

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracování průkazu energetické náročnosti budovy

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2015/2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan KROUPAR**
Osobní číslo: **E14N0064P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektroenergetika**
Název tématu: **Vypracování průkazu energetické náročnosti budovy**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Popište stávající stav energetické certifikace budov.
2. Porovnejte vzájemně certifikace dle platné legislativy a volitelných certifikací - podle Passive house institut, LEED.
3. Vypracujte průkaz energetické náročnosti budovy (ENB) pro kontrolní budovu/bytový dům.
4. Navrhněte opatření na úspory energie pro sledovanou budovu.
5. Vyslovte závěry pro praktickou tvorbu ENB.

Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**

Rozsah kvalifikační práce: **40 - 60 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech dle doporučení vedoucího práce.


Vedoucí diplomové práce: **Prof. Ing. Jiří Kožený, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2015**

Termín odevzdání diplomové práce: **16. května 2016**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2015

Anotace

Tato diplomová práce je rozdělena na čtyři základní části. V první části je popsána energetická certifikace budov. Jsou zde popsány volitelné certifikace. Více je zde popsána certifikace platná v České republice, a to průkaz energetické náročnosti budovy. Ve druhé části je vytvořen průkaz energetické náročnosti budovy pro konkrétní budovu. Ve třetí části jsou stanoveny návrhy pro snížení energetické náročnosti dané budovy. Na závěr je provedeno zhodnocení pro tvorbu energetické náročnosti.

Klíčová slova

Certifikace budov, průkaz energetické náročnosti budovy, referenční budova, PENB, LEED, PHI.

Annotation

This thesis is divided into four basic parts. The first part describes the energy certification of buildings. There are described optional certification. More is discussed here is the certification valid in the Czech Republic and Energy Performance Certificate. In the second part is formed Energy Performance Certificate for the specific building. In the third part are determined suggestions for reducing energy performance of the building. In conclusion is accomplished evaluation for the creation of energy efficiency.

Key words

Certification of buildings, energy performance certificate formation, reference building, PENB, LEED, PHI.

Prohlášení

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

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

V Plzni dne 13. 5. 2016

.....

Jan Kroupar

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Jiřímu Koženému, CSc. a konzultantovi panu Václavu Švábovi z občanského sdružení ENVIC za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

1	Úvod	11
2	Energetická certifikace budov	12
2.1	Tepelná pohoda	12
2.1.1	Vnitřní prostředí	12
2.1.2	Osobní faktory	13
2.1.3	Doplňující faktory	14
2.2	Stávající stav v ČR	14
2.2.1	V případě stavby nové budovy	15
2.2.2	V případě větších změn dokončené stavby	16
2.2.3	V případě jiné než větší změny dokončené budovy	16
2.2.4	Budovy, které nemusí plnit předešlé 3 body	16
2.3	Energetický průkaz budovy	17
2.3.1	Povinnost opatření průkazu energetické náročnosti budovy	18
2.3.2	Metodika určování energetické náročnosti budovy	18
2.3.3	Referenční budova	25
2.3.4	Energetický audit	29
2.3.5	Energetický posudek	30
2.4	Nízkoenergetické budovy	31
2.5	Certifikace passive house institut (PHI)	32
2.5.1	Passive House Standard	33
2.5.2	EnerPHit Standard	34
2.5.3	PHI Low Energy Building Standard	35
2.6	Certifikace LEED	36
2.6.1	Hodnocení rodinného domu	36
2.7	Porovnání certifikací	39
3	Energetický průkaz konkrétní budovy	40
3.1	Nástroj pro tvorbu PENB	41
3.2	Vstupní údaje	41
3.2.1	List identifikačních údajů	41
3.2.2	List zónování budovy	41
3.2.3	List katalog konstrukcí	42
	Měření součinitele prostupu tepla.	42
	Snímky termokamery	43
3.2.4	List konstrukce stavební část	44
3.2.5	List popis zón	46
3.2.6	List zdroje tepla	47

3.2.7	List přípravy teplé vody	47
3.2.8	Ostatní listy	48
3.3	Výstupní údaje	49
4	Návrh opatření na úspory energie	50
4.1	Výměna oken a zateplení stropu	50
4.2	Zateplení obvodového zdiva	53
4.3	Zateplení podlah	55
4.4	Výměna kotle	56
5	Závěry pro praktickou tvorbu ENB	58
5.1	Ekonomická návratnost	58
6	Závěr	59
A	Příloha - Protokol PENB	62

Seznam symbolů a zkratek

ENB	Energetická náročnost budovy
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
PENB	Průkaz energetické náročnosti budovy
PHI	Passive house institut
PHPP	Passive House Planning Package
A	Plocha (m^2)
B	Teplotní redukční činitel ($-$)
c	Tepelná kapacita ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$)
d	Tloušťka konstrukce (m)
E	Energie dodaná za rok (J/rok)
F	Korekční činitel rámu ($-$)
Q	Potřeba tepla (J)
H	Měrný tepelný tok (W/K)
I	Obvod (m)
P	Elektrický příkon (W)
R	Tepelný odpor ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
t	Teplota ($^{\circ}C$)
T	Čas (s)
U	Součinitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
V	Objem (m^3)
q	Propustnost slunečního záření ($-$)
η	Účinnost přeměny energie (%)
λ	Součinitel tepelné vodivosti ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)
ρ	Hustota (kg/m^3)
ψ	Lineární činitel prostupu tepla ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$)

1 Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na problematiku energetické náročnosti budov (ENB). V této práci jsou popsány certifikace pomocí různých certifikačních nástrojů jako jsou LEED, Passive house institut, ale zejména Průkaz energetické náročnosti budov (PENB). Slouží ke snižování spotřeby energie, je také nástroj pro kontrolu plnění povinností plynoucích z legislativy. PENB prokazuje míru náročnosti: celkové primární energie, neobnovitelné primární energie, celkové dodané energie, dílčí dodané energie pro technické systémy. Mezi technické systémy patří: vytápění, chlazení, větrání, příprava teplé vody, osvětlení. . . Největší podíl na spotřebě energie má vytápění respektive chlazení, to je nejvíce ovlivněno tepelným součinitelem vodivosti. Ten je ovlivněn konstrukcí a použitým stavebním materiálem. Dává přehled o energetické náročnosti objektů, tedy o ekologičnosti provozu daného objektu, ale v neposlední řadě také o ekonomické náročnosti budovy. PENB je povinný u zákonem daných objektů. Z toho je patrné, že má sloužit i k zabezpečení kvality pronajímajícím nebo kupujícím a k úspornosti daného objektu. V neposlední řadě také přispívá ke zlepšení životního prostředí tím, že snižuje spotřebu energie, při jejíž výrobě většinou vznikají emise.

2 Energetická certifikace budov

Energetická certifikace budov je potřebná zejména k ohodnocení jednotlivých budov v závislosti na jejich vlastnostech. Tyto vlastnosti vycházejí z konstrukční části budov a úspornosti jednotlivých zařízení. Energetická certifikace má sloužit jako nástroj pro snížení spotřeby energie. Mezi druhy této energie patří zejména tepelná energie. Velikost spotřebované energie je dána velikostí vytápěného objektu, provedením stavby, zejména na tepelně izolačních vlastnostech stavební obálky objektu. Tepelně izolační vlastnosti jsou parametry ovlivňující vedení tepla z interiéru do exteriéru. Velikost ztrát je také určena rozdílem teplot. Venkovní teplota je neovlivnitelná, vnitřní teplota je daná dle požadavku obývajících lidí nebo dle normy. V neposlední řadě vnitřní teplotu udává také tepelná pohoda. Z toho je patrné, že ztráty prostupem vnější obálkou lze ovlivnit izolačními schopnostmi obvodového obálky budovy. Sdílení tepla v pevných látkách představuje následující vztah, který platí při ustálení teplot. Tedy za stavu, kdy se vnitřní i vnější teplota se nemění.

$$Q = \lambda \cdot A \cdot \frac{t_1 - t_2}{d} \cdot T \quad (1)$$

Kde: Q (J) je energie, která projde stěnou, λ ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) je součinitel tepelné vodivosti, t_1 ($^{\circ}C$) je vnitřní teplota, t_2 ($^{\circ}C$) je vnější teplota, d (m) je tloušťka stěny T (s) je čas doby prostupu.

2.1 Tepelná pohoda

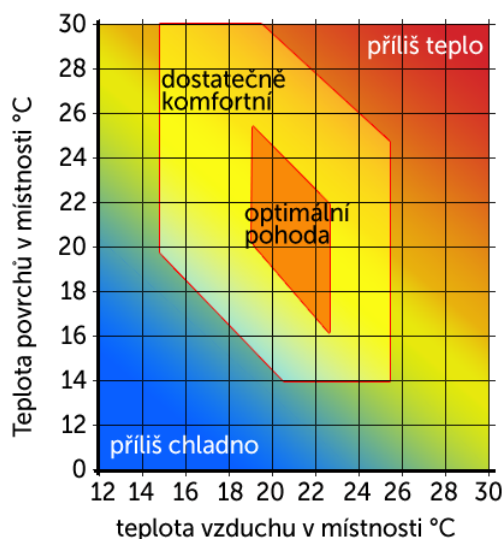
Tepelná pohoda je fyziologický pocit člověka na vjem teploty. Vyjadřuje subjektivní spokojenost s teplotním klimatem okolí. Je to stav, při kterém se člověk cítí nejlépe, nepocituje chlad ani horko. Je to stav, při kterém je okolní prostředí schopné odebírat produkovanou energii bez pocení. Tepelná pohoda je také dána rozložením teplot v různé výšce vzduchu či okolních poloh, kdy nohy nohou pociťovat chlad a horní partie těla jsou vystaveny většímu teplu. To je dané přirozeným rozložením teplého vzduchu v místnosti. Toto rozložení lze upravit pomocí vhodného vytápění. Pocit tepelné pohody může být také různý dle prováděných aktivit. Z toho je patrné, že pocit tepelné pohody má mnoho parametrů. Díky tomu, že každý člověk má jiné požadavky, nelze tepelnou pohodu určit přesně. Faktorů, ovlivňujících tepelnou pohodu, je celá řada.

2.1.1 Vnitřní prostředí

- Teplota vzduchu zahrnuje pouze teplotu vzduchu, který vyplňuje prostor prostředí.
- Střední radiační teplota udává teplotu ploch předmětů, které jsou v místnosti.

Největší plochu k sálání poskytují stěny, stropy a podlahy místnosti. Také teplota různých stěn nebo předmětů je různá. Například topení je výrazně teplejší než ostatní předměty. Pro zjednodušení je tato teplota brána jako střední teplota, při které dojde k sálání stejně velké energie jako při reálných teplotách jednotlivých ploch.

- Vlhkost vzduchu má vliv na pocit tepla v daném prostoru. Vlhkost vzduchu se nejčastěji udává jako relativní vlhkost v procentech. Vlhkost je nejvíce ovlivněna venkovním prostředím, kvalitou větrání a konstrukcí budovy.
- Rychlost proudění vzduchu a jeho turbulence jsou dány zejména rozdílem teplot vzduchu. Na základě změny hustoty vzduchu stoupá teplý vzduch vzhůru. Výsledná rychlost proudění má vliv na přenos tepla prouděním. Může mít i za následek nepříjemný pocit průvanu.



Obrázek 1: Závislost teplot tepelné pohody [12]

Na obrázku 1 je patrný vliv teplot vzduchu a teplot jednotlivých povrchů na tepelnou pohodu, která je ovlivněna také způsobem vytápění. Ale také na povrchovou teplotou zdiva.

2.1.2 Osobní faktory

- Hodnota metabolismu udává zejména velikost tepla vyprodukovaného lidským tělem. Toto teplo se liší dle provozovaných aktivit. Například při spaní lidské tělo produkuje přibližně 40 W/m^2 , při provádění domácích prací přibližně 116 W/m^2 .
- Oblečení má hlavní vliv na odvod tepla z těla člověka. To velmi ovlivňuje pocit tepelné pohody. Pro požadavky tepelné pohody se používá jednotka clo, která

charakterizuje tepelný odpor. 1clo odpovídá tepelnému odporu o velikosti odpovídající $R = 0,155 \text{ m}^2\text{K} \cdot \text{W}^{-1}$.

Tabulka 1: Tepelný odpor oblečení

Oblečení	clo
Nátělník	0,04
Triko	0,09
Košile slabá dlouhé rukávy	0,20
Kalhoty	0,25
Svetr slabý	0,28
Košile, kalhoty, sako, ponožky, boty	1
Zimní venkovní oblečení	cca 3

2.1.3 Doplnující faktory

- Jídlo a pití ovlivňuje metabolismus.
- Aklimatizace charakterizuje schopnost jedince adaptovat se na venkovní prostředí.
- Aklimace charakterizuje schopnost jedince adaptovat se na vnitřní prostředí.
- Tělesná postava má vliv na předávání energie s okolním prostředím. To je ovlivněno různou velikostí lidského těla. Tím se mění povrch těla, který je schopen předávat energii. Další hledisko je podkožní vrstva tuku, která se chová jako izolant.
- Věk a pohlaví mají vliv na úroveň metabolismu. S věkem se liší požadavky na teplo. Ženy většinou upřednostňují teplejší klima.

[19]

2.2 Stávající stav v ČR

Stávající stav v České republice vychází ze zákona č. 406/2000 Sb. a vyhlášky č. 78/2013 Sb.,. Pro snižování energetické náročnosti je majitel povinen doložit plnění požadavků energetické náročnosti dané zákonem v následujících bodech. Plnění požadavků se dokládá průkazem energetické náročnosti budovy.

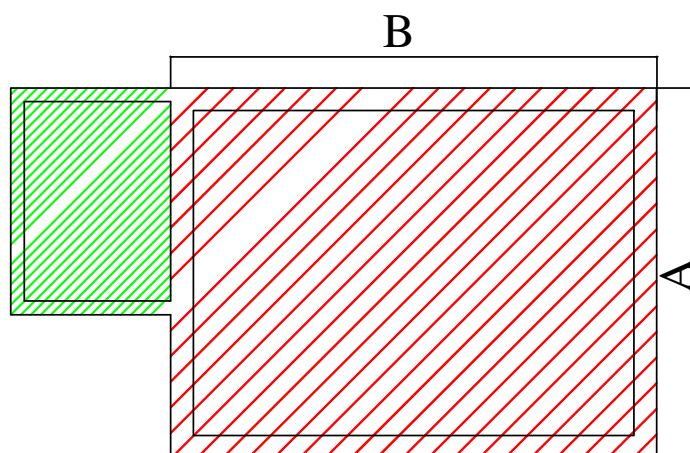
2.2.1 V případě stavby nové budovy

V současné době nové stavby musí splnit požadavky náročnosti na optimální úrovni. Pro budovy, které vlastní nebo využívá orgán veřejné moci nebo subjekt zřízený orgánem veřejné moci, musí plnit požadavky pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Povinnost plnění těchto limitů je stanoveno energeticky vztažnou plochou. Tyto požadavky platí pro budovy s větší energeticky vztažnou plochou než $1\,500\text{m}^2$ od 1. ledna 2016, od 1. ledna 2017 pro větší než 350m^2 , od 1. ledna 2018 platí pro všechny budovy veřejné moci. Pro ostatní uživatele jsou roky pro platnost nároků na budovu s téměř nulovou spotřebou posunuty, požadavky platí pro budovy s větší energeticky vztažnou plochou než $1\,500\text{m}^2$ od 1. ledna 2018, od 1. ledna 2019 pro větší než 350m^2 , od 1. ledna 2020 platí pro všechny budovy.

		optimální úroveň	budova s téměř nulovou spotřebou				
Budovy veřejné moci	>1500 m ²						
	>350 m ²						
	<350 m ²						
Budovy ostatních uživatelů	>1500 m ²						
	>350 m ²						
	<350 m ²						
Roky			2016	2017	2018	2019	2020

Obrázek 2: Platnost požadavků při stavbě nové budovy

V případě rekonstrukce domu, kdy dojde k přístavbě nebo přestavbě a velikost energeticky vztažné plochy se změní o 25 %, se stanovují referenční hodnoty klasifikačních tříd energetické náročnosti na novou budovu, kdy energeticky vztažná plocha je půdorysnou plochou vnějších rozměrů prostoru, který je vytápěn.



Obrázek 3: Energeticky vztažná plocha

Na obrázku 3 je znázorněna budova, na které červená plocha představuje energeticky vztažnou plochu. Za systémovou hranici se považuje zateplené zdivo, které je v obrázku znázorněno červeně. Zelená plocha představuje součást budovy, která není tepleně upravována, proto se nezahrnuje do energeticky vztažné plochy. V případě uvažování zateplení i zdiva, které je znázorněno zeleně, se za systémovou hranici považuje kompletní obvodové zdivo. V tomto případě se zelená zóna č. 2 považuje za nepřímou vytápěnou, vytápěnou přestupem tepla ze zóny 1.

2.2.2 V případě větších změn dokončené stavby

Větší změny jsou považovány za změny větší jak 25 % celkové plochy stěn či střechy budovy. Stavebník, vlastník nebo společenstvo vlastníků je povinno doložit změnu energetické náročnosti. Musí být splněna energetická náročnost na optimální úrovni. Nebo musí být splněny požadavky na měněné stavební prvky budovy.

2.2.3 V případě jiné než větší změny dokončené budovy

Tedy při změnách stávající stavby o méně jak 25 % celkové plochy stěn či střechy budovy. V případě provedení změny v době platnosti průkazu energetické náročnosti je nutno plnit požadavky na energetickou náročnost budovy. To musí být doloženo doklady vztahujícími se k měněným stavebním prvkům. Tyto dokumenty musí být uchovávány nejméně 5 let.

