



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

**HODNOCENÍ BUDOVY FORMOU PRŮKAZU
ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY**

BUILDING EVALUATION IN THE FORM OF BUILDING ENERGY PERFORMANCE CERTIFICATE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Hlubinka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

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

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Josef Hlubinka
Název	Hodnocení budovy formou průkazu energetické náročnosti budovy
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah až 15 stran

B. Výpočtová část

B1. Analýza energetických potřeb a toků budovy

- specifikace energetických systémů budovy
- stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí

B2. Energetické hodnocení budovy

- potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB včetně osvětlení
- výkres schéma zapojení kotelny, popř. strojovny VZT v jedné variantě

C. Projekt – PENB

- o) závěr,
- p) seznam použitých zdrojů,
- q) seznam použitých zkratk a symbolů,
- r) seznam příloh,
- s) přílohy – výkresy

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

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

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

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá hodnocením energetické náročnosti novostavby administrativní budovy v Brně. Teoretická část pojednává o biomase a jejím využití při vytápění objektů. Ve výpočtové části je hodnocena energetická náročnost daného objektu. Výsledkem je průkaz vložený do části C – projekt PENB.

PREFACE

The bachelor thesis deals with the evaluation of the energy performance of the office building in Brno. The theoretical part deals about biomass and its use in heating buildings. In the computational part, it is evaluated the energy performance of building. The result is building energy performance certificate inserted into part C – the PENB project.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetická náročnost budovy, průkaz energetické náročnosti budovy, administrativní budova, biomasa

KEY WORDS

Energy performance of building, building energy performance certificate, administrative building, biomass

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Josef Hlubinka *Hodnocení budovy formou průkazu energetické náročnosti budovy*. Brno, 2020. 68 s., 9 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Hodnocení budovy formou průkazu energetické náročnosti budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 21. 5. 2020

Josef Hlubinka
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Hodnocení budovy formou průkazu energetické náročnosti budovy* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 21. 5. 2020

Josef Hlubinka
autor práce

PODĚKOVÁNÍ :

Rád bych poděkoval doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce za odborné vedení.

Obsah

A	TEORETICKÁ ČÁST.....	12
A.1.	BIOMASA	12
A.1.1	DEFINICE BIOMASY.....	12
A.1.2	BIOMASA V ENERGETICE	12
A.1.3	VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ BIOMASY.....	12
A.1.4	ZDROJE BIOMASY	12
A.1.4.1	Zemědělská biomasa.....	13
A.1.4.2	Lesní biomasa (dendromasa)	14
A.1.4.3	Odpadní biomasa	14
A.1.5	PRODUKTY BIOMASY URČENÉ K VYTÁPĚNÍ	14
A.1.6	NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ.....	15
A.1.7	VYTÁPĚNÍ PELETAMI	16
A.1.7.1	Výroba pelet	16
A.1.7.2	Dělení pelet	16
A.1.7.3	Distribuce pelet	17
A.1.7.4	Skladování pelet	18
A.1.7.5	Doplňování pelet	21
A.1.7.6	Automatické kotle na pelety	22
A.1.7.7	Peletová kamna.....	24
B	VÝPOČTOVÁ ČÁST.....	27
B.1	Stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obálkových konstrukcí.....	27
B.1.1	Základní informace o budově.....	27
B.1.2	Rozdělení zón v objektu	27
B.1.2.1	Zóna č. 1 – komunikační prostory	27
B.1.2.2	Zóna č. 2 – hygienické zázemí	27
B.1.2.3	Zóna č. 3 – kanceláře.....	27
B.1.3	Geometrické charakteristiky budovy	29
B.1.4	Stavební řešení objektu.....	29
B.1.5	Tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí.....	30
B.1.5.1	Součinitel prostupu tepla	30
B.1.5.2	Výpočet součinitele prostupu tepla	31
B.1.5.3	Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanými a doporučenými hodnotami .	32
B.1.5.4	Energetický štítek obálky budovy.....	33
B.2	Specifikace energetických systémů budovy	34
B.2.1	Vytápění a příprava teplé vody	34

B.2.2 Vzduchotechnika	35
B.2.3 Chlazení	35
B.2.4 Úprava vlhkosti	35
B.2.5 Osvětlení.....	35
B.3 Analýza energetických potřeb a toků budovy.....	36
B.3.1 Tepelné ztráty a zisky	36
B.3.2 Dodaná energie pro spotřebu	37
B.4 Návrh úsporných opatření.....	38
B.4.1 Výměna výplní.....	39
B.5 Analýza alternativních systémů.....	39
C PROJEKT PENB	42
ZÁVĚR	62
CITACE	63
CITACE OBRÁZKŮ.....	64
SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A VYHLÁŠEK	66
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	66
SEZNAM OBRÁZKŮ	67
SEZNAM TABULEK	67
SEZNAM GRAFŮ.....	68
SEZNAM PŘÍLOH	68

ÚVOD

Cílem bakalářské práce je vypracování průkazu energetické náročnosti administrativní budovy, hodnocené jako budova s téměř nulovou spotřebou energie, včetně návrhu úsporných opatření. Práce je rozdělena do tří částí.

Teoretická část pojednává o biomase, jejím rozdělení a využitelnosti pelet k vytápění objektů.

Ve výpočtové části je charakterizováno stavební řešení a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí. Dále jsou specifikovány energetické systémy, analyzovány energetické potřeby a toky budovy a navrženo opatření pro snížení energetické náročnosti budovy.

Poslední projektová část obsahuje vygenerovaný průkaz energetické náročnosti administrativní budovy z programu Energetika od společnosti Deksoft.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

A – TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Hlubinka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020

A TEORETICKÁ ČÁST

A.1. BIOMASA

A.1.1 DEFINICE BIOMASY

Biomasa obecně je veškerá organická hmota na Zemi, která se účastní koloběhu živin v biosféře. Jedná se o těla všech organismů, živých i mrtvých, od největších druhů až po mikroskopické – tj. živočichů, rostlin, hub, bakterií a sinic. [1]

A.1.2 BIOMASA V ENERGETICE

Z hlediska energetického je důležitá pouze biomasa, která je energeticky využitelná. Teoreticky je možné získávat energii ze všech forem biomasy, jelikož základem veškeré živé hmoty je uhlík a jeho chemické vazby obsahující energii. [2]

Za energetickou biomasu jsou však většinou považovány rostliny. Ty jsou schopny využívat slunečního záření k fotosyntéze, při které je využito jednoduchých anorganických látek – oxidu uhličitého a vody k tvorbě energeticky bohatých sloučenin – cukrů. Jinak řečeno, v rostlinách je akumulována energie slunečního záření. Tato akumulace se vyznačuje poměrně nízkou účinností, na druhou stranu je dlouhodobá a disponuje v podstatě nulovými ztrátami. [2]

A.1.3 VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ BIOMASY.

Výhody	Nevýhody
Využití odpadu	Náklady na dopravu
Energie je dostupná neustále	Výroba není bez emisí
Možnost úpravy paliva	Nutnost skladovacích prostor
Vyrovnaná bilance oxidu uhličitého	Náklady na některé typy úpravy
Možnost využití v domácnostech	Manipulace s topivem a popelem

Tabulka 1 Výhody a nevýhody využití biomasy

A.1.4 ZDROJE BIOMASY

Organizmy živé přírody podle způsobu výživy dělíme na organizmy autotrofní (rostliny) a heterotrofní (živočichové). Biomasa rostlinného původu se nazývá fytomasa,

biomasa živočišného původu se nazývá zoomasa. K energetickému využití se až na výjimky využívá fytomasa. [3]

Dále můžeme rozlišit biomasu cíleně pěstovanou, biomasu volně se nacházející v přírodě a biomasu odpadní. [3]

Pro energetické využití dělíme biomasu dle přílohy č.1, vyhlášky č. 477/2012 Sb. na :

- Zemědělskou biomasu
- Lesní biomasu
- Odpadní biomasu [3]

A.1.4.1 Zemědělská biomasa

Zemědělská biomasa je cíleně pěstována v agroekosystémech, jejíž hlavní produkt je primárně určen k energetickým účelům.

Zahrnuje biomasu obilovin, olejnin, trvalé travní porosty, rychle rostoucí dřeviny pěstované na zemědělské půdě, rostlinné zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny. [3]

A) Rychle rostoucí dřeviny

U rychle rostoucích dřevin dochází k 1. obmýtí (sklizeň dřevin) zhruba za 3 roky. Plantáže mají životnost cca 25 let. Míra ekonomického zisku je závislá na mnoha faktorech jako je typ pěstované dřeviny, nároky na sklizeň (dostupnost lokality), nároky na transport, klimatické faktory, geografické faktory atd.

Mezi často pěstované rychle rostoucí dřeviny patří vrba, topol, akát, olše, jasan či javor. [3]

B) Cíleně pěstované plodiny

Tyto rostliny jsou pěstovány pro energetické využití jejich nadzemní části. Dle vegetačního cyklu je dělíme na jednoleté, víceleté a vytrvalé.

Jednoleté energetické plodiny mají rychlou produkci, sklízí se každý rok, mají nižší nároky na mechanizaci, ale i menší energetické výnosy. Mezi jednoleté energetické plodiny patří například hořčice sareptská, čirok, koriandr, konopí seté, řepka olejka a další. [3]

Víceleté a vytrvalé byliny jsou energeticky bohatší, ale sklizeň nastává až druhým rokem po setbě. Mezi víceleté energetické plodiny patří například křídlatka, šťovík krmný, kostřava rákosovitá, psineček velký a další. [3]

C) Vedlejší zemědělské produkty

Mezi vedlejší zemědělské produkty patří například sláma olejnin a obilovin a seno z luk a pastvin. [3]

A.1.4.2 Lesní biomasa (dendromasa)

Zahrnuje palivové dřevo, zbytky z dřevozpracujícího průmyslu, prořezávek, probírek a lesní těžařské zbytky. Samotné palivové dřevo je snad nejstarší zdroj využívaný člověkem k získávání energie.

Důležitou vlastností palivového dřeva je jeho výhřevnost (množství uvolněné tepelné energie při hoření). Udává se v MJ/kg, popř v MJ/pm. Obecně platí, že energeticky vydatnější je dřevo tvrdé, tedy akát, habr, dub, buk, jasan, bříza. [3]

A.1.4.3 Odpadní biomasa

Obsahuje vedlejší produkty a zbytky z papírenského, dřevozpracujícího, kožedělného, potravinářského a farmaceutického průmyslu. Dále sem patří odpady z jatek, lihovarů, cukrovarů a moštáren. Jedná se o biomasu, která vznikla sekundárně při zpracování primárních zdrojů.

V posledních letech je stále častější využití čistírenských kalů a exkrementů z živočišné zemědělské výroby, které jinak tvoří nebezpečný toxický odpad. [3]

A.1.5 PRODUKTY BIOMASY URČENÉ K VYTÁPĚNÍ

Polenové dřevo



Obrázek 1 Polenové dřevo [1]

15 MJ/kg

Slámové balíky



Obrázek 4 Slámové balíky [4]

15 MJ/kg

Štěpka



Obrázek 2 Štěpka [2]

8-15 MJ/kg

Dřevěný odpad –piliny, hobliny



Obrázek 5 Dřevěné hobliny [5]

12 MJ/kg

Dřevěné brikety



Obrázek 3 Dřevěné brikety [3]

17 MJ/kg

Pelety



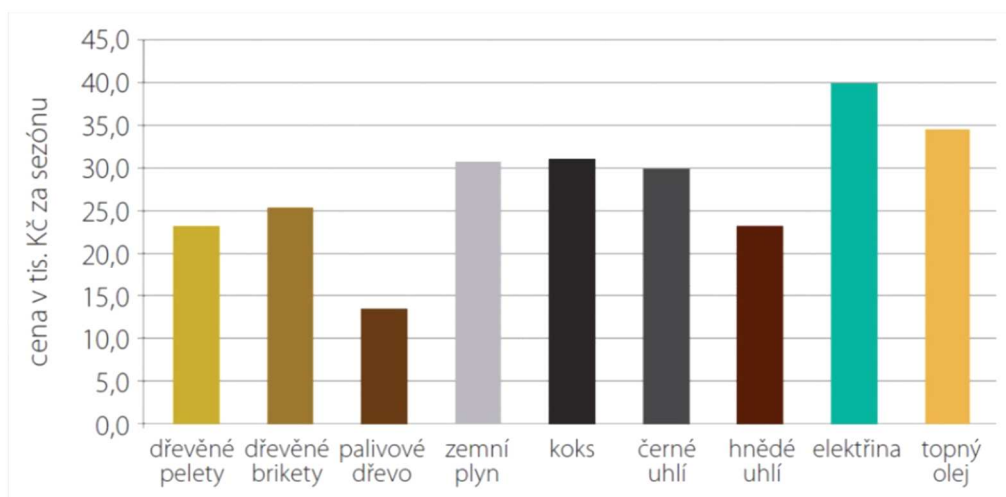
Obrázek 6 Pelety [6]

17 MJ/kg

A.1.6 NÁKLADY NA VYTÁPĚNÍ

Následující graf zobrazuje výši nákladů vznikajících při použití daného typu paliva pro vytápění. Z grafu je patrné, že neekonomičtějším palivem pro domácnosti je v současné době palivové dřevě. Dalšími v pořadí jsou dřevěné pelety a hnědé uhlí, následované dřevěnými briketami. Vyšší náklady vyžaduje použití černého uhlí, zemního plynu a koks. Nejméně ekonomické je vytápění pomocí topného oleje a elektřiny. [4]

Výpočet nákladů na vytápění vychází ze statistik cen paliv pro domácnosti Ministerstva průmyslu a obchodu, Českého statistického úřadu, údajů CZ Biom a vlastního šetření. V případě cen elektřiny a zemního plynu jsou použity nejvyužívanější tarify a dodavatelé v České republice (RWE a ČEZ). Ve výpočtu je uvažován modelový případ spotřeby tepla 70 GJ za rok a nejběžnější typy a účinnosti používaných kotlů. Náklady na paliva jsou zprůměrovány z měsíčních cen paliv pro domácnosti v průběhu celého roku. [4]



Obrázek 7 Graf nákladů na vytápění dle typu paliva [7]

A.1.7 VYTÁPĚNÍ PELETAMI

A.1.7.1 Výroba pelet

Pelety jsou vyráběny z dřevních nebo zemědělských zbytků či surovin silným stlačením, které se nazývá peletování. Pro soudržnost dřevěných pelet má kromě vysokého tlaku význam také obsah ligninu ve dřevě, další přídatné směsi, pojiva nebo lepidla se nepoužívají. Peletováním vzniká biopalivo s vysokou energetickou hustotou, tepelnou výhřevností a výbornými vlastnostmi z hlediska dopravy a manipulace, které umožňují ekonomické skladování, předzásobení a automatický přívod paliva k topeništi. [4]

A.1.7.2 Dělení pelet

Norma ČSN EN ISO 17225-2 definuje dřevní peletu jako slisované biopalivo z práškové dřevní biomasy s přísadami, nebo bez přísad, obvykle ve formě válečku průměrné délky 5 - 40 mm s ulomenými konci a rozděluje dřevní pelety do třech kategorií.

