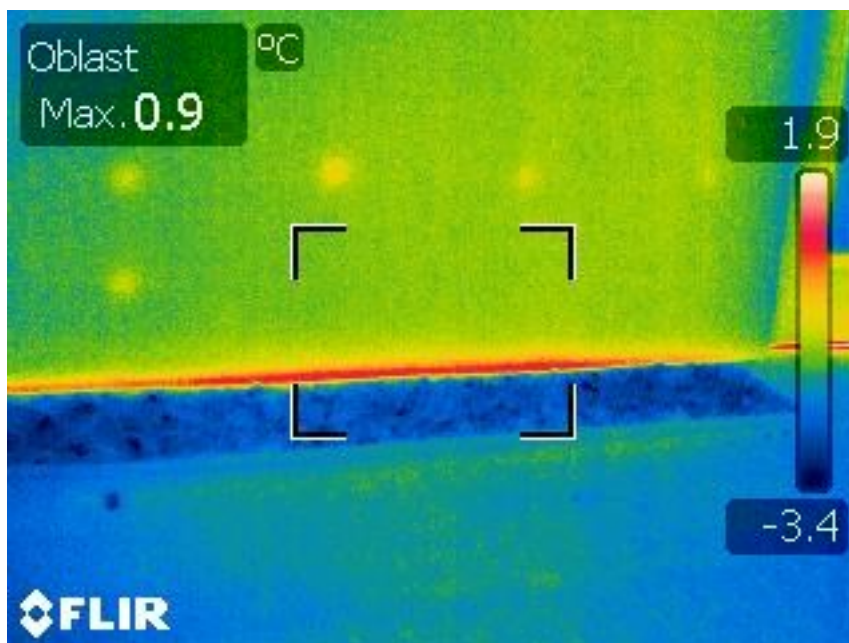
Příloha D – Měření termokamerou



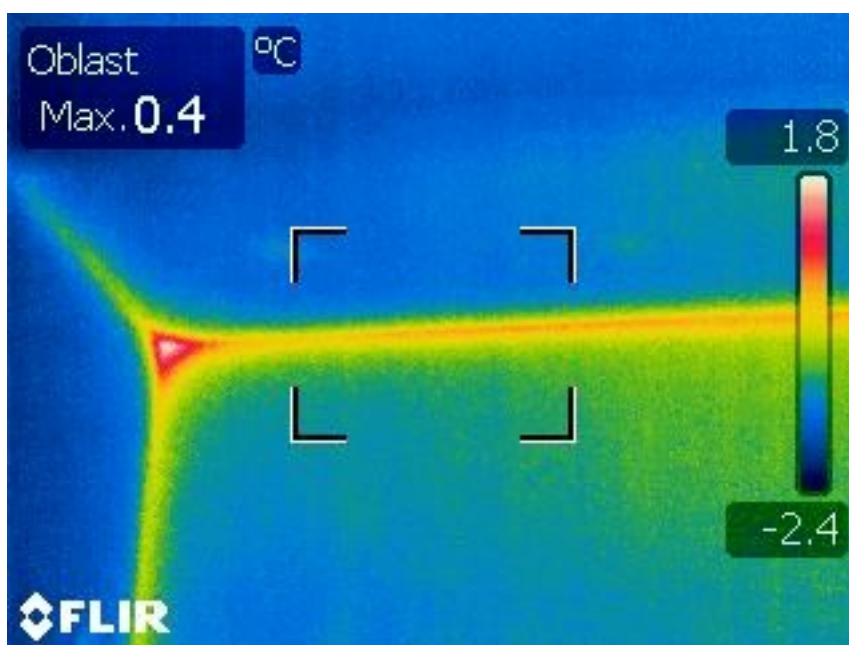
Západní strana objektu



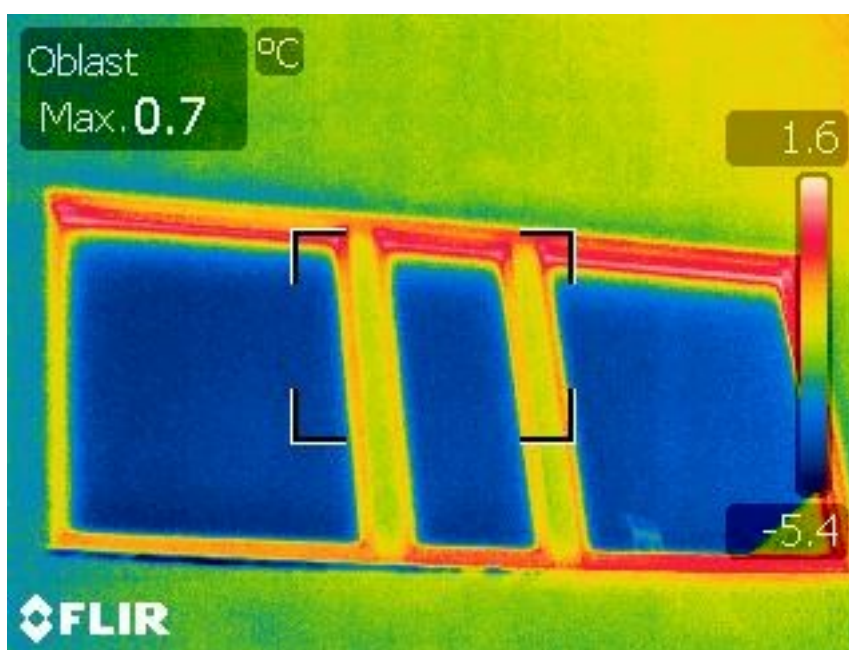
Severní strana – vchodové dveře (zvýšená teplota na fasádě způsobena emisivitou povrchu domovního zvonku)