2.2.4 Budovy, které nemusí plnit předešlé 3 body

V předchozích bodech je popsána povinnost plnit limity na energetickou náročnost při nové stavbě či rekonstrukce. Dle zákona jsou stavby, které nemusí plnit energetické limity. Mezi tyto výjimky patří:

- Budovy s energeticky vztažnou plochou menší než 50 m^2
- Budovy, které jsou kulturní památkou, nebo nejsou kulturní památkou, ale nacházejí se v památkové rezervaci nebo památkové zóně, pokud by energetické požadavky výrazně změnilы vzhled nebo charakter. Tato skutečnost musí být doložena stanoviskem orgánu státní památkové péče
- Budovy navrhované a obvykle používané jako místa bohoslužeb a pro náboženské účely
- Budovy určené pro rodinnou rekreaci, které nejsou používány po celý rok, jejichž odhadovaná spotřeba je nižší než 25 % energie spotřebované celoročním užitím
- Budovy průmyslových, výrobních, dílenských, zemědělských provozů, pokud jejich spotřeba nepřekročí 700 GJ za rok
- Budovy dokončené s provedením větší změny, pokud energetický audit prokáže technickou nebo ekonomickou nevhodnost v závislosti na životnost a provozní účely
- Budovy zpravodajských služeb
- Budovy důležité pro ochranu státu určené ke speciálnímu využití
- Budovy, které jsou stanoveny nebo slouží k ochraně utajovaných informací stupně přísně tajné nebo tajné
- Budovy vybrané k zajištění bezpečnosti, určených vedoucím organizacím složky státu, které užívá nebo je příslušna s nimi hospodařit

[21]

2.3 Energetický průkaz budovy

Energetický průkaz budovy je doklad, který dokládá informace o energetické náročnosti budovy. Je definován v zákoně 406/2000 Sb. Metodika jeho zpracování, obsah, vzor a jeho umístění je dáno vyhláškou č. 78/2013 Sb., a její novelou č. 230/2015 Sb. Průkaz udává spotřebu energie nutné pro provoz budovy za rok. Dle toho se odvíjí následné hodnocení, které je charakterizováno skupinami od A až po G. Skupina A představuje mimořádně úspornou budovu. Naopak G mimořádně nevhodnou budovu, kdy tento grafický závěr se podobá známým štítkům na elektrických spotřebičích. Protokol obsahuje parametry potřebné pro výpočet energetické náročnosti. Součástí protokolu jsou také doporučení týkající se snížení energetické náročnosti s ohledem na ekonomické aspekty. Pokud je průkaz zpracován pouze za účelem prodeje či pronájmu, nemusí obsahovat doporučené opatření pro snížení energetické náročnosti budovy.

2.3.1 Povinnost opatření průkazu energetické náročnosti budovy

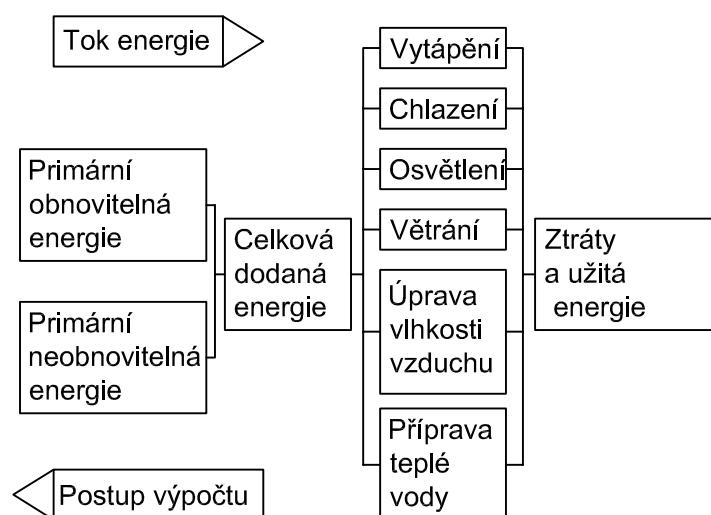
- Při výstavbě nových budov nebo při větších změnách dokončených budov.
- Při prodeji budovy nebo její ucelené části. V případě prodeje budovy je vlastník povinen předložit kupujícímu průkaz energetické náročnosti budovy před uzavřením smluv o koupi budovy nebo ucelené části budovy. Informace uvedené v průkazu je vlastník povinen uvést v nabídce ke koupi budovy. V případě prodeje bytové jednotky v budově s více SVJ je prodejce povinen poskytnout údaje z průkazu pro celou budovu. V případě, že SVJ po písemné žádosti nepředloží průkaz, může prodejce bytové jednotky průkaz nahradit vyúčtováním všech plateb za energii za předchozí 3 roky. V tomto případě vlastník není povinen předložit průkaz. Při prodeji družstevního bytu se nejedná o prodej, ale o převod členských práv. Proto pro prodej družstevního bytu vlastník není povinen předkládat průkaz.
- Při pronájmu budovy nebo ucelené části budovy.
- Pro budovy užívané orgánem veřejné moci s celkovou energeticky vztažnou plochou větší než $250 m^2$.
- Pro bytové domy nebo administrativní budovy s energeticky vztažnou plochou větší než $1\,500 m^2$, od 1.1.2017 větší než $1000 m^2$, od 1.1.2019 menší než $1000 m^2$.
- Nevztahuje se na budovy uvedené v sekci 2.2.4.
- Neopatřuje je při prodeji nebo pronájmu budovy nebo ucelené části budovy, pokud budova byla postavena nebo provedena větší změna dokončené budovy před 1.1.1947. A obě strany se písemně dohodnou.

[21]

2.3.2 Metodika určování energetické náročnosti budovy

Vypracování průkazu musí být provedeno energetickým specialistou. Energetický specialista je fyzická osoba, která je držitelem oprávnění. Pro získání oprávnění je nutná plná svéprávnost a bezúhonnost daná zákonem 406/2000 Sb. §10 odstavec 3. Pro odbornou způsobilost je vyžadováno střední vzdělání s maturitní zkouškou v oblasti technického směru energetiky nebo stavebnictví a 6 let praxe v oboru, nebo vyšší odborné vzdělání v oblasti technické směru nebo oboru energetiky a 5 let praxe v oboru, anebo vysokoškolské vzdělání v oblasti technických věd a oborech energetiky nebo stavebnictví a 3 roky praxe v oboru.

Pro posuzování energetické náročnosti se musí stanovit takzvaná referenční budova. Referenční budova je virtuální budova stejného druhu jako posuzovaná. Má stejný geometrický tvar, velikost i se zahrnutím prosklených ploch, stejné vnitřní uspořádání a stejné užívání, stejné klimatické podmínky. Tedy i orientace světových stran, ale i stínění okolními překážkami. Referenční budova je identická jako hodnocená budova, pouze s tím rozdílem, že jsou použity referenční hodnoty vlastností budovy. Vlastní výpočet se provádí na základě ukazatelů energetické náročnosti, kdy se určí energetická bilance domu. Při výpočtu se vychází z okrajových podmínek, které charakterizují budovu na základě využívání. Udávají provozní dobu provozu objektu, návrhové teploty a tepelné zisky. Nejprve je potřebné určit ztráty, které jsou potřebné k udržení teploty v budově. Díky tomu získáme energii potřebnou pro výpočet dodané energie, která se určí z příkonu jednotlivých systémů. Pomocí faktoru celkové primární energie a faktoru neobnovitelné primární energie lze přepočtem vyjádřit celkovou primární energii a neobnovitelnou primární energii potřebnou pro provoz hodnocené budovy.



Obrázek 4: Postup výpočtu

Ukazatelé energetické náročnosti se určí pomocí výpočtu na základě podkladů ke konkrétní budově. U dokončených budov musí údaje souhlasit se stávajícím stavem budovy.

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici se určí pomocí platné normy ČSN 730540-4. Součinitele prostupu tepla udává veličina U , její jednotky jsou $(W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$. Dle jednotek tedy udává přestup tepelného výkonu na plochu a rozdílu povrchových teplot 1K. Udává tedy tepelný tok konstrukcí. Součinitel U lze stanovit více možnostmi.

Základní stanovení je pomocí tepelného odporu konstrukce spolu s odpory přestupu tepla na hranicích konstrukce. Tepelný odpor materiálu obvykle není znám. Spočítat ho lze z měrné tepelné vodivosti. Měrnou tepelnou vodivost lze odečíst pro určitý materiál z tabulek, nebo určit pomocí empirických vztahů.

$$R_m = \frac{d}{\lambda} \quad (2)$$

Kde: $R_m (m^2 \cdot K \cdot W^{-1})$ představuje tepelný odpor materiálu, $d (m)$ představuje tloušťku materiálu, $\lambda (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$ představuje měrnou tepelnou vodivost

Dle jednotek veličin U a R je zřejmé, že součinitel prostupu tepla je dán převrácenou hodnotou tepelného odporu. Do přídatného R_p odporu je zahrnut i odpor charakterizující přestup tepla v dané poloze a prostředí. Velikost přídatného odporu přestupu tepla je dán v normě ČSN 730540-3

Tabulka 2: Vybrané tepelné odpory při přestupu tepla [4]

Povrch	Konstrukce	Tepelný odpor ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$)
vnější	jednoplášťová	0,04
	dvouplášťová	0,04
zemina	styk se zeminou	0
vnitřní	stěna	0,13
	střecha	0,10
	podlaha	0,17

Výsledný součinitel prostupu tepla konstrukcí je tedy dán výsledným vztahem:

$$U = \frac{1}{\sum R_m + \sum R_p} \quad (3)$$

Tento výpočet neuvažuje vliv tepelných mostů. Pro zohlednění vlivu tepelných vazeb je potřeba zahrnout přírážku pro tepelné mosty.

Výpočet pro okenní otvor se liší tím, že je potřeba uvažovat plochu rámu a plochu zasklení. Součinitel tepelného prostupu se spočítá pomocí následujícího vztahu:

$$U = \frac{A_g \cdot U_{g_g} + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \quad (4)$$

Kde: $U (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je součinitel prostupu tepla, $A_g (m^2)$ je celková plocha zasklení, $U_{g_g} (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je součinitel prostupu tepla zasklením, $A_f (m^2)$ je celková plocha rámu, $U_f (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je součinitel prostupu tepla rámu, $I_g (m)$ je viditelný obvod zasklení, $\psi_g (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$ je lineární činitel prostupu tepla způsobený kombinovanými tepelnými vlivy zasklení, distančního rámečku a rámu. [3]

Celková dodaná energie za rok je energie dodaná budově, ve které je zahrnuta spotřeba všech dílčích systémů a spotřeba pomocných systémů v budově. Součástí je i

energie v budově vyrobená, a to i využitím energie slunce, větru a geotermální. Naopak se nezapočítává energie vyrobená, ale nespotřebovaná v budově. Dále se vyjádří také velikost energie po jednotlivých energonositelích. Celková energie se určí dle vztahu:

$$EP = EP_v + EP_{ch} + EP_{vet} + EP_{RH} + EP_{ptv} + EP_{osv} \quad (5)$$

Kde EP (J/rok) je celková dodaná energie za rok, EP_v (J/rok) je dodaná energie na vytápění za rok, EP_{ch} (J/rok) je dodaná energie na chlazení za rok, EP_{vet} (J/rok) je dodaná energie na nucené větrání za rok, EP_{RH} (J/rok) je dodaná energie na úpravu vlhkosti za rok, EP_{ptv} (J/rok) je dodaná energie na přípravu teplé vody za rok, EP_{osv} (J/rok) je dodaná energie na osvětlení za rok

Dodaná měrná energie EP_A ($J \cdot m^{-2} \cdot rok^{-1}$) se stanoví na základě celkové dodané energie a energeticky vztažné plochy A_{vz} (m^2).

$$EP_A = \frac{EP}{A_{vz}} \quad (6)$$

Dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok se vypočítají pro jednotlivé systémy zvlášť dle platných norem. Energie v podobě elektřiny nebo tepla se do dodané energie nezapočítává při dodávce mimo budovu. Do dodané energie je zahrnována energie vyrobená a využitá energie: sluneční, větru, geotermální. Technické systémy jsou umístěny uvnitř systémové hranice nebo na pozemcích přiléhajících k budově. Dále je zahrnuta energie okolního prostředí získaná pomocí tepelného čerpadla. Energie okolního prostředí se spočítá z dodané energie tepelného čerpadla, od kterého se odečte spotřeba energie tepelného čerpadla.

Vytápění: Je zahrnuta vypočtená spotřeba energie na vytápění a pomocná energie potřebná na provoz vytápění. Zahrnuje se například příkon oběhového čerpadla, případně příkon dmýhačích nebo spalinových ventilátorů. Výpočet se provede dle normy ČSN EN ISO 13790 a hodnot typického používání budov. Vyjádří se jako součet druhů energie dodaných v jednotlivých měsících spotřebované na vytápění. Energie na vytápění v jednom časovém úseku se určí jako součet vypočtených potřebných spotřeb energie pro jednotlivé zdroje. Do této energie je zahrnuta i energie z okolního prostředí, jako je energie sluneční a energie z okolí získaná prostřednictvím tepelného čerpadla. Konečná energie na vytápění EP_v se stanoví zahrnutím všech tepelných zisků od okolních systémů a vlivem jednotlivých účinností jednotlivých zdrojů z potřebné energie na vytápění Q_{vyt} . Ta se určí :

$$Q_{vyt} = Q_{pot} - \eta_{využ} \cdot Q_{využ} \quad (7)$$

Kde $Q_{vyt}(J/měsíc)$ je potřeba tepla na vytápění za měsíc, $Q_{pot}(J/měsíc)$ je potřebné teplo pro krytí ztrát v daném období, η_{vyuz} je činitel využitelnosti tepelných zisků, $Q_{vyuz}(J/měsíc)$ je velikost tepelných zisků v daném období, které se určí ze slunečních a vnitřních zisků pro vytápění.

Základem pro určení je potřebná energie pro krytí ztrát. Ta je dána měrným tepelným tokem prostupu H_T , který vychází z teplotního součinitele

$$H_T = \sum(A_J \cdot U_J \cdot B_J) + \sum A_J \cdot \Delta U_{tbn} \quad (8)$$

Kde $H_T(W/K)$ je měrný tok prostupem tepla, $A_J(m^2)$ plocha j-té konstrukce na systémové hranici, $U_J(W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je j-tý součinitel prostupu tepla, $B_J(-)$ redukční teplotní činitel j-té konstrukce, $\Delta U_{tbn}(W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je přírůžka pro tepelné mosty.

Další ztrátová energie uniká měrným prostupem větrání, který se určí následovně:

$$H_V = \rho_v \cdot c_v \cdot V_v \quad (9)$$

Kde: $H_v(W/K)$ je měrný tok větráním, $\rho_v(kg/m^3)$ je hustota vzduchu, $c_v(J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ je tepelná kapacita vzduchu, $V_v(m^3/s)$ je množství vzduchu pro větrání zóny.

Z těchto měrných toků lze určit potřebnou energii pro vytápění

$$Q_{pot} = (H_T + H_V) \cdot (t_{1v} - t_{2v}) \cdot T_v \quad (10)$$

Kde: $t_{1v}(^{\circ}C)$ je vnitřní návrhová teplota, $t_{2v}(^{\circ}C)$ je vnější průměrná teplota za dané období. $T_v(s)$ je čas za dané období.

Chlazení: Je zahrnut součet energie vypočítaný pro spotřebu energie na chlazení a pomocná energie na provoz chladicího systému. Výpočet se provádí dle ČSN EN ISO 13790.

V případě chlazení se vychází z potřebné energie na chlazení. Tu lze stanovit na základě vztahu:

$$Q_{ch} = Q_{ch,zis} - \eta_{ch} \cdot Q_{ch,pot} \quad (11)$$

Kde: $Q_{ch}(J/měsíc)$ je potřeba energie na chlazení za měsíc, $Q_{ch,zis}(J/měsíc)$ je velikost tepelných zisků za měsíc $\eta_{ch}(-)$ je využitelnost tepelných ztrát, $Q_{ch,pot}(J/měsíc)$ je energie pro pokrytí tepelného toku mezi venkovním a vnitřním prostředím.

V případě, že Q_{ch} vyjde záporně, není potřeba chladit. Výpočet $Q_{ch,zis}$ a $Q_{ch,pot}$ je stejný jako pro případ vytápění. Jediná změna v tomto výpočtu je zahrnutí clonění oken. Následně se pomocí započtení účinností systému dle druhu použití určí roční energie potřebná pro chlazení.

Větrání: Je zahrnut součet vypočítané energie pro přepravu vzduchu a pomocné energie pro provoz technických systémů větrání. Výpočet se provádí dle ČSN EN 15241

$$EP_{vet} = \sum f_{vet} \cdot P_{vet} \cdot T_{vet} + Q_{vet,p} \quad (12)$$

Kde: $f_{vet}(-)$ je činitel regulace ventilátorů za dané období, $P_{vet}(W)$ je průměrný příkon ventilátorů v daném období, $T_{vet}(s)$ je čas za dané období, $Q_{vet}(J)$ je pomocná energie pro provoz nuceného větrání.

Úprava vlhkosti vzduchu: Je zahrnuta potřebná energie pro úpravu vzduchu a pomocné energie pro provoz technických systémů úpravy vlhkosti. Výpočet se provádí dle ČSN EN 15241

Z potřeby energie pro zvlhčování a odvlhčování se určí se započtením účinností systému roční spotřeba energie

Příprava teplé vody: Je zahrnut součet vypočítané energie pro přípravu teplé vody a pomocné energie pro provoz technických systémů ohřevu vody. Výpočet se provádí dle ČSN EN 15316-3

Výpočet vychází z potřeby energie pro přípravu teplé vody, která se stanoví :

$$Q_{pot,v} = V_{ptv} \cdot \rho_{ptv} \cdot c_{ptv} \cdot (t_{1ptv} - t_{2ptv}) \cdot T \quad (13)$$

Kde: $Q_{ptv}(J)$ je energie potřebná pro přípravu vody, $V_v(m^3)$ je potřebné množství teplé vody, $\rho_{ptv}(kg/m^3)$ je hustota vody, $c_v(J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1})$ je tepelná kapacita vody, $t_{1ptv}(^{\circ}C)$ je teplota ohřívání vody, $t_{2ptv}(^{\circ}C)$ je průměrná teplota přiváděné vody. $T(s)$ je čas za dané období přípravy teplé vody.