- **Kategorie A1**

Pelety kategorie A1 mohou být vyrobeny pouze z čistého kmenového dříví (listnaté, jehličnaté) nebo chemicky neošetřených dřevních zbytků. Teoreticky není vyloučena v surovině ani přítomnost kůry, ale její množství je limitováno požadovaným maximálním objemem popela do 0,7% (A0.7) a obsahem dusíku do 0,3% (N0.3). Dle ENplus je navíc limitující i teplota DT vyšší jak 1200 °C. Do této kategorie spadají čisté světlé pelety, vyrobené především z měkké piliny (jehličnaté stromy), obchodně někdy nazývané "premium". Jsou charakteristické tím, že při jejich spalování vzniká minimum jemného popela, který se vůbec nespéká. Mají vysokou výhřevnost a tvarovou stálost, ale tomu také odpovídá jejich cena. Většina malých kamen a kotlů vyžaduje peletu právě této kvality. [5]

- **Kategorie A2**

Kategorie A2 může být vyrobena vedle kmenového dříví a chemicky neošetřených dřevních zbytků i z celých stromů bez kořenů (tj. včetně kůry a větví), zbytků po těžbě dřeva (včetně jehličí a listí) a kůry. Množství méně kvalitních "přísad", především ve formě kůry a listí, je zde omezeno maximálním objemem popela do 1,5% (A1.5) a obsahem dusíku do 0,5 % (N0.5). Zde lze zařadit běžnou, tzn. katrovou peletu vyráběnou z odpadu zpracovaného přímo při těžbě (štěpkování v lese) nebo z odpadu při zpracování dřeva na pilách (katrech). Oproti světlé peletě jsou charakteristické tmavší barvou a v jejich struktuře jsou patrná drobná zrnka kůry. Ovšem tmavá barva pelety může znamenat také fakt, že surovina byla sušena při teplotách na 200 °C, kdy dochází k rozkladu ligninu a hnědnutí piliny. Při spalování vzniká znatelně větší množství popela, který se na roštu již napéká, a proto nejsou pelety této kategorie vhodné pro některé typy spalovacích

zařízení, především pro kotle s miskovými a trubicovými hořáky. [5]

- **Kategorie A3**

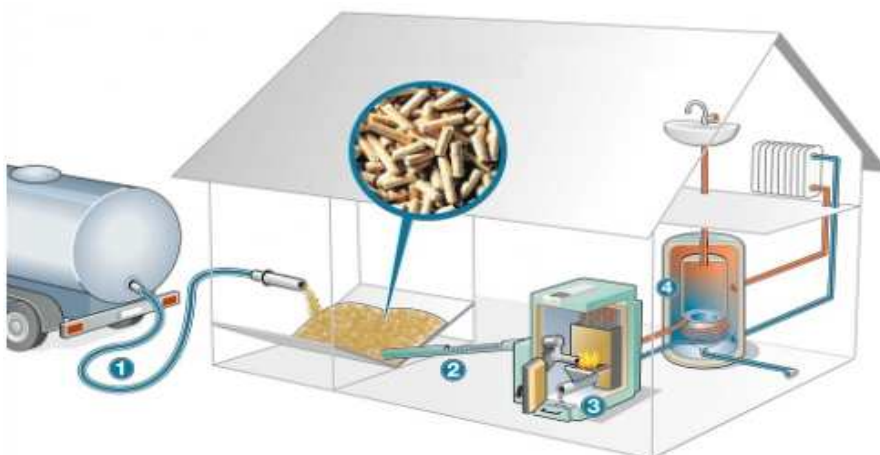
Pelety zařazené do kategorie B mohou být vyrobeny z jakékoliv dřevní biomasy. Především mohou být jako suroviny použity také chemicky ošetřené dřevní zbytky, tedy například pilina z nábytkářského průmyslu (zpracování překližky, dřevotřísky, lakovaného dřeva...), či "recyklované" stavební dřevo a obaly (palety). V případě chemického ošetření však nesmí obsahovat těžké kovy nebo halogenové organické sloučeniny. Peleta vyrobená z pilin z dřevotřísky může být na první pohled zaměnitelná s peletou kategorie A1. Pelety z dřevotřísky mají ovšem menší mechanickou odolnost, při jejich spalování vzniká poměrně velké množství popela, které se navíc již dosti spéká a při kontrole dokonalosti spalování je zjištěno velké množství oxidů dusíku (NO_x). Tyto pelety lze spalovat prakticky pouze v hořácích speciální konstrukce, jakými jsou například retortové hořáky, které byly původně konstruovány pro spalování spékavého uhlí. [5]

A.1.7.3 Distribuce pelet

Od 1. ledna 2020 je platná norma ČSN EN ISO 20023 (83 8205) řešící bezpečnou manipulaci a skladování dřevních pelet. Norma mimo jiné řeší návrh a konstrukci skladů pelet i pro malé spotřebitele. [6]

Distribuce pelet se provádí buď :

- v pytlích o hmotnosti kolem 15 kg
- ve velkých textilních vacích (Big Bag) o hmotnosti kolem 1 tuny
- cisternovým automobilem s pneumatickou dodávkou pelet s flexibilními hadicemi



Obrázek 8 Cisternové zásobení peletami a podávací systém pelet [7]

Cisterna pomocí kompresoru a stlačeného vzduchu dopraví palety hadicí přímo do skladovacího prostoru pelet až do vzdálenosti 30 metrů. Součástí systému je

certifikovaná váha, která měří hmotnost pelet. Pro bezobslužné plnění zásobníku je nutný kvalitně stavebně připravený objekt – suché silo či sklep, nejlépe s podavačem do kotle. [4]

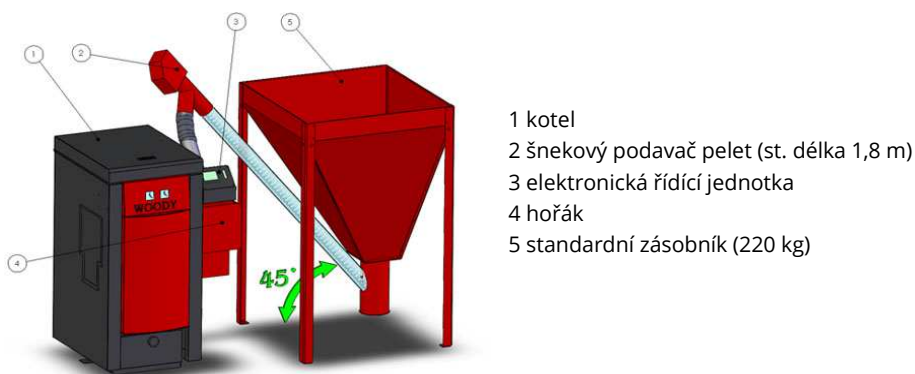
Přístup musí být vhodný pro všechny typy peletových cisteren, šířka cesty pro příjezd musí být min. 3,5 m a bez výškového omezení (min. nad 4 metry), které by mohlo ztěžovat přístup k místu vykládky. [7]

A.1.7.4 Skladování pelet

Celosezónní sklady pelet pro spotřebitele (jmenovitý výkon kotle < 70 kW) musí pojmout roční spotřebu pelet. Doporučená kapacita skladu se odvíjí od nároků budovy na vytápění.

Při plánování skladů pro velký topný systém (jmenovitý výkon kotle > 70 kW) musí být zváženy i jiné faktory. Kapacita skladu musí být dimenzována tak, aby pojala více než maximum kapacity největšího přepravního vozidla, které bude možné k dodávce použít. [7]

Pytle s peletami se skladují na paletách. Jedna paleta obsahuje 66 pytlů o celkové hmotnosti 1 tuna. Je nutno zajistit suché prostory pro skladování a pokud možno co nejbližší zásobníku, aby jeho doplňování bylo co nejsnazší. Zásobník na pelety může být součástí kotle nebo jako samostatný celek s podavačem.



Obrázek 9 Peletový kotel se standardním zásobníkem pro 220 kg pelet a se standardní délkou šnekového podavač 1,8 m [8]

Textilní zásobníky a Big Bagy – jsou určeny pro skladování velkých objemů pelet a běžně pokrývají zásobu pelet na celou topnou sezónu. Zásobníky je možné umístit přímo do kotelny nebo do přilehlých prostor a jsou určeny pro pneumatické tankování pelet z cisterny. Pomocí otvorů lze do určité výšky doplnit sila ručně z pytlů nebo bigbagu.

Zásobník je řešen jako ocelová konstrukce zaručující snadnou montáž, do které je zavěšen textilní vak vyrobený z pevného materiálu se speciální vnitřní úpravou pro snížení pronikání vlhkosti do uskladněných pelet. [8]

Dodávku pelet do kotle ze zásobníku zajišťují přímé šnekové či pneumatické dopravníky.



Obrázek 10 Pneumatická doprava pelet do kotle [9]



Obrázek 11 Užití přímého šnekového dopravníku [9]

Dodávky pelet v big-bagu vyžadují použití manipulační (zdvíhací) techniky. [9]



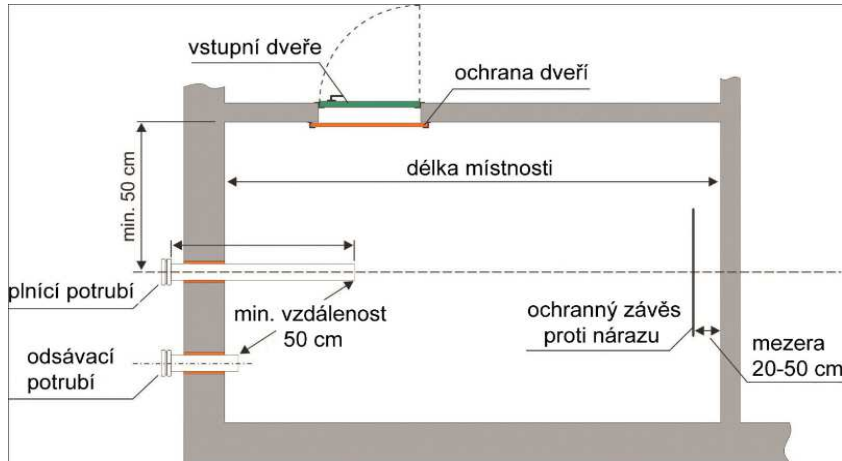
Obrázek 12 Skladování pelet v big - bagu s využitím manipulační techniky [10]

Sklady pelet - mají obvykle obdélníkový tvar. Obě přípojky (plnicí i odsávací) by měly být instalovány na kratší straně místnosti a k oběma přípojkám musí být zajištěn snadný přístup. Ve skladovacích místnostech by neměla být žádná elektrická zařízení, ani rozvody vody a vzduchotechniky. Náraz foukaných pelet do stěn skladovací místnosti musí být tlumen ochrannými závěsy (rohožemi) proti rozbíjení pelet. Stropy a stěny by měly být konstruovány tak, aby nebyly pelety znečišťovány odpadajícím materiálem (např. omítkou). [10]

Všechny svislé plochy ve skladovací místnosti musí mít hladké povrchy, aby se zabránilo ulpívání prachu. Všechna potrubí i vodivé přípojky musí být uzemněny profesionálními elektrikáři. [10]

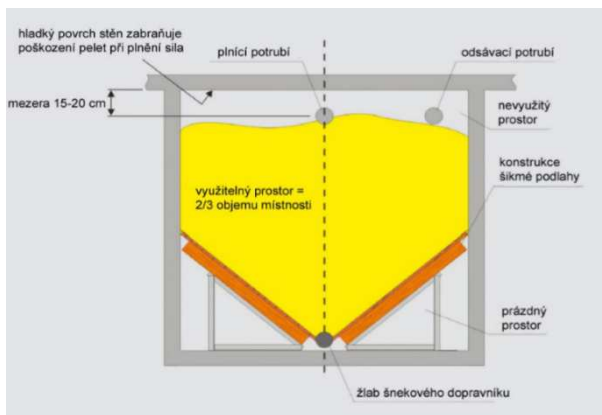
Podlahy, stěny a stropy musí unést statickou i dynamickou zátěž způsobenou pohybem pelet (hustota 750 kg/m^3) a změnami tlaku (plus 500 kg/m^2 navíc k vlastní

zátěži pelet) vznikajícími transportem pelet během plnění. Nemohou být použity stěny vyrobené z pórobetonu. Dále nemohou být instalována skleněná okna nebo velké plastové okenní tabule s výjimkou případů, kdy jsou přímo určeny k vyrovnávání tlaků. [10]

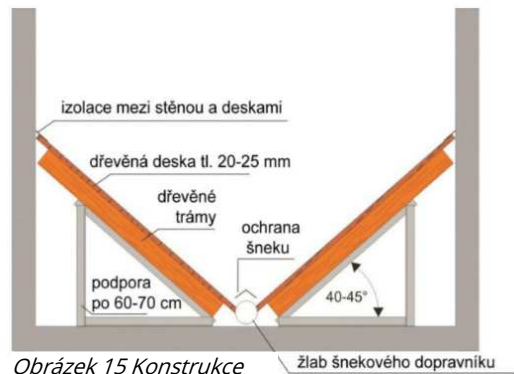


Obrázek 13 Obecné rozmístění prvků ve skladech vlastní konstrukce [11]

Nakloněné podlahy sil směřují pelety ke kanálu se šnekovým podavačem nebo k sacímu systému pouze pomocí gravitace. Díky tomu by mělo být možné peletové silo kompletně vyprázdnit. [7]