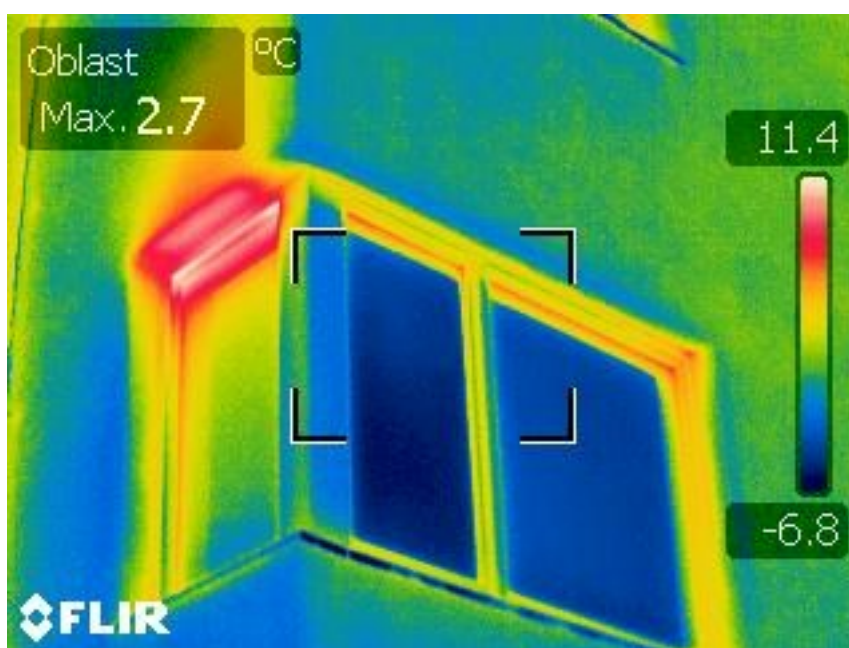
Detail fasády objektu (opakující se pruh těsně pod zateplením)