K této potřebné energii je potřeba připočíst energii ke krytí ztrát rozvodů, ztrát zásobníku a pomocnou energii. Dále je potřeba zohlednit případné zisky energie ze solárních kolektorů. Do konečné roční spotřeby EP_v je potřeba promítnout účinnost zdroje přípravy.

Energie pro osvětlení: Je zahrnut součet vypočítané energie pro osvětlení a pomocné energie pro provoz technických systémů osvětlení. Výpočet se provádí dle ČSN EN 15193. Energie pro osvětlení se spočte jako součet energie za jednotlivé měsíce.

$$EP_{osv} = \sum \phi P_{LJ} \cdot T_J \quad (14)$$

Kde $P_{LJ}(W)$ je průměrný elektrický příkon na osvětlení v j-tém měsíci, $T_J(s)$ je délka j-tého měsíce

Neobnovitelná primární energie za rok ukazuje zejména vliv na životní prostředí, jelikož vyjadřuje míru využití paliv z neobnovitelných zdrojů. Součtem neobnovitelné primární energie jednotlivých systémů se získá celková neobnovitelná primární energie.

$$NEP = NEP_v + NEP_{ch} + NEP_{vet} + NEP_{RH} + NEP_{ptv} + NEP_{osv}$$

Kde NEP (J/rok) je celková primární neobnovitelná energie za rok, NEP_v (J/rok) je primární neobnovitelná energie na vytápění za rok, NEP_{ch} (J/rok) je primární neobnovitelná energie na chlazení za rok, NEP_{vet} (J/rok) je primární neobnovitelná energie na nucené větrání za rok, NEP_{RH} (J/rok) je primární neobnovitelná energie na úpravu vlhkosti za rok, NEP_{ptv} (J/rok) je primární neobnovitelná energie na přípravu teplé vody za rok, NEP_{osv} (J/rok) je primární neobnovitelná energie na osvětlení za rok

Výpočet dílčí neobnovitelné primární energie se provede pro jednotlivé systémy. Každý systém se vyjádří pro zastoupené energonositele. Jednotlivý druh energie energonositele se vynásobí příslušným faktorem pro primární neobnovitelnou energii uvedeným v tabulce číslo 3.

Celková primární energie za rok je součtem neobnovitelné a obnovitelné energie. Vyjadřuje velikost energie, která neprošla žádnou přeměnou. Určí se stejným postupem jako neobnovitelná primární energie s tím rozdílem, že se násobí faktorem celkové primární energie uvedeným v tabulce číslo 3.

Tabulka 3: Hodnoty faktoru celková primární a neobnovitelná primární energie [20]

Energonositel	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie
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
Dřevěné peletky	1,2	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1,1	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	1	0
Elektřina- dodávka mimo budovu	-3,2	-3
Teplo dodávka mimo budovu	-1,1	-1
Soustava zásobování tepelnou energií s podílem obnovitelných zdrojů 80-100%	1,1	0,1
Soustava zásobování tepelnou energií s podílem obnovitelných zdrojů 50-80%	1,1	0,3
Soustava zásobování tepelnou energií s podílem obnovitelných zdrojů 0-50%	1,1	1
Ostatní neuvedené energonositele	1,2	1,2

Průměrný součinitel prostupu tepla se stanoví dle následujícího vztahu:

$$U_{em} = \frac{H_T}{A_C} \quad (15)$$

Kde $U_{em}(W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je průměrný součinitel prostupu tepla, $H_T(W/K)$ měrná ztráta prostupem tepla, $A_C(m^2)$ je celková plocha s okolním prostředím.

Účinnost technických systémů se stanoví pomocí platných norem. [5, 18, 17]

2.3.3 Referenční budova

Pro výpočet referenční budovy o stejných rozměrech jako hodnocená budova se použijí parametry udané ve vyhlášce 78/2013 Sb., a její novele 230/2015 Sb.

Požadovaná hodnota průměrného součinitele tepla se vypočte pomocí váženého průměru všech konstrukcí

$$U_{em, N, 20, R} = f_R \cdot \frac{\sum(U_{n, 20, j} \cdot A_j \cdot B_j)}{\sum A_j} + \delta U_{em, R} \quad (16)$$

Kde: $U_{em, N, 20, R}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) je požadovaná základní hodnota průměrného součinitele prostupu tepla. V případě překročení hodnot uvedených v tabulce 4 se volí hodnoty z tabulky jako hodnota průměrného součinitele prostupu tepla

Table 4: Maximální součinitel prostupu tepla pro referenční budovu [20]

Nové budovy	$U_{em, N, 20, R, max}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
<i>Obytné budovy</i>	0,5
<i>Ostatní budovy</i>	
Poměr $A/V \leq 0,2$	1,05
Poměr $A/V > 1$	0,45
Poměr $A/V 0,2 <= 1$	$0,3 + 0,15 / (A/V)$

pro navrhovanou vnitřní teplotu 18°C-22°C. V tomto případě platí

$$U_{em, R} = U_{em, N, 20, R}$$

Kde: $U_{em, R}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) je referenční průměrná hodnota součinitele prostupu tepla. Pro jinou návrhovou vnitřní teplotu se musí přepočítat pro danou teplotu dle následujícího vztahu:

$$U_{em, R} = \frac{U_{em, N, 20, R} \cdot 16}{t_{in} - 4}$$

Kde: f_R (–) je redukční činitel požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla, jeho velikost je uvedena v tabulce číslo 5.

Tabulka 5: Redukční činitel [20]

Dokončená budova a její změna	Nová budova	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
1	0,8	0,8

Kde: $U_{em, 20, j}$ ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) je hodnota tepelného součinitele prostupu pro návrhovou teplotu 20°C udaná v normě ČSN 730540-2:2011

Tabulka 6: Požadované hodnoty konstrukčních prvků [3]

Konstrukce	požadovaná hodnota $U_{em, 20, j} (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$
Stěna vnější	0,3
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,3
Střecha se sklonem menším než 45°	0,4
Strop pod nevytápěnou půdou	0,3
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přiléhající k zemině	0,45
Stěna mezi sousedními budovami	1,05
Výplně otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného do venkovního prostředí	1,5
Dveřní výplň	1,7

Kde: $A_j (m^2)$ je j-tá plocha příslušná stěně budovy s požadovaným tepelným součinitelem, $B_j(-)$ je j-tý teplotní redukční činitel, $\delta U_{em, R} (W/m^2K)$ zahrnuje vliv tepelných vazeb. Pro referenční budovu je uvažovaná hodnota 0,02, $t_{in} (^\circ C)$ je vnitřní návrhová teplota.

Pro případ více zón se vypočítá průměrný součinitel prostupu tepla následovně:

$$U_{em, R} = \frac{\sum(U_{em, R, j} \cdot V_j)}{\sum V_j} \quad (17)$$

Kde: $U_{em, R, j} (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je hodnota průměrného referenčního součinitele prostupu tepla j-té zóny, $V_j (m^3)$ je objem j-té zóny.

Tabulka 7: Parametry referenční budovy [20]

Parametr	Referenční hodnota
Vnitřní tepelná kapacita	$CR = 165 (kJ \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$
Celková propustnost slunečního záření (solární faktor)	$gR = 0,5 (-)$
Činitel clonění aktivními stínícími prvky pro režim chlazení	$Fsh, R = 0,2 (-)$
Výrobená elektřina	$Q_{el}, R = 0 (kWh)$
Využitá energie slunečního záření, energie větru a geotermální energie	$Q_{env}, R = 0 (kWh)$
Vytápění	
Účinnost výroby energie zdrojem tepla1)	$\eta_{H, gen}, R = 80 (\%)$
Účinnost distribuce energie na vytápění	$\eta_{H, dis}, R = 85 (\%)$
Účinnost sdílení energie na vytápění	$\eta_{H, em}, R = 80 (\%)$
Chlazení	
Chladicí faktor kompresorového zdroje chladu	$EERC, gen, R = 2,7 (W/W)$
Chladicí faktor ostatních zdrojů chladu	$EERC, gen, R = 0,5 (W/W)$
Účinnost distribuce energie na chlazení	$\eta_C, dis, R = 85 (\%)$
Účinnost sdílení energie na chlazení	
Dodaná energie na chlazení pro rodinné a bytové domy (nebo zóny s tímto provozem)	$Q_{fuel}, C = 0 (kWh)$
Větrání	
Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání	$PSFP_{ahu}, R = 1750 (J/m^3)$
Účinnost zpětného získávání tepla systému nuceného větrání s objemovým průtokem větracího vzduchu do 7500 m ³ /hod	$\eta_{H, hr}, R = 60 (\%)$
Účinnost zpětného získávání tepla systému nuceného větrání s objemovým průtokem větracího vzduchu nad 7500 m ³ /hod	$\eta_{H, hr}, R = 40 (\%)$
Úprava vlhkosti vzduchu	
Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení	$\eta_{RH+}, gen, R = 70 (\%)$
Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení	$\eta_{RH-}, gen, R = 65 (\%)$
Účinnost zpětného získávání vlhkosti systému nuceného větrání	$\eta_{RH, r}, R = 0 (\%)$
Příprava teplé vody	
Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody	$W, gen, R = 85 (\%)$
Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztažená k objemu zásobníku v litrech do celkového objemu zásobníků 400 litrů	$Q_{wW}, st, R = 7 (Wh/(l \cdot den))$
Měrná tepelná ztráta zásobníku teplé vody vztažená k objemu zásobníku v litrech nad celkový objem zásobníků 400 litrů	$Q_{wW}, st, R = 5 (Wh/(l \cdot den))$
Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztažená k délce rozvodů teplé vody	$Q_{wW}, st, R = 150 (Wh/(m \cdot den))$

Osvětlení	
Průměrný měrný příkon pro osvětlení pro rodinné a bytové domy vztahený k osvětlenosti zóny	$PL, lx, R = 0,05 (W/(m^2 \cdot lx))$
Průměrný měrný příkon pro osvětlení pro ostatní budovy, vztahený k osvětlenosti zóny	$PL, lx, R = 0,1 (W/(m^2 \cdot lx))$
Činitel závislosti na denním světle	$FD, R = 1 (-)$
Pomocné energie	
Korekční činitel typu oběhového čerpadla	$fp, ct1, R = 1 (-)$

Pro konečné zhodnocení energetické náročnosti jsou ukazatele energetické náročnosti porovnány s hodnotami referenční budovy. Rozřazení jednotlivých ukazatelů je provedeno pomocí 7 tříd. Jejich velikost je udána násobným koeficientem hodnocení dle následujících tříd:

A	Mimořádně úsporná	$0,5 \times ER$ pro energii, $0,65 \times ER$ pro Uem
B	Velmi úsporná	$0,75 \times ER$ pro energii, $0,8 \times ER$ pro Uem
C	Úsporná	$1 \times ER$ pro energii i Uem
D	Méně úsporná	$1,5 \times ER$ pro energii i Uem
E	Nehospodárná	$2 \times ER$ pro energii i Uem
F	Velmi nehospodárná	$2,5 \times ER$ pro energii i Uem
Q	Mimořádně nehospodárná	

[20]

2.3.4 Energetický audit

Energetický audit je zpráva, která obsahuje úroveň využívání energie ve stávající nebo uvažované aplikaci. Energetický audit se vytváří pro budovy, energetické hospodářství, průmyslový postup a pro stanovení technických návrhů na zlepšení účinnosti s ohledem na ekonomické aspekty. Energetický audit obsahuje: titulní list, identifikační údaje, popis stávajícího stavu, vyhodnocení stávajícího stavu, návrhy na zvýšení účinnosti využívání energie, návrhy variant opatření, výběr nejlepší varianty, doporučení energetického specialisty, evidenční list energetického auditu, kopie dokladu oprávnění dle §10b 406/2000 Sb. §10b.

Energetický audit dle zákona o hospodaření s energií 406/2000 Sb. se musí zpracovat u budov nebo energetického hospodářství, u kterého je velikost spotřeby vyšší než udává předpis a kde celková průměrná roční spotřeba všech budov za poslední dva roky je vyšší než stanovená. Také u větší změny dokončené budovy, kdy nejsou splněny požadavky energetické náročnosti 2.2.4, je potřeba doložit energetický audit.

V případě, že podnikatel není malý nebo střední podnikatel a užívá nebo vlastní energetické hospodářství, je povinen zpracovat energetický audit každé 4 roky. S výjimkou podnikatele, který má zaveden systém hospodaření s energií dle normy ČSN EN ISO 50001 a je certifikován akreditovanou osobou, nebo má zaveden systém en-

vironmentálního řízení dle normy ČSN EN ISO 14001 a je certifikován akreditovanou osobou.

Platnost energetického auditu znehodnocuje provedení větší změny dokončené budovy nebo energetického hospodářství.

Limit množství energie je určen vyhláškou 480/2012. Pro výpočet roční spotřeby energie se využije výhřevnost paliv udávaná jejich dodavatelem.

- Fyzickým a právnickým osobám vzniká povinnost zpracovávat energetický audit při spotřebě energie za rok ze všech budov nebo energetického hospodářství větší než 35 000 *GJ* (9 722 *MWh*). Do této celkové spotřebované energie se započítávají pouze budovy, které za rok spotřebují více jak 700 *GJ* (194 *MWh*).
- Organizačním složkám státu, krajům, obcím a příspěvkovým organizacím vzniká povinnost zpracovávat energetický audit při spotřebě energie za rok ze všech budov nebo energetického hospodářství větší než 1 500 *GJ* (417 *MWh*). Do této celkové spotřebované energie se započítávají pouze budovy, které za rok spotřebují více jak 700 *GJ* (194 *MWh*).

[21]

2.3.5 Energetický posudek

Energetický posudek je zpráva, která ověřuje plnění předem stanovených parametrů. Tyto parametry jsou určeny zadavatelem posudku. Jde o parametry technické, ekologické, ekonomické. Posudek obsahuje: titulní list, účel zpracování, identifikační údaje, názor energetického specialisty, evidenční list energetického posudku, kopie dokladu oprávnění dle §10b 406/2000 Sb.

Energetický posudek dle zákona o hospodaření s energií 406/2000 Sb. je stavebník, společenství vlastníků jednotek nebo vlastníků budovy nebo energetického hospodářství povinen zajistit v následujících bodech:

- Při výstavbě nových budov nebo při větší změně dokončené budovy, ve kterých je instalován tepelný zdroj o výkonu větším než 200 kW, se posuzuje technické, ekonomické a ekologické proveditelnosti alternativních systémů dodávek energie.
- Při výstavbě nové výroby elektřiny nebo podstatné rekonstrukci stávající výroby elektřiny o celkovém tepelném příkonu větším než 20 MW, kromě výroben s roční provozní dobou nižší než 1500 hodin, nebo jaderných elektráren. Je potřeba posoudit vysokoúčinnou kombinovanou výrobu tepla a elektřiny.

- Při výstavbě nebo podstatné rekonstrukci stávajícího průmyslového závodu s tepelným příkonem překračujícím 20 MW s podmínkou, že tento provoz produkuje odpadní teplo o využitelné teplotě, je potřeba posoudit náklady a přínosy na připojení k tepelným rozvodům vzdáleným maximálně 1000 metrů.
- Při výstavbě nebo podstatné rekonstrukci stávající soustavy zásobování tepelnou energií se zdroji přesahujícími tepelný příkon 20 MW je potřeba posoudit náklady a přínosy využití odpadního tepla vzdáleného méně jak 500 m.
- Pro projekty financované pomocí podpory ze státních nebo evropských prostředků. Ale také finančních prostředků nabytých z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů. V tomto případě je potřeba posoudit proveditelnost snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti užití energie, snižování emisí, využívání obnovitelných zdrojů.

[21]

2.4 Nízkoenergetické budovy

Nízkoenergetické budovy jsou stavby, které pro potřeby vytápění nepřesahují spotřebu větší než $50 \text{ kWh}/m^2$. Nízkoenergetické budovy jsou mezičlánkem pro přechod ze současné stavby na stavbu úspornějších domů. Budovy, které mají nižší spotřebu energie, jsou označovány jako pasivní domy.

Tabulka 8: Rozdělení budov [2]

domy běžné v 70-80. letech	současná novostavba
charakteristika	
zastaralá otopná soustava, zdroj tepla velký zdroj emisí, větrání pouze otevřeným oknem, špatně izolující konstrukce	zastaralá otopná soustava, zdroj tepla velký zdroj emisí, větrání pouze otevřeným oknem, konstrukce na úrovni požadavků norem
potřeba tepla na vytápění ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$)	
většinou nad 200	80-140

nízkoenergetický dům	pasivní dům	nulový dům
charakteristika		
otopná soustava o nižším výkonu, využití obnovitelných zdrojů, dobře zateplené konstrukce, řízené větrání	řízené větrání s rekuperací tepla, vynikající tepelná izolace, vzduchotěsná konstrukce	min. parametry pasivního domu, energie z obnovitelných zdrojů energie
potřeba tepla na vytápění ($\text{kWh}/\text{m}^2\text{a}$)		
méne než 50	méně než 15	méně než 5

Pasivními domy jsou nazývány domy, které využívají vlastní tepelné zisky. Tyto zisky jsou hrazeny sluneční energií procházející okny, ale také teplem, které produkují osoby pohybující se v daném domě. Mezi další tepelné zdroje jsou zařazeny spotřebiče produkující teplo. Díky kvalitní izolaci jsou tyto zdroje schopny pokrýt tepelné ztráty téměř po celý rok. Největší rozdíl pasivních domů od ostatních domů je v tom, že je kladen důraz na vzduchotěsnost. To znamená, že teplý vzduch nemůže pronikat ven. Větrání je zajištěno automaticky řízenou vzduchotechnikou, která je osazena výměníkem. Tím se docílí obměna čerstvého vzduchu bez velkých ztrát tepla. Díky automatickému provozu v budově nevzniká průvan a vnitřní klima je velmi příjemné. Díky těmto hlavním rozdílům od ostatních budov jsou tyto stavby úspornější ve spotřebě energie. Ve světě se nejčastěji používá pro certifikaci pasivních domů certifikace Passive house institut. Základní parametr, který pasivní dům musí splňovat, je měrná potřeba tepla menší než $15 \text{ kWh}/\text{m}^2\text{a}$.