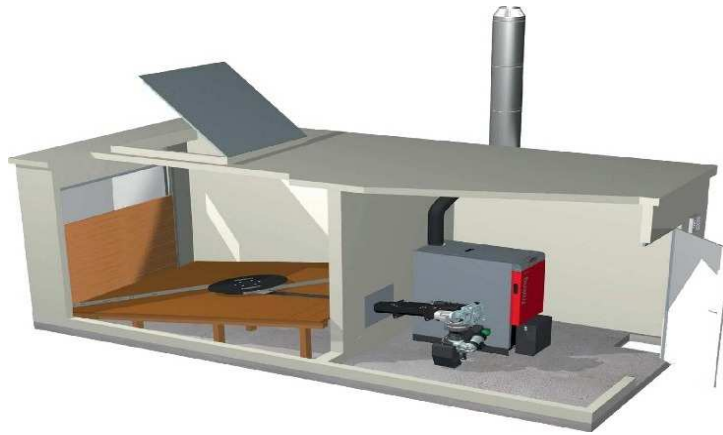


Obrázek 14 Konstrukce skladu [11]



Obrázek 15 Konstrukce nakloněné podlahy [11]

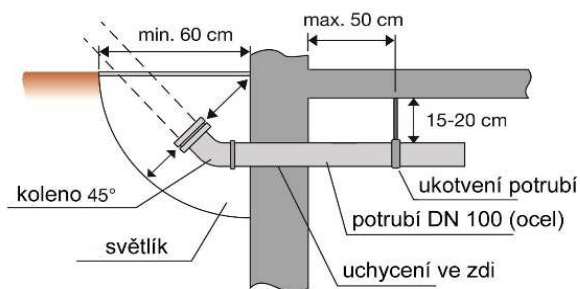
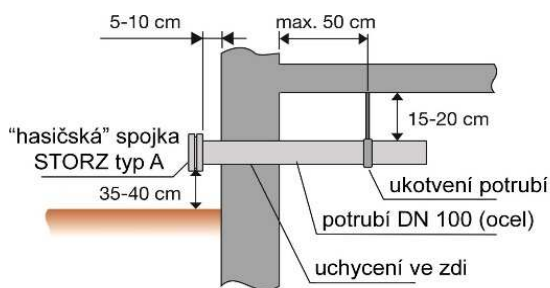
Další možností je využít karuselový vynášec ve středu sila, který využívá dvě pružná ramena k nahrnutí pelet k vynášecímu šneku.



Obrázek 16 Užití karuselového vynašeče ve středu sila [12]

Dle typu kotle lze zvolit i jiné způsoby zásobování, například zásobování pomocí sacích sond či čerpání pelet z vrchního povrchu pomocí tzv. odsávacího systému „krtek“.

A.1.7.5 Doplnění pelet



Obrázek 17 Doporučení pro instalaci plnicích přírub umístěných nad i pod zemí [11]

Skladovací místnost potřebuje nejméně jednu plnicí přípojku pro příjem pelet a jedno odsávací potrubí. Jejich účel musí být jasně a viditelně uveden na potrubí a na uzávěrech. Přípojky musí být namontovány alespoň 15 cm pod stropem sila (měřeno od stropu po vrchní hranu plnicího potrubí). Potrubí musí být pevně ukotveno a zajištěno objímkami (maximálně po 50 cm). [10]

Obecně uznávaným standardem pro vnitřní průměr trubek je průměr 100 mm s „hasičskými“ koncovkami STORZ typu A). Toto platí jak pro plnicí, tak odsávací potrubí. Přípojky by měly být instalovány na dobře přístupném místě, hadice by měly po napojení pokračovat bez zbytečných ohybů přímo k cisterně. Spojky by měly být instalovány tak, aby se nemohly během plnění protáčet a kroutit. [10]

A.1.7.6 Automatické kotle na pelety

Nejmodernější technologií spalování biomasy jsou tzv. automatické kotle. Podle platné legislativy jsou označovány jako kotle se samočinnou dodávkou paliva. Zatímco u kotlů s ruční dodávkou paliva je dřevo přiloženo do násypné (příkládací) komory v množství pro několikahodinové spalování, u automatických kotlů je palivo do spalovací komory průběžně dávkováno dle potřeby v malém množství z externího zásobníku. U „obyčejných“ kotlů se přiložené palivo s různou mírou kontroly odplyní a dřevoplyn dle konkrétní technologie s různou účinností zužitkuje, je zapotřebí však mít velkou roštovou část pro dohořívání vzniklého dřevěného uhlí. Výkon kotle se reguluje množstvím přiváděného spalovacího vzduchu. Naopak při samočinné dodávce paliva je výkon regulován množstvím přiváděného paliva. Spalováno je vždy jen minimální množství potřebné pro požadovaný okamžitý výkon kotle. Je zapotřebí relativně malé roštové části, na které dochází k rychlému zplyňování i vyhoření tuhých zbytků – to vše s vysokým stupněm řízení celého spalovacího procesu. Naopak nepoměrně větší je dohořívací prostor s velkým množstvím žárobetonové vyzdívky, která umožní dokonalé vyhoření prchavé hořlaviny. Tato technologie ovšem neumožňuje spalovat dřevní hmotu ve formě kusového dříví, ale ve velikosti jednotlivých frakcí paliva v řádech centimetrů, tedy pilin, štěpky a v malých kotlích především dřevních pelet. [11]

Na rošt hořáku je nutné průběžně dávkovat dostatečné množství paliva. To se zde nahřívá od již hořících pevných zbytků paliva, tzv. základní vrstvy paliva, a uvolňuje prchavou hořlavinu, která nad roštem v zóně vysokých teplot vyhořívá. K tomu je ale nutné přivádět dostatečné množství kyslíku, tedy přiměřené množství spalovacího vzduchu a souběžně musejí být bezpečně odváděny spaliny ze spalovací komory a popel z roštu hořáku. Pro dokonalé spálení hořlaviny musí být samozřejmě přiměřený také odvod tepla, protože přílišné ochlazení spalovací komory může ovlivnit reakční rychlost a dokonalost spalování. Jakékoliv narušení plynulého toku „reagentů“ a produktů spalování naruší také jeho plynulý a optimální průběh. V praxi to má zajistit vhodná konstrukce spalovacího zařízení, volba vhodného paliva pro danou konstrukci a v neposlední řadě správná instalace zařízení, především napojení na topnou soustavu a komín. [11]

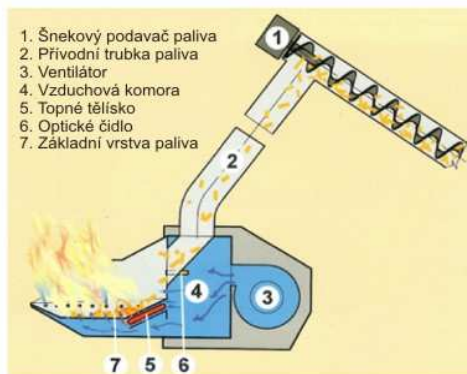
A.1.7.5.1 Rozdělení hořáků podle způsobu přívodu paliva

- Hořáky se spodním přívodem paliva
- Hořáky s vodorovným přívodem paliva
- Hořáky s horním přívodem paliva

Hořáky dělíme dle tvaru spalovací komory. Mezi nejrozšířenější typy patří :

Miskový hořák

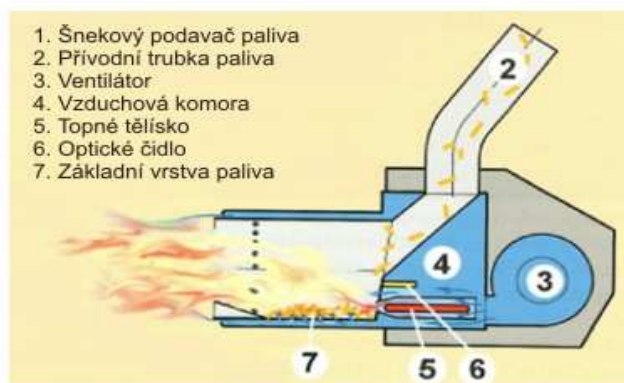
Pravděpodobně nejrozšířenější typ hořáku. Spalovací komora má tvar misky, do které přepadávají pelety ze šnekového dávkovače. Dno "misky" tvoří rošt, ve kterém jsou otvory pro přívod primárního vzduchu, v bočních stěnách je několik otvorů pro přívod sekundárního vzduchu. Pod roštem je umístěno tělísko elektrického zapalovače, které ve fázi zapalování ohřívá vzduch, který je obtéká. U tohoto typu hořáku se předpokládá, že vzniklý popel je primárním vzduchem "odfouknut" ze spalovací komory. Pro jejich správnou funkci je nutné, aby jako palivo byly použity pelety kategorie A1. Tedy čisté pelety bez příměsí kůry s nízkým obsahem popelovin a vysokou teplotou deformace popela. Pokud se spalují pelety horší kvality (A2,B), větší množství popela zaplní dno komory a případná struska vytvoří časem "škrálop", který zcela zabráni přístupu primárního spalovacího vzduchu. Postupně mizí základní vrstva paliva, hořák ztrácí na výkonu, a pokud se napečence neodstraní manuálně, hořák časem vyhasne. [11]



Obrázek 18 Miskový hořák [13]

Trubicový hořák

Podobná konstrukce jako hořák miskový, ale spalovací komora má tvar válce. Ve spodní roštové části válce jsou opět umístěny otvory pro přívod primárního vzduchu, sekundární vzduch je pak přimícháván do plamene v ústí hořáku. V komoře pro rozdělení vzduchu je opět umístěno žhavicí tělísko, které ve fázi zapalování ohřívá vzduch, který kolem něj obtéká a je v úzkém paprsku vháněn na přiložené pelety a vše opět kontroluje fotocel. U tohoto typu hořáku se opět předpokládá, že vzniklý popel je primárním vzduchem "odfouknut" ze spalovací komory. Pro jejich správnou funkci je nutné, aby jako palivo byly použity pelety kategorie A1. [11]



Obrázek 19 Trubicový hořák [13]

Retortový hořák.

Palivo je v nich dodáváno zpočátku horizontálně šnekovým podavačem a v části hořáku zvaném retorta (má tvar kolena) mění palivo směr pohybu a je vytlačováno vertikálně vzhůru do spalovací části hořáku. S přibližováním vrstvy nového paliva k zóně spalování se postupně palivo zahřívá a začíná uvolňovat prchavou hořlavinu. Hořlavina prochází základní vrstvou paliva a po smísení se spalovacím vzduchem se nad roštem v dohořivací zóně zapálí. Vyhořelé zbytky jsou buď odfouknuty spalovacím vzduchem, nebo vytlačeny novým palivem na kruhový rošt, který je nad retortou. Spalovací vzduch je vháněn do základní vrstvy paliva po stranách v horní části retorty (rozdmychává ji podobně jako uhlí v kovářské výhni) a prochází ji. Kyslík nevyužitý pro vyhoření pevného podílu je již natolik přehřátý, že se bez problémů "zapojí" do oxidace prchavého podílu hořlaviny v dohořivacím prostoru spalovací komory. Palivo uvolňuje prchavou hořlavinu již v zóně zahřívání bez přístupu vzduchu, "odplyňuje" se podobně jako uhlí v retortách při výrobě svítiplynu, a proto ten název celého hořáku. Tento typ hořáku je vhodný pro spalování méně kvalitních pelet s velkým podílem popelovin a vysokou nákloností ke spékání. Popel a případná struska jsou totiž novým palivem (základní vrstvou) vytlačovány ze zóny hoření a neblokují tak přístup spalovacího vzduchu. Lze v nich proto celoročně spalovat pelety třídy A2 a B, popřípadě i pelety rostlinné. [11]



Obrázek 20 Retortový hořák [13]

A.1.7.7 Peletová kamna

Další vhodnou alternativou k automatickým kotlům mohou být také peletová kamna, ta slouží k vytápění menších prostor a v určitých případech mohou zcela nahradit automatické kotle. Kamna jsou vybavena zásobníkem, do kterého je nutné ručně doplňovat pelety, dále je však provoz automatický a téměř bezúdržbový.

Pelety jsou v místě hoření zapáleny horkovzdušným zapalovačem, který lze ovládat na dálku. Snadno se u nich reguluje výkon, nedochází tak k přetopení místností a je možné je využít i k temperování domu. Při spojení peletových kamen s teplovodním výměníkem

je lze využít také pro vytápění dalších místností nebo pro přípravu teplé užitkové vody. Předávání tepla zde probíhá sáláním a v případě zapojení ventilátoru také prouděním vzduchu. Tepelný výkon peletových kamen se většinou pohybuje od 6 do 10 kW a reguluje se ručně nebo automaticky přes termostat. Účinnost spalování dosahuje 90 %. Při tepelném výkonu krbových kamen 6 kW můžeme uvažovat vytápěnou plochu do 60 m². [12]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Hlubinka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020

B VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 Stavební řešení a tepelně technické vlastnosti

obálkových konstrukcí

B.1.1 Základní informace o budově

V této bakalářské práci je hodnocena novostavba administrativní budovy v městě Brně. Jedná se o přístavbu již stávající budovy o vnějších půdorysných rozměrech 21,3 x 14,05 m. Tato stavba je navržena jako dvoupodlažní s plochou střechou a vstupem do budovy orientovaným na sever. Výškově daná budova respektuje původní objekt, ke kterému je připojena. Budova bude tvořena převážně kancelářskými prostory a dalšími prostory potřebnými k jejich provozu.

Dle zákona o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. je zpracování průkazu pro novou budovu povinné. Dle vyhlášky 78/2013 Sb. je referenční požadavek na danou budovu navržen jako budova s téměř nulovou spotřebou energie. Pro energetické hodnocení byl daný objekt rozdělen do tří zón.

Tepelně technické požadavky konstrukcí jsou stanoveny v normě ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov. Splnění požadavku normy je součinitel prostupu tepla U [$W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$].

B.1.2 Rozdělení zón v objektu

Objekt je rozdělen do 3 zón. Hranice mezi zónami je uvažována na osách dělicích konstrukcí. Ohraničení zóny je na vnějším líci konstrukce.

B.1.2.1 Zóna č. 1 – komunikační prostory

Tato zóna se nachází v obou podlažích, je vytápěna, není strojně chlazená ani řízeně větraná. Čistá podlahová plocha zóny je 128 m².