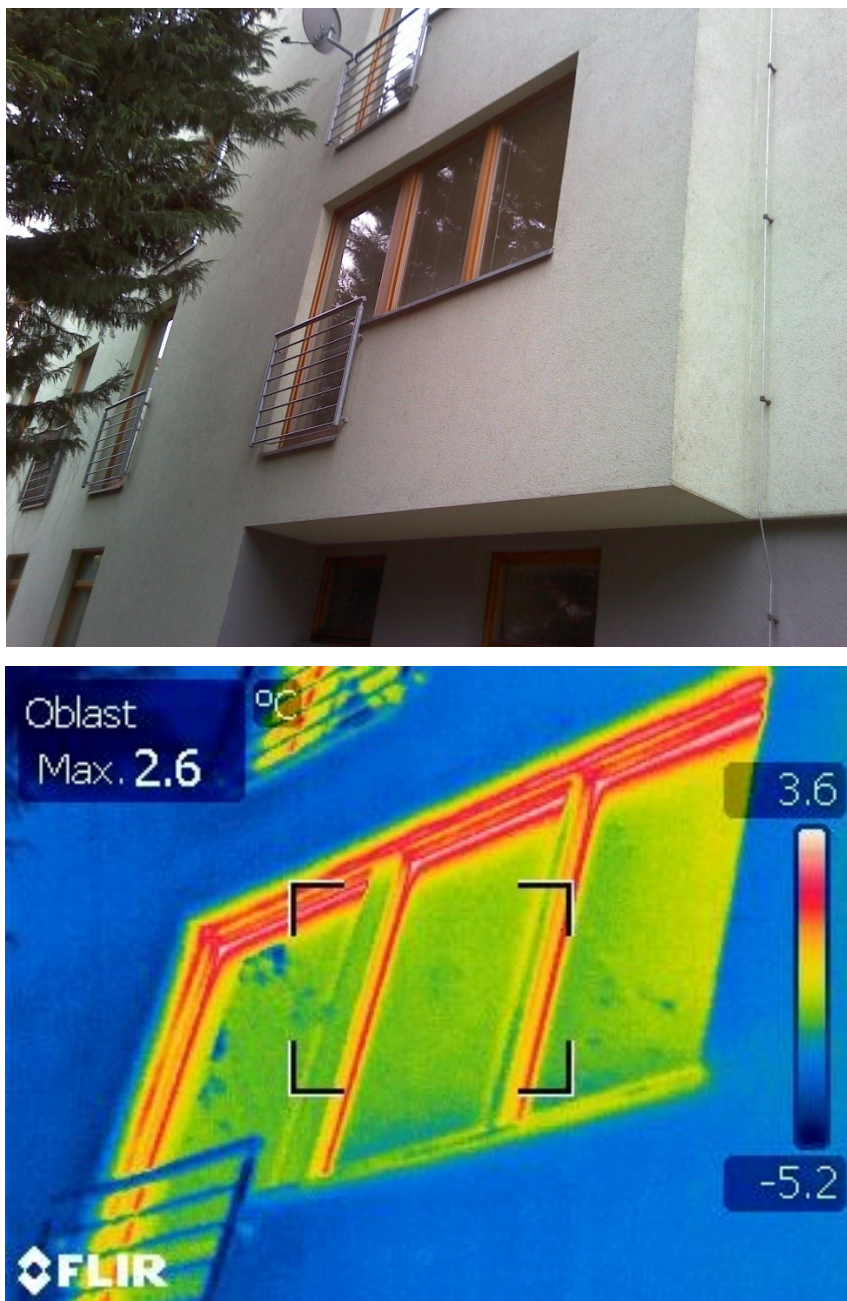
Detail rohu fasády objektu



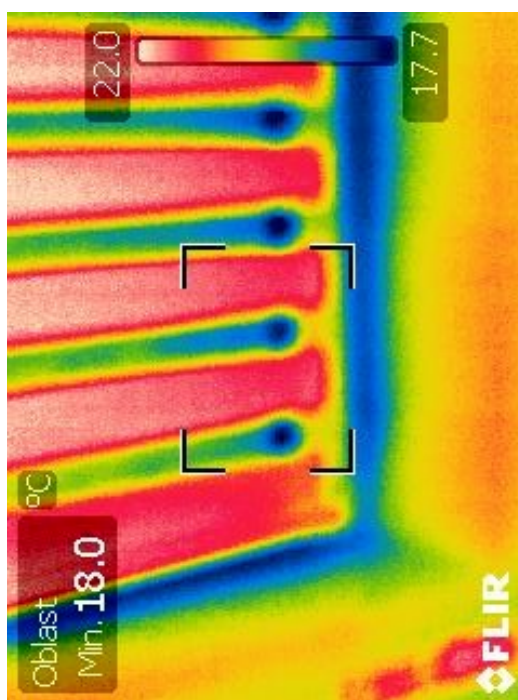
Severní strana vybraného bytu



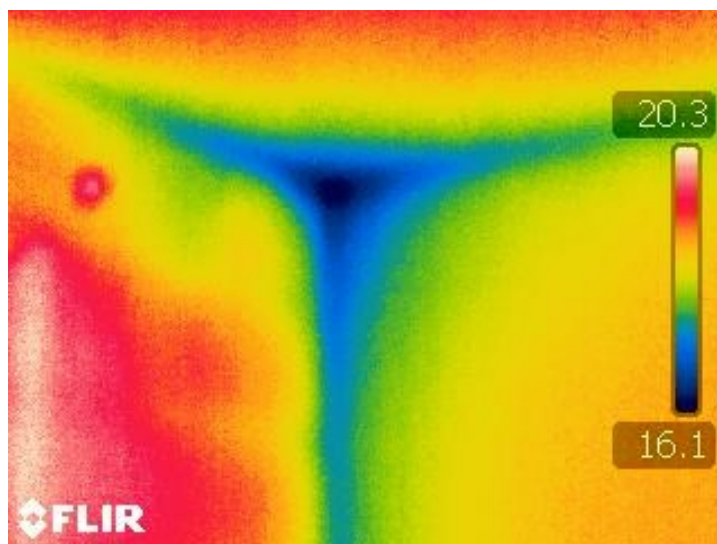
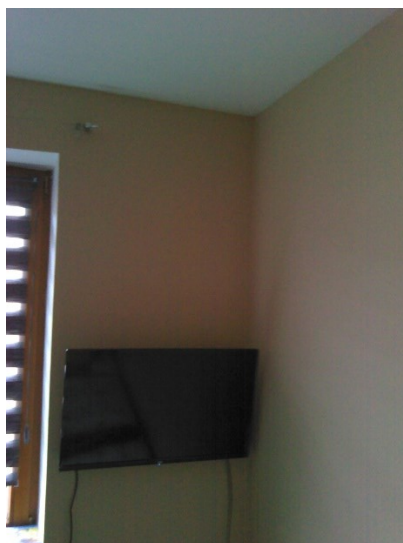
Jihovýchodní strana – pohled z kuchyně



Jižní strana – pohled z obývacího pokoje (výrazný extrém způsoben předchozím větráním)



Dětský pokoj



Stropní roh v dětském pokoji



Roh u podlahy



Rohové okno v kuchyni