[2]

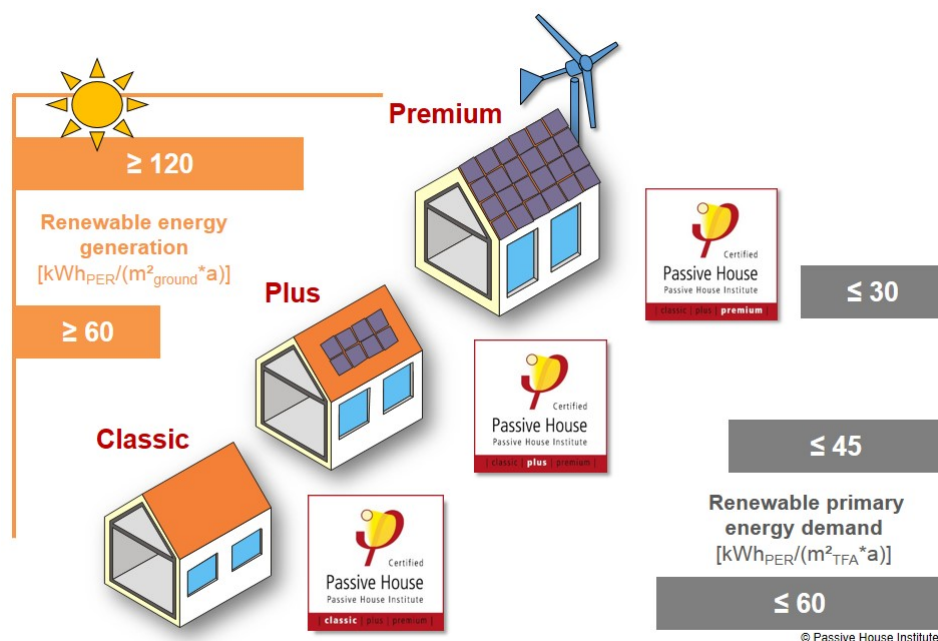
2.5 Certifikace passive house institut (PHI)

Passive house institut je nezávislý výzkumný ústav, který hraje významnou roli v oblasti pasivních domů. Jeho nástroj PHPP (Passive House Planning Package), který

je optimalizován pro potřeby pasivních domů. Potřeby pasivních domů se díky tomu mnoho neliší od skutečných vlastností domu. Díky tomuto nástroji lze předem přesně navrhnout. Výsledky více napovídají o skutečné kvalitě pasivního domu oproti například certifikaci energetickým průkazem. Certifikace PHI je mezinárodně uznávaná. Certifikovat lze obytné novostavby, rekonstrukce stávajících staveb a nebytové prostory. Systém hodnocení byl dříve založen na neobnovitelné primární energii, nově je založen na základě primární energie pro obnovitelné zdroje (PER). Pro úroveň Classic a standardu PHI Low Energy Building Standard lze přechodně stále využívat hodnocení na základě neobnovitelné primární energie. Tento nástroj je světově uznávaný pro certifikaci pasivních domů. Majitel díky certifikaci má jistotu o energetické spotřebě daného objektu. Mimo informací o energetické spotřebě ale také zvýší hodnotu budovy tak, že je podložena úspornost domu. Objekt získá certifikaci PHI při splnění daných kritérií. Základní kritéria určená pro splnění certifikace je rozděleno do tří energetických standardů.

2.5.1 Passive House Standard

Zejména pro nové stavby je určena certifikace pasivní dům. Tato certifikace může mít tři úrovně lišící se využíváním obnovitelné energie Classic, Plus a Premium.



Obrázek 5: Třídy passive house standard [22]

Základní parametry pro splnění této certifikace jsou:

Pro vytápění je povolena maximální velikost měrné tepelné spotřeby daná velikostí $15 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. Případně je omezeno alternativním kritériem tepelné zátěže maximálně $10 W/m^2$, které platí pro zanedbání tepelných ztrát topením.

Pro chlazení je povolena maximální velikost spotřeby daná $15 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$, plus variabilní hodnota pro odvlhčení. Případně je omezeno alternativním kritériem spotřeby dle výpočtu PHPP, nebo kdy chladicí zátěž je maximálně $10 W/m^2$, které platí v případě, kdy vnitřní tepelné zisky jsou menší než $2,1 W/m^2$, při větších tepelných ziscích je potřeba zahrnout tepelné zisky bez hodnoty $2,1 W/m^2$.

Pro vzduchotěsnost je požadovaná menší než 0,6 násobná výměna vzduchu za hodinu při tlakovém rozdílu 50 Pa.

Pro potřebu energie platí různé velikosti dle úrovní. Pro úroveň Classic platí přechodné ustanovení s maximální měrnou potřebou primární energie $120 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. Nová kritéria určují maximální spotřebu primární obnovitelné energie (PER) na vytápění, chlazení, odvlhčení, teplé vody, osvětlení, pomocné elektrické energie a elektrických spotřebičů velikostí $60 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. Požadavek na výrobu z obnovitelných zdrojů není na této úrovni požadován. Pro úroveň Plus je požadavek na maximální spotřebu o velikosti $45 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. A je požadovaná výroba energie z obnovitelných zdrojů o velikosti $60 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. Pro úroveň Premium je požadavek na maximální spotřebu o velikosti $30 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. Požadovaná je výroba energie z obnovitelných zdrojů o velikosti $120 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$.

2.5.2 EnerPHit Standard

Pro modernizaci starších budov s prvky pasivních domů je určen standart EnerPHit. Při modernizaci starší budovy není možné snadno rekonstruovat všechny komponenty. A není možné dosáhnout certifikaci pasivního domu. Proto zde platí upravená pravidla oproti certifikaci nové výstavby. Pro certifikaci EnerPHit musí být splněna obecná kritéria:

Pro vzduchotěsnost je požadovaná menší než 1 násobná výměna vzduchu za hodinu. Dle spotřeby energie se přiřazují jednotlivé úrovně. Pro úroveň Classic platí přechodné ustanovení, a to prokázáním požadavku na primární neobnovitelnou energii. Nová kritéria určují maximální spotřebu primární obnovitelné energie na vytápění, chlazení, odvlhčení, teplé vody, osvětlení, pomocné elektrické energie a elektrických spotřebičů velikostí $60 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$, včetně rozdílu energie na vytápění a kritériem pasivního domu pro potřebu tepla vynásobený váženým průměrným PER faktorem a polovinou rozdílu energie na chlazení a kritériem energie pro chlazení pasivního domu. Požadavek na výrobu z obnovitelných zdrojů není v této úrovni požadován. Pro úroveň Plus je

požadavek na maximální spotřebu o velikosti $45 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, včetně rozdílu energie na vytápění a kritériem pasivního domu pro potřebu tepla a polovinou rozdílu energie na chlazení a kritériem energie pro chlazení pasivního domu. Požadovaná je výroba energie z obnovitelných zdrojů o velikosti $60 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$. Pro úroveň Premium je požadavek na maximální spotřebu o velikosti $30 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$, včetně rozdílu energie na vytápění a kritériem pasivního domu pro potřebu tepla a polovinou rozdílu energie na chlazení a kritériem energie pro chlazení pasivního domu. Požadovaná je výroba energie z obnovitelných zdrojů o velikosti $120 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$.

Následující kritéria lze použít k hodnocení jednotlivých stavebních prvků nebo pomocí vyjádření spotřeby tepla na vytápění. Certifikace dle jednotlivých prvků je hodnocena pomocí tepelného součinitele prostupu tepla a odrazivosti materiálu.

Hodnoceny jsou neprůhledné části obálky, na které je kladen požadavek na odrazivost povrchu v horkých a velmi horkých klimatických zónách daných velikostí indexu solární odrazivosti SRI pro ploché střechy větší jak 90 a pro šikmé stěny a zdi je velikost SRI větší jak 50. Maximální hodnota tepelného součinitele prostupu nesmí překročit dané hodnoty pro danou klimatickou zónu, kdy maximální tepelný součinitel pro obvodové zdivo v závislosti na klimatických podmínkách se pohybuje v rozmezí od 0,09 do 0,5 ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$). Pro okna a dveře platí maximální velikost tepelného součinitele prostupu tepla dle orientace a klimatické zóny v rozmezí od 0,45 do 1,4 ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$). V případě potřeby energie na vytápění větší než $15 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$ musí prosklené části plnit součinitel zisku tepelné energie. Další požadavek je kladen na ventilační systém. U ventilačních systémů je požadovaná účinnost na rekuperaci tepla. Tato účinnost dle klimatických zón se pohybuje od 75 do 80%.

V případě hodnocení dle potřeby tepla na vytápění je stanovena o maximální množství energie dle klimatické zony a to v rozmezí od 12 - 35 $\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$

2.5.3 PHI Low Energy Building Standard

Tato certifikace je určena pro nové stavby, které nesplňují všechna kritéria pro pasivní domy.

Pro certifikaci tímto standardem musí konkrétní budova plnit dané parametry. Energie na vytápění nesmí překročit velikost $30 \text{ kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$.

Pro chlazení se vychází z alternativních kritérií pro pasivní dům s připočtením 15 $\text{kWh} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{a}^{-1}$.

Pro vzduchotěsnost je požadovaná menší než 1 násobná výměna vzduchu za hodinu. Maximální spotřebu primární obnovitelné energie pro vytápění, chlazení, odvlhčení,

teplé vody, osvětlení, pomocné elektrické energie a elektrických spotřebičů velikostí $75 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$. V případě použití alternativního kritéria lze připustit spotřebu energie vyšší o $15 kWh \cdot m^{-2} \cdot a^{-1}$.

[9, 2]

2.6 Certifikace LEED

Zkratka LEED je vytvořena z celého názvu Leadership in Energy and Environmental Design. Je to systém hodnocení americkou radou pro šetrné budovy. Je certifikační mezinárodní nástroj pro certifikace nových nebo stávajících budov. Slouží k certifikaci šetrných budov a jejich zlepšení. LEED vypovídá o tom, zda dům či objekt byl navrhnout a vybudován s ohledem na životní prostředí, jak při užívání budovy tak i při stavbě budovy. Nejnovější verze LEED V4 je navržena více univerzálně tak, aby se zvýšily uživatelské zkušenosti. Do hodnocení se zahrnují: použité materiály vzhledem ke zdraví a životnímu prostředí. Kvalita vnitřního prostředí pro zajištění pohodlí, přináší výhody s chytrou sítí na odměňování projektů, vyhodnocení spotřeby vody v budově. Celkové hodnocení je rozděleno do čtyř kategorií vypovídajících o stavu budovy: Certified, Silver, Gold a Platinum. Tyto certifikace jsou přiděleny dle získaných bodů v jednotlivých parametrech. Dané parametry se mohou lišit, neboť se certifikace liší pro různé typy budov. Hodnocení je rozděleno do následujících skupin dle typu projektu.

Hodnotící systém BD+C stavební návrh a konstrukce. Je určen zejména pro návrh a stavbu nového projektu. Stanovuje hranice pro vybudování komplexně šetrné budovy a určuje funkce udržitelnosti.

Hodnotící systém ID+C vnitřní design a konstrukce. Tento hodnotící systém je vhodný pro již stávající budovy, kde je přizpůsobované vnitřní prostředí nebo pro projekt vnitřního prostředí bez potřeby kontroly nad celkovou stavbou.

Hodnotící systém O+M stavební práce a údržba. Tento systém zahrnuje dopady na životní prostředí vlivem stavby a údržby. Hodnocení je určeno pro stávající budovy.

Hodnotící systém ND sousedský rozvoj. Pomáhá vytvářet lepší, udržitelnější a dobře spojené sousedství.

2.6.1 Hodnocení rodinného domu

Pro hodnocení rodinného domu lze použít hodnocení HOMES. Pro přiblížení váhy jednotlivých parametrů je rozepsáno hodnocení rodinných domů.

1. Skupina „Umístění a doprava“ je hodnocena až 15 body. Hodnotí vliv na životní prostředí s ohledem na dopravu a umístění. Je požadovaná výstavba mimo povodňové oblasti. Bodové hodnocení v této kategorii lze ohodnotit pomocí dvou přístupů.

Pomocí hodnocení ND se získá max. 15 body nebo pomocí druhého hodnocení, ve kterém se hodnotí zvlášť výběr umístění (8 bodů), kompaktní vývoj neboli hustota bydlení (3 body). Prostředky společnosti zahrnuje počet obchodů, služeb do vzdálenosti 800 m (2 body). Přístup k dopravě (2 body)

2. „Udržitelné místo“ je hodnoceno maximálně 7 body. Zahrnuje parametry jako snížení znečištění a ochrany přírody v daném místě. Je nutné co nejnížší ovlivnění lokality v důsledku stavby. Týká se to především oblastí, jako je eroze půdy, vodní sedimentace, poléťavý prach nebo zabránění růstu invazivních rostlin.

Bodově hodnocené požadavky jsou následující. Snížení ostrovního tepla (2 body). Odvod dešťové vody (3 body). Netoxické hubení škůdců, vytvoření přírodních bariér (2 body)

3. „Úspora vody“ je hodnocena maximálně 12 body. Hodnotí využívání vody v budově. Do požadovaných kritérií patří odečítání vody. Bodové hodnocení lze provést dvěma způsoby.

Hodnocení celkové spotřeby vody je hodnoceno (12 body). Druhou možností je hodnocení využití vody zvlášť pro vnitřní (6 bodů) a venkovní (4 body) prostředí.

4. „Energie a atmosféra“ je ohodnocena největším počtem bodů, a to celkem až 38. Jako požadované parametry jsou považovány následující oblasti. Minimální energetická náročnost, která splňuje podmínky ENERGY STAR pro domácnosti, verze 3. Vedení musí být provedeno pomocí potrubí, nikoliv použití stavebních dutin. Měření spotřeby energie. Vzdělání majitelů, nájemců nebo stavebních manažerů tak, aby byla udržena výkonnost objektu. V této kategorii lze získat i bodové hodnocení v závislosti na rozměrech ve srovnání s ENERGY STAR. V této kategorii jsou zahrnuty energetické systémy budovy: vytápění, chlazení, ventilace, osvětlení, obnovitelné systémy energie.

5. „Materiály a zdroje“ jsou hodnoceny maximálně 10 body. Zde je hodnocen výběr materiálu pro budovu. A to s různým ohledem zaměření. Hodnoceno je zpracování a znečištění životního prostředí vlivem výroby materiálu. Požadované parametry jsou kladeny na dřevo, které nesmí být tropické a musí být znovupoužitelné a reprodukovatelné.

Bodově hodnocené kategorie jsou: Ověření životnosti (1 bod). Upřednostnění ekologických výrobků (4 body) s ohledem na ekologičnost materiálu a vzdálenost dopravy. Nakládání se stavebními odpady (3 body). Materiál pro efektivní rámování (2 body).

6. „Kvalita vnitřního prostředí“ v této kategorii lze získat až 16 bodů. V této kategorii je hodnocena kvalita a údržba vnitřního prostředí a vliv znečišťujících

látek vyskytujících se ve vnitřním prostředí. Do požadovaných parametrů patří následující: Větrání pro snížení vlhkosti a znečišťujících látek je dané minimálním prouděním vzduchu. Únik spalin do prostoru zahrnuje umístění spalovacích zařízení. Ochrana před znečištěním z garáže oddělením vzduchotechniky od prostor s možnou kontaminací. Konstrukce odolná proti radonu, která pomáhá chránit obyvatele proti účinku radonu. Filtrování vzduchu proti vniku pevných částic. Tabákový kouř, omezení jeho působení na obyvatele. Kompartmentalizace neboli minimalizace přenosu vzduchu mezi jednotkami.

Následují parametry hodnocené body: Zvýšená ventilace (3 body), kontrola kontaminace vstupního vzduchu (2 body), vyvážené vytápěcí a chladičí distribuční soustavy (3 body), zvýšená kompartmentalizace (1 bod), minimalizace úniku spalin do prostoru (2 body), zvýšená ochrana před znečištěním z garáže (2 body), nízkoemitující produkty (3 body).

7. „Inovace a design“ v této kategorii lze získat až 6 bodů. Tato kategorie uděluje body za překročení plnění požadavků v předcházejících bodech.
8. „Regionální priority“ maximální počet 4 body. Lze získat dle požadavků měnících se v různých regionech.

Celkové hodnocení poté vyplývá dle počtu dosažených bodů:

Certified	40-49
Silver	50-59
Gold	60-79
Platinum	80-110

[7, 6]



Obrázek 6: Certifikace LEED [8]

2.7 Porovnání certifikací

V České republice je zákonem určená povinnost certifikace pomocí průkazu energetické náročnosti budovy v případech uvedených v bodě 2.3.1. Jako volitelnou certifikaci lze využít PHPP, LEED...