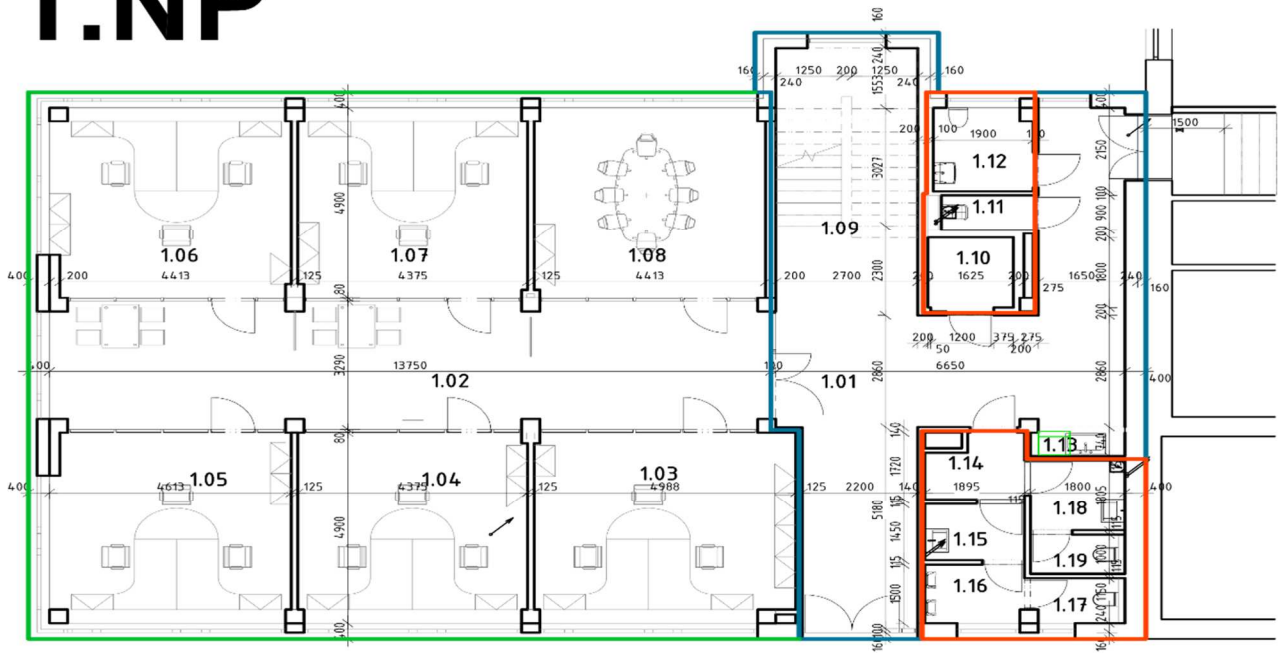
B.1.2.2 Zóna č. 2 – hygienické zázemí

Zóna se nachází v 1. NP i v 2. NP, je vytápěna, a částečně řízeně větraná odtahovými ventilátory. Čistá podlahová plocha zóny činí 63,85 m².

B.1.2.3 Zóna č. 3 – kanceláře

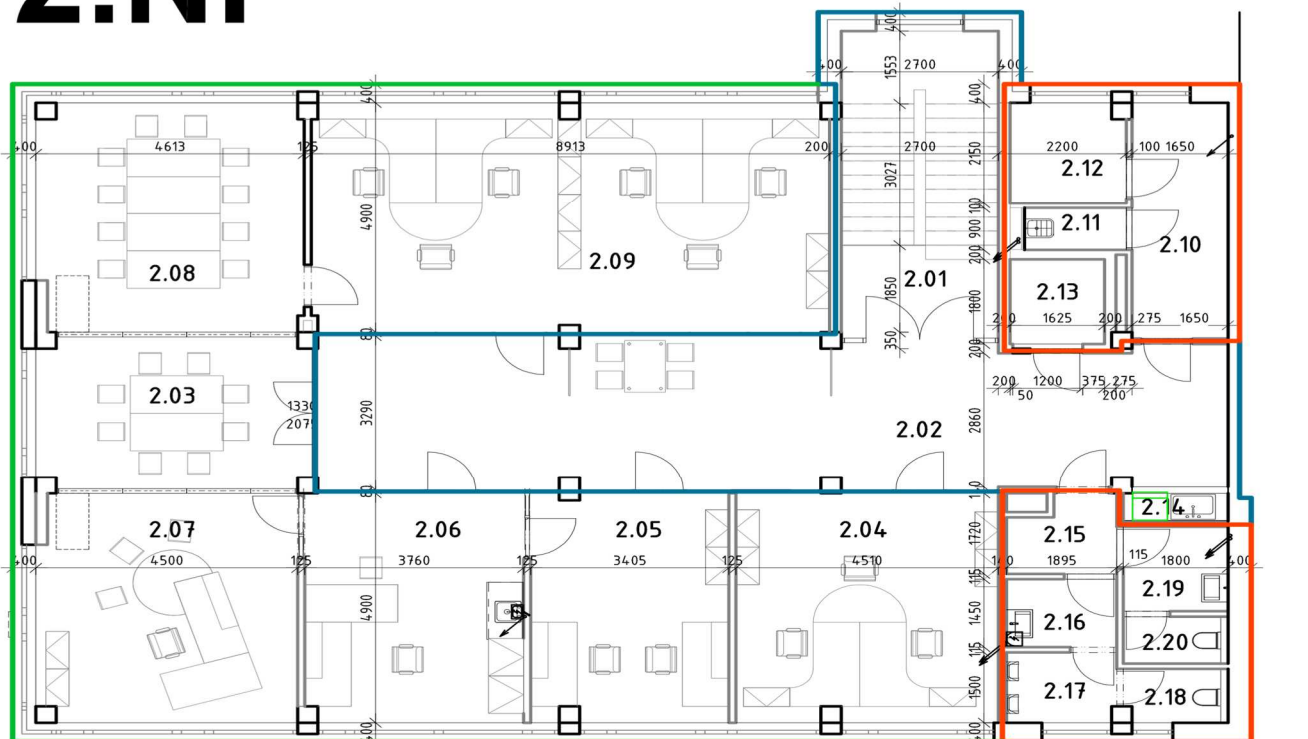
Zóna se nachází v 1. NP i v 2. NP, je strojně chlazená, řízeně větraná a částečně vytápěna pomocí vzduchotechniky. Čistá podlahová plocha zóny činí 344,46 m².

1.NP



- zóna č.1 komunikační prostory
- zóna č.2 hygienické zázemí
- zóna č.3 kanceláře

2.NP



- zóna č.1 komunikační prostory
- zóna č.2 hygienické zázemí
- zóna č.3 kanceláře

B.1.3 Geometrické charakteristiky budovy

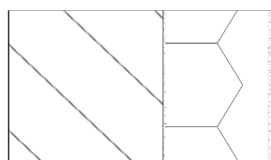
Geometrické charakteristiky budovy		
Parametr	jednotky	hodnota
Objem budovy V (Objem části budovy s vnitřním upravovaným prostředím vymezený vnějšími povrchy konstrukcí obálky budovy)	[m ³]	2218,1
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	1337,5
Objemový faktor budovy A/V	[m ² /m ³]	0,60
Celková energeticky vztažná plocha A _c	[m ²]	607,6

Tabulka 2 Geometrické charakteristiky budovy

B.1.4 Stavební řešení objektu

Vnější obvodová konstrukce

Po celém obvodu je tvořena keramickými tvárniciemi Porotherm 24 Profi na tenkosparou maltu se zateplením z expandovaného polystyrenu EPS tl. 180 mm.



Skladba vnější stěny :

Omítka Porotherm UNIVERSAL – tl. 10 mm

Zdivo Porotherm 24 PROFI – tl. 240 mm

Lepící vrstva pro ETICS – tl. 4 mm

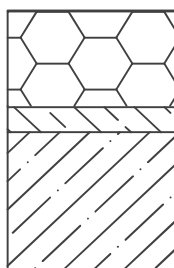
Tepelná izolace EPS 150 – tl. 180 mm

Základní vrstva pro ETICS – tl. 4 mm

Silikátová omítka tenkovrstvá PRO ETICS – tl. 2 mm

Konstrukce střechy

Nosná konstrukce jednoplášťové střechy je tvořena ŽB monolitickou deskou. Vypádování je provedeno pomocí cementové pěny PORIMETR, konstrukce je zateplena pomocí expandovaného polystyrenu ISOVER EPS 100 o tloušťce 280 mm. Hydroizolační funkci plní fólie FAFRAFOL 810 o tl. 1,5 mm.



Skladba jednoplášťové střechy :

Silikonová omítka – tl. 10 mm

ŽB monolitický strop – tl. 220 mm

Cem. pěna PORIMETR – tl. 40 mm

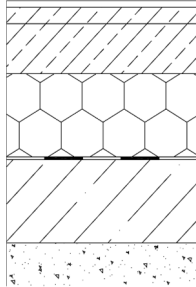
Parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstva

Tep. izolace ISOVER EPS 100 – tl. 280 mm

Hydroizolace FAFRAFOL 810 – tl. 1,5 mm

Podlaha k zemině

Nášlapná vrstva podlahy je tvořena keramickou dlažbou uloženou na hutném betonu. Tepelně izolační funkci plní expandovaný polystyren ISOVER EPS 100 o tl. 180 mm, hydroizolace je tvořena asfaltovým pásem HYDROBIT.



Skladba podlahy :

Dlažba keramická – tl. 8 mm

Beton hutný – tl. 20 mm

Beton hutný – tl. 60 mm

Tep. izolace ISOVER EPS 100 – tl. 180 mm

Hydroizolace HYDROBIT – tl. 3,5 mm

Beton hutný – tl. 100 mm

Výplně otvorů

Objekt je opatřen plastovými okny a plastovými vstupními dveřmi s izolačním dvojsklem.

B.1.5 Tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí

B.1.5.1 Součinitel prostupu tepla

Podle ČSN 73 0540-2:2011 musí průměrný součinitel prostupu tepla splnit požadavek

$$U_{em} \leq U_{em, N}$$

U_{em} je průměrný součinitel prostupu tepla budovy nebo vytápěné zóny ve $[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$.
 $U_{em, N}$ požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla ve $[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$.

Celková výměna tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředními vzájemně oddělenými stavební konstrukcí o tepelném odporu R s přilehlými mezními vzduchovými vrstvami, zahrnuje vliv všech tepelných mostů včetně vlivu prostupujících hmoždinek a kotev, které jsou součástí konstrukce, je definován vztahem :

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

Kde R_T je odpor konstrukce při prostupu tepla (z prostředí do prostředí) $[m^2 \cdot K/W]$. Vlastnost hodnotí vliv celé konstrukce a k ní přilehlých vzduchových vrstev na šíření tepla prostupem. Je odvozena z tepelného odporu konstrukce R . Vzájemný vztah součinitele prostupu tepla U , ve $W/(m^2 \cdot K)$, a tepelného odporu konstrukce R , v $m^2 \cdot K/W$, popř. odporu při prostupu tepla R_T , v $m^2 \cdot K/W$, je dán vztahy:

$$U_T(U) = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{Rt}$$

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

Součinitel prostupu tepla U , ve $W/(m^2 \cdot K)$ a odpor při prostupu tepla R_T , v $m^2 \cdot K/W$, vyjadřují prostup tepla celou konstrukcí. Proto musí zahrnovat vliv všech tepelných mostů a jiných zdrojů navýšení tepelných toků obsažených v konstrukci. Vliv tepelných mostů v konstrukci lze zanedbat, pokud jejich souhrnné působení je menší než 5 % součinitele prostupu tepla vypočteného s vlivem tepelných mostů.

B.1.5.2 Výpočet součinitele prostupu tepla

Podlaha přilehlá k zemině

č.v	materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	ΣR	Δu_{tbk}	U
		[m]	[W/(m.K)]	[m ² .K/W]					[m ² .K/W]
1	Dlažba keramická	0,01	1,01	0,01	0,17	0,00	6,147	0,02	$U_{N,20} = 0,45$
2	Betonová mazanina	0,02	1,23	0,02					$U_{rec,20} = 0,3$
3	Beton hutný	0,06	1,23	0,05					0,183
4	Tep. izolace ISOVER EPS 100	0,18	0,031	4,84					
5	Hydroizolace HYDROBIT	0,0035	0,21	0,02					
6	Beton hutný	0,10	1,23	0,08					

Tabulka 3 Podlaha přilehlá k zemině

Stěna vnější

č.v	materiál	d	λ	R	R_{si}	R_{se}	ΣR	Δu_{tbk}	U
		[m]	[W/(m.K)]	[m ² .K/W]					[m ² .K/W]
1	Silikátová omítka tenkovrstvá PRO ETICS	0,002	0,8	0,003	0,13	0,04	6,185	0,02	$U_{N,20} = 0,3$
2	Základní vrstva pro ETICS (vyztužená)	0,004	-	-					$U_{rec,20} = 0,25$
3	Tepelná izolace EPS 150	0,18	0,035	4,57					0,182
4	Lepící vrstva PRO ETICS	0,004	-	-					
5	Zdivo Porotherm 24 PROFÍ	0,24	0,28	0,857					
6	Omítka Porotherm UNIVERSAL	0,01	0,8	0,013					

Tabulka 4 Stěna vnější

Střecha plochá

č.v	materiál	d	λ	R	R _{si}	R _{se}	ΣR	Δt_{btk}	U
		[m]	[W/(m.K)]	[m ² .K/W]	[m ² .K/W]	[m ² .K/W]	[m ² .K/W]		[W/(m ² .K)]
1	Nosná ŽB konstrukce	0,22	1,74	0,13	0,1	0,04	8,440	0,02	$U_{N,20} = 0,16$
2	Spádová vrstva PORIMENT	0,04	0,07	0,60					$U_{\text{rec},20} = 0,24$
3	Parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstva	0,002	-	-					0,138
4	Tep. izolace ISOVER EPS 100	0,28	0,04	4,05					
5	Hydroizolace FAFRAFOL 810	-	-	-					

Tabulka 5 Střecha plochá

Výplně otvorů

typ výplně	U
	[W/(m ² .K)]
Okna plastová s izolačním dvojsklem	1,1
Dveře plastové s izolačním dvojsklem	1,2

Tabulka 6 Výplně otvorů

B.1.5.3 Porovnání součinitelů prostupu tepla s požadovanými a doporučenými hodnotami

Jedná se o novostavbu administrativní budovy. Všechny konstrukce jsou navrženy tak, aby splňovaly požadavky na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla.