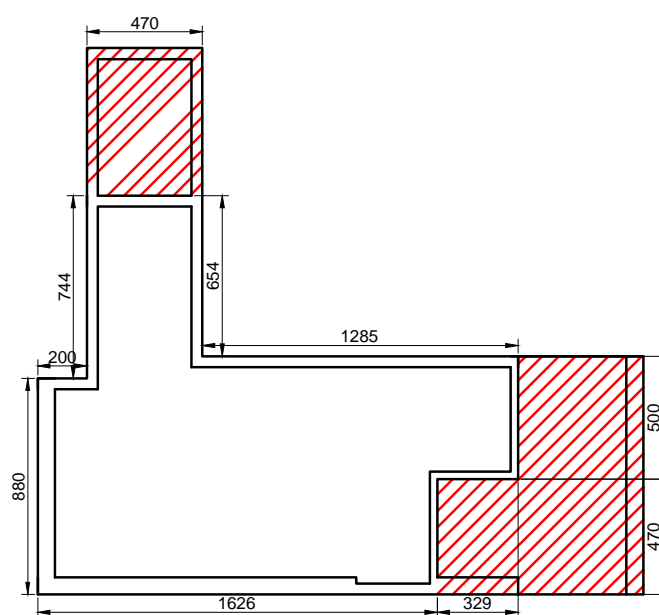
Certifikace průkazem energetické náročnosti je založena na porovnávání hodnot s referenční budovou, kdy jsou porovnávány: celková dodaná energie za rok, neobnovitelná energie za rok a součinitel prostupu tepla. Hodnocení je tedy závislé na vlastnostech referenční budovy, která se může lišit dle uspořádání.

U certifikace podle „Passive house institut“ je budova hodnocena dle pevných hodnot uvedených v 2.5, které jsou dané pro jednotlivé kategorie. Tato certifikace je optimalizována pro pasivní domy. Tato certifikace je v oblasti pasivních domů celosvětově rozšířena. Díky tomu je doložena kvalita návrhu budovy a zajištění kvality. Certifikace je také užitečná pro financování stavby z pohledu hypoték pro pasivní domy.

Certifikace pomocí LEED se liší oproti předchozím certifikacím zejména tím, že ve výsledku jsou promítnuty nejen energetické parametry, které ovlivňují spotřebu energie, ale zohledňují i ekologii stavebního materiálu, ekologii dopravy, umístění stavby v dosahu služeb.... Podrobnější požadavky jsou uvedeny v 2.6.1.

3 Energetický průkaz konkrétní budovy

Průkaz energetické náročnosti bude proveden pro stávající budovu. Tato stavba byla vybrána pro zajímavost certifikace staré budovy. Výstupní data průkazu nemusí být zcela přesné z důvodu neznámosti jednotlivých konstrukcí a také neexistenci podkladových materiálů. Díky tomu je tvorba energetického průkazu náročná vzhledem k počtu jednotlivých konstrukcí, které ne vždy jsou složeny úplně optimálně. Energetický průkaz je vytvořen pro tuto budovu z důvodu ověření zlepšení energetické náročnosti budovy na vliv zateplení. Neboť původ stavení pochází někdy v období 19. století. Tato stavba sloužila jako hospodářské stavení, kde byla část obytného prostoru a část pro chov dobytka. Postupem času byla budova rekonstruovaná. Kolem roku 1950 vznikla přístavba. Poté roku 1970 proběhla rekonstrukce, kdy byla část pro chov dobytka přestavěna pro obytné účely. Většina zdiva byla přestavěna. Z důvodu nedostatku materiálu byla rekonstrukce prováděna postupně a z různého materiálu. Díky tomu je zdivo velmi proměnné. Zůstala část původního kamenného zdiva o tloušťce 70 cm. Ostatní obvodové konstrukce byly nahrazeny především zdivem z pálených cihel. Část zdiva je tvořena i pórobetonem nebo škvárobetonovými tvárnicemi. Většina podlah je částečně hydroizolovaná. Ovšem tepelná izolace podlah odpovídá standartu v historii. Při doteku s podlahou je cítit chlad. Podlahy jsou skoro v každé místnosti odlišné a není přesně známo konstrukční složení. U nejnověji rekonstruovaných prostor je podlaha tvořena polystyrenem a betonem. V nejhorším případě je použit štěrk a škvárobeton. U stropů je situace podobná. K budově je připojena dílna a garáž, které nejsou vytápěny. Proto tato plocha nebude zahrnuta do energeticky vztažné plochy.



Obrázek 7: Půdorys budovy

Na obrázku číslo 6 je patrný půdorys obvodového zdiva. Červeně vyšrafované oblasti představují plochu, která není zahrnuta do energeticky vztažné plochy. Tato plocha by se mohla zahrnout do jiné zóny, která není vytápěna. Je vytápěna pouze teplem, které prostoupilo z přilehlé zóny. Pro potřebu této aplikace není potřeba tuto oblast uvažovat. Rozměry přiřazené kótám jsou uvedeny v centimetrech.

3.1 Nástroj pro tvorbu PENB

Průkaz energetické náročnosti budovy bude proveden pomocí nástroje NKN II. Tento nástroj je vytvořen pro kancelářský balík MS Office nebo OpenOffice. Tento nástroj je zpracován dle zákona 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhlášky 78/2013 Sb. a okrajových podmínek dle TNI 730331. Tento nástroj je vytvořen jednotlivými listy pro zadání hodnot a výstup. Listy pro vstup dat tvoří: Identifikační údaje, zónování, katalog konstrukcí, popis zón, konstrukce stavební části, zdroj tepla, zdroj chladu, vzduchotechnika, příprava teplé vody, solární systémy. Ve vstupních listech jsou výsledné údaje průkazu energetické náročnosti budovy. Mezi tyto listy patří: Protokol PENB, grafické znázornění PENB a energetické potřeby budovy.

3.2 Vstupní údaje

3.2.1 List identifikačních údajů

umožňuje zadání identifikačních údajů, které se promítnou v protokolu. Zde se zadává účel zpracování PENB, identifikační údaje, typ budovy, druhy energie. Tento list nemá vliv na výpočet, pouze se hodnoty zobrazují v protokolu

3.2.2 List zónování budovy

Zde se vybere způsob hodnocení budovy a to tím, že se stanoví typ budovy a účel. Pro potřeby této certifikace je zvolen rodinný dům a hodnocení pro změnu dokončené budovy. Dále se v tomto listu určí počet zón a přidělí se k jednotlivým zónám profil využívání. Pro potřebu této budovy je zvolen profil obytné prostory. Tento profil udává důležité informace o využívání objektu. Charakterizuje například návrhové teploty, provozní doby jednotlivých systémů a tepelné zisky. Pro potřebu této certifikace je proveden výpočet pouze pomocí jedné zóny, kde konstrukční prvek přiléhá k nevytápěným prostorům a je zohledněn pomocí redukčního činitele.

3.2.3 List katalog konstrukcí

spolu s listem konstrukce stavební části charakterizuje tepelné vlastnosti obálky budovy. Do těchto konstrukcí patří obvodové stěny, podlahy, stropy, okna, dveře. Pro jednotlivé konstrukce je potřeba určit teplotní součinitel prostupu tepla. Jelikož, jak už bylo zmíněno, budova je složena z množství různých stavebních konstrukcí, které je nutno zahrnout. Výpočet tepelného součinitele prostupu je provedeno dle ČSN 730540-4. Pro zdivo z plných pálených cihel o šířce 45 cm a omítky z každé strany o tloušťce 2 cm.

Tepelná návrhová vodivost uvedená v ČSN 730540-3 je:

$$\lambda_{cihla} = 0,78(W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$$

$$\lambda_{malta} = 0,97(W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$$

Z měrné tepelné vodivosti se určí tepelný odpor dle vztahu číslo 2.

$$R_{cihla} = \frac{d}{\lambda_{cihla}} = \frac{0,45}{0,78} = 0,577(m^2 \cdot K \cdot W^{-1})$$

$$R_{malta} = \frac{d}{\lambda_{malta}} = \frac{0,04}{0,98} = 0,041(m^2 \cdot K \cdot W^{-1})$$

Do tepelného odporu se započítává i odpor udaný pro přestup tepla ze zdi do okolí. Dle tabulky číslo 2.

Výsledný teplotní součinitel prostupu tepla je dán součtem převrácených hodnot tepelného odporu dle vztahu číslo 3.

$$U_{45cihla} = \frac{1}{0,577+0,041+0,13+0,04} = 1,27(W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$$

Měření součinitele prostupu tepla. Jelikož, jak už bylo zmíněno, není známa přesná skladba vrstev konstrukce, pro ověření správnosti výpočtu součinitele tepelného prostupu bylo provedeno měření u vybraných konstrukcí dle [14].

Vzhledem k tomu, že jsem neměl k dispozici měřicí přístroj, jsem provedl měření pomocí změřených tří teplot. Z těchto teplot pomocí následujícího vztahu lze vypočítat součinitel tepelného prostupu

$$U = a_i \cdot \frac{t_i - t_w}{t_i - t_e} \quad (18)$$

Kde: U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) je součinitel prostupu tepla, a_i ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$) je konstanta o velikosti $a_i = 7,69 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, t_i ($^{\circ}C$) je vnitřní teplota vzduchu, t_w ($^{\circ}C$) je vnitřní teplota povrchu konstrukce, t_e ($^{\circ}C$) je vnější teplota vzduchu.

Ze vztahu je patrné, že přesnost bude ovlivněna velikostí součinitele tepelného prostupu, neboť vnitřní teplota povrchu a vzduchu se bude málo lišit. Dále je přesnost ovlivněna změnou teplot, kdy nedojde k ustálení. Tento vztah platí pro svislé obvodové zdivo. Pro ostatní případy je nutno použít jinou konstantu. Pro střechu nebo podlahu při prostupu tepla zespoda vzhůru lze použít konstantu $a_i = 5,91 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ a pro vstup shora dolů $a_i = 10,05 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Při měření je třeba vzít v úvahu to, že při měření stropu pod půdou nebo podlahy nad terénem nebo nad nevytápěným prostorem je ve výsledku zahrnut i redukční činitel.

Měření bylo provedeno pro tři konstrukční prvky v době relativní nízké venkovní teploty. Konkrétně v noci 22. 1. 2016, kdy se venkovní teplota pohybovala okolo -15°C . Měření bylo provedeno pomocí teploměru s přesností $\pm 1^\circ\text{C}$. Chyba měření teploty by neměla ovlivnit celkový výpočet, neboť teplota byla měřena stejným teploměrem a chyby se vzájemně odečtou.

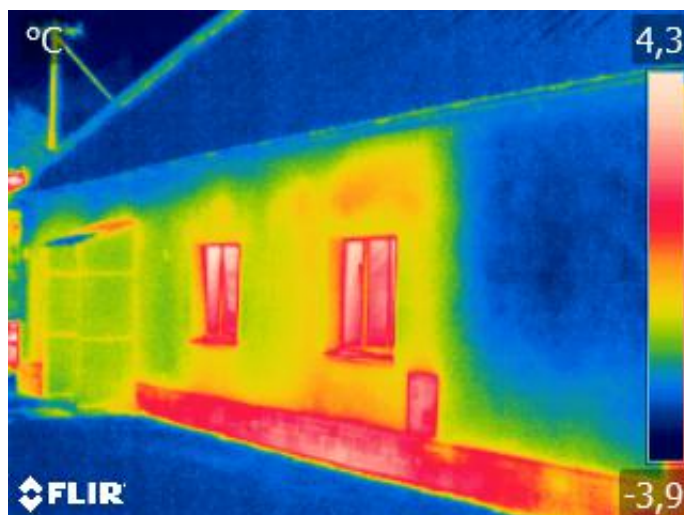
Tabulka 9: Konstrukční prvky obálky budovy

Konstrukční materiál	t_i ($^\circ\text{C}$)	t_w ($^\circ\text{C}$)	t_e ($^\circ\text{C}$)	U ($W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$)
cihla 45	20,8	16,9	-13,2	0,88
kámen 70	20,4	15,1	-14,1	1,18
strop 1	21,2	17,3	-9,2	0,76

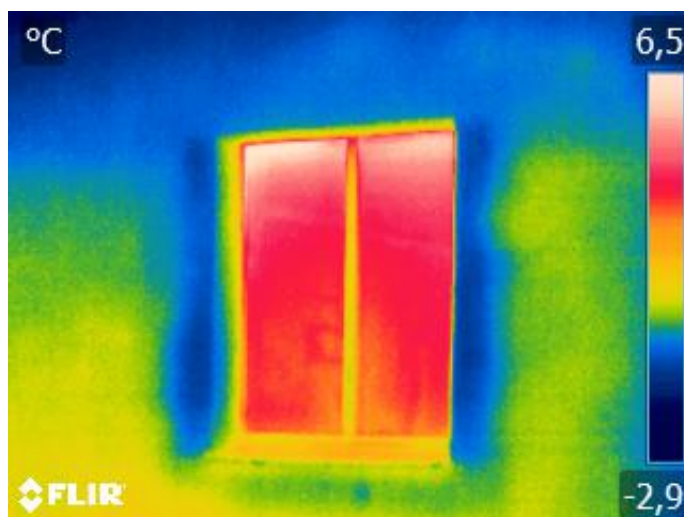
Z výsledků měření je patrné, že rozdíl mezi změřenými a spočítanými hodnotami se poměrně dost liší. To může být způsobeno zejména tím, že výpočet byl proveden pomocí návrhového součinitele tepelné vodivosti uvedeného v normě ČSN 73 0540-3. Pro přesnější určení tepelné vodivosti by bylo potřeba dle normy ČSN 73 0540-3 vypočítat z charakteristické tepelné vodivosti. Dále rozdíl může být dán tepelnou kapacitou konstrukčního prvku, jelikož měření bylo provedeno večer a předtím byla venkovní teplota vyšší.

Snímky termokamery jsou vhodné pro zjištění vad konstrukce a možných tepelných mostů, které jiným způsobem lze těžko zjistit. Měření bylo provedeno v období, kdy se noční teplota pohybovala okolo -3°C . Bohužel v době měření se teplota pohybovala okolo 2°C a svítilo sluníčko, což není úplně vhodné, neboť povrchové teploty mohou být ovlivněny slunečním zářením. Přesnost měření je také ovlivněna emisivitou, která je různá pro jednotlivé materiály. Měření bylo provedeno s emisivitou 0,94.

Vliv prostupu tepla lze pozorovat na obrázku číslo 8, kde je snímek z termokamery. Dle barev znázorňující povrchovou teplotu je patrný přechod z vytápěného do nevytápěného prostoru. Také lze pozorovat úniky tepla špaletovými okny. Teplota soklu, zobrazená na snímku z termokamery, může mít ve skutečnosti nižší teplotu z důvodu emisivity, neboť sokl je tvořen leštěným kamenem.



Obrázek 8: Snímek budovy termokamerou



Obrázek 9: Snímek špaletového okna termokamerou

Na obrázku číslo 9 je patrný únik tepla špaletovým oknem. Dle velikosti povrchových teplot lze pozorovat, že v okolí okna nejsou žádné výrazné tepelné mosty.

Jelikož je tato budova složena z velkého počtu konstrukcí, byl součinitel tepelného prostupu tepla spočítán pomocí nástroje [13]. V tabulce jsou uvedeny všechny konstrukční prvky na systémové hranici. S ohledem na normu budou použity vypočítané hodnoty uvedené v tabulce číslo 10 a 11.

3.2.4 List konstrukce stavební část

navazuje na list katalog konstrukcí. V tomto listu se přiřazuje k jednotlivým konstrukcím velikost jejich plochy a typ prvku, který je potřebný pro výpočet referenční budovy. Pro potřebu této certifikace jsou zanedbány tepelné zisky prostupem neprůhledných konstrukčních prvků, proto jsou jednotlivé plochy prvků stanoveny bez orientace směru.

Velikost ploch byla spočítána z naměřených hodnot. U průhledných stavebních prvků je potřeba brát v úvahu směrovou orientaci, jelikož solární zisky se mění v závislosti na směrové orientaci. Je také potřeba určit velikost redukčního činitele dle přílehlých prostorů dle ČSN 73 0540-3.

Tabulka 10: Konstrukční prvky

Prvek	$U (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$	$B (-)$	$A (m^2)$
cihlová 45	1,27	1	56,04
cihlová 70	0,87	1	16,08
kamenná 70	1,8	1	36,22
škvárobetonová tvárnice 30 nevytap.	1,16	0,57	48,5
porobeton 30	1,75	1	13,45
sokl 70 kámen	1,02	1	4,46
sokl 70 cihla	0,75	1	2,17
sokl 45cihla	1,02	1	1
strop1	0,79	0,83	51,5
strop 2	0,44	0,83	29,43
strop 3	0,44	0,83	21,34
strop 4	0,75	0,83	50,5
strop 5	0,64	0,83	9
strop 6	0,64	0,83	18,5
strop 7	0,43	0,83	13
strop 8	0,43	0,83	9
podlaha1	0,94	0,66	51,5
podlaha 2	0,94	0,66	29,43
podlaha 3	2,83	0,66	21,34
podlaha 4	1,71	0,66	50,5
podlaha 5	2,37	0,66	9
podlaha 6	1,84	0,66	18,5
podlaha 7	1,84	0,66	13
podlaha 8	2,37	0,66	9
cihlová 45 nevytap.	1,27	0,57	14,1

Pro parametry výplní byly hodnoty určeny následovně: Pro plastová okna a dveře číslo 1 byl použit údaj od výrobce. Pro špaletová okna a plné dveře 3 byly použity údaje z ČSN 730540-3. Dveře číslo 2 byly vypočteny pomocí vztahu číslo 4. Dveře obsahují kromě rámu a skla ještě výplň s parametry: $U_v (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je součinitel prostupu tepla výplně a $A_v (m^2)$ je celková plocha výplně. Proto je potřeba vztah upravit následovně ještě o jednu plochu

$$U_{dvere2} = \frac{A_g \cdot U_{g_g} + A_f \cdot U_f + A_v \cdot U_v + I_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f + A_v} =$$

$$= \frac{0,9 \cdot 1,2 + 0,5 \cdot 1,7 + 0,8 \cdot 1,9 + 10,2 \cdot 0,05}{0,9 + 0,5 + 1,8} = 1,237 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Tabulka 11: Prvky výplní

Prvek	$U \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1})$	$q_{gl,l} \text{ (-)}$	$F_{gl,l} \text{ (-)}$	$A \text{ (m}^2\text{)}$
Okna plastová	1,2	0,75	0,8	7,06 JV, JZ
Okna špaletová	2,35	0,75	0,8	7,28 SV, SZ
dveře 1	1,65	0,75	0,3	4,17 JV, JZ
dveře 2	1,24	0,75	0,3	2,2 SZ
dveře 3	2,3	0	0	2,88

3.2.5 List popis zón

zde je potřeba určit parametry popisovaných zón. Pro tuto certifikaci je zvolena pouze jedna zóna o zadaných parametrech:

- Vnější objem zóny udává celkový objem, vypočítaný z vnějších rozměrů, z rozměrů jsem došel k objemu 609 m^3 .
- Energeticky vztažná plocha byla spočtena o velikosti 203 m^2 .
- Užitá plocha zón je spočtena z jednotlivých ploch místnosti, tedy bez plochy stěn $149,5 \text{ m}^2$.
- Podíl vnějších a vnitřních konstrukcí z celkového objemu určen výpočtem o velikosti 31%.
- Tepelná kapacita s ohledem na všechny konstrukce je zvolena jako střední.
- Přírážky na vliv tepelných vazeb jsou s ohledem na stav provedení konstrukcí zvoleny o velikosti $0,1 \text{ (W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1})$.

Dále je do tohoto listu zahrnuto osvětlení, kde je z přednastavených hodnot vybráno úsporné osvětlení. Potom je potřeba zadat velikost součinitele, závislosti na denním osvětlení a regulaci osvětlení. Jelikož je ovládání ruční a bez regulace, v obou případech je součinitel roven 1. Dále je potřeba zvolit účinnost přeměny tepelných zisků 90%. Rovnoměrnost osvětlení lze považovat za 100%.

V tomto listu je potřeba zadat také účinnost sdílení tepla 0,88 % a rozvodu vytápěcích systémů 85%. V obou případech lze hodnoty zvolit dle TNI 73 0331. Intenzitu výměny vzduchu pro přirozené větrání stanovit dle ČSN 730540:2 na hodnotu $4,5 \text{ 1/h}$, která se využívá pro potřeby výpočtu. Součinitel zatížení větrem 0,07. Chlazení se v této zóně nenachází, proto není potřeba vyplnit vstupní údaje.

3.2.6 List zdroje tepla

Do toho listu je potřebné uvést informace o zdroji tepla. Jelikož hodnocená budova je vytápěna dvěma zdroji, je potřeba zadat hodnoty pro oba zdroje a pomocí procent stanovit rozložení vytápění. Budova je vytápěna plynovým kotlem a kotlem na tuhá paliva.

Je potřeba stanovit průměrnou účinnost při provozu kotle, tu lze stanovit pomocí následujícího vztahu číslo 19 podle [18].

$$\eta_{H,gen,syn} = \frac{A_{H,syn} + B_{H,syn} \cdot \log(Q_{H,N,syn})}{100} \quad (19)$$

Kde: $A_{H,syn}$ (–) je korekční činitel dle typu a stáří kotle, $B_{H,syn}$ (–) je korekční činitel podle typu a stáří kotle, $G_{H,N,syn}$ (kW) je jmenovitý výkon kotle

Pro plynový kotel je velikost redukčních činitelů $A_{H,syn} = 81,5$, $B_{H,syn} = 3$, a výkon $G_{H,N,syn} = 28$ kW dosazením do vzorce 14 získáme účinnost.

$$\eta_{H,gen,syn} = \frac{81,5 + 3 \cdot \log(28)}{100} = 86 \%$$

Pro kotel na pevná paliva je velikost redukčních činitelů $A_{H,syn} = 75$, $B_{H,syn} = 3$, a výkon $G_{H,N,syn} = 32$ kW dosazením do vzorce 19 získáme účinnost.

$$\eta_{H,gen,syn} = \frac{75 + 3 \cdot \log(32)}{100} = 80 \%$$

Dále je nutno zvolit účinnost regulace, u plynového kotle je díky automatické regulaci 100 %, u kotle pro pevná paliva je regulace ruční, proto jeho účinnost je 95%. Oba kotle jsou osazeny čerpadlem o elektrickém příkonu 120 W. V následujícím kroku je potřeba přiřadit zdroje k zóně a stanovit pomocí procentního zastoupení jejich využití. Využití plynového kotle je z 30%. U kotle na pevná paliva jsou používány dva druhy paliva, proto tento kotel je rozdělen na dva, kdy 50% energie pokrývá ze dřeva a 20 % z hnědého uhlí.

3.2.7 List přípravy teplé vody

Celková spotřeba teplé vody se stanoví na základě měrné denní spotřeby na osobu. Ta je udaná pro rodinné domy v rozmezí 35-55 l. Vzhledem ke spotřebě vody volím 45 litrů na osobu a den. Celkovou roční spotřebu teplé vody lze tedy spočítat z počtu osob dle typického používání. To ve výsledku stanoví roční spotřebu teplé vody o objemu 80 m³. V zóně jsou dva zdroje. Jeden je součástí plynového kotle, proto jeho účinnost bude stejná jako účinnost pro vytápění, tedy 86 %. Tento kotel se podílí na přípravě 50 m³ teplé vody za rok, jeho příkon je 28 kW, objem zásobníku 60 litrů. Tepelné ztráty zásobníku vody nejsou udány výrobcem. Proto ztráty zásobníku jsou

stanoveny z výpočtu potrubí v programu Energie 2015. Ztráty tohoto zásobníku jsou 807 Wh/den). Z toho vyplývají denní ztráty na litr vody o velikosti $13,45 \text{ Wh}/(l \cdot \text{den})$. Měrné denní ztráty rozvodů teplé vody jsou spočteny v programu Energie 2015, denní ztráty tedy činí $115 \text{ Wh}/(m \cdot \text{den})$. Délka rozvodů je 9 m, uvažovaná teplota ohřevu je 55°C

Druhý zdroj je elektrický bojler, jeho příkon je 2 kW, objem zásobníku 80 litrů. Vzhledem k tomu, že se jedná o elektrický bojler, lze jeho účinnost stanovit 100 %. Tento zdroj se podílí na přípravě 30 m^3 teplé vody za rok. Pro potřeby výpočtu v NKN je potřeba zadat měrnou ztrátu tepla zásobníku vztaženu na jeden litr a den. Od výrobce je známá hodnota celkových denních ztrát, z toho jsem určil denní ztráty na jeden litr vody o velikosti $15,2 \text{ Wh}/(l \cdot \text{den})$. Měrné denní ztráty rozvodů teplé vody jsou spočteny v programu energie 2015, denní ztráty tedy činí $122 \text{ Wh}/(m \cdot \text{den})$. A délka rozvodů 8 m. Uvažovaná teplota ohřevu je 55°C .

Jelikož ohřev probíhá celoročně, jsou odběry v jednotlivých měsících konstantní. Není potřeba rozdělovat spotřebu po jednotlivých měsících. Dojde k rovnoměrnému rozdělení na jednotlivé měsíce.

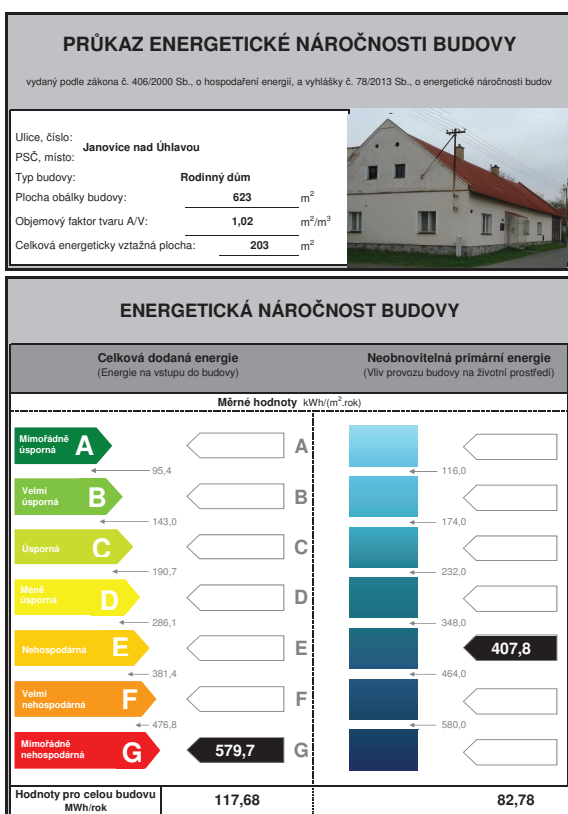
3.2.8 Ostatní listy

pro vstup dat: zdroje chladu, vzduchotechnika, solární systémy nejsou potřeba vyplňovat, neboť hodnocená budova tyto technické systémy neobsahuje.

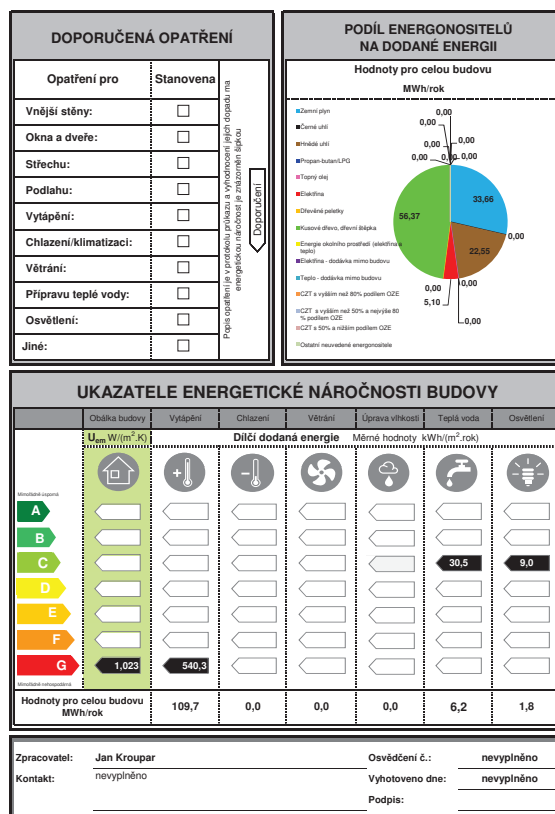
3.3 Výstupní údaje

Výstupní údaje z nástroje NKN II. Jsou rozděleny na tři listy. List protokol PENB je přiložen v příloze A, zde na obrázku číslo 9 je zobrazeno grafické znázornění PENB. Nástroj NKN II dále generuje list energetické potřeby budovy, který slouží k analýze energetických potřeb, tento list není přiložen.

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)



výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)

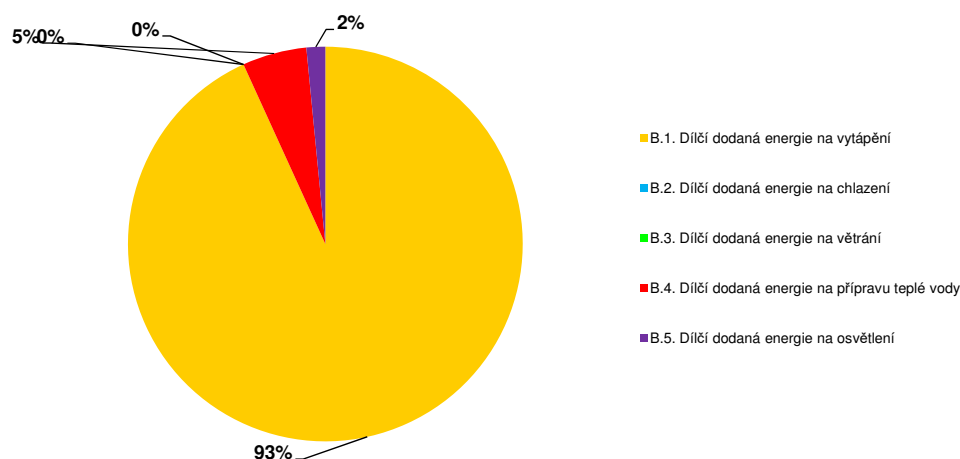


Obrázek 10: Grafické znázornění PENB

Výsledek dle obrázku 10 se ve spotřebě celkové dodané energie umístil v mimořádně neúsporné třídě. Tento výsledek je zapříčiněn především špatnou izolací obálky budovy. Vlivem vysokého součinitele prostupu tepla vznikají velké ztráty. Díky tomu je potřeba pokrýt ztráty vytápěním. Vytápění nemá příliš vysokou účinnost, díky tomu se spotřeba energie ještě více zvyšuje. Tím vzniká velká potřeba energie. Ukazatele teplé vody a osvětlení jsou v kategorii C, což odpovídá nákladově optimální úrovni. Celková dodaná energie je tedy ve třídě nejhorší G. Spotřeba neobnovitelné energie je o trochu lepší, umístěná ve třídě E. To je způsobeno použitím obnovitelného paliva v podobě dřeva.

4 Návrh opatření na úspory energie

Z průkazu energetické náročnosti je patrné, že budova neplní většinu parametrů. Pro rekonstrukci plochy obálky větší jak 25% je potřeba zajistit optimální úroveň měnicích se prvků. Proto je potřeba rekonstruované prvky zvolit s tímto ohledem. Snížení energie je u takovéto staré budovy náročný úkol, neboť by bylo potřeba zrekonstruovat téměř vše, a bude obtížné dosáhnout hodnot požadovaných pro nové budovy.



Obrázek 11: Spotřeba energie na jednotlivé systémy

Z obrázku číslo 11 je patrné, že většina dodané energie je využita pro vytápění. Proto je třeba pro snížení energie se zaměřit na obálku budovy a zdroje pro vytápění.

Nejprve je potřeba se zaměřit na tepelnou izolaci stropů a oken. Jejich izolaci lze provést bez větších problémů. Následné opatření je zateplení obvodového zdiva, u toho vzniká zejména problém u kamenného zdiva a jeho vlhkosti. Vzhledem k izolačním schopnostem podlah by bylo potřeba provést i jejich rekonstrukci. Opatření pro úsporu energie budou navržena v následujících bodech.

4.1 Výměna oken a zateplení stropu

Tato varianta bude provedena tak, aby stavební zásah byl co nejmenší. Bude tedy provedena výměna špaletových oken a zateplení stropních ploch.

Špaletová okna budou nahrazena plastovými s trojsklem. Při této výměně je také potřeba dbát na větrání, neboť vlivem těsnosti nových oken nebude docházet k samovolnému větrání. Bude třeba větrat s větší intenzitou. Díky tomu ale také klesnou ztráty výměnou vzduchu, které také sníží tepelné ztráty. Naopak snížení větrání způsobí nárůst vlhkosti, která se může projevit kondenzací vodních par a vznikem plísní, nebo nezajištění dostatečného množství vzduchu pro pobyt v oblasti. Proto se u budov s nízkou energetickou spotřebou využívá nucené větrání s rekuperací. Pro potřeby hodnocené budovy by bylo složité takovou instalaci provést. Proto tento parametr bude

ovlivněn způsobem ručního větrání. Nové okna musí mít dle předpisu maximální součinitel prostupu tepla hodnotu $1,5 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Nová okna stanovíme taková, aby plnila doporučenou hodnotu $1,2 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. Jelikož špaletová okna mají jiný vnější a vnitřní otvor, lze při uvažování dostatečně dlouhého překladu zvětšit velikost oken. Díky této úpravě lze získat větší prosklenou plochu, která má větší solární zisky. Případně k zateplení obvodových stěn je potřeba okna usadit do správné hloubky. Okna jsou navržena typu „PREMIUM round line” s celkovým součinitelem prostupu tepla $0,89 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$. S přibližnou cenou za pět oken určenou dle [10] 30000 Kč. Dále náhrada neprosklených dveří. Nové plastové dveře bez prosklení s celkovým součinitelem prostupu tepla $1,2 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ s přibližnou cenou 20 000 Kč

Pro zateplení stropu bude využita volně položená minerální vata. Tento systém je výhodný zejména tím, že bude pokryta celá plocha stropů. Tím nevzniknou žádné tepelné mosty. Navíc tento způsob zateplení je velmi levný. Do ceny je potřeba zahrnout pouze náklady na tepelnou izolaci a parotěsnou fólii. Velká nevýhoda toho systému je, že půda bude neprůchozí. To ale v daném případě nepředstavuje problém, neboť půda není využívána. Sílu izolace je potřeba zvolit s ohledem na izolační součinitel přestupu tepla nejhoršího stropu tak, aby byly splněny podmínky pro rekonstrukci. Zvolená minerální vata „Isover Unirol Plus” [15] s udanou charakteristickou tepelnou vodivostí $\lambda = 0,036 W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$, z této charakteristické hodnoty získáme návrhovou hodnotu, která je o 10 % vyšší. Nejhorší tepelně izolační vlastnosti má strop číslo 1 s tepelným součinitelem prostupu tepla $U = 0,79 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$, je potřeba docílit hodnoty $U_{max} = 0,2 W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ dle výpočtu [13] potřeba zvolit tloušťku minerální vaty 16 cm. Cena materiálu pro pokládku je přibližně 35 000 Kč. Při takové změně je potřeba si uvědomit, že pro výpočet PENB je potřeba přepočítat plochy potřebné k výpočtu. Tím se zvětší plocha obálky budovy. Z toho je patrné, že bude větší plocha pro sdílení tepla. Zvětší se i objem budovy na $235,5 m^3$. To bude naopak negativně působit proti snížením ztrát.

Prvky s přepočítanými hodnotami ploch a součinitelů tepelné vodivosti jsou uvedeny v tabulce číslo 12

Po zadání těchto hodnot do programu NKN II zjistíme celkové změny chování budovy.