Konstrukce obálky budovy	Součinitel prostupu tepla			
	Vypočtená hodnota U_{vyp}	Referenční hodnota $U_{N,20}$	Doporučená $U_{\text{rec},20}$	Splněno
	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	[W.m ⁻² .K ⁻¹]	[ano/ne]
Podlaha přilehlá k zemině	0,183	0,45	0,30	ANO ANO
Stěna vnější	0,182	0,30	0,25	ANO ANO
Střecha plochá	0,138	0,24	0,16	ANO ANO
Vnější výplň otvoru	1,10	1,50	1,20	ANO ANO
Dveřní výplň otvoru	1,20	1,70	1,20	ANO ANO

Tabulka 7 Porovnání součinitelů prostupu tepla

B.1.5.4 Energetický štítek obálky budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy:		Administrativní budova			Hodnocení obálky budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):		Václavská 204/125 619 00, Brno				
Katastrální území:		612146				
Parcelní číslo:		824/20				
Celková podlahová plocha $A_c = 607,6 \text{ [m}^2\text{]}$					stávající	doporučení
CI	velmi úsporná					
	A					
0,50	B					
	0,75					
	C					
1,00	D					
	1,50					
	E					
2,00	F					
	2,50					
	G					
mimořádně neekonomická						
KLASIFIKACE					B	B
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} \text{ [W/(m}^2\text{K)] } U_{em} = H_T/A$					0,25	0,19
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N} \text{ [W/(m}^2\text{K)]}$					0,37	0,37
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,18	0,27	0,37	0,55	0,73	0,91
Platnost štítku do (datum):				20.5.2030 (nebo do změny obálky budovy)		
Jméno a příjmení:				Josef Hlubinka		

B.2 Specifikace energetických systémů budovy

B.2.1 Vytápění a příprava teplé vody

Budova má navrženo samostatné vytápění, zdrojem tepla bude plynový kondenzační kompaktní kotel VISSMANN VITODENS 242-F o výkonu 19 kW. Kompaktní centrála je již z výroby připravena pro přímé připojení solárního zařízení. Modul solární regulace je již vestavěn a ovládá se pomocí regulace Vitotronic. Plynový kondenzační kotel s topnou plochou Inox-Radial dále při dodání obsahuje válcový hořák MatriX na zemní a zkapalněný plyn, expanzní nádobu, čerpadlo topného okruhu s regulovatelnými otáčkami a čerpadlem solárního okruhu, záchytnou nádobu solární kapaliny, pojistný ventil na solární straně, regulaci Vitotronic 200 pro ekvitermně řízený provoz. Součástí kotle je také integrovaný 170 litrový nerezový nabíjecí zásobník teplé vody. Účinnost zdroje je dle výrobce 98 %. Kotel bude umístěn v prostorách technické místnosti ve 2. NP.

Systém vytápění je teplovodní, dvoutrubkový s nuceným oběhem. Byly navrženy dvě hlavní větve rozvodů. Potrubí je měděné. Budova je osazena deskovými otopnými tělesy opatřenými ventily s termostatickou hlavicí.

Dále budou v objektu nainstalovány také dva přímotopné elektrické ohřívače Atrea EPO-PTC o max. výkonu 1,7 kW, sloužící pro potrubní ohřev vzduchu větracího systému.



Obrázek 21 Plynový kondenzační kotel [14]

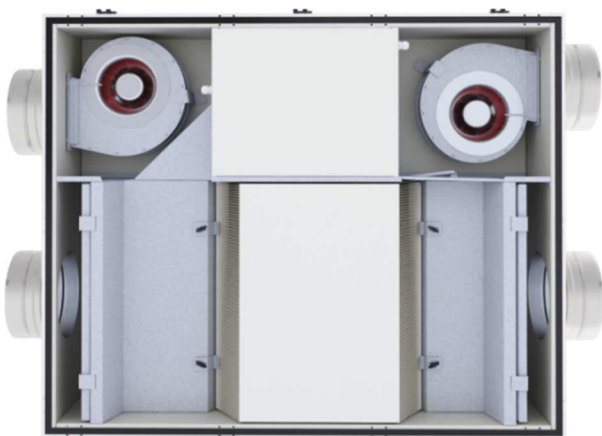


Obrázek 22 Přímotopný el. ohřívač ATREA [15]

B.2.2 Vzduchotechnika

V objektu budou umístěny dvě vzduchotechnické jednotky DUPLEX 580 ECV5-RD5-CF ve výkonové variantě 580 m³/h, určené pro řízené rovnotlaké větrání a výměnu vzduchu s rekuperací odpadního tepla v kancelářských prostorách 1NP a 2NP. Sestava je doplněna dvěma přímotopnými elektrickými ohřivači vzduchu řady EPO-PTC o max. výkonu 1,7 kW, sloužícím pro dohřev přiváděného vzduchu na optimální pokojovou teplotu a zároveň jako ochrana proti zámrazu rekuperačního výměníku. Přívod vzduchu je řešen přívodními vířivými anemostaty s nastavitelnými lamelami. Odvod vzduchu je řešen vířivými anemostaty a odvodními mřížkami.

V zóně 2 – hygienické zázemí jsou navrženy pouze odtahové ventilátory o výkonu 50 W pro jmenovitý objemový průtok 150 m³/h o 6 kusech.



Obrázek 23 Vzduchotechnická jednotka ATREA [16]

B.2.3 Chlazení

Pro zónu 3 – kancelářské prostory jsou navrženy dvě venkovní klimatizační jednotky FUJITSU Multi Split AOYG45LBT8 o výkonu 14 kW a příkonu 5,2 kW, umístěné na střeše objektu s připojenými vnitřními kompaktními kazetovými jednotkami FUJITSU AUYG09LVLA o výkonu 2,5 kW. Každá venkovní jednotka obsluhuje jedno podlaží a to až pomocí 8 vnitřních jednotek. Rozvody jsou vedeny měděným bezešvým předizolovaným potrubím ve stropních podhledech.

B.2.4 Úprava vlhkosti

Úprava vlhkosti v objektu je řešena pouze přirozeným větráním.

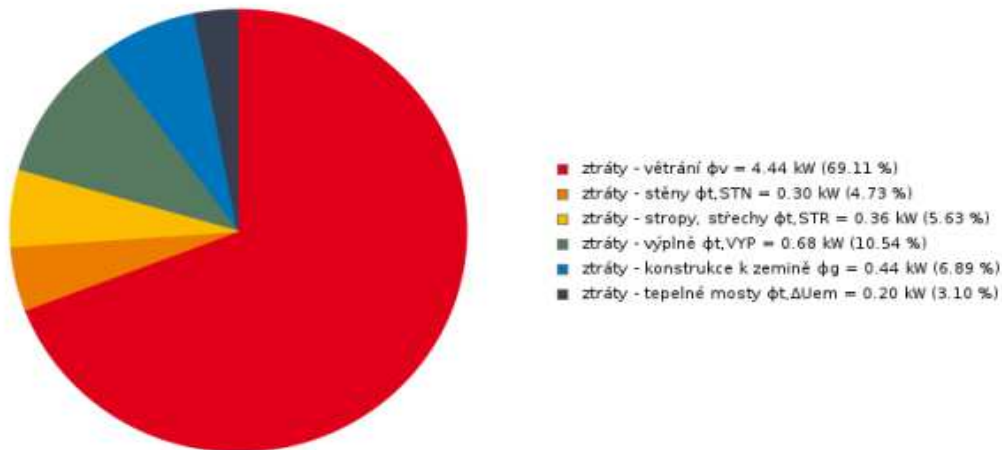
B.2.5 Osvětlení

K osvětlení objektu jsou navržena LED svítidla s nízkou spotřebou elektrické energie.

B.3 Analýza energetických potřeb a toků budovy

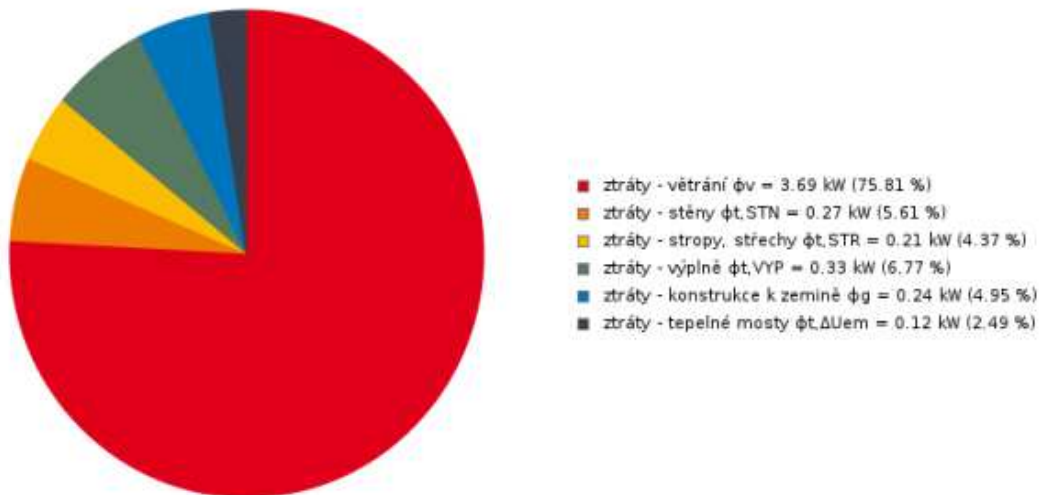
B.3.1 Tepelné ztráty a zisky

Následující grafy ukazují poměr tepelných ztrát a zisků prostupem konstrukcí a větráním v jednotlivých zónách daného objektu. Největší tepelné ztráty ve všech zónách tvoří ztráty větráním.



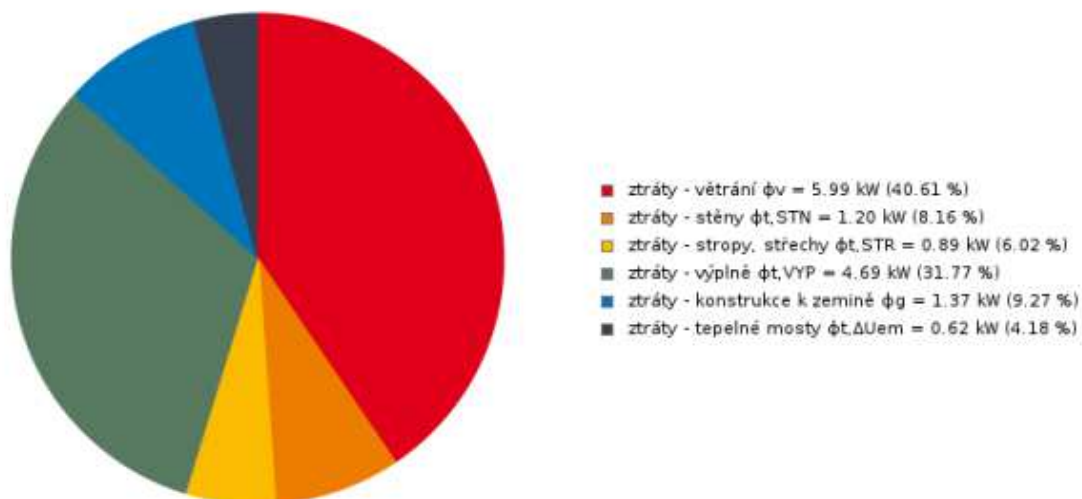
cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20\text{ °C}$,
extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -15\text{ °C}$,
orientační celkové tepelné ztráty zóny 1 $\phi_{H,nd} = 6,42\text{ kW}$

Graf 1 Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 1 pro hodnocenou budovu



cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20\text{ °C}$,
extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -15\text{ °C}$,
orientační celkové tepelné ztráty zóny 2 $\phi_{H,nd} = 4,86\text{ kW}$

Graf 2 Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 2 pro hodnocenou budovu

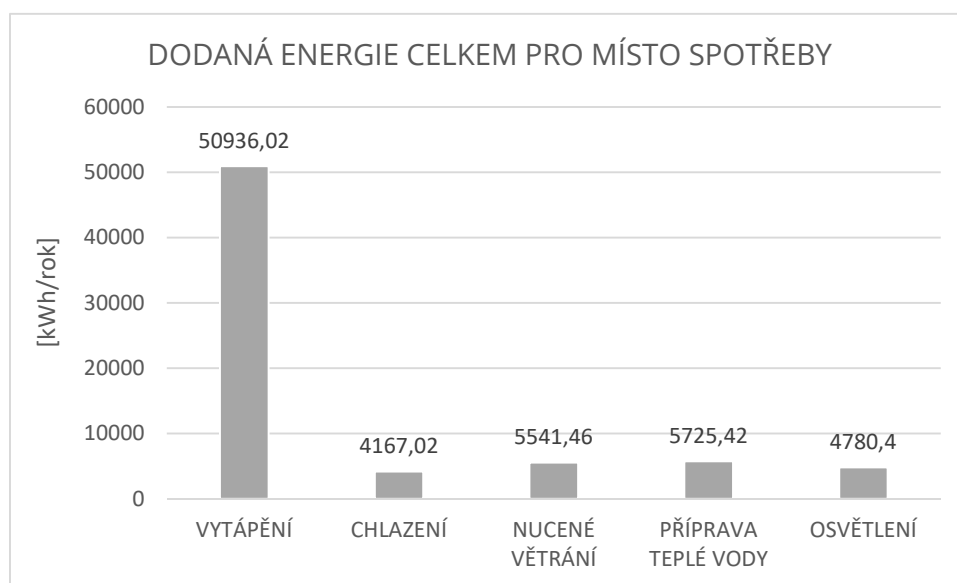


cílová teplota na vytápění v provozní dobu $\theta_i = 20\text{ °C}$,
 extrémní zimní návrhová teplota $\theta_e = -15\text{ °C}$,
 orientační celkové tepelné ztráty zóny 3 $\phi_{H,nd} = 14,76\text{ kW}$

Graf 3 Tepelné ztráty a zisky prostupem konstrukcí a větráním zóny 3 pro hodnocenou budovu

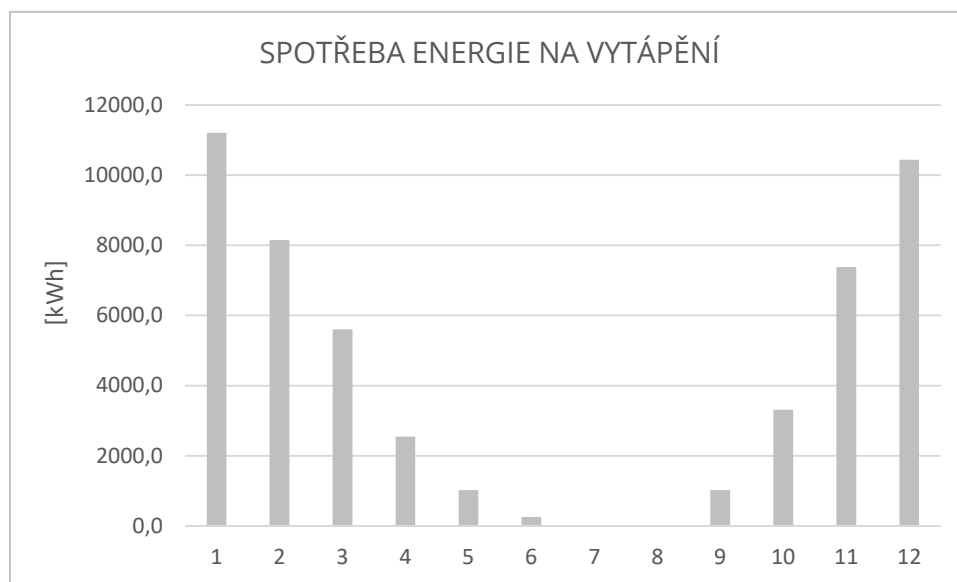
B.3.2 Dodaná energie pro spotřebu

Následující graf ukazuje rozdělení dodané energie pro spotřebu na vytápění, chlazení, nucené větrání, přípravu teplé vody a osvětlení. Nejvíce energie je nutné dodat na vytápění objektu.



Graf 4 Přehled dodané energie pro místo spotřeby

V návaznosti na předchozí graf, z něhož je patrné, že největší spotřeba energie padne na vytápění objektu, byl vytvořen graf, který ukazuje spotřebu energie na vytápění v jednotlivých měsících. Největších spotřeb energie je dosahováno v otopném období. Spotřeba energie v měsíci lednu a prosinci přesahuje hodnotu 10 MWh. Naopak v letních měsících jsou spotřeby energie na vytápění nulové.



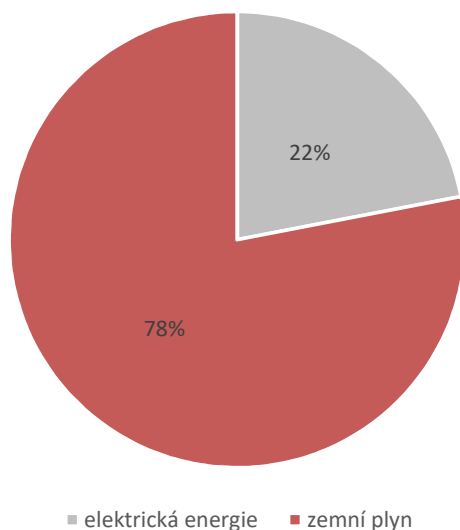
Graf 5 Spotřeba energie na vytápění

B.3.3 Rozdělení dodané energie

V následující tabulce jsou rozděleny spotřeby energie dle účelu spotřeby a dle užitého energonositele.

Účel spotřeby energie	Ergonositel	Energie [kWh/rok]
Vytápění	Zemní plyn	50 365,0
	Elektrická energie	571,0
Chlazení	Elektrická energie	4 167,0
Nucené větrání	Elektrická energie	5 541,5
Příprava teplé vody	Zemní plyn	5 154,4
	Elektrická energie	571,0
Osvětlení	Elektrická energie	4780,4
Zemní plyn celkem		55 519,4
Elektrická energie celkem		15 630,9
Celkem		71 150,3

Tabulka 8 Rozdělení dodané energie



Graf 6 Podíl energonositelů na dodané energii.

B.4 Návrh úsporných opatření

B.4.1 Výměna výplní

Jedná se o užití oken s lepšími tepelně izolačními vlastnostmi oproti původnímu návrhu. Navržena je výměna oken s původním součinitelem prostupu tepla $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ za okna se součinitelem prostupu tepla $U=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Předpokládaná cena opatření činí 700 Kč za m^2 plochy, pro celý objekt je to cca 99 tis. Kč. Předpokládaná úspora celkové dodané energie činí 5 600,2 kWh/ročně. Návratnost opatření činí 14 let.

B.5 Analýza alternativních systémů

V rámci zpracování průkazu energetické náročnosti budovy byla vypracována analýza alternativních systému dodávek energie a byly doporučeny některé vhodné systémy pro daný typ budovy.

Pro podporu ohřevu pitné vody a vytápění je doporučena instalace plochých slunečních kolektorů Vitosol 200 - FM s proměnlivou absorpční vrstvou ThermProtect o 2 kusech na střechu objektu. Kolektory budou umístěny na konstrukci z hliníkových profilů o sklonu 30° směřované na jižní stranu. Systém pokryje 45 % potřeby tepla. V objektu je instalován kondenzační kompaktní plynový kotel VITODENS 242-F, který je k dodatečnému zapojení slunečních kolektorů připraven a obsahuje všechny potřebné

komponenty, včetně integrovaného solárního zásobníku a modulu solární regulace.

Pro pokrytí potřeby teplé vody je vhodné taktéž využití tepelného čerpadla vzduch-voda.

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla není pro tuto budovu vhodná z důvodu nadměrných přebytků tepla v letním období a pro absenci vhodných prostorů pro umístění kogenerační jednotky, užití centrální soustavy zásobování teplem a chladem je nevhodné pro absenci rozvodů v okolí posuzované budovy.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

C – PROJEKT PENB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Hlubinka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2020

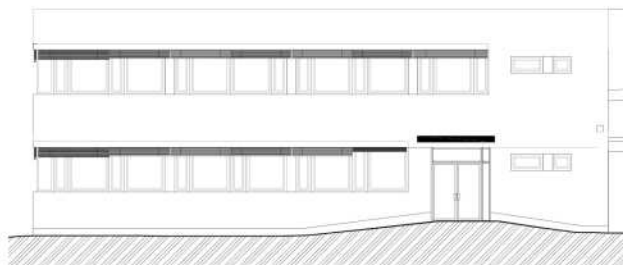
C PROJEKT PENB

Tato část obsahuje vygenerovaný průkaz energetické náročnosti administrativní budovy, hodnocené jako budova s téměř nulovou spotřebou energie. Průkaz je zhotoven v programu Energetika od společnosti Deksoft.

Průkaz energetické náročnosti budovy

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov ve znění
pozdějších předpisů

Přístavba administrativní budovy
Vídeňská 204/125
619 00, Brno
katastrální území Přízřenice [612146]
parc. č. 824/20



Energetický specialista

Josef Hlubinka
Číslo oprávnění: -

Evidenční číslo

PENB

Datum vydání

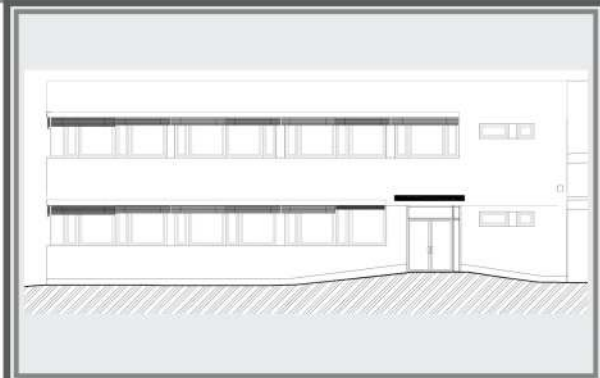
20.5.2020

Verze dokumentu

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: **Vídeňská 204/125, k.ú. 612146,**
p.č. 824/20
PSČ, místo: **619 00, Brno**
Typ budovy: **Administrativní budova**
Plocha obálky budovy: **1337.47** m²
Objemový faktor tvaru A/V: **0.60** m²/m³
Celková energeticky vztažná plocha: **607.6** m²

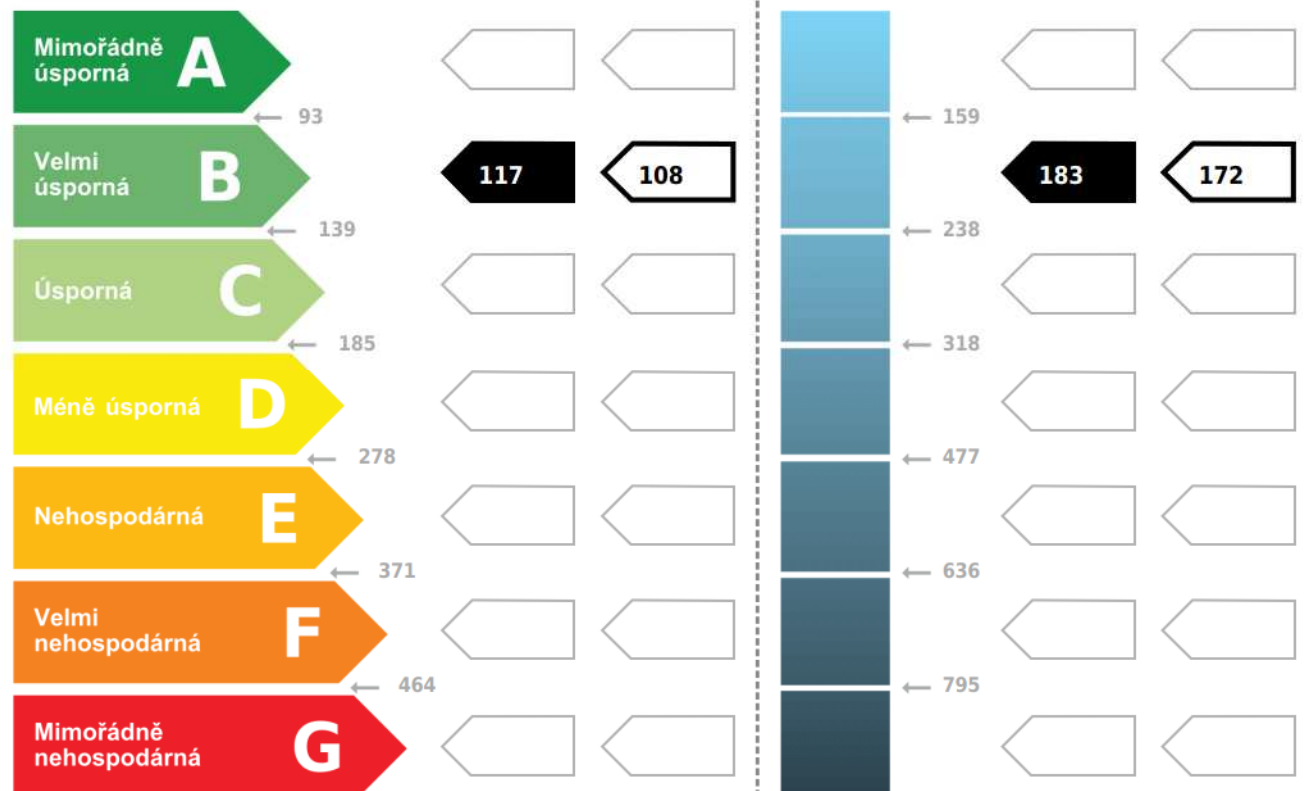


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

Celková dodaná energie
(Energie na vstupu do budovy)

Neobnovitelná primární energie
(Vliv provozu budovy na životní prostředí)

Měrné hodnoty kWh/(m²·rok)



Hodnoty pro celou budovu
MWh/rok

71.2

111.2

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

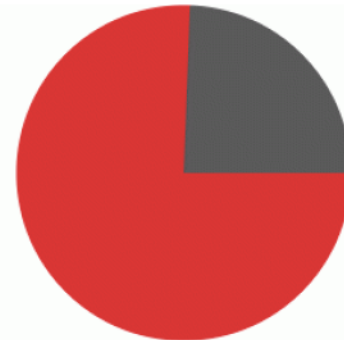
Opatření pro	Stanovena
Vnější stěny:	<input type="checkbox"/>
Okna a dveře:	<input checked="" type="checkbox"/>
Střechu:	<input type="checkbox"/>
Podlahu:	<input type="checkbox"/>
Vytápění:	<input type="checkbox"/>
Chlazení/klimatizaci:	<input type="checkbox"/>
Větrání:	<input type="checkbox"/>
Přípravu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

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

Doporučení

PODÍL ENERGOONOSITELŮ NA DODANÉ ENERGI

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ zemní plyn: 53.8
■ elektrická energie: 17.4

UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

	Obálka budovy	Vytápění	Chlazení	Větrání	Úprava vlhkosti	Teplá voda	Osvětlení
	U_{em} W/(m ² ·K)	Dílčí dodané energie				Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)	
Mimořádně úsporná	A						7.9
	B	0.19				9.4	9.4
	C	0.25	83.8	74.4			
	D		6.9	7.1	9.1	9.1	
	E						
	F						
	G						
Mimořádně neekonomická							
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok		50.9	4.2	5.5		5.7	4.8

Zpracovatel: **Josef Hlubinka**

Kontakt: **Kořenec 89, 680 01, Kořenec**

johll@seznam.cz

Osvědčení č.: -

Vyhotoveno dne: **20.5.2020**

Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

Evidenční číslo z databáze ENEX:

PENB

Účel zpracování průkazu

<input checked="" 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 type="checkbox"/> Jiný účel zpracování:	

Typ nastaveného požadavku (referenční budovy)

typ referenční budovy:	období referenční budovy:
<input type="checkbox"/> dokončená budova a její změna	<input type="checkbox"/> do 31.12.2014
<input type="checkbox"/> nová budova	<input checked="" type="checkbox"/> po 1.1.2015
<input checked="" type="checkbox"/> budova s téměř nulovou spotřebou energie	

Základní informace o hodnocené budově

Identifikační údaje budovy	
Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ):	Brno, Vídeňská 204/125, 619 00
Katastrální území:	612146
Parcelní číslo:	824/20
Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu):	2022
Vlastník nebo stavebník:	ROTA spol. s.r.o.
Adresa:	Vídeňská 203/125 203/125 619 00 Brno
IČ:	634 65 229
Tel./e-mail:	Ing. Miloš Rothbauer + 420 542 171 111 / info@rotaspol.cz

Typ budovy		
<input type="checkbox"/> Rodinný dům	<input type="checkbox"/> Bytový dům	<input type="checkbox"/> Budova pro ubytování a stravování
<input checked="" 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]	2 218,1
Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V)	[m ²]	1 337,5
Objemový faktor tvaru budovy A/V	[m ² /m ³]	0,60
Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c	[m ²]	607,6

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

Informace o stavebních prvcích a konstrukcích a technických systémech

A) stavební prvky a konstrukce

a.1) požadavky na součinitel prostupu tepla

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z1)	Plocha A_j [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
STN-1 1-EXT Nosná stěna JIH	44,8	0,18	-	-	1,00	8,15
STN-4 1-EXT Nosná stěna SEVER	2,9	0,18	-	-	1,00	0,53
VYP-11 1-EXT VSTUPNÍ DVEŘE SEVER	5,9	1,20	-	-	1,00	7,13
VYP-14 1-EXT OKNA JIH	1,7	1,10	-	-	1,00	1,82
VYP-15 1-EXT OKNO JIH - SCHODIŠŤOVÝ PROSTOR	9,5	1,10	-	-	1,00	10,40
STR-19 1-EXT Jednoplášťová střecha	74,9	0,14	-	-	1,00	10,33
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	2,79
PDL(z)-8 1-ZEM Podlaha na zemině	144,5	0,18	-	-	0,53	12,63
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-		2,89
Celkem	284,1	-	-	-	-	56,66

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

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z2)	Plocha A_j [m ²]	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j [-]	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ [W/K]
		Vypočtená hodnota U_j [W/(m ² .K)]	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ [W/(m ² .K)]	Splněno (ANO/NE)		
STN-2 2-EXT Nosná stěna JIH	13,9	0,18	-	-	1,00	2,53

STN-5 Nosná stěna SEVER	2-EXT	29,0	0,18	-	-	1,00	5,27
VYP-12 OKNA SEVER	2-EXT	2,3	1,10	-	-	1,00	2,51
VYP-16 OKNA JIH	2-EXT	6,3	1,10	-	-	1,00	6,90
STR-20 Jednoplášťová střecha	2-EXT	44,0	0,14	-	-	1,00	6,07
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-	-	1,91
PDL(z)-9 Podlaha na zemině	2-ZEM	77,5	0,18	-	-	0,54	6,88
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]		-	-	-	-		1,55
Celkem		172,9	-	-	-	-	33,61

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

Konstrukce obálky budovy (ZÓNA Z3)	Plocha A_j	Součinitel prostupu tepla			Činitel teplotní redukce b_j	Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$	
		Vypočtená hodnota U_j	Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$	Splněno			
		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[W/(m ² .K)]			(ANO/NE)
STN-3 Nosná stěna JIH	3-EXT	58,1	0,18	-	-	1,00	10,57
STN-6 Nosná stěna SEVER	3-EXT	64,2	0,18	-	-	1,00	11,68
STN-7 Nosná stěna VÝCHOD	3-EXT	66,8	0,18	-	-	1,00	12,16
VYP-13 OKNA SEVER	3-EXT	43,0	1,10	-	-	1,00	47,34
VYP-17 OKNA JIH	3-EXT	43,0	1,10	-	-	1,00	47,34
VYP-18 OKNA VÝCHOD	3-EXT	35,7	1,10	-	-	1,00	39,31
STR-21 Jednoplášťová střecha	3-EXT	184,0	0,14	-	-	1,00	25,39

Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-	-	9,90
PDL(z)-10 3-ZEM Podlaha na zemině	385,7	0,18	-	-	0,60	39,09
Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)]	-	-	-	-		7,71
Celkem	880,5	-	-	-	-	250,49

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

a.2) požadavky na průměrný součinitel prostupu tepla

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny V_j	Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla zóny $U_{em,R,j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² .K)]
zóna 1 - Komunikační prostory	20,0	526,58	0,20
zóna 2 - Hygienické zázemí	20,0	281,15	0,20
zóna 3 - Kanceláře	20,0	1410,32	0,29

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	Vypočtená hodnota U_{em} ($U_{em} = H_T/A$)	Referenční hodnota $U_{em,R}$ ($U_{em,R} = \Sigma(V_j \cdot U_{em,R,j})/V$)	Splněno
	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	(ANO/NE)
Budova celkem	0,25	0,26	ANO

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

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

Hodnocená budova/zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění	Jmenovitý tepelný výkon	Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$	Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$	Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[%] / [-]	[%]	[%]
Referenční budova	x¹⁾	x	x	x	80 / -	85	80
Z1	K 1	zemní plyn	100	19	98 / -	87	89
Z2	K 1	zemní plyn	100	19	98 / -	87	89
Z3	K 1	zemní plyn	90	19	98 / -	87 (89)	89 (82)
	K 2	elektrická energie	5	1.7	94 / -		
	K 3	elektrická energie	5	1.7	94 / -		

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

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

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

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Účinnost výroby energie zdrojem tepla $\eta_{H,gen}$ nebo $COP_{H,gen}$	Účinnost výroby energie referenčního zdroje tepla $\eta_{H,gen,rq}$ nebo $COP_{H,gen}$	Požadavek splněn
	(-)	[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
Z1 , Z2 , Z3	K 1 - kotel - plynový kondenzační Vitodens 242-F	98	-	-
Z3	K 2 - Ohřev VZT	94	-	-
Z3	K 3 - Ohřev VZT	94	-	-

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

b.2.a) chlazení

Hodnocená budova / zóna	Typ zdroje	Energonositel	Pokrytí dílčí potřeby energie na chlazení	Jmenovitý chladicí výkon	Chladicí faktor zdroje chladu $EER_{C,gen}$	Účinnost distribuce energie na chlazení $\eta_{C,dis}$	Účinnost sdílení energie na chlazení $\eta_{C,em}$
	(-)	(-)	[%]	[kW]	[-]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	2,7	85	85
Z3	CHL 1	elektrická energie	43	14	2,90	100	100
	CHL 2	elektrická energie	57	14	2,90		

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)
Z3	CHL 1 - Multi Split -1NP	2,70	-	-
Z3	CHL 2 - Multi Split - 2NP	2,70	-	-

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

b.3.) větrání

Hodnocená budova / zóna	Typ větracího systému	Energonositel	Tepelný výkon	Chladicí výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na větrání	Jmenovitý elektrický příkon systému větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Měrný příkon ventilátoru systému nuceného větrání SFP_{ahu}
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[m ³ /h]	[Ws/m ³]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	x	1750
Z2	VZT 2 - odvodní	elektrina			100	0,200	600	1 200
Z3	VZT 1 - přívodně odvodní	elektrina	1,70		100	0,346	565	2 205
	VZT 3 - přívodně odvodní	elektrina	1,70		100	0,346	565	2 205

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému vlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí dodané energie na úpravu vlhkosti	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému vlhčení $\eta_{RH+,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	70
Z1	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-
Z3	-	-	-	-	-	-

b.4.b) úprava vlhkosti vzduchu - odvlhčení

Hodnocená budova / zóna	Typ systému odvlhčení	Energonositel	Jmenovitý elektrický příkon	Jmenovitý tepelný výkon	Pokrytí dílčí potřeby energie na úpravu odvlhčení	Jmenovitý chladicí výkon	Účinnost zdroje úpravy vlhkosti systému odvlhčení $\eta_{RH-,gen}$
	(-)	(-)	[kW]	[kW]	[%]	[kW]	[%]
Referenční budova	x	x	x	x	x	x	65
Z1	-	-	-	-	-	-	-
Z2	-	-	-	-	-	-	-
Z3	-	-	-	-	-	-	-

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 $\eta_{W,gen} / COP_{W,gen}^{(2)}$	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]	[%] / [-]	[kWh/(lden)]	[kWh/(mden)]
Referenční budova	x ¹⁾	x	x	x	x	85 / -	0,0070 (0,0050)	0,1500
TV 1 (Z2)	TV _{sys} 1	zemní plyn	100	K-1 [19]	170.00	K-1 [98/-]	0.0064	0.0421

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

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

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

Hodnocená budova / zóna	Typ systému k přípravě teplé vody	Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody	Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody	Požadavek splněn
		$\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$	$\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$	
(-)		[%] nebo [-]	[%] nebo [-]	(ANO/NE)
TV 1 (Z2)	K 1 - kotel - plynový kondenzační Vitodens 242-F	98	-	-

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 vztahovaný k osvětlenosti zóny
		[%]	[kW]	$P_{L,tx}$ [W/(m ² lx)]
Referenční budova	x	x	x	0,10
Zóna 1	Umělé osvětlení - komunikační osvětlení	100,0	$P_n = 0,158$ $P_{em} = 0,012$	0,026
Zóna 2	Osvětlení - hygienické zázemí	100,0	$P_n = 0,079$	0,026
Zóna 3	Osvětlení - kanceláře	100,0	$P_n = 2,289$	0,023

Energetická náročnost hodnocené budovy

a) seznam uvažovaných zón a dílčí dodané energie v budově

Hodnocená budova/zóna	Vytápěná EP_H	Chlazení EP_C	Nucené větrání EP_F		Příprava teplé vody EP_W	Osvětlení EP_L	Výroba z OZE nebo kombinované výroby elektřiny a tepla	
			Bez úpravy vlhčení	S úpravou vlhčení			Pro budovu	i dodávku mimo budovu
Z1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		
Z2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Z3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		

b) dílčí dodané energie

ř.			Vytápění		Chlazení		Větrání		Úprava vlhkosti vzduchu		Příprava teplé vody		Osvětlení	
			Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova	Ref. Budova	Hod. budova
(1)	Potřeba energie	[kWh/rok]	29 945	38 088	4 035,3	2 516,4	-	-	0,00	0,00	3 497,3	3 497,3	-	-
(2)	Vypočtená spotřeba energie	[kWh/rok]	55 045	50 365	2 068,6	867,72	4 282,3	5 432,4	0,00	0,00	8 303,2	5 154,4	36 031	4 780,4
(3)	Pomocná energie	[kWh/rok]	571,02	571,02	2 756,9	3 299,3	109,06	109,06	0,00	0,00	571,02	571,02	-	-
(4)	Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3)	[kWh/rok]	55 616	50 936	4 825,5	4 167,0	4 391,4	5 541,5	0,00	0,00	8 874,2	5 725,4	36 031	4 780,4
(5)	Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ²	[kWh/(m ² rok)]	91,53	83,83	7,94	6,86	7,23	9,12	0,00	0,00	14,61	9,42	59,30	7,87

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

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

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

Ergonositel	Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie	Faktor celkové primární energie	Faktor neobnovitelné primární energie	Celková primární energie	Neobnovitelná primární energie
	[kWh/rok]	[-]	[-]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
elektrická energie	17 360,05	3,2	3,0	55 552,15	52 080,14
zemní plyn	53 790,22	1,1	1,1	59 169,25	59 169,25
Celkem	71 150,27	x	x	114 721,39	111 249,39

e) požadavek na celkovou dodanou energii

(6)	Referenční budova	[kWh/rok]	109 738,73	Splněno (ANO/NE)	ANO
(7)	Hodnocená budova		71 150,27		
(8)	Referenční budova	[kWh/(m ² rok)]	180,61		
(9)	Hodnocená budova		117,10		

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

(10)	Referenční budova	[kWh/rok]	187 968,91	Splněno (ANO/NE)	ANO
(11)	Hodnocená budova		111 249,39		
(12)	Referenční budova (ř.10 / m ²)	[kWh/(m ² rok)]	309,36		
(13)	Hodnocená budova (ř.11 / m ²)		183,10		

g) primární energie hodnocené budovy

(14)	Celková primární energie	[kWh/rok]	114 721,39
(15)	Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11)	[kWh/rok]	3 472,01
(16)	Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100)	[%]	3,03

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

Posouzení proveditelnosti				
Alternativní systémy	Místní systémy dodávky energie využívající energie z OZE	Kombinovaná výroba elektriny a tepla	Soustava zásobování tepelnou energií	Tepelné čerpadlo
Technická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekonomická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Ekologická proveditelnost	ANO	NE	NE	ANO
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	<p>Pro podporu ohřevu pitné vody a vytápění budou na střechu budovy instalovány ploché sluneční kolektory Vitosol 200 - FM s proměnlivou absorpční vrstvou ThermProtect o 2 kusech. Kolektory budou umístěny na konstrukci z hliníkových profilů o sklonu 30° směřované na jižní stranu. Systém pokryje 45% potřeby tepla. V objektu je instalován kondenzační kompaktní plynový kotel VITODENS 242-F, který je k dodatečnému zapojení slunečních kolektorů připraven a obsahuje všechny potřebné komponenty, včetně integrovaného solárního zásobníku a modulu solární regulace.</p> <p>Pro pokrytí potřeby teplé vody je vhodné taktéž využití tepelného čerpadla vzduch-voda.</p> <p>Kombinovaná výroba elektriny a tepla není pro tuto budovu vhodná z důvodu nadměrných přebytků tepla v letním období a pro absenci vhodných prostorů pro umístění kogenerační jednotky, užití centrální soustavy zásobování teplem a chladem je nevhodné pro absenci rozvodů v okolí posuzované budovy.</p>			
Datum zpracování analýzy	15. 5. 2020			
Zpracovatel analýzy	Josef Hlubinka			
Energetický posudek	povinnost vypracovat energetický posudek			ANO
	energetický posudek je součástí analýzy			NE
	datum vypracování energetického posudku			-
	zpracovatel energetického posudku			-

Stanovení doporučených opatření pro snížení energetické náročnosti budovy

Popis opatření	Předpokládaná dodaná energie	Předpokládaná úspora celkové dodané energie	Předpokládaná úspora neobnovitelné primární energie
	[MWh/rok]	[kWh/rok]	[kWh/rok]
<i>Stavební prvky a konstrukce budovy:</i>			
OP _s 1 - Užití oken s lepšími tepelně technickými parametry	-	5 600,20	6 820,59
<i>Technické systémy budovy:</i>			
vytápění	-	-	-
chlazení	-	-	-
větrání	-	-	-
úprava vlhkosti vzduchu	-	-	-
příprava teplé vody	-	-	-
osvětlení	-	-	-
<i>Obsluha a provoz systémů budovy:</i>			
-	-	-	-
<i>Ostatní - uveďte jaké:</i>			
-	-	-	-
Celkově	65,55	5 600,2	6 820,6

Posouzení vhodnosti doporučených opatření				
Opatření	Stavební prvky a konstrukce budovy	Technické systémy budovy	Obsluha a provoz systémů budovy	Ostatní - uvést jaké
Technická vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Funkční vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Ekonomická vhodnost	ANO	NE	NE	NE
Doporučení k realizaci a zdůvodnění	Na danou budovu byla z důvodu snížení tepelných ztrát navržena výměna oken s původním součinitelem prostupu tepla $U=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ za okna s lepšími tepelně technickými parametry - $U=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$. Cena tohoto opatření je 700 Kč za m^2 na 1 kus, to při celkovém počtu oken činí dohromady 99 tis. Kč. Návratnost navržených opatření činí 14 let.			
Datum vypracování doporučených opatření	20. 5. 2020			
Zpracovatel navržených doporučených opatření	Josef Hlubinka			
Energetický posudek	Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření			ANO
	Datum vypracování energetického posudku			20. 5. 2020
	Zpracovatel energetického posudku			Josef Hlubinka

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

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

Identifikační údaje energetického specialisty, který zpracoval průkaz

Jméno a příjmení	Josef Hlubinka
Číslo oprávnění MPO	-
Podpis energetického specialisty	

Datum vypracování průkazu

Datum vypracování průkazu	20.5.2020
---------------------------	-----------

Zdroj informací

Zdroj informací	https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis/i-ekis/
-----------------	---

ZÁVĚR

V této bakalářské práci bylo nastíněno téma biomasy a jejího možného využití k vytápění objektů a zpracován průkaz energetické náročnosti budovy. Výpočtová část byla aplikována na novostavbu administrativní budovy, hodnocené jako budova s téměř nulovou spotřebou energie. Součástí výpočtu bylo také navržení úsporného opatření, v tomto případě byla doporučena instalace oken s lepšími tepelně technickými vlastnostmi.

Do části C byl vložen výstup z programu DEKSOFT, tedy zpracovaný průkaz energetické náročnosti administrativní budovy, který byl stanoven dle zákona. č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií a vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov. Hodnocení novostavby administrativní budovy spadlo do klasifikační třídy B - velmi úsporná.

CITACE

- [1] Biomasa. *Tzb-info.cz* [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/biomasa>
- [2] VOBOŘIL, David. Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. *oEnergetice.cz* [online]. 6. února 2017 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/technologie/obnovitelne-zdroje-energie/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody>
- [3] STUDENÍK, Jiří a Michal SVITAVSKÝ. *Energie větru, vody, biomasy: Využití biomasy* [online]. [cit. 2020-05-17]. ISBN 978-80-88058-08-3. Dostupné z: <https://publi.cz/books/90/17.html>
- [4] STUPAVSKÝ, Vladimír. [O vytápění biomasou od A až do Z]. *tzb-info.cz* [online]. 2012, 13.7.2012 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/peletky/8814-o-vytapeni-biomasou-od-a-az-do-z>
- [5] LYČKA, Zdeněk. *Dřevní peleta, aneb, Peleta mýtů zbavená*. Krnov: Vydavatelství LING, 2011. ISBN 978-80-904914-0-3.
- [6] STUPAVSKÝ, Vladimír. Skladování dřevních pelet – technická norma pro obytné domy a malé instalace. *tzb-info.cz* [online]. 23.3.2020 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/peletky/20391-skladovani-drevnich-pelet-technicka-norma-pro-obytne-domy-a-male-instalace>
- [7] Příručka pro výstavbu sil a skladování dřevních pelet. *www.ceska-peleta.cz* [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.ceska-peleta.cz/wp-content/uploads/Skladování-pelet-a-výstavba-sil.pdf>
- [8] Textilní zásobníky. <https://www.atmos.eu/> [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/textilni-zasobniky/>
- [9] Systémy pro vytápění peletami s kotly ...: Skladování pelet. <http://www.ponast.cz/> [online]. 04.2014 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: http://www.ponast.cz/userfiles/file/ke-stazeni/man_projcz_14_04_14.pdf
- [10] STUPAVSKÝ, Vladimír. Národní pokyny pro skladování pelet a výstavbu peletových skladů. *Tzb-info.cz* [online]. 14.12.2015 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/peletky/13583-narodni-pokyny-pro-skladovani-pelet-a-vystavbu-peletovych-skladu>

- [11] LYČKA, Zdeněk. *Dřevní peleta II spalování v malých zdrojích tepla*. Krnov: LING Vydavatelství, 2011. ISBN 978-80-904914-1-0.
- [12] *Kamna na pelety* [online]. [cit. 2020-05-25]. Dostupné z: <https://www.ceska-peleta.cz/kamna-na-pelety/>

CITACE OBRÁZKŮ

- [1] FAJMON, Daniel. Jaké palivové dříví. In: *Tomikup.cz* [online]. 29. února 2016 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://magazin.tomikup.cz/2016/02/jake-palivove-drivi/>
- [2] Topení peletami a štěpka na topení: Levné a čisté vytápění. In: *Ekolid.cz* [online]. 13. března 2013 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.ekolid.cz/topeni-peletami-a-stepka-na-topeni-levne-a-ciste-vytapeni/>
- [3] Dřevěné brikety. In: *Biom.cz* [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/obrazek/drevene-brikety>
- [4] ŠÍPKOVÁ, V., Š. KORBELOVÁ a J. LABUDEK. *STAVEBNÍ TEPELNÉ IZOLACE PRO SVISLÉ KONSTRUKCE*. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2014. ISBN 978-80-248-3661-4.
- [5] Odpadové hospodářstvo - Hobliny. In: *123dopyt.sk* [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://dodavatelja.123dopyt.sk/140537-jan-zmuda-drevovyroba/ponuka/431071-odpadove-hospodarstvo-hobliny>
- [6] HORČÍK, Jan. Nazeleno.cz píše: biomasa zdražuje, ceny pelet zvýší náklady na topení. In: *Ekologickébydlení.eu* [online]. 22. května 2009 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.ekobydleni.eu/energie/nazelenocz-pise-biomasa-zdrazuje-ceny-pelet-zvysi-naklady-na-topeni>
- [7] STUPAVSKÝ, Vladimír. O vytápění biomasou od A až do Z. In: *Tzb-info.cz* [online]. 13.7.2012 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/peletky/8814-o-vytapeni-biomasou-od-a-az-do-z>
- [8] Instalace kotelny na peletky. In: *Opop.cz* [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <http://test27.nowonet.com/instalace-peletkove-kotelny.php>
- [9] LACHOUTOVÁ, Šárka. Komfortní vytápění peletami s dotací 95000 Kč. In: *Energoportál.cz: Zásobníky na pelety* [online]. 18. října 2010 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.energoportal.cz/magazin/paliva/2010-10-komfortni-vytapeni-peletami-s-dotaci.html?sablona=tisk>

- [10] Systémy pro vytápění peletami s kotly ...: Skladování pelet. <http://www.ponast.cz/>[online]. 04.2014 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: http://www.ponast.cz/userfiles/file/ke-stazeni/man_projcz_14_04_14.pdf
- [11] STUPAVSKÝ, Vladimír. Národní pokyny pro skladování pelet a výstavbu peletových skladů. In: *Tzb-info.cz* [online]. 14.12.2015 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/peletky/13583-narodni-pokyny-pro-skladovani-pelet-a-vystavbu-peletovych-skladu>
- [12] Ivory a Fröling: Kotelna na biomasu v Hostomicích. In: *Ceska-peleta.cz* [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.ceska-peleta.cz/zpravy-z-tisku/ivory-a-froling-kotelna-na-biomasu-v-hostomicich/>
- [13] LYČKA, Zdeněk. *Dřevní peleta II spalování v malých zdrojích tepla*. Krnov: LING Vydavatelství, 2011. ISBN 978-80-904914-1-0.
- [14] Technologická brožura: Plynová kondenzační technika VITODENS VITOCROSSAL. In: *Viessmann.cz* [online]. 07. 2019 [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: https://www.viessmann.cz/content/dam/vi-brands/CZ/Pdf/Prospekty/Plynova_kondenzacni_technika.pdf/_jcr_content/renditions/original.media_file.download_attachment.file/Plynova_kondenzacni_technika.pdf
- [15] Atrea EPO-PTC 160/0,7 kW ohřívač vzduchu A161201. In: <https://www.venta.cz/>[online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.atreaeshop.cz/43658,atrea-epo-ptc-160-0-7-kw-ohrivac-vzduchu-a161201.html>
- [16] Rekuperační jednotky EC5 + ECV5. In: *Venta.cz* [online]. [cit. 2020-05-17]. Dostupné z: <https://www.atreaeshop.cz/cs/clanky/rekuperacni-jednotky-ec5-ecv5/>

SEZNAM POUŽITÝCH NOREM A VYHLÁŠEK

1. Vyhláška č. 477/2012 Sb. *Vyhláška o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla nebo biometanu a o stanovení a uchovávání dokumentů*
2. ČSN EN ISO 17225-1 *Tuhá biopaliva – Specifikace a třídy paliv – Část 1: Obecné požadavky*
3. ČSN EN ISO 17225-2 *Tuhá biopaliva – Specifikace a třídy paliv – Část 2: Tříděné dřevní pelety*
4. ČSN EN ISO 20023 (83 8205) *Tuhá biopaliva - Bezpečnost pelet z tuhých biopaliv - Bezpečná manipulace a skladování při použití dřevních pelet v obytných a jiných malých instalacích.*
5. ČSN 73 0540-2:2011 *Tepelná ochrana budov – Část 2*
6. Zákon č. 406/200 Sb. *o hospodaření energií*
7. Vyhláška č. 78/2013 Sb. *o energetické náročnosti budov*

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

NP – nadzemní podlaží

TV – teplá voda

PENB – průkaz energetické náročnosti budovy

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1 POLENOVÉ DŘEVO [1].....	14
OBRÁZEK 2 ŠTĚPKA [2].....	14
OBRÁZEK 3 DŘEVĚNÉ BRIKETY [3].....	14
OBRÁZEK 4 SLÁMOVÉ BALÍKY [4]	14
OBRÁZEK 5 DŘEVĚNÝ ODPAD – PILINY, HOBLINY [5].....	14
OBRÁZEK 6 PELETY [6]	14
OBRÁZEK 7 GRAF NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ DLE TYPU PALIVA [7]	15
OBRÁZEK 8 CISTERNOVÉ ZÁSOBNÍ PELETAMI A PODÁVACÍ SYSTÉM PELET [7]	17
OBRÁZEK 9 PELETOVÝ KOTEL SE STANDARTNÍM ZÁSOBNÍKEM PRO 220 KG PELET [8] ..	18
OBRÁZEK 10 PNEUMATICKÁ DOPRAVA PELET DO KOTLE [9]	19
OBRÁZEK 11 UŽITÍ PŘÍMÉHO ŠNEKOVÉHO DOPRAVNÍKU [9]	19
OBRÁZEK 12 SKLADOVÁNÍ PELET V BIG-BAGU S VYUŽITÍM MANIPULAČNÍ TECHNIKY [10]	19
OBRÁZEK 13 OBECNÉ ROZMÍSTĚNÍ PRVKŮ VE SKLADECH VLASTNÍ KONSTRUKCE [11] ..	20
OBRÁZEK 14 KONSTRUKCE SKLADU [11]	20
OBRÁZEK 15 KONSTRUKCE NAKLONĚNÉ PODLAHY [11]	20
OBRÁZEK 16 UŽITÍ KARUSELOVÉHO VYNAŠEČE VE STŘEDU SILA [12]	21
OBRÁZEK 17 DOPORUČENÍ PRO INSTALACI PLNICÍCH PŘÍRUB [11]	21
OBRÁZEK 18 MISKOVÝ HOŘÁK [13].....	23
OBRÁZEK 19 TRUBICOVÝ HOŘÁK [13]	23
OBRÁZEK 20 RETOROVÝ HOŘÁK [13]	24
OBRÁZEK 21 PLYNOVÝ KONDENZAČNÍ KOTEL [14]	33
OBRÁZEK 22 PŘÍMOTOPNÝ EL. OHŘÍVAČ ATREA [15]	33
OBRÁZEK 23 VZDUCHOTECHNICKÁ JEDNOTKA ATREA [16]	35

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ BIOMASY	12
TABULKA 2 GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY BUDOVY.....	29
TABULKA 3 PODLAHA PŘILEHLÁ K ZEMINĚ	31
TABULKA 4 STĚNA VNĚJŠÍ	31
TABULKA 5 STŘECHA PLOCHÁ.....	32
TABULKA 6 VÝPLNĚ OTVORŮ	32
TABULKA 7 POROVNÁNÍ SOUČINITELŮ PROSTUPU TEPLA	32
TABULKA 8 ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE	38

SEZNAM GRAFŮ

GRAF 1 TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY PROSTUPEM KONSTRUKCÍ A VĚTRÁNÍM ZÓNY 1 PRO HODNOCENOU BUDOVU	36
GRAF 2 TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY PROSTUPEM KONSTRUKCÍ A VĚTRÁNÍM ZÓNY 2 PRO HODNOCENOU BUDOVU	36
GRAF 3 TEPELNÉ ZTRÁTY A ZISKY PROSTUPEM KONSTRUKCÍ A VĚTRÁNÍM ZÓNY 3 PRO HODNOCENOU BUDOVU	37
GRAF 4 PŘEHLED DODANÉ ENERGIE PRO MÍSTO SPOTŘEBY	37
GRAF 5 SPOTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	38
GRAF 6 PODÍL ENERGO NOSITELŮ NA DODANÉ ENERGII	39

SEZNAM PŘÍLOH

P1 – PŮDORYS 1.NP
P2 – PŮDORYS 2.NP
P3 – POHLED SEVERNÍ
P4 – POHLED VÝCHODNÍ
P5 – POHLED JIŽNÍ
P6 – ŘEZ A
P7 – ŘEZ B
P8 – PŮDORYS STŘECHY
P9 – SCHÉMA KOTELNY