Tabulka 12: Prvky s provedeným opatřením

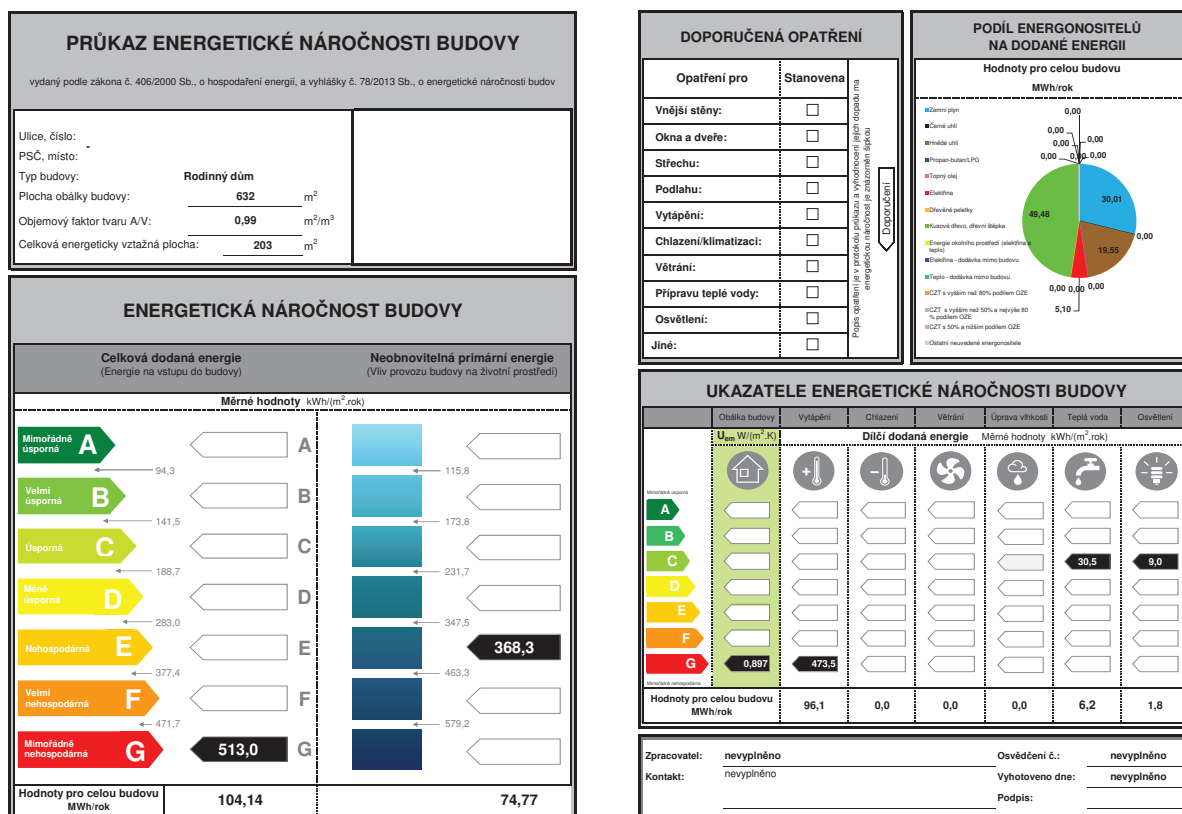
Prvek	$U (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$	$q_{gl,l} (-)$	$F_{gl,l} (-)$	$A (m^2)$
Okna s trojsklem	0,89	0,7	0,8	7,28 SV, SZ
Dveře vchodové 3	1,2			2,8

Strop číslo + izolace	1	2	3	4	5	6	7	8
$U (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$	0,19	0,16	0,19	0,18	0,18	0,18	0,16	0,16

Prvek + izolace	cihlová 45	cihlová 70	kamenná 70	porobeton 30	škvárobetonová tvárnice 33
Plocha (m^2)	73,88	16,94	38,15	14,17	51,09

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)



Obrázek 12: Grafické znázornění PENB s výměnou oken a zateplením stropu

Po provedení zateplení stropů, výměny oken a dveří je z grafického výstupu nástroje NKN II zobrazeného na obrázku číslo 12 zřejmé, že došlo ke snížení spotřeby celkové dodané energie o hodnotě 13,5 MWh/rok. Nedošlo tedy k významnému velkému zlepšení, neboť velké úniky tepla jsou průchodem obvodovým zdívem a podlahou. Proto je třeba stanovit další opatření.

4.2 Zateplení obvodového zdiva

Zateplení obvodového zdiva je navázáno na zateplení stropu a výměnu oken. Zde je počítáno se změněnými prvky z předchozí varianty doplněných izolací obvodového zdiva. V případě izolace je zejména nutné dodržet vlhkostní parametry, neboť izolací se sníží prostup vlhkosti do okolí. To může mít neblahý následek na stav izolace, zdiva ale i na stav vnitřního klimatu, kdy se začne vlhkost hromadit ve zdivu a může procházet pouze do vnitřních prostor. Z tohoto pohledu se jeví jako nejproblémovější konstrukce kamenná zeď, která nemá provedenou hydroizolaci. Pro potřebu dodatečné izolace by bylo potřeba kamennou zeď odizolovat, s tím jsou spojené velké náklady. Jednou z možností by byla chemická hydroizolace. Pro zateplení vlhkých konstrukcí lze použít i odvětrávanou fasádu. Ta funguje tak, že pod izolantem se utvoří vzduchová mezera, kterou může být vlhkost odváděna. Pro stavební prvky, kde vlhkost zdiva není příliš vysoká, lze použít kontaktní izolaci na bázi minerální nebo kamenné vaty, která má oproti polystyrenu lepší paropropustné vlastnosti. Nabízí se i využití speciálního prodyšného polystyrenu. Minerální vata je více nasákavá, díky tomu může v chladných obdobích vlivem nasákavosti snížit svoje izolační schopnosti. Vzhledem k tomu, že je navrhované zlepšení ekonomicky náročné, bude dále pro tuto budovu využito zateplení pomocí prodyšného polystyrenu, které by bylo použitelné s ohledem na vlhkost. Nevýhoda takového zateplení je v jeho ceně, kdy cena paropropustného zateplení je výrazně vyšší než obyčejného zateplení používaného u novostaveb a dobře odizolovaných budov. Na zateplení bude použito zateplovacího materiálu Baunit openTherm s charakteristickou tepelnou vodivostí $\lambda = 0,04 (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$. Z této charakteristické hodnoty získáme návrhovou hodnotu, která je o 10 % vyšší. Tloušťka izolace je závislá na hodnotách stanovených v tabulce 6. Pro případ provedení tohoto zateplení budeme uvažovat hodnot doporučených pro těžké stavební prvky tedy $U_{max} = 0,25 (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$. Pro kamenné zdivo o $U = 1,8 (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ je dle výpočtu [13] potřebná tloušťka izolace 16 cm. Při použití této izolace se zvětší energeticky vztažná plocha na velikost 213,6 m^2 a objem na velikost 675 m^3 . Cena tohoto zateplení bude stanovena pouze z nákladů na materiál. Největší položka z tohoto systému je izolační materiál. Pro zateplení je potřeba 33,5 m^3 v cenou 2 680 Kč za 1 m^3 , to dává celkově 90 000 Kč. Dále podkladní nátěr o hmotnosti 52 kg v ceně 3 000 Kč. Dále je potřeba lepidlo Baunit openContact o hmotnosti 1664 kg v ceně 27 090 Kč. Další součástí zateplení musí být Baunit OpenTex sklotextilní síťovina pro zesílení povrchu, celková cena za 208 m^2 je 5 533 Kč. Dále omítku Baunit NanoporTop o hmotnosti 520 kg v celkové ceně 33 300 Kč. Další materiál potřebný pro zateplení jsou hmoždinky v počtu 1248 ks za cenu 20 393 Kč. Zakládací lišta v délce 65 m za cenu 6 000 Kč. Dále lištu pro vyztužení hran a rohů v předpokládané délce 85 m za cenu 1394 Kč. Celková předpokládaná cena pouze za materiál činí 186 740 Kč. [16]

Tabulka 13: Prvky s provedeným opatřením

Prvek + izolace	cihlová 45	cihlová 70	kamenná 70	porobeton 30	škvárobetonová tvárnice 33
$U (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$	0,23	0,2	0,24	0,18	0,21
Plocha (m^2)	75,9	19,11	46,93	14,67	51,59

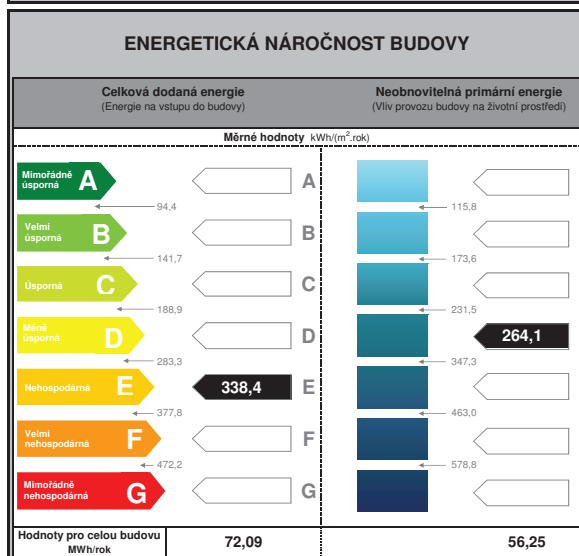
Strop a podlaha číslo	1	2	3	4	5	6	7	8
Plocha (m^2)	55,38	31,17	21,69	52,16	9,31	19,82	14,27	9,79

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)

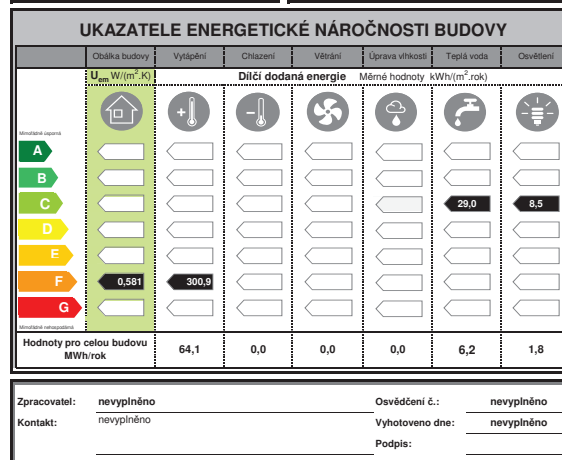
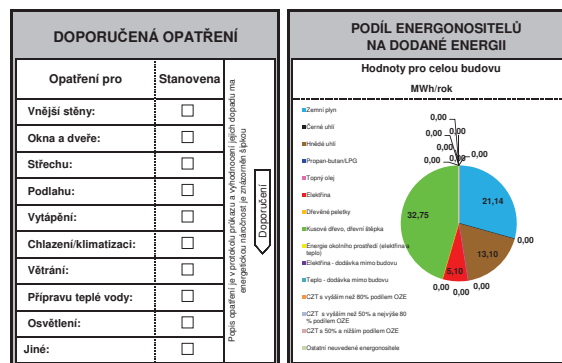
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY
 vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: _____
 PSC, místo: _____
 Typ budovy: _____
 Plocha obálky budovy: 637 m^2
 Objemový faktor tvaru A/V: 1,00 m^3/m^2
 Celková energeticky vztažená plocha: 213 m^2

Rodinný dům



výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)



Obrázek 13: Grafické znázornění PENB se zateplením obvodového zdiva

Po provedení zateplení obvodového zdiva je z grafického výstupu nástroje NKN II zobrazeného na obrázku číslo 13 zřejmé, že došlo ke snížení spotřeby celkové dodané energie o hodnotě 32,05 MWh/rok. Snížení o tuto hodnotu už představuje znatelné snížení spotřeby energie.

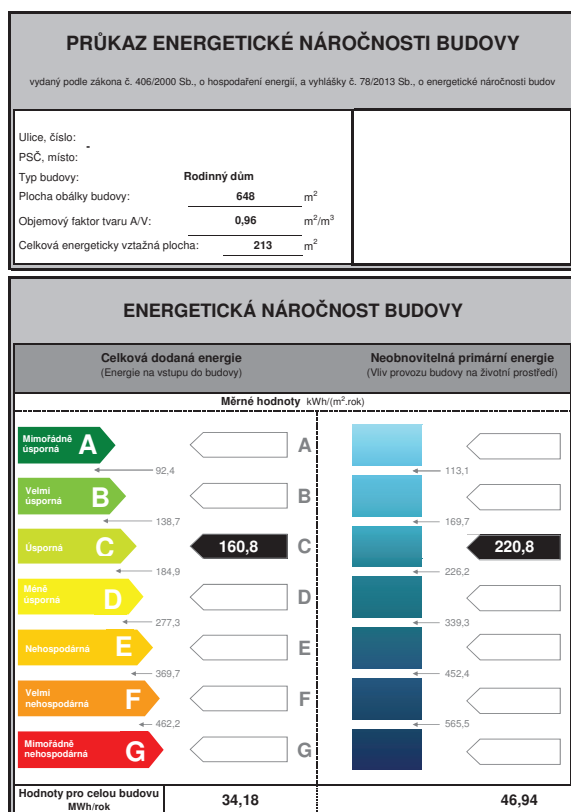
4.3 Zateplení podlah

Zde nastává požadavek na izolaci podlahy jakožto poslední prvek obálky budovy, pro který nebylo stanoveno zlepšení. Z důvodu, že v hodnocené budově jsou podlahy nedostatečně provedené a není možné položit izolaci na současnou podlahu z důvodu nevhodné skladby podlahy. Ale také fakt, že přídatná izolace by vedla ke zvýšení úrovně podlah, tedy snížení stropu, což není příliš vyhovující. Také to, že konstrukce podlah jednotlivých místností se liší. Jediné možné řešení je kompletní rekonstrukce podlah. Tato rekonstrukce je velmi náročná na stavební práce, jelikož musí být odstraněny současné podlahy. Při současné skladbě podlah jejich odstranění v případě dřevěných podlah není tak náročné jako v případě podlah betonových. Díky tomu vzniknou značné náklady na rekonstrukci, které nejsou zahrnuty do celkové ceny izolace. Pro nové zateplení je potřeba vystavět podkladní beton o tloušťce 10 cm, který bude sloužit jako základ podlahy. Na podkladní beton následuje vrstva hydroizolace, která zabráni průniku vlhkosti ze země. Na tento základ přijde tepelná izolace. A na závěr pokryta 5 cm krycí vrstvou betonu. Bude zvolen podlahový polystyren EPS 100 Z s charakteristickou tepelnou vodivostí $\lambda = 0,04 (W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1})$, z této charakteristické hodnoty získáme návrhovou hodnotu, která je o 10 % vyšší. Doporučené hodnoty pro podlahu jsou $U = 0,3 (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ z toho se odvíjí tloušťka polystyrenu. Tloušťka polystyrenu vyjde 14 cm se zanedbáním vlivu vrstvy betonu. To znamená, že součinitel tepelné vodivosti podlah se bude pohybovat okolo $U = 0,29 (W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1})$ Celková výška se bude pohybovat okolo 30 cm. Tedy stejně jako u původních podlah. Celková plocha podlah činí $149,5 m^2$. Cenu na betonové podklady lze přibližně určit z množství betonu a armovací sítě. Při ceně betonu kolem 2 000 za m^3 a při předpokládané spotřebě $22,5 m^3$ betonu je cena 45 000 Kč. Cena armovacích sítí 12 000 Kč. Náklady na hydroizolaci jsou 10 500 Kč. Náklady na polystyren 32 550 Kč. Celkové náklady na materiál pro rekonstrukci podlah je 102 000 Kč. K této ceně ovšem přibudou ještě značné náklady na stavební práce. A také povrchových úprav podlahy. [15]

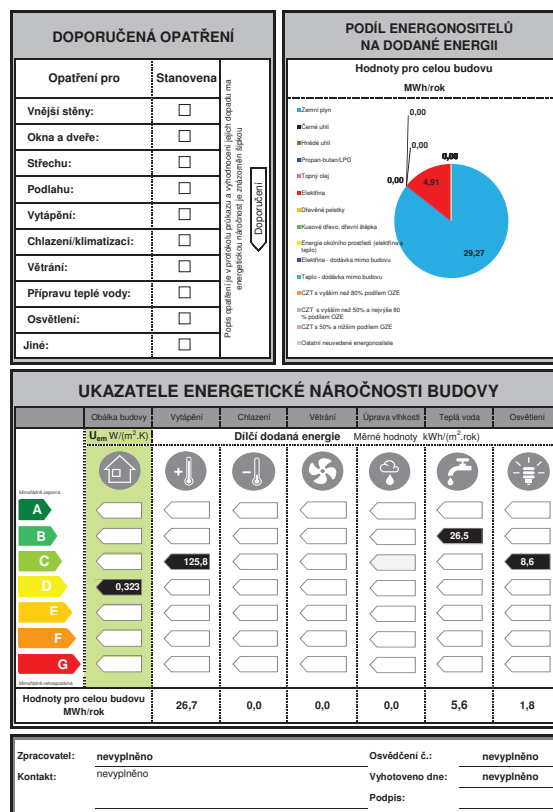
účinnosti kondenzačního kotle je proveden dle vztahu číslo 19, s velikostí redukčních činitelů $A_{H,syn} = 100$, $B_{H,syn} = 1$, a výkon $G_{H,N,syn} = 25 \text{ kW}$ dosazením do vzorce 19 získáme účinnost.

$$\eta_{H,gen,syn} = \frac{100 + 1 \cdot \log(25)}{100} = 101 \%$$

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)



výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2016) (c)



Obrázek 15: Grafické znázornění PENB s výměnou kotle

Po výměně tepelných zdrojů za nový plynový kotel je z grafického výstupu nástroje NKN II zobrazeného na obrázku číslo 15 zřejmé, že došlo ke snížení spotřeby celkové dodané energie o hodnotě 7,96 MWh/rok. Vlivem využívání jiného paliva v tomto případě zemního plynu oproti předchozímu palivu zastoupeného v podobě dřeva vzrostla velikost neobnovitelné primární energie.

5 Závěry pro praktickou tvorbu ENB

Pro snížení energetické náročnosti je vhodné provést více variant PENB, díky kterým je patrný vliv na energetickou náročnost, což je provedeno v sekci 4. Z toho je patrné, jak se projeví jednotlivá zateplení konstrukčních prvků. Jelikož obvodové zdivo a podlahy mají předchozí součinitel tepelného prostupu nejhorší, projeví se u nich největší rozdíl v úspoře energie. Vzhledem k tomu, že množství energie dodané do budovy je téměř dvakrát vyšší než ve skutečnosti, je vhodné ověřit využívání budovy. Jelikož pro výpočet byl zvolen profil typického užívání uvedený v TNI 730331, který nemusí odpovídat provozním stavům hodnocené budovy. To lze zdůvodnit tím, že budova není vytápěna stále na výpočtovou teplotu z důvodu nepřítomnosti osob. Navíc hodnoty teplot se liší, kdy například teplota v koupelně a ložnici není stejná. Díky tomu by bylo vhodné rozdělit budovu na více zón podle typického využívání. Díky tomu by konečný výsledek více odpovídal realitě. V případě ztrát přirozeným větráním nelze stanovit přesně výměnu vzduchu jinak, než provedeným měřením, neboť intenzita větrání může být individuální dle požadavku obývajících osob.

5.1 Ekonomická návratnost

Vzhledem k tomu, že množství dodané energie příliš neodpovídá reálné spotřebě, nejsou tyto údaje příliš přesné. Navíc náklady jsou vyjádřeny pouze cenou materiálu. Pro správný odhad by musely být provedeny rozpočty od stavebních firem. Doba návratnosti bude spočtena prostou návratností. Náklady na paliva jsou spočítány na základě cen TZB-info [11]. V tabulce 14 jsou uvedeny náklady pro jednotlivé energonositele se spotřebou spočítanou pomocí PENB.

Tabulka 14: Ekonomické zhodnocení návrhů na úspory energie

Náklady		+ Okna + strop	+ obvodové zdivo	+ podlaha	+ kotel
Náklady na opatření		85 000 Kč	271 740 Kč	373 740 Kč	423 740 Kč
Dřevo	41 692 Kč	36 590 Kč	24 226 Kč	12 801 Kč	42 950 Kč
Uhlí	16 014 Kč	13 884 Kč	9 309 Kč	4 911 Kč	
Plyn	48 633 Kč	43 307 Kč	31 974 Kč	20 924 Kč	
Elektřina	16 587 Kč	16 587 Kč	16 587 Kč	16 223 Kč	16 162 Kč
Celkové náklady na energii	122 926 Kč	100 368 Kč	82 096 Kč	54 859 Kč	59 112 Kč
Návratnost		3,77 roku	6,66 roku	5,49 roku	6,64 roku

Vzhledem k tomu, že skutečná spotřeba energie je podstatně nižší a do nákladů nejsou započteny náklady na provedení stavebních prací, je zjevné, že doba návratnosti se razantně prodlouží. Je ale patrné, že význam na zlepšení určitě je. Vzhledem k tomu, že skutečné náklady na energii budovy jsou přibližně poloviční, doba návratnosti se zdvojnásobí.

6 Závěr

Úkolem této práce bylo popsat stav certifikace budov. V této práci je popsán současný stav certifikace dle platných zákonů a vyhlášek. Jsou zde uvedeny i volitelné certifikace, které jsou využitelné pro budovy v České republice. Mezi těmito volitelnými certifikacemi je popsána certifikace Passive house institut, která je zaměřena především na oblast pasivních domů. Druhá volitelná certifikace LEED, která je vhodná pro hodnocení udržitelnosti výstavby, tudíž nezahrnuje pouze energetické hodnocení budovy, ale také hodnocení z hlediska ekologie, pohodlí, dostupnosti.

Hlavní část práce je certifikace pomocí průkazu energetické náročnosti budovy, která je v České republice dána vyhláškou č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Tato certifikace je povinnou součástí výstavby budov, která ověřuje, zda plní požadavky uložené zákonem. Musí být součástí také při jiné než menší rekonstrukci budovy. Tato certifikace musí být dokládána i u budov pro potřebu prodeje nebo pronájmu. Nebo u budov užívaných orgánem veřejné moci, bytové domy, administrativní budovy.

V této práci je i přiblížen základní postup výpočtu PENB a popsána tvorba referenční budovy.

Poslední část je zaměřena na tvorbu PENB pro konkrétní budovu, kterou je rodinný dům, jehož základy pocházejí z 19. století. Jsou popsány vstupní údaje pro tvorbu PENB. Dále na základě PENB jsou navržena opatření pro úsporu energie. Tato opatření jsou provedena postupně dle typu konstrukce, kdy pro každou změnu je vytvořen PENB, který ukazuje míru zlepšení. Dále jsou jednotlivé varianty zhodnoceny ekonomicky. Jelikož výsledná spotřeba příliš neodpovídá údajům PENB a ceny na opatření jsou vyjádřeny pouze cenou materiálu, je potřeba výslednou dobu návratnosti zvážit dle skutečné energetické spotřeby budovy.

Reference

- [1] Chaffoteaux Niagara C Green 25 FF. *GAS* [online]. [cit. 2016-03-27]. Dostupné z: <http://www.gas.cz/product/chaffoteaux-niagara-c-green-25-ff:3577/>
- [2] CO JE PASIVNÍ DŮM. *Centrum pasivního domu* [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.pasivnidomy.cz/co-je-pasivni-dum/t2>
- [3] ČSN 730540-2:2011. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Z1. 2011.
- [4] ČSN 73 0540-3. Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin. 2005.
- [5] KULHÁNEK, František. Tepelná ochrana a energetika budov: TP 1.8.1 : technická pomůcka k činnosti autorizovaných osob. 1. vyd. Praha: Pro Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě vydává Informační centrum ČKAIT, 2014. ISBN 978-80-87438-48-0.2016-05-10
- [6] Leadership in Energy & Environmental Design. *Česká rada pro šetrné budovy* [online]. [cit. 2016-02-20]. Dostupné z: <http://www.czgbc.org/certifikace/leed>
- [7] LEED credit library. *USGBC* [online]. [cit. 2016-01-18]. Dostupné z: <http://www.usgbc.org/credits>
- [8] LEED [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <https://www.upbeat.com/blog/tag/leed/post.aspx>
- [9] Passive House Institute [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.passiv.de/en/index.php>
- [10] Plastová okna ceník, *Oknostyl* [online]. [cit. 2016-03-25]. Dostupné z: <http://www.oknostyl.cz/plastova-okna/plastova-okna-cenik/>
- [11] Porovnání nákladů na vytápění podle druhu paliva. *TZB info* [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/139-porovnani-nakladu-na-vytapeni-podle-druhu-paliva>
- [12] Princip infrazářičů, *Infraky* [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.infraky.cz/princip-infrazaricu-popis-jak-funguji-tepelna-pohoda-prostup-tepla>
- [13] Prostup tepla vícevrstvou konstrukcí a průběh teplot v konstrukci. *TZB info* [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/140-prostup-tepla-vicevrstvou-konstrukci-a-prubeh-teplot-v-konstrukci>

- [14] STRAKOVÁ, Renata. Měření součinitele prostupu tepla stávajících stavebních konstrukcí. *TZB info* [online]. [cit. 2016-02-22]. Dostupné z: <http://stavba.tzb-info.cz/prostup-tepla-stavebni-konstrukci/8125-mereni-soucinitele-prostupu-tepla-stavajicich-stavebnich-konstrukci>
- [15] Stavebniny, tepelné izolace [online]. [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.stavebniny-rychle.cz/>
- [16] Systémové řešení Baumin open [online]. [cit. 2016-06-26]. Dostupné z: <http://www.baumit.cz/baumit-open>
- [17] SVOBODA, Zbyněk. Manuál k programu ENER-GIE 2015 [online]. [cit. 2016-04-10]. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=52&sub=16>
- [18] URBAN, Miroslav. METODIKA BILANČNÍHO VÝPOČTU ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOV [online]. [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/Vypocet_ENB_metodicka_-_prirucka.pdf
- [19] Tepelná pohoda a nepohoda. *TZB info* [online]. [cit. 2016-04-26]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/404-tepelna-pohoda-a-nepohoda>
- [20] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov
- [21] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
- [22] 20150311_passivehouseclasses_press_release_phi.jpg [online]. [cit. 2016-02-15]. Dostupné z: http://passipedia.org/_detail/picopen/20150311_passivehouseclasses_-_press_release_phi.jpg?id=certification%3Apassive_house_categories

A Příloha - Protokol PENB

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

Protokol průkazu energetické náročnosti budovy

Účel zpracování průkazu

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

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy

Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Janovice nad Úhlavou
Katastrální území:	-
Parcelní číslo:	-
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	-
Vlastník nebo stavebník:	-
Adresa:	-
IČ:	-
Tel./e-mail:	-

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

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

Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (objem částí budovy s upravovaným vnitřním prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	(m ³)	609
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	(m ²)	623
Objemový faktor tvaru budovy A/V	(m ² /m ³)	1,02
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	(m ²)	203

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

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

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	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce	Měrná ztráta prostupem tepla
		Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno		
	A _j	U _j	U _{N,rq,i}	(ano/ne)	b _j	H _{tr,i}
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]		-	[W/K]
cihlová 45	56,0	1,27	0,30	ne	1,00	71,2
cihlová 70	16,1	0,87	0,30	ne	1,00	14,0
škvárbetonové tvárnice 33	48,5	1,16	0,30	ne	0,57	32,1
porobeton 30	13,5	0,61	0,30	ne	1,00	8,2
kamenná 70	38,2	1,80	0,30	ne	1,00	68,8
sokl 70 kámen	4,5	1,70	0,30	ne	1,00	7,6
sokl 70 cihla	2,2	0,75	0,30	ne	1,00	1,6
sokl 45 cihla	1,0	1,02	0,30	ne	1,00	1,0
strop 1	51,5	0,79	0,30	ne	0,83	33,8
strop 2	29,4	0,44	0,30	ne	0,83	10,7
strop 3	21,3	0,44	0,30	ne	0,83	7,8
strop 4	50,5	0,75	0,30	ne	0,83	31,4
strop 5	9,0	0,64	0,30	ne	0,83	4,8
strop 6	18,5	0,64	0,30	ne	0,83	9,8
strop 7	13,0	0,43	0,30	ne	0,83	4,6
strop 8	9,0	0,43	0,30	ne	0,83	3,2
podlaha 1	51,5	0,94	0,45	ne	0,66	32,0
podlaha 2	29,4	0,44	0,45	ano	0,66	8,5
podlaha 3	21,3	2,83	0,45	ne	0,66	39,9
podlaha 4	50,5	1,71	0,45	ne	0,66	57,0
podlaha 5	9,0	2,37	0,45	ne	0,66	14,1
podlaha 6	18,5	1,84	0,45	ne	0,66	22,5
podlaha 7	13,0	1,84	0,45	ne	0,66	15,8
podlaha 8	9,0	2,37	0,45	ne	0,66	14,1
okna plastová	7,1	1,20	1,50	ano	1,15	9,7
okna špaletová	8,3	2,35	1,50	ne	1,15	22,4
dveře 1	4,2	1,65	1,70	ano	1,15	7,9
dveře 2	2,2	1,24	1,70	ano	1,15	3,1
dveře 3	2,9	2,30	1,70	ne	1,15	7,6
cihlova 45 navytápěná	14,1	1,27	0,30	ne	0,57	10,2
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
0	0,0	0,00	0,00	ano	0,00	0,0
Celkem	623,2	-	-	-	-	575,4

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

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

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 ³]	[W/(m ² .K)]
Upravované vnitřní prostory	20	609,0	0,32
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
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 ² K)]	$(U_{em,R} = \Sigma(V_i \cdot U_{em,R,i})/V)$ [W/(m ² K)]	(ano/ne)
	1,02	0,32	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 ¹⁾	x	x	x	80%	80%	85%
	Plynový kotel	Zemní plyn	29%	22	86%		
	Kotel na tuhá paliva	Kusové dřevo, dřevní štěpka	51%	32	80%		

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

Hodnocená budova	Kotel na tuhá paliva	Hnědé uhlí	20%	32	80%	85%	85%
	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: ¹⁾ 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)
	Plynový kotel	0,86	0,80	ano
	Kotel na tuhá paliva	0,80	0,80	ne
	Kotel na tuhá paliva	0,80	0,80	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

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).

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (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	

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

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	Ergo-nositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Jmenovitý objemový průtok čerstvého větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru/ventilátorů systému nuceného větrání SFP _{ahu}
	(-)	(-)	(kW)	(kW)	(kW)	(m ³ /hod)	(m ³ /hod)	(W.s/m ³)
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

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

b.5. a) příprava teplé vody (TV)

Hodnocená budova / zóna	Systém přípravy TV v budově	Energonositel	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 vztážená k objemu zásobníku v litrech $Q_{W,st}$	Měrná tepelná ztráta rozvodů teplé vody vztážená 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	Plynový kotel	Zemní plyn	63%	28	60	86%	13	116
	Boiler	Elektřina	38%	2	80	100%	15	122
	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

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

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)
	Plynový kotel	86%	85%	ano
	Boiler	100%	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

Poznámka:

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

b.6.) osvětlení

Hodnocená budova/zóna	Typ osvětlovací soustavy	Pokrytí dílčí potřeby energie na osvětlení	Celkový elektrický příkon osvětlení budovy	Průměrný měrný příkon pro osvětlení vztážený k osvětlenosti zóny
	(-)	(%)	(kW)	W/(m ² .lx)
Referenční budova	x	x	x	0,05 pro obytné zóny; 0,1 pro ostatní zóny
Zóna 1	není uvedeno	100%	0,65	0,04
Zóna 2	není uvedeno	-	0,00	0,00
Zóna 3	není uvedeno	-	0,00	0,00
Zóna 4	není uvedeno	-	0,00	0,00
Zóna 6	není uvedeno	-	0,00	0,00
Zóna 7	není uvedeno	-	0,00	0,00
Zóna 8	není uvedeno	-	0,00	0,00
Zóna 9	není uvedeno	-	0,00	0,00
Zóna 10	není uvedeno	-	0,00	0,00

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápění EP _H	Chlazení EP _C	Nucené větrání EP _F	Příprava teplé vody EP _W	Osvětlení EP _L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
						Pro budovu	Pro budovu i dodávku mimo budovu
Upravované vnitřní pro	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" 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"/>		
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)	19097	61904	0	0	-	-	-	-	4180	4180	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	(kWh/rok)	36397	108804	0	0	0	0	-	-	7538	6185	1884	1820
(3)	Pomocná energie	(kWh/rok)	498	872	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4)=(ř.2)+(ř.3)	(kWh/rok)	36895	109676	0	0	0	0	.	.	7538	6185	1884	1820
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztažnou plochu (ř.4) / m ²	(kWh/(m ² .rok))	181,8	540,3	0,0	0,0	0,0	0,0	.	.	37,1	30,5	9,3	9,0

c) výrobní 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 _{PV} - elektřina	Budova	x	x	x	x	x
	Dodávka mimo budovu	0	-3,2	-3	0	0
Solární termické systémy Q _{H,sc,sys} – 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	33661	1,1	1,1	37028	37028
Černé uhlí	0	1,1	1,1	0	0
Hnědé uhlí	22547	1,1	1,1	24802	24802
Propan-butan/LPG	0	1,2	1,2	0	0
Topný olej	0	1,2	1,2	0	0
Elektřina	5105	3,2	3	16335	15314
Dřevěné peletky	0	1,2	0,2	0	0
Kusové dřevo, dřevní štěpka	56368	1,1	0,1	62005	5637
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	0	1	0	0	0
Elektřina - dodávka mimo budovu	0	-3,2	-3	0	0

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

Teplo - 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	0	1,1	1	0	0
Ostatní neuvedené energonositele	0	1,2	1,2	0	0
Celkem	117682	x	x	140169	82780

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	(kWh/rok)	46 317	Splněno (ano/ne)	ne
(7)	Hodnocená budova		117 682		
(8)	Referenční budova	(kWh/m ² .rok)	228,2		
(9)	Hodnocená budova		579,7		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	(kWh/rok)	55 474	Splněno (ano/ne)	ne
(11)	Hodnocená budova		82 780		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m2)	(kWh/m ²)	273,3		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m2)		407,8		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	celková primární energie	(kWh/rok)	140169
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14 - ř.11)	(kWh/rok)	57389
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	(%)	41%

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

Analyza 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

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	(MWh/rok)	(kWh/rok)	(kWh/rok)
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>	-	76	44
	-	0	0
<i>Technické systémy budovy:</i>	Díličí dodaná energie (MWh/rok)	-	-
vytápění	26,70	8	-8
chlazení	0,00	0	0
větrání	0,00	0	0
úprava vlhkosti vzduchu	0,00	0	0
příprava teplé vody	5,60	0	0
osvětlení	0,00	0	0
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>	-	-	-
	-	0	0
<i>Ostatní:</i>	-	-	-
	-	0	0
Celkově:	32,30	83,5	35,84

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

Opatření	Posouzení vhodnosti opatření			Ostatní:
	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	není uvedeno
Technická vhodnost	ano	ano	ano	není uvedeno
Funkční vhodnost	ano	ano	ano	není uvedeno
Ekologická vhodnost	ano	ano	ano	není uvedeno
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	není uvedeno			
Datum vypracování doporučených opatření	28. duben 2016			
Zpracovatel analýzy	není uvedeno			
Energetický posudek	energetický posudek je součástí analýzy			ne
	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	nehodnoceno
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy	
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a)	NE požadavek není splněn
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b)	NE požadavek není splněn
• Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c)	nehodnoceno
• Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje	-
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	G - Mimořádně ne hospodárná
Budova užívaná orgánem veřejné moci	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
Prodej nebo pronájem budovy nebo její části	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	nehodnoceno
Jiný účel zpracování průkazu	
• Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii	G - Mimořádně ne hospodárná

výpočetní nástroj NKN II verze 3.2 (01/2015) (c)

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení:	Jan Kroupar
Číslo oprávnění MPO:	nevyplněno
Podpis energetického specialisty:	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	nevyplněno
Zdroj informací	http://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis