



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI MATEŘSKÉ ŠKOLY

ENERGY PERFORMANCE OF KINDERGARTEN

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

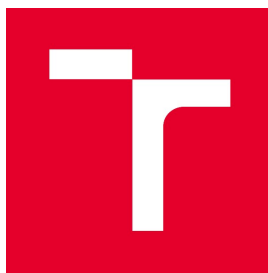
Adriana Mahovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2019



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 | Adriana Mahovská |
| Název | Průkaz energetické náročnosti mateřské školy |
| Vedoucí práce | doc. Ing. Petr Horák, Ph.D. |
| Datum zadání | 30. 11. 2018 |
| Datum odevzdání | 24. 5. 2019 |

V Brně dne 30. 11. 2018

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 legislativa 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

C. Projekt – PENB

o) závěr,

p) seznam použitých zdrojů,

q) seznam použitých zkratek 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 VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).

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

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce zpracovává dva průkazy energetické náročnosti mateřské školy, a to ve variantě pro stávající stav a nový stav. V teoretické části se práce zabývá solárními kolektory. Výpočtová část obsahuje specifikaci stavebních konstrukcí a energetických systémů. Součástí je vždy porovnání výchozího a nového stavu. Ekonomickým posouzením je stanovena návratnost investice do revitalizace. V rámci povinné analýzy alternativních zdrojů bude stanoven návrh solární soustavy pro částečný ohřev teplé vody. Projektová část obsahuje dva zpracované PENB (průkaz energetické náročnosti budovy) pro tento objekt.

KLÍČOVÁ SLOVA

Energetické hodnocení budovy, energetická náročnost, PENB (Průkaz energetické náročnosti budovy), mateřská škola, energetické systémy budov, úsporné opatření, ekonomické posouzení, solární kolektory, sluneční energie

ABSTRACT

The bachelor's thesis elaborates two energy performance certificates of kindergarten in the variant for the current status and the new state. The theoretical part deals with solar collectors. Computational part contains specification of building structures and power systems. It always includes a comparison of the default and the new state. The economic assessment is determined by the return on investment in revitalization. As part of the mandatory analysis of alternative sources, a proposal for a solar system for partial hot water heating will be established. The project part contains two processed EPCs (building energy performance certificate) for this building.

KEYWORDS

Energy assessment of building, energy performance, EPC (energy performance certificate), kindergarten, energy systems of building, austerity measures, economic assessment, solar collectors, solar energy

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Adriana Mahovská *Průkaz energetické náročnosti mateřské školy*. Brno, 2019. 95 s., 48 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 PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Průkaz energetické náročnosti mateřské školy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 24. 5. 2019

Adriana Mahovská
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji doc. Ing. Petru Horákovi Ph.D., vedoucímu mé bakalářské práce za odborné vedení, vstřícnost a poskytnutí užitečných rad k vypracování mé bakalářské práce.

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| ÚVOD | 1 |
| ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST | 2 |
| 1.1. Využití sluneční energie | 3 |
| 1.1.1. Zdroj energie | 3 |
| 1.1.2. Druhy záření | 3 |
| 1.1.3. Způsoby přeměny sluneční energie | 4 |
| Tepelná energie..... | 4 |
| Elektrická energie | 4 |
| 1.2. Solární kolektory..... | 5 |
| 1.2.1. Stavební prvky kolektoru | 5 |
| 1.2.2. Druhy solárních kolektorů | 6 |
| Plochý nekrytý kolektor | 6 |
| Plochý neselektivní kolektor..... | 7 |
| Plochý selektivní kolektor..... | 7 |
| Plochý vakuový kolektor | 7 |
| Trubkový vakuový kolektor..... | 7 |
| Koncentrační kolektor | 8 |
| 1.2.3. Umístění solárního kolektoru | 9 |
| 1.3. Možnosti využití solárních soustav | 10 |
| 1.3.1. Vytápění a příprava teplé vody | 11 |
| Popis funkce solární soustavy | 11 |
| 1.3.2. Ohřev bazénů | 11 |
| 1.3.3. Klimatizace | 12 |
| Absorpční uzavřený oběh s kapalným sorbetem | 13 |
| Absorpční uzavřený oběh s tuhým sorbetem..... | 14 |
| ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST | 15 |
| 1.1. ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTŘEB A TOKŮ BUDOVY | 16 |
| 1.1.1. Stavební řešení objektu a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí | |
| 16 | |
| Obvodová konstrukce..... | 16 |
| Podlahová konstrukce | 17 |
| Střešní konstrukce | 18 |
| Výplně otvorů | 19 |
| 1.1.2. Posouzení tepelně technických vlastností konstrukcí budovy..... | 20 |
| Posouzení výchozího stavu | 20 |
| Posouzení nového stavu | 20 |
| 1.1.3. Rozdělení do zón | 20 |
| 1.1.4. Energetický štítek obálky budovy pro výchozí stav | 22 |
| 1.1.5. Energetický štítek obálky budovy pro nový stav..... | 23 |

| | |
|--|-----------|
| 1.1.6. Měrné tepelné ztráty budovy..... | 24 |
| Posouzení výchozího stavu..... | 24 |
| Posouzení nového stavu..... | 24 |
| 1.1.7. Specifikace energetických systémů budovy..... | 25 |
| Vytápění..... | 25 |
| Příprava TV..... | 25 |
| Vzduchotechnika..... | 26 |
| Osvětlení..... | 27 |
| 1.2. ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY | 27 |
| 1.2.1. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB..... | 27 |
| Vytápění..... | 27 |
| Ohřev TV..... | 28 |
| Osvětlení..... | 28 |
| 1.2.2. Celková spotřeba budovy..... | 29 |
| 1.2.3. Porovnání ročních provozních nákladů..... | 29 |
| 1.3. HODNOCENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ | 30 |
| 1.3.1. Zhodnocení návrhu pro výchozí stav..... | 30 |
| 1.3.2. Doba návratnosti investice..... | 30 |
| 1.3.3. Zhodnocení dalšího úsporného opatření..... | 32 |
| 1.3.4. Porovnání celkové spotřeby energie s návrhovým opatřením na nový stav.. | 33 |
| 1.4. NÁVRH SOLÁRNÍHO PANELU | 34 |
| ČÁST C – PROJEKT PENB | 36 |
| ZÁVĚR..... | 78 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ | 79 |
| POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY..... | 81 |
| SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ | 82 |
| SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ | 83 |
| SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK | 84 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 86 |

ÚVOD

Tématem bakalářské práce je zpracování dvou energetických průkazů mateřské školy, a to ve variantě pro stávající stav a nový stav. Energetické posouzení bude provedeno nejprve na objektu ve výchozím stavu a na základě získaných informací bude proveden návrh na revitalizaci. Průkaz energetické náročnosti bude znovu stanoven pro nový stav budovy s aplikovanými návrhy rekonstrukce. Práce je strukturována do tří částí.

První část se zabývá teoretickým zpracováním solárních panelů. Druhá část práce obsahuje specifikaci stavebních konstrukcí a energetických systémů jakož i jejich potřebu energie. Součástí je vždy porovnání výchozího a nového stavu. Ekonomickým posouzením je stanovena návratnost investice do revitalizace. V rámci povinné analýzy alternativních zdrojů bude stanoven návrh solární soustavy pro částečný ohřev teplé vody. Ve třetí části Projekt nalezneme dva vypracované PENB na hodnocenou budovu.

Vyhodnocení PENB je zpracováno v programu Deksoft – Energetika.

Výpočtový program je v souladu se zákonem č. 406/2000 Sb. Zákon o hospodaření energií.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST A – TEORETICKÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adriana Mahovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

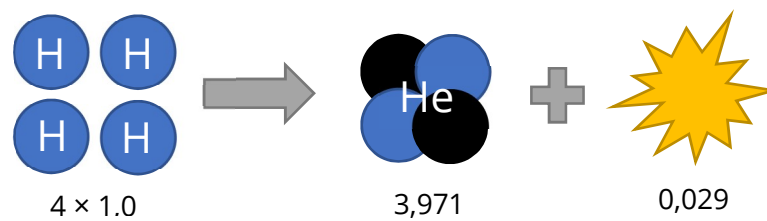
BRNO 2019

1.1. Využití sluneční energie

Už od počátků vzniku Země, je energie přijatá od slunce nezbytná pro vývoj života na planetě. V minulosti představovala pro člověka jediný zdroj energie. Fosilní paliva hojně využívaná v dnešní době, vznikaly právě za pomoci sluneční energie, která je uložena v tělech všech organismů žijících před stovkami milionů let. Rozvoj civilizace je spjat s vyšší poptávkou po energiích, ať už ve formě pohonných hmot pro spalovací motory, nebo tuhých paliv potřebných pro pokrytí potřeby tepla. Neobnovitelnost těchto zdrojů vede k hledání nových alternativních způsobů tvorby energie. Možné východisko z této globální problematiky je využívání sluneční energie, která je nevyčerpatelná a volně dostupná. [1]

1.1.1. Zdroj energie

Podstatným zdrojem energie je hvězda, vzdálená od naší planety 150 milionů kilometrů. Jedná se o kouli žhavých plynů neustále produkující velké množství energie, která vzniká sledem termonukleárních reakcí ve svém jádře. Základem reakce je slučování atomových jader při velké teplotě a tlaku.



Obr. č. 1: Termonukleární reakce na slunci [2]

Atomy vodíku se přeměňují termojadernou reakcí na atomy hélia. Jádro helia je lehčí než 4 jádra vodíku o 0,029 hmotnostní jednotky. Vzniklý hmotnostní úbytek je vyzářen ve formě energie. Přepočtem přes Einsteinův vztah: $\Delta E = \Delta m \times c^2$ a vynásobením počtem přeměn, které probíhají ve slunečním jádře za jednu sekundu, je možné stanovit výkon slunečního jádra na $4 \cdot 10^{26}$ W. [2]

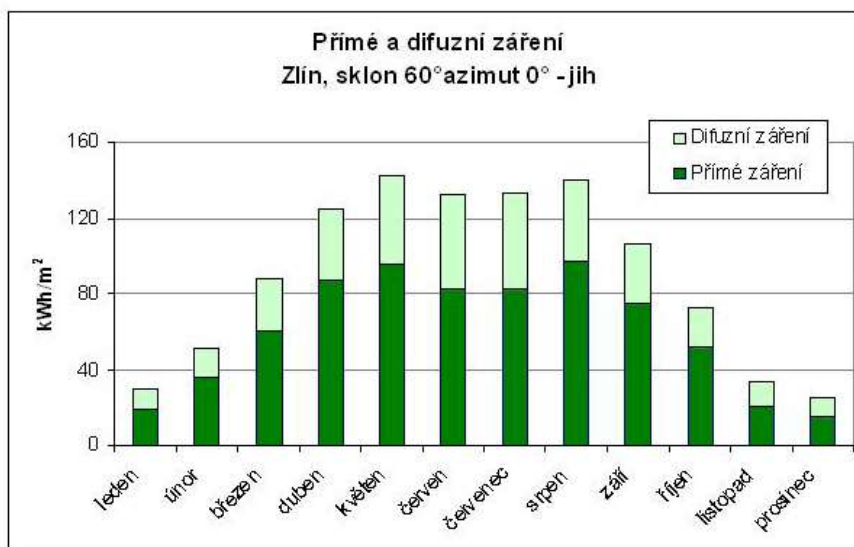
Energie dopadající kolmo na vnější povrch atmosféry se šíří vesmírným prostorem v podobě zářivého toku. Hustota tohoto toku vztažená k ploše dopadu se nazývá **sluneční konstanta** a nabývá konstantní hodnoty 1367 W/m^2 bez výrazných změn. [1]

1.1.2. Druhy záření

Sluneční záření procházející atmosférou na zemský povrch je složeno z přímého a difúzního záření. **Přímé záření** si lze představit jako přímé paprsky slunce dopadající na povrch. Toto záření lze spatřit při jasné obloze. **Difúzní záření** vzniká rozptylem o částice prachu nebo kapičky vody po průchodu atmosférou. To je důvodem, proč je možné vnímat světlo i při zatažené obloze, kdy slunce nejde vidět. Intenzita slunečního záření a podíl difúzní složky v záření jsou ovlivněny počasím, ročním obdobím a polohou na Zemi. Solární kolektory umějí využívat oba druhy slunečního záření. [3]

| | Záření [W/m ²] | Difúzní podíl [%] |
|---------------------|----------------------------|-------------------|
| Modré nebe | 800–1000 | 10 |
| Zamlžené nebe | 600–900 | 50 |
| Mlhavý podzimní den | 100–300 | 100 |
| Zamračený zimní den | 50 | 100 |
| Celoroční průměr | 600 | 50-60 |

Tab. č. 1: Výkony sluneční energie a podíl difúzního záření v závislosti na změně povětrnostních podmínek [4]



Obr. č. 2: Podíl přímého a difúzního slunečního záření během roku (Zlín) [5]

1.1.3. Způsoby přeměny sluneční energie

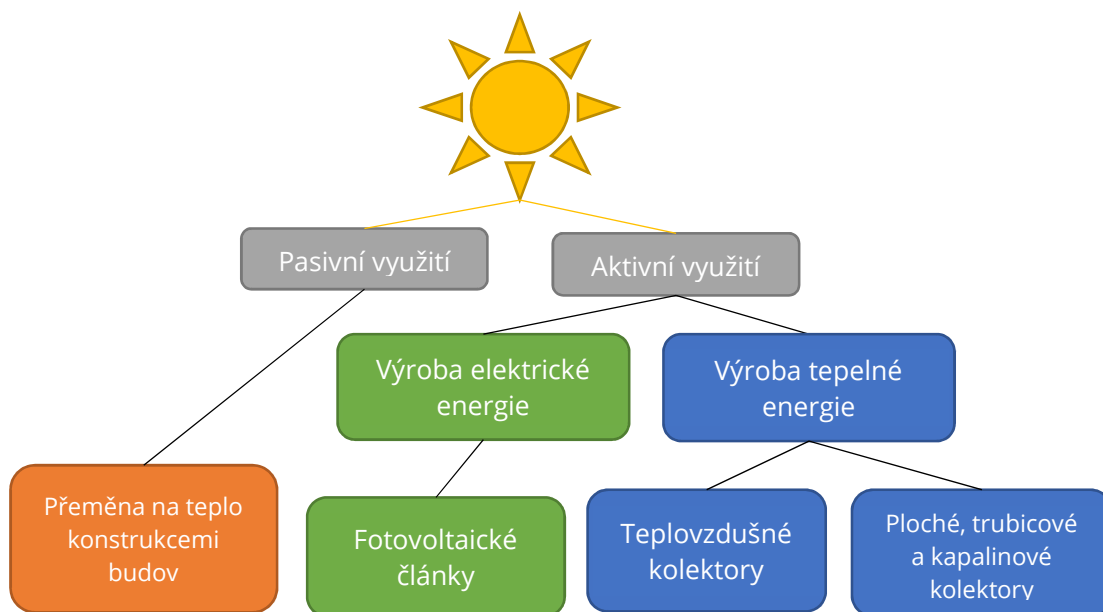
Sluneční energii lze využívat dvěma způsoby, aktivně nebo pasivně. Pasivním způsobem je přímo vytápěna místnost speciálně uzpůsobenými konstrukčními prvky budovy. Podstatou je využití skleníkového jevu. Pod aktivní využívání spadá výroba tepla přes solární kolektory, nebo elektrické energie přes fotovoltaické články. K dopravě vyrobeného tepla na místo určení jsou nutné rozvody a další technická zařízení.

Tepelná energie

K tvorbě tepelné energie se využívá solární kolektor. Toto zařízení absorpční plochou pohlcuje sluneční záření a mění jej na tepelnou energii. Tepelná energie je využita jako zdroj tepla pro vytápění, ohřev TV nebo pro tvorbu chladu – tzv. solární klimatizace.

Elektrická energie

Fyzikální přeměnou probíhající na fotovoltaickém článku vzniká elektrická energie. Foelektrickým jevem probíhajícím na polovodičovém prvku se při osvětlení uvolní elektrony z krystalové mřížky, které svým přechodem přes křemíkovou desku vytvoří elektrické napětí. Účinnost těchto panelů se pohybuje kolem 14-16 %. [3]



Obr. č. 3: Rozdělení způsobů využívání slunečního záření [6]

1.2. Solární kolektory

V dnešní době už nejsou solární kolektory žádnou neúnosně drahou investicí, díky jejich stále klesající ceně si jejich pořízení může dovolit mnohem více lidí. Solární kolektory pak mohou částečně pokrývat jejich potřebu tepla na vytápění nebo ohřev teplé vody. Náklady na vytápění patří mezi nejvyšší výdaj na provoz budovy, a proto je vhodné uvažovat o finančně náročné počáteční investici, která se vrátí ve formě nižších měsíčních výdajů za energii. Pro umístění se využívají plochy na objektu, které nelze jinak efektivně využít. Například střecha pod sklonem, volná plocha na fasádě, v některých případech i zábradlí na balkonech. V průmyslu mohou kolektory najít uplatnění například v chemickém průmyslu nebo v potravinářství kde je zapotřebí k technologickým procesům dodávat teplo. [7]

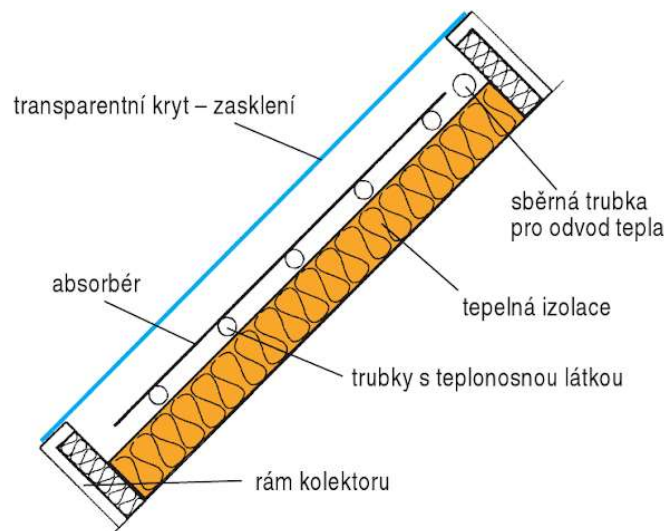
1.2.1. Stavební prvky kolektoru

Hlavní konstrukční prvek solárního panelu je **absorbér**, jehož úkolem je pohltit sluneční záření a přeměnit jej na tepelnou energii. Jde o kovovou nebo plastovou desku, která je pokryta povlakem zvyšující jeho absorpční schopnost. Dobré absorpční schopnosti vykazují selektivní povlaky, které nejsou schopny vysílat dlouhovlnné infračervené záření a tím dokonale brání sálání tepla z absorpční plochy. Výroba selektivního povrchu může být elektrochemická, při které se galvanicky nanáší černý chrom na hliníkové desky, nebo naprašovací, kdy se ve vakuu na sebe vrství selektivně působící látky. Za neselektivní vrstvu považujeme běžný černý poltivý nátěr absorbéru.

Transparentní kryt tvoří zasklená plocha chránící absorbér před vlivem venkovního prostředí. Kryt na absorbéru značně přispívá ke snižování tepelných ztrát, ale způsobuje i částečný odraz slunečního záření a pohlcování jej ve vlastním materiálu zasklení. Pro zasklení se proto využívají skla s nízkým obsahem oxidu železa, jenž je typický svou nízkou pohltivostí slunečního záření.

Tepelná izolace umístěna ze zadní a boční strany skříně kolektoru přispívá k udržení tepla uvnitř skříně. Izolační materiál musí být schopen odolávat vyšším teplotám uvnitř kolektoru ($>130^{\circ}\text{C}$). Standardním používaným materiálem je minerální vlna.

Skříň kolektoru je uložštěm všech prvků kolektoru a je ochranným prvkem před povětrnostními vlivy. Konstrukce rámu je vyrobena buď vylisováním, kdy je zajištěna těsnost vůči vlhkosti, nebo je složena z profilů, ve kterých jsou vyvrtány malé otvory pro odvod vlhkosti. Rosení zaskleného povrchu by snižovalo účinnost kolektoru. [8]



Obr. č. 4: Základní součásti solárního kolektoru [1]

1.2.2. Druhy solárních kolektorů

Podle druhu teplonosné látky, která v kolektoru odvádí tepelnou energii z absorpční plochy, rozlišujeme kapalinové kolektory, kde je teplonosným médiem voda (nemrznoucí směs) nebo vzduchové kolektory, ve kterém zprostředkovává přenos energie vzduch. Výhodu vzduchového kolektoru můžeme spatřovat ve fyzikální podstatě – vzduch se ohřívá rychleji než voda a nepotřebuje přílišné ozáření. Nevýhodnou vlastností vzduchu je, že má nízkou tepelnou kapacitu oproti vodě, z toho plyne nižší schopnost přenášet tepelnou energii a je potřeba velkého průřezu potrubí ke svému prodění. Tyto kolektory se v současnosti příliš nevyužívají. Do budoucna lze uvažovat o častějším využití v kombinaci s kapalinovými kolektory, kde ve spolupráci těchto dvou teplonosných látek vzniká vyšší využitelnost solární energie v průběhu celého roku. [9]

Solární kapalinové kolektory rozlišujeme dle konstrukčního uspořádání na:

Plochý nekrytý kolektor

Plastový absorbér není kryt zasklením. Absence krytu tvoří velké tepelné ztráty okolním prostředím. Optické vlastnosti panelu jsou naopak zlepšeny, jelikož nevznikají odrazy záření od zasklení. Tento typ panelu je využíván pro nízkoteplotní ohřev bazénové vody.

Plochý neselektivní kolektor

Kovový absorbér je kryt zasklením a opatřen černým nátěrem (spektrálně neselektivní povlak). Neselektivní kolektory se kvůli svým tepelným ztrátám vlivem sálání absorbéru využívají jen pro nízkoteplotní sezónní přehřev vody.

Plochý selektivní kolektor

Absorbér z kovu je kryt zasklením a izolován tepelnou izolací ze spodní a boční strany skříně kolektoru. Selektivní povlak na absorbéru umožňuje vyšší absorpci tepelné energie. Výrazné snížení tepelných ztrát sáláním absorbéru umožňují využívat tento typ kolektoru celoročně pro částečné vytápění a ohřev teplé vody.



Obr. č. 5: Skladba plochého selektivního kolektoru [10]

Plochý vakuový kolektor

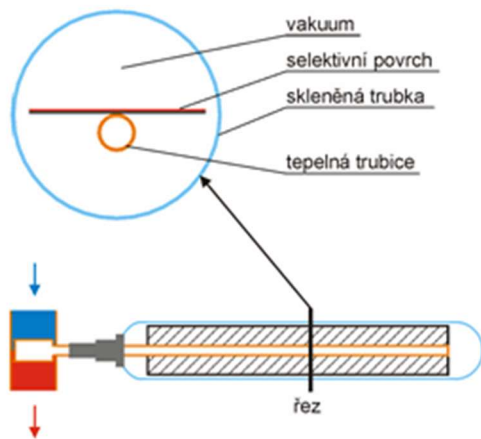
Kovový absorbér se selektivním povlakem je zasklen těsným provedení kvůli udržení tlaku ve skříně kolektoru. Nízká tepelná ztráta kolektoru je zajištěna udržením nižšího tlaku vzduchu uvnitř kolektoru. Skříň není izolována izolací. Vakuové kolektory lze využívat celoročně pro vytápění a ohřev teplé vody.

Trubkový vakuový kolektor

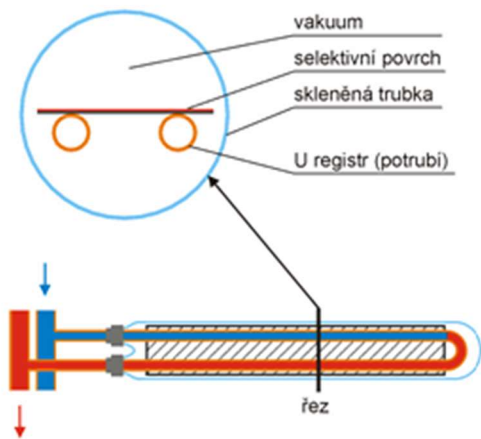
Plochý selektivní absorbér je kryt válcovým zasklením. Jednoduše řečeno, jde o absorpční plochu umístěnou ve skleněné trubce. Mezi absorbérem a sklem je nutno udržet vakuum kvůli zajištění přenosu tepla pouze sáláním. Osazená getrová vložka odpaří po zahřátí rychle oxidující kov – barium, který se usadí na dně trubice. Usazenina pohlcuje molekuly plynu, které mohly vniknout do vakua během provozu a napomáhá k diagnostice poruchy vakua. Pokud dojde k poruše těsnosti, usazenina na dně trubky změní barvu.

Kvalitní provedení vakuových kolektorů dosahuje velmi nízkých tepelných ztrát a své uplatnění nachází v oblasti průmyslu, kde jsou ceněny svou schopností využívat sluneční záření při vysokých provozních teplotách nad 100 °C.

U trubkových vakuových kolektorů rozlišujeme dvě možné varianty přenosu teploty do tepelnosné látky: přímo protékáním registrem nebo tepelnou trubicí. [1]



Obr. č. 6: Vakuový kolektor s tepelnou trubicí [1]

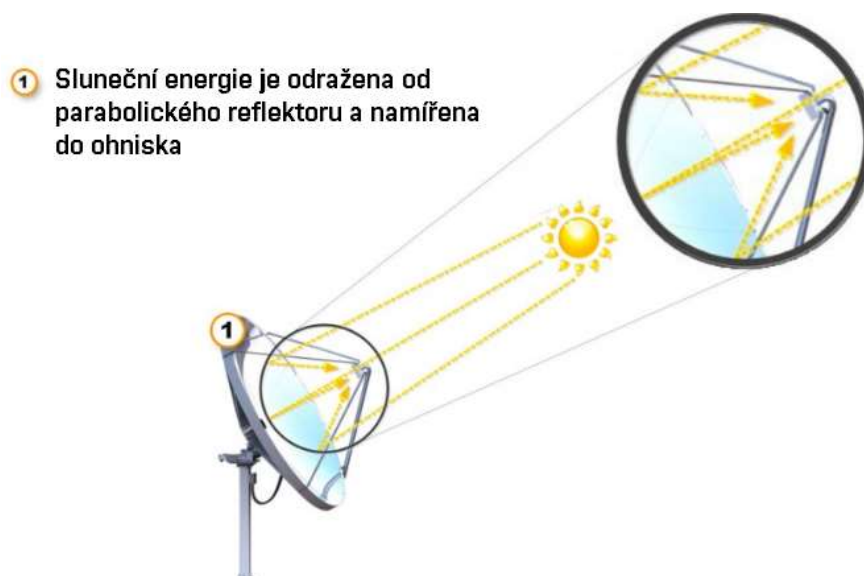


Obr. č. 7: Vakuový kolektor s přímo protékajícím U-registrem [1]

V tepelné trubicí dochází k přenosu tepla skupenskou přeměnou pracovní kapaliny. Kapalina se vypařuje ve výparníkové části. Vzniklá pára samovolně stoupá do kondenzační části, kde zkondenzuje zpět na kapalinu. Poloha trubic musí umožňovat kondenzátu stékat do výparníkové části. Minimální sklon je stanoven na 20–25°. Přímo protékané trubkové vakuové kolektory se skládají z registrů, které jsou vodivě spojeny s absorberem a pracovní kapalina je jím přímo ohřívána a odváděna. [11]

Koncentrační kolektor

Soustřeďuje přímé sluneční záření na absorbér pomocí zrcadel a skel. Principem fungování kolektoru je odrazit sluneční záření do ohniskového prostoru, kde je umístěn absorbér o výrazně menší ploše, než je odrazová plocha. Na koncentrační kolektor musí během roku spadat dostatečné množství přímého záření. Absorbér nebo celá podpůrná konstrukce kolektoru se proto navádí podle pohybu slunce po obloze. [1]

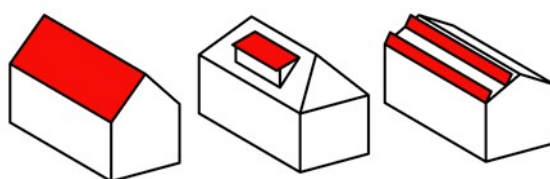


Obr. č. 8: Koncentrační kolektor s parabolických reflektorem [12]

1.2.3. Umístění solárního kolektoru

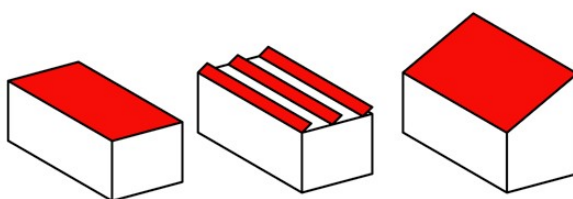
Konstrukce solárního kolektoru je většinou nepohyblivá, takže je zapotřebí volit umístění tak, aby bylo dosaženo nejvyššího možného pokrytí slunečním zářením po celou dobu provozu. Nejvýhodnějším natočením panelu je na jižní světovou stranu, ze které proudí největší intenzita slunečního záření.

Častá montáž probíhá na sedlové střeše, kdy se kolektory směřují k jižní straně. Podle sklonu střechy se umístí buď přímo na střešní krytinu, a kopírují sklon střechy, nebo se naklání do požadovaného úhlu. Tato volba však není z bezpečnostních důvodů příliš vhodná, kvůli možnému namáhání větrem, kdy může docházet k narušení stability panelu. Další možností je panel integrovat přímo do střechy, což uspoří střešní krytinu a zmenší tepelné ztráty kolektoru.



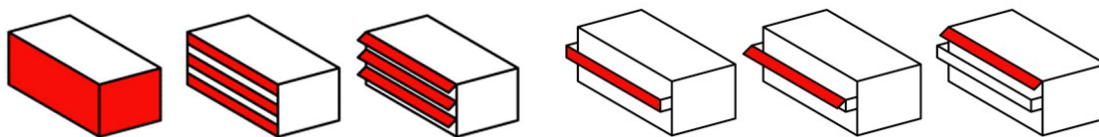
Obr. č. 9: Plochy umístění solárního kolektoru – sklonitá střecha [13]

Ploché střechy jsou typické pro administrativní budovy nebo bytové domy. Na plochých střechách se kolektory většinou osazují do podpůrných konstrukcí, které udržují jejich sklon. Konstrukce jsou kotveny do betonových patek nebo desek. Přetížení střešní konstrukce kolektory u rozlehlých plochých střech musí být posouzeno statickým výpočtem.



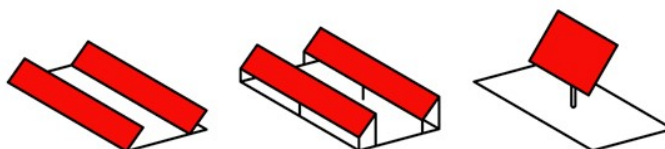
Obr. č. 10: Plochy umístění solárního kolektoru – plochá střecha [13]

Umístování na fasády je vhodnou alternativou, pokud střešní prostor není dostatečně velký. Lze je umístit svisle zároveň s fasádou, nebo je osazovat do konstrukcí umožňující panel na fasádě mírně naklonit. Kolektory na fasádě mohou vykazovat nižší výkonnost kvůli problému se zastíněním, v případě, že slunce přejde za hranu střechy. Zejména u bytových domů lze využít prostor zábradlí balkonu k montáži panelů. Montáž panelů může být, stejně jako na fasádě svislá zároveň se zábradlím, nebo nakloněna do příznivějšího sklonu.



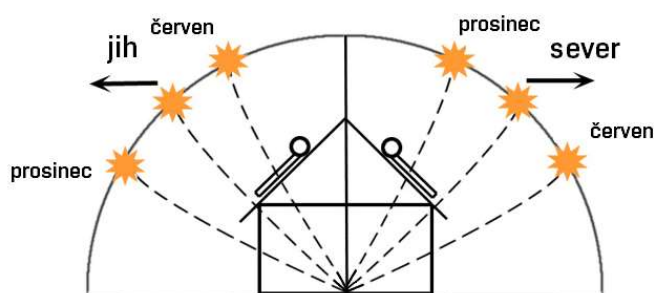
Obr. č. 11: Plochy umístění solárního kolektoru – fasáda budovy a balkonová plocha [13]

Jestliže nemáme dostatek místa pro umístění panelu na budově, můžeme kolektory rozmístit i na pozemku okolo budovy. Kolektory je možné osadit na zařízení, otáčející panel za slunečními paprsky a tím jej udržuje stále v optimální pozici. [13]



Obr. č. 12: Plochy umístění solárního kolektoru – pozemek [13]

Sklon panelu je ideální natáčet v průběhu dne za sluncem, ale pokud k tomu konstrukce není uzpůsobená volíme úhel, který dovoluje záření dopadat kolmo na absorpční plochu. Úhel slunečního záření se v průběhu roku mění. V letním období je slunce nad obzorem více než v zimě. Vhodným nastavením sklonu panelu je na 30° od vodorovné roviny. K účinnému využití kolektorů i v zimních měsících je zapotřebí nastavit sklon na 60°. Kompromisním řešením je trvalé sklonění panelu pod úhel 45°. [14]



Obr. č. 13: Poloha slunce nad obzorem podle období a světové strany [15]

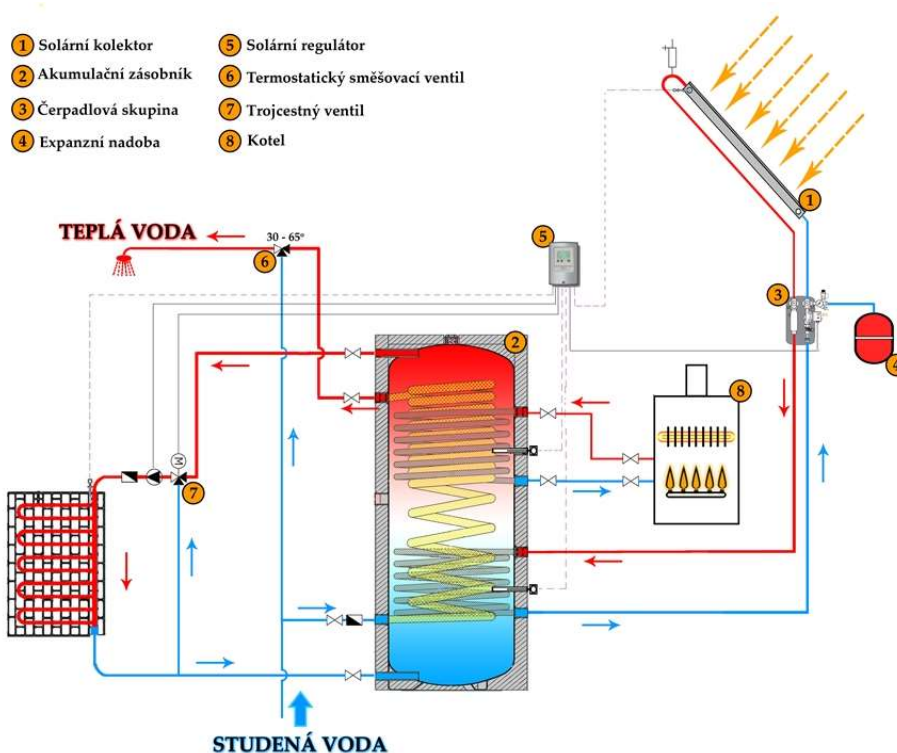
1.3. Možnosti využití solárních soustav

Tepelnou energií získanou ze solárních kolektorů využíváme různými způsoby. Můžeme s její pomocí pokrýt částečně potřeby vytápění nebo ohřevu teplé vody. V letním období, kdy není nutné objekty vytápět, můžeme přebytkem tepla vyhřívat bazén. Stejně tak můžeme získané teplo využít pro potřeby chladu.

1.3.1. Vytápění a příprava teplé vody

Potřeba tepla na vytápění se v dnešní době stále snižuje kvůli dokonalejším konstrukcím, které lépe zadržují teplotu. V otopných soustavách tedy nemusíme udržovat vysoké teploty otopné vody, ale využíváme tzv. nízkoteplotní vytápění. Nízká teplota dává možnost celoročně podporovat vytápění solárními kolektory. Dříve byly kolektory v jarním a podzimním období neefektivní, kvůli neschopnosti zajistit vysokou teplotu otopné vody. Potřeba na vytápění se během roku mění, stejně tak i výše solárních zisků. Narůstání těchto hodnot je ale protikladné, proto solární soustavu na vytápění lze použít jen pro částečné pokrytí potřeb tepla.

Přínosné využití je v kombinaci s přípravou teplé vody. V letním období, kdy nevytápíme objekt využíváme tepelnou energii k ohřevu teplé vody.



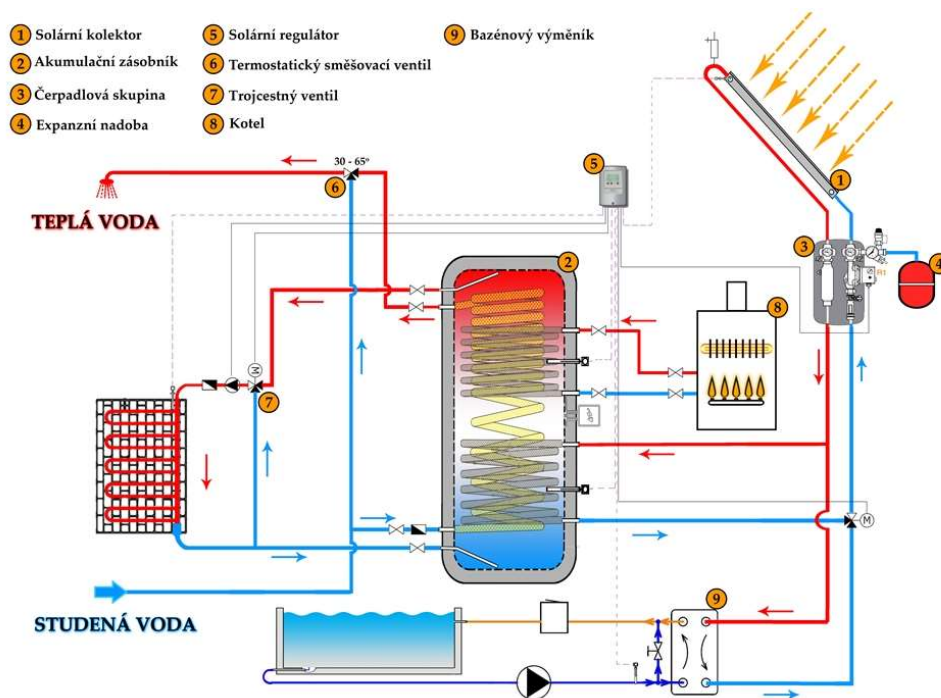
Obr. č. 14: Schéma solárního ohřevu teplé vody a přitápění v akumulární nádrži [16]

Popis funkce solární soustavy

Na absorbéru v solárním kolektoru se ohřívá nemrznoucí směs. Solární čerpadlovou jednotkou je kapalina dopravena do akumulární nádrže, kde ve výměníku předá teplo otopné vodě. V akumulární nádrži se současně ohřívá studená voda. Soustava musí být vždy doplněna dalším zdrojem tepla pro případné dohřátí vody akumulární nádrže v zimním období.

1.3.2. Ohřev bazénů

Bazénovou vodu lze ohřívát pomocí jednoduchého plochého nekrytého absorbéru, kde probíhá ohřev přes výměník tepla, nebo může bazénová voda přímo protékat absorbérem. Absorbér musí být odolný vůči UV záření a chemicky upravované vodě v bazénu. V případě velkých koupališť a plováren se používají složitější soustavy se zasklenými kolektory a dohřevem přes další tepelný zdroj.

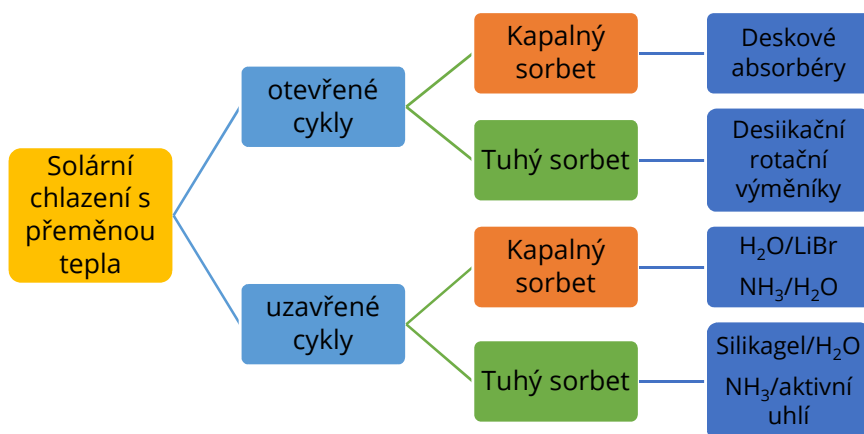


Obr. č. 15: Schéma solárního systému pro ohřev vody, přitápění a ohřev bazénu [17]

Ohřev soukromého bazénu můžeme zkombinovat se soustavou na přípravu teple vody nebo vytápění. Akumulační zásobník je tepelnou energií nabíjen na určitou teplotu, po dovršení teploty začne solární soustava dodávat teplo do bazénové vody.

1.3.3. Klimatizace

S narůstající tepelnou zátěží, vlivem klimatu, se zvyšuje potřeba chlazení v budovách. Aktivní chlazení se už netýká jen administrativních budov, obchodních center nebo průmyslu ale i domácností. V letním období solárními kolektory získáváme nejvíc tepelné energie, kterou nemůžeme použít k vytápění. Využíváme ji pouze k ohřevu teplé vody, a to s výraznými tepelnými přebytky. V takové situaci se nabízí využívat tepelnou energii pro pohon chladicího zařízení. Technologií, jak z tepla získat chlad je několik:



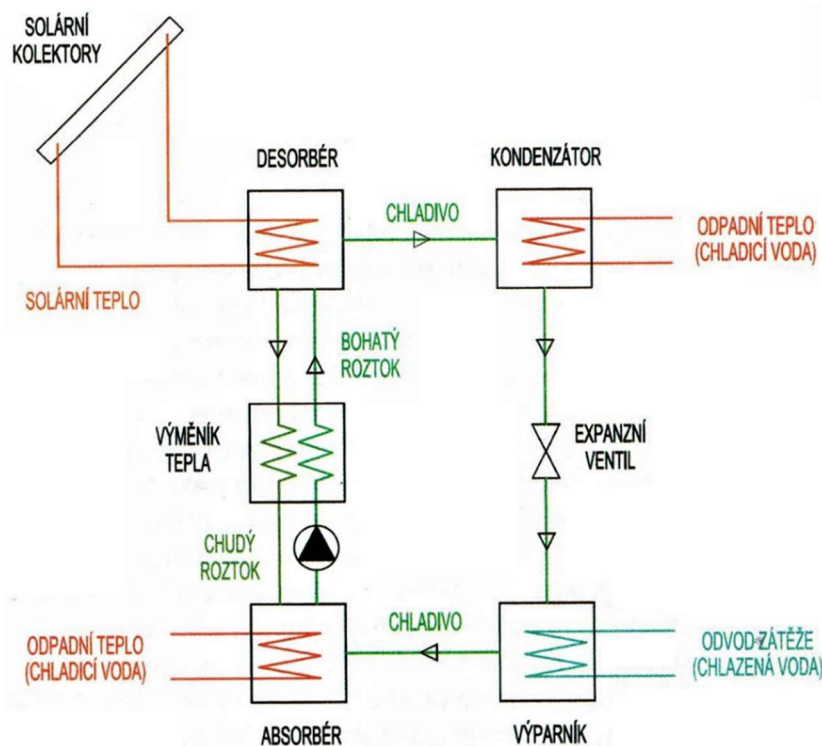
Obr. č. 16: Možnosti využití sluneční energie pro chlazení a klimatizaci [18]

Absorpční uzavřený oběh s kapalným sorbetem

Princip výroby chladu je podobný jako je u parního kompresorového chlazení, namísto kompresoru, který spotřebovává elektrickou energii, je sorpční zařízení. Zařízení využívá procesu sorpce a desorpce v sorbentu. Kapalným sorbentem je směs vody a chladiva, které je rozpuštěné ve vodě a při zahřátí je schopno se oddělit od směsi.

| Sorbent | Chladivo | Použití |
|------------------|------------------|--|
| LiBr, LiCl | H ₂ O | chlazení v budovách s teplotou chladicí vody 6–20 °C |
| H ₂ O | NH ₃ | průmyslové chlazení s teplotou chladicí vody -60–20 °C |

Tab. č. 2: Příklady kombinací pracovních látek v absorpčním chladícím oběhu

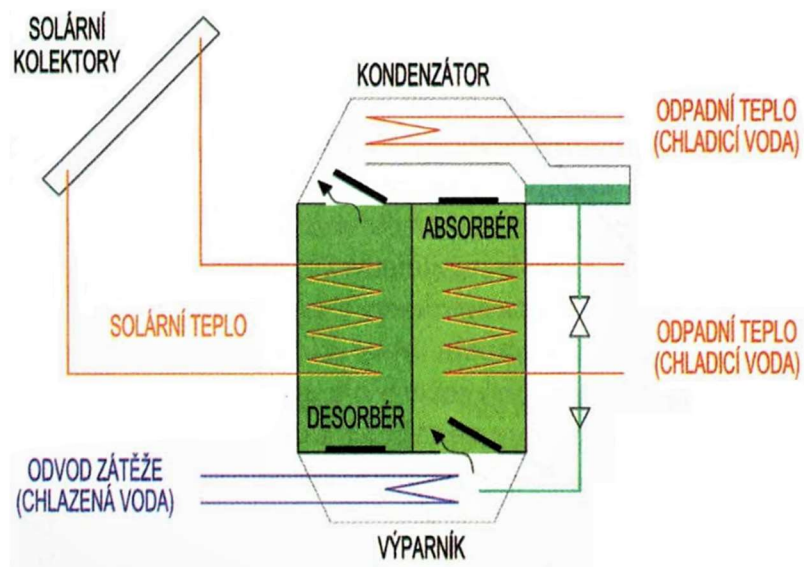


Obr. č. 17: Schéma solárního jednostupňového absorpčního oběhu [1]

V absorbérů se střetne odpařené chladivo jdoucí z výparníku a chudý roztok sorbentu. Rozpuštěním se zvýší koncentrace a vzniklý bohatý roztok se přečerpává pomocí čerpadla do desorbéru. Teplo vzniklé po absorpci je odváděno chladicí vodou. Chladivo se v desorbéru vypudí ze sorbentu pomocí tepla ze solárního kolektoru ve formě páry. Chudý roztok se vrací zpět do absorbérů a plynné chladivo putuje do kondenzátoru. V kondenzátoru plynné chladivo z kondenzuje a teplo vzniklé kondenzací je odvedeno chladicí vodou. Expanzí ve škrtkovém ventilu dojde ke snížení teploty chladiva a v takovém stavu přechází do výparníku, kde odebírá teplotosné látce teplo. Ohřáté chladivo putuje do absorbérů a celý proces se znovu opakuje. Chladicí voda, která odebírá teplo během chladicího procesu absorbérů a kondenzátoru, se může použít na předehřev teplé vody, nebo se bez využití chladicí věží vypouští do okolí. [1]

Absorpční uzavřený oběh s tuhým sorbetem

V absorpčním uzavřeném oběhu je používáno jako chladivo voda nebo metanol a jako tuhý sorbet jsou využívány látky s vysokou pórovitostí. Chladivo se absorbuje do porézní struktury v komoře desorbéru. Přiváděné teplo do komory od solárního kolektoru vypudí chladivo v podobě plynu z porézní látky a dále přejde do kondenzátoru kde zkondenzuje. Desorbér se mezitím postupně vysušuje. Zkondenzované chladivo je rozprášeno do výparníku, kde dojde k jeho odpaření a zároveň dochází k odběru tepla chladicí vodě. Vzniklá pára chladiva se absorbuje do absorbéru a teplo vzniklé absorpcí se odvádí chladicí vodou. Když je desorbér vysušen a absorbér je nasycen funkce komor se prohodí otevřením klapky a celý proces je opakován. [1]



Obr. č. 18: Schéma absorpční chladicí jednotky [1]



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST B – VÝPOČTOVÁ ČÁST

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adriana Mahovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2019

1.1. ANALÝZA ENERGETICKÝCH POTŘEB A TOKŮ BUDOVY

1.1.1. Stavební řešení objektu a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí

Energetické posouzení je stanoveno na objektu mateřské školy. Budova se nachází v Ostravě. Jedná se o objekt se dvěma nadzemními podlažími obdélníkového půdorysu. Střešní konstrukce je plochá jednoplášťová. Konstruktivní systém je skeletový. Obvodové stěny jsou zděné

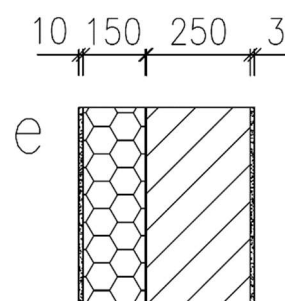
Informace o objektu

| | |
|---|------------------------|
| Zastavěná plocha: | 532,5 m ² |
| Plocha obálky budovy: | 1729,7m ² |
| Celková energeticky vztažná plocha: | 1065,08 m ² |
| Typ budovy: | Budova pro vzdělání |
| Vnitřní návrhová teplota v budově v otopném období: | 22 °C |
| Venkovní návrhová teplota v zimním období: | -15°C |
| Nadmořská výška budovy: | 209,250 m.n.m. |

Obvodová konstrukce

Obvodové stěny výchozího stavu jsou řešeny z plynosilikátových tvárníc SIPOREX tl. 250 mm jejich hodnota součinitele tepelné vodivosti $\lambda = 0,3 \text{ W/m.K}$ byla stanovena přibližným odhadem. Konstrukce nebyla opatřena tepelnou izolací.

V rámci rekonstrukce byl objekt zateplen fasádním zateplovacím systémem ETICS. Za tepelně izolační vrstvu byla zvolena izolace EPS F tl. 150 mm.



Obr. č. 19: Obvodová stěna

Skladba obvodové stěny – VÝCHOZÍ STAV

| č.v | Vrstva | d [m] | λ [W/m.K] | R [m ² .K/W] | Rsi [m ² .K/W] | ΣR [m ² .K/W] | ΔU [W/m ² .K] | U [W/m ² .K] |
|-----|----------------------------------|-------|-------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1. | Štuková omítka | 0,003 | 0,495 | 0,006 | 0,13 | 1,033 | 0,020 | 0,988 |
| 2. | Plynosilikátová tvárnice SIPOREX | 0,250 | 0,300 | 0,834 | Rse [m ² .K/W] | | | |
| 3. | Jádrová omítka | 0,010 | 0,429 | 0,023 | 0,04 | | | |

Tab. č. 3: Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny – výchozí stav

Skladba obvodové stěny – NOVÝ STAV

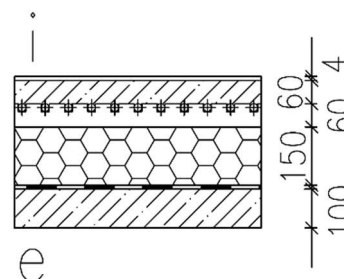
| č.v | Vrstva | d [m] | λ [W/m.K] | R [m ² .K/W] | R _{si} [m ² .K/W] | ΣR [m ² .K/W] | ΔU [W/m ² .K] | U [W/m ² .K] |
|-----|---------------------------------|-------|-------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1. | Štuková omítka | 0,003 | 0,495 | 0,006 | 0,13 | 5,715 | 0,020 | 0,195 |
| 2. | Pórobetonový panel | 0,250 | 0,150 | 1,667 | | | | |
| 3. | Lepící tmel + výztužná síťovina | 0,003 | 0,880 | 0,003 | R _{se} [m ² .K/W] | | | |
| 4. | Tepelná izolace EPS F | 0,150 | 0,039 | 3,846 | 0,04 | | | |
| 5. | Jádrová omítka | 0,010 | 0,429 | 0,023 | | | | |

Tab. č. 4: Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny – nový stav

Podlahová konstrukce

Skladba podlahová konstrukce ve výchozím stavu byla zcela odstraněna a navržena nově. Nová hydratizační vrstva podlahy je napojena na stávající vrstvu ve stěně.

V novém stavu byl do konstrukce podlahy instalován systém podlahového vytápění. Nášlapná vrstva v celém objektu je uvažována PVC podlaha tl. 4 mm. Konstrukce je izolována polystyrenem EPS tloušťky 150 mm.



Obr. č. 20: Podlahová konstrukce

Skladba podlahové konstrukce – VÝCHOZÍ STAV

| č.v | Vrstva | d [m] | λ [W/m.K] | R [m ² .K/W] | R _{si} [m ² .K/W] | ΣR [m ² .K/W] | ΔU [W/m ² .K] | U [W/m ² .K] |
|-----|-------------------------|-------|-------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1. | PVC podlaha | 0,004 | 0,160 | 0,025 | 0,17 | 0,323 | 0,020 | 3,116 |
| 2. | Betonový potěr | 0,060 | 1,518 | 0,040 | | | | |
| 3. | Oxidovaný asfaltový pás | 0,010 | 0,210 | 0,048 | R _{se} [m ² .K/W] | | | |
| 4. | Podkladní beton | 0,100 | 2,500 | 0,040 | 0,00 | | | |

Tab. č. 5 Výpočet součinitele prostupu tepla podlahové konstrukce – výchozí stav

Skladba podlahové konstrukce – NOVÝ STAV

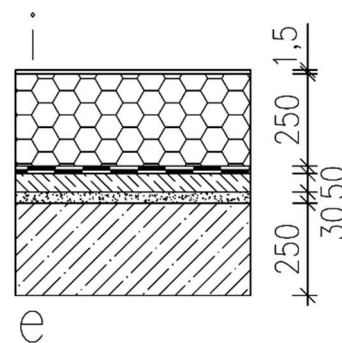
| č.v | Vrstva | d [m] | λ [W/m.K] | R [m ² .K/W] | R _{si} [m ² .K/W] | ΣR [m ² .K/W] | ΔU [W/m ² .K] | U [W/m ² .K] |
|-----|--------------------------------------|-------|-------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1. | PVC podlaha | 0,004 | 0,160 | 0,025 | 0,17 | 4,652 | 0,020 | 0,235 |
| 2. | Betonový potěr | 0,060 | 1,518 | 0,040 | | | | |
| 3. | Systémová deska podlahového vytápění | 0,060 | 0,034 | 1,765 | R _{se} [m ² .K/W] | | | |
| 4. | Tepelná izolace EPS S | 0,100 | 0,039 | 2,564 | 0,00 | | | |
| 5. | Oxidovaný asfaltový pás | 0,010 | 0,210 | 0,048 | | | | |
| 6. | Podkladní beton | 0,100 | 2,500 | 0,040 | | | | |

Tab. č. 6: Výpočet součinitele prostupu tepla podlahové konstrukce – nový stav

Střešní konstrukce

U konstrukce střechy byla provedena nová skladba jednopláškové ploché střechy.

Z výchozího stavu byla ponechána nosná a spádová vrstva. Za hydroizolační vrstvu byla zvolena mPVC hydroizolační folie.



Obr. č. 21: Stropní konstrukce

Skladba střešní konstrukce – VÝCHOZÍ STAV

| č.v | Vrstva | d [m] | λ [W/m.K] | R [m ² .K/W] | R _{si} [m ² .K/W] | ΣR [m ² .K/W] | ΔU [W/m ² .K] | U [W/m ² .K] |
|-----|--------------------------------|-------|-------------------|-------------------------|---------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1. | Betonová dlažba | 0,070 | 1,010 | 0,069 | 0,10 | 2,818 | 0,020 | 0,375 |
| 2. | Tepelná izolace Styrodur 3035 | 0,060 | 0,040 | 1,5 | | | | |
| 3. | SBS modifikovaný asfaltový pás | 0,001 | 0,210 | 0,005 | R _{se} [m ² .K/W] | | | |
| 4. | Oxidovaný asfaltový pás | 0,001 | 0,210 | 0,005 | | | | |
| 5. | Tepelná izolace EPS S | 0,050 | 0,062 | 0,806 | | | | |
| 6. | Heraklit | 0,050 | 2,200 | 0,023 | 0,04 | | | |
| 7. | Škvárový násyp ve spádu | 0,030 | 0,270 | 0,112 | | | | |
| 8. | Železobetonová deska | 0,250 | 1,580 | 0,158 | | | | |

Tab. č. 7: Výpočet součinitele prostupu tepla střešní konstrukce – výchozí stav

Skladba střešní konstrukce – NOVÝ STAV

| č.v | Vrstva | d [m] | λ [W/m.K] | R [m ² .K/W] | Rsi [m ² .K/W] | ΣR [m ² .K/W] | ΔU [W/m ² .K] | U [W/m ² .K] |
|-----|--------------------------------|--------|-------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
| 1. | mPVC hydroizolační folie | 0,0015 | 0,160 | 0,009 | 0,10 | 7,594 | 0,020 | 0,151 |
| 2. | Tepelná izolace EPS S | 0,250 | 0,035 | 7,142 | | | | |
| 3. | SBS modifikovaný asfaltový pás | 0,001 | 0,210 | 0,005 | | | | |
| 4. | Oxidovaný asfaltový pás | 0,001 | 0,210 | 0,005 | Rse [m ² .K/W] | | | |
| 5. | Heraklit | 0,050 | 2,200 | 0,023 | 0,04 | | | |
| 6. | Škvárový násyp ve spádu | 0,030 | 0,270 | 0,112 | | | | |
| 7. | Železobetonová deska | 0,250 | 1,580 | 0,158 | | | | |

Tab. č. 8: Výpočet součinitele prostupu tepla střešní konstrukce – nový stav

Výplně otvorů

V celém objektu byla původně osazena dřevěná okna, jednalo se o zdvojené okna se dvěma skly. Odhadovaná hodnota součinitele prostupu tepla byla stanovena na 2,40 W/(m²K).

Vstupní dveře byly dřevěné s jedním sklem. Odhad součinitele prostupu tepla byl stanoven na 4,00 W/(m²K).

V novém stavu jsou navrženy plastová okna s izolačním dvojsklem, jejichž součinitel prostupu tepla je roven 1,10 W/(m²K). Vstupní dveře do objektu jsou vyměněny za plastové se součinitelem prostupu tepla 1,20 W/(m²K).

1.1.2. Posouzení tepelně technických vlastností konstrukcí budovy

Posouzení vlastností konstrukcí bylo provedeno porovnáním vypočítaných součinitelů prostupu tepla s hodnotami stanovenými normou ČSN 73 0540-2:2011, které jsou uvedeny v tabulce.

Posouzení výchozího stavu

| Popis konstrukce | U [W/(m ² .K)] | U _{N,20} [W/(m ² .K)] | Posouzení U ≤ U _{N,20} | U _{rec,20} [W/(m ² .K)] | Posouzení U ≤ U _{rec,20} |
|----------------------|------------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Obvodová stěna | 0,556 | 0,30 | ✗ | 0,20 | ✗ |
| Podlahová konstrukce | 3,116 | 0,45 | ✗ | 0,30 | ✗ |
| Střešní konstrukce | 0,321 | 0,24 | ✗ | 0,16 | ✗ |
| Okenní výplně otvorů | 2,40 | 1,5 | ✗ | 1,2 | ✗ |
| Dveřní výplně otvorů | 4,00 | 1,7 | ✗ | 1,2 | ✗ |

Tab. č. 9: Tepelně technické posouzení – výchozí stav

Posuzované konstrukce výchozího stavu nevyhověly požadavkům více uvedené normy.

Posouzení nového stavu

| Popis konstrukce | U [W/(m ² .K)] | U _{N,20} [W/(m ² .K)] | Posouzení U ≤ U _{N,20} | U _{rec,20} [W/(m ² .K)] | Posouzení U ≤ U _{rec,20} |
|----------------------|------------------------------|--|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| Obvodová stěna | 0,195 | 0,30 | ✓ | 0,20 | ✓ |
| Podlahová konstrukce | 0,235 | 0,45 | ✓ | 0,30 | ✓ |
| Střešní konstrukce | 0,151 | 0,24 | ✓ | 0,16 | ✓ |
| Okenní výplně otvorů | 1,10 | 1,5 | ✓ | 1,2 | ✓ |
| Dveřní výplně otvorů | 1,20 | 1,7 | ✓ | 1,2 | ✓ |

Tab. č. 10: Tepelně technické posouzení – nový stav

Všechny posuzované konstrukce nového stavu vyhověly požadavkům více uvedené normy. Konstrukce nyní vyhoví na požadované i na doporučené hodnoty.

1.1.3. Rozdělení do zón

Pro posouzení energetické náročnosti byl objekt rozdělen do 4 zón dle požadavků na stav prostředí. Pro tyto zóny byly zvoleny předdefinované profily užívání.

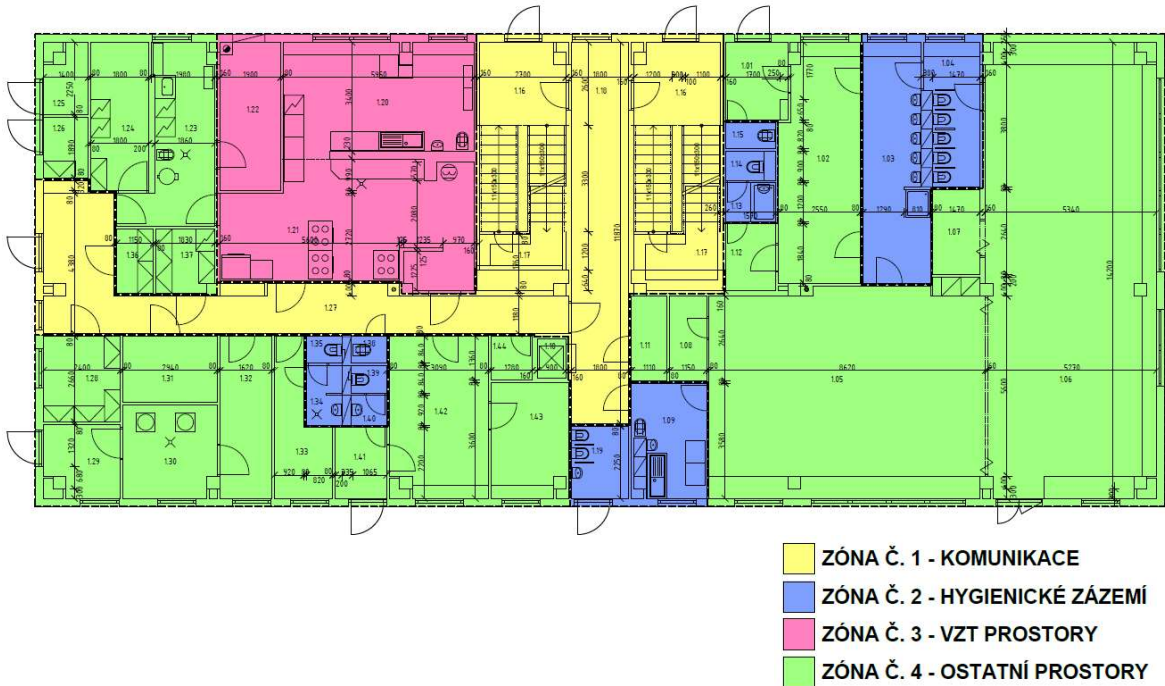
Zóna č.1 – Komunikace: zahrnuje všechny komunikační prostory (schodiště, chodby) v objektu. Prostory nejsou řízeně větrány ani strojně chlazeny, pouze vytápěny podlahovým vytápěním.

Zóna č.2 – Hygienické zázemí: zahrnuje umývárny, toalety a přípravnu pokrmů. Prostory jsou vytápěny podlahovým vytápěním a částečně řízeně větrány odtahovými ventilátory umístěnými v místnostech toalet.

Zóna č.3 - VZT prostory: se nachází pouze v 1.NP. V této zóně je technická místnost a prostory kuchyně. VZT prostory jsou řízeně větrány a vytápěny podlahovým vytápěním.

Zóna č.4 - Ostatní prostory: představuje všechny zbylé místnosti. Zóna není řízeně větrána ani strojně chlazena, pouze vytápěna podlahovým vytápěním.

Půdorys – 1.NP












Obr. č. 23: Rozdělení do zón – 1.NP

Půdorys – 2.NP




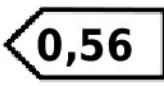







Obr. č. 22: Rozdělení do zón – 2.NP

1.1.4. Energetický štítek obálky budovy pro výchozí stav

| ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY | | | | | | |
|--|---|---------------------------------|------|---|---|---|
| Typ budovy: | | Budova pro vzdělávání | | | Hodnocení obálky budovy | |
| Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ): | | Hornická 2679 70200, Ostrava | | | | |
| Katastrální území: | | 713520 | | | | |
| Parcelní číslo: | | 4048 | | | | |
| Celková podlahová plocha $A_c = 1065,08$ [m ²] | | | | | stávající | doporučení |
| CI | velmi úsporná | | | | | |
| |  | | | | | |
| 0,50 |  | | | | | |
| 0,75 |  | | | | |  |
| 1,00 |  | | | | | |
| 1,50 |  | | | | | |
| 2,00 |  | | | |  | |
| 2,50 |  | | | | | |
| | mimořádně neekonomická | | | | | |
| KLASIFIKACE | | | | | F | C |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² K)] $U_{em} = H_T/A$ | | | | | 1,06 | 0,35 |
| Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ [W/(m ² K)] | | | | | 0,46 | 0,46 |
| Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} | | | | | | |
| CI | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 |
| U_{em} | 0,23 | 0,34 | 0,46 | 0,69 | 0,92 | 1,15 |
| Platnost štítku do (datum): | | | | 24.5.2029 (nebo do změny obálky budovy) | | |
| Jméno a příjmení: | | | | Adriana Mahovská | | |

1.1.5. Energetický štítek obálky budovy pro nový stav

| ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY | | | | | | |
|--|---|---------------------------------|------|---|---|------------|
| Typ budovy: | | Budova pro vzdělávání | | | Hodnocení obálky budovy | |
| Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ): | | Hornická 2679 70200, Ostrava | | | | |
| Katastrální území: | | 713520 | | | | |
| Parcelní číslo: | | 4048 | | | | |
| Celková podlahová plocha $A_c = 1065,08$ [m ²] | | | | | stávající | doporučení |
| CI | velmi úsporná | | | | | |
| |  | | | | | |
| 0,50 |  | | |  |  | |
| 0,75 |  | | | | | |
| 1,00 |  | | | | | |
| 1,50 |  | | | | | |
| 2,00 |  | | | | | |
| 2,50 |  | | | | | |
| | mimořádně neekonomická | | | | | |
| KLASIFIKACE | | | | | B | B |
| Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W/(m ² K)] $U_{em} = H_T/A$ | | | | | 0,32 | 0,26 |
| Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 $U_{em,N}$ [W/(m ² K)] | | | | | 0,46 | 0,46 |
| Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em} | | | | | | |
| CI | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,50 | 2,00 | 2,50 |
| U_{em} | 0,23 | 0,34 | 0,46 | 0,69 | 0,92 | 1,15 |
| Platnost štítku do (datum): | | | | 24.5.2029 (nebo do změny obálky budovy) | | |
| Jméno a příjmení: | | | | Adriana Mahovská | | |

1.1.6. Měrné tepelné ztráty budovy

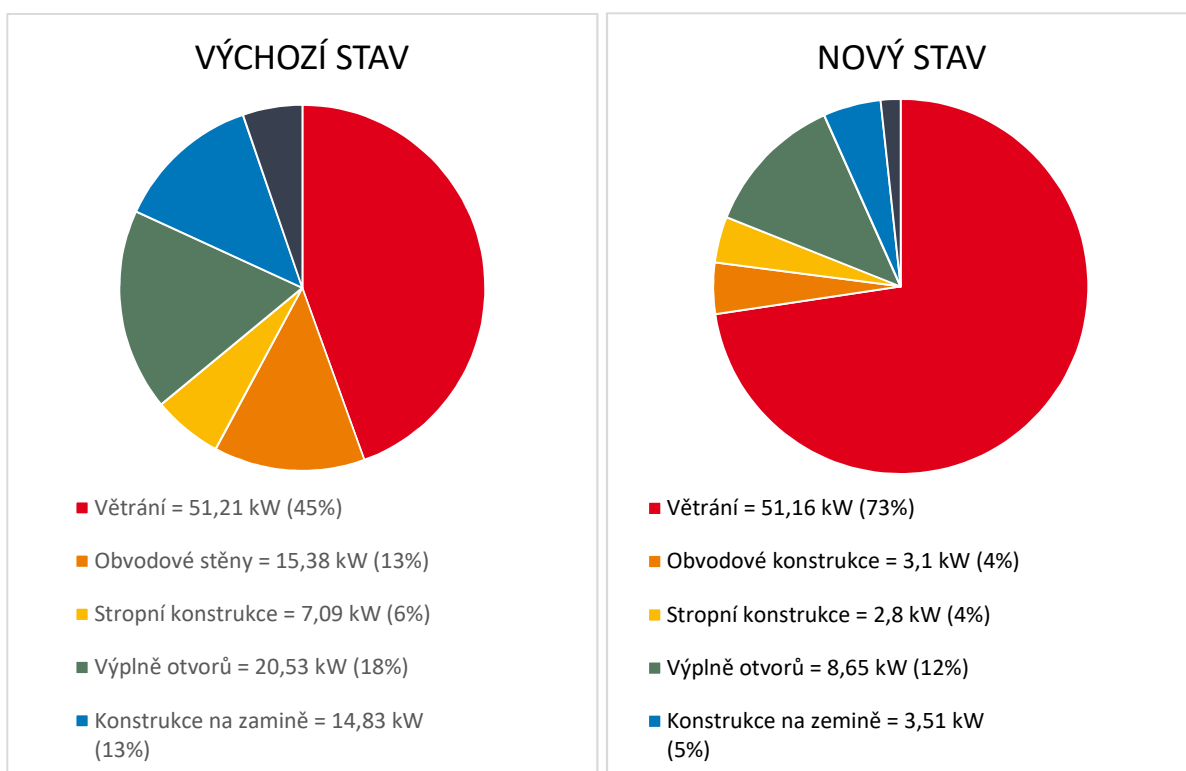
Níže uvedené grafy uvádějí výčet měrných tepelných ztrát prostupem a větráním. U ztráty prostupem se jedná o unikající tepelnou energii přes stavební konstrukce. Ztráta větráním je způsobena infiltrací přes netěsnosti ve výplních otvorů nebo n-násobnou výměnou vzduchu okny. Ve výchozím a novém stavu bylo větrání způsobováno n-násobnou výměnou vzduchu.

Posouzení výchozího stavu

Z grafu vyplývá, že největší podíl na celkových tepelných ztrátách má větrání (45%). Největší ztráta prostupem je pak způsobena výplněmi otvorů $H_{T(\text{výplně})} = 20,53 \text{ kW}$ – (18%), obvodovými stěnami $H_{T(\text{stěna})} = 15,38 \text{ kW}$ – (13%) a podlahovou konstrukcí přilehlou k zemině $H_{T(\text{podlaha})} = 14,83 \text{ kW}$ – (13%). Z porovnání tepelných ztrát je patrné, že při zlepšení tepelně technických vlastností obalových konstrukcí se sníží tepelné ztráty prostupem a konečným důsledkem je nižší potřeba tepla na vytápění budovy.

Posouzení nového stavu

Po provedení zateplení celé obálky budovy a výměny oken a dveří došlo ke snížení všech tepelných ztrát. K výraznému poklesu došlo hlavně u ztrát prostupem obvodovou stěnou, jenž se snížila o 79,84 % na hodnotu $H_{T(\text{stěna})} = 3,01 \text{ kW}$. U ztráty podlahovou konstrukcí došlo k poklesu o 76,33 % na hodnotu $H_{T(\text{podlaha})} = 3,51 \text{ kW}$. Dalšího zlepšení obálky budovy lze docílit výměnou výplní otvorů za výplně s lepšími parametry součinitele prostupu tepla. Tato varianta je doporučena v PENB pro nový stav v kategorii navrhovaných opatření.



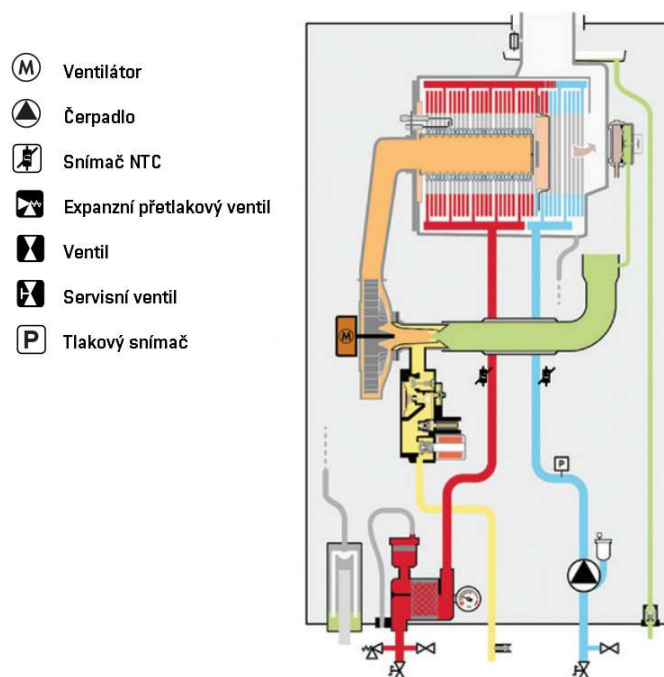
Graf 1: Měrné tepelné ztráty prostupem tepla – výchozí a nový stav budovy

1.1.7. Specifikace energetických systémů budovy

Vytápění

Vytápění v celém objektu zajišťoval ve výchozím stavu plynový nízkoteplotní kotel o výkonu 45 kW s jednostupňovým hořákem. V novém stavu byla provedena výměna zdroje tepla za kondenzační kotlem Panther Condens 48 KKO o jmenovitém výkonu 45 kW. Zdroj je umístěn v technické místnosti v 1.NP. Pro odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu slouží koncentrické potrubí vyvedené nad střechu. Kondenzát z kotle je veden do kanalizace. Nucený oběh otopné vody zajišťuje čerpadlo s příkonem 50 W.

Otopná tělesa byla nahrazena mokrým systémem podlahového vytápění. Potrubí s otopnou vodou je vedeno z kotle do rozdělovače a sběrače, kde se dále dělí do 4 topných větví a 1 větve pro ohřev TV. Topné větve vedou do rozdělovacích stanic v příslušných podlažích, na které jsou napojeny okruhy podlahového vytápění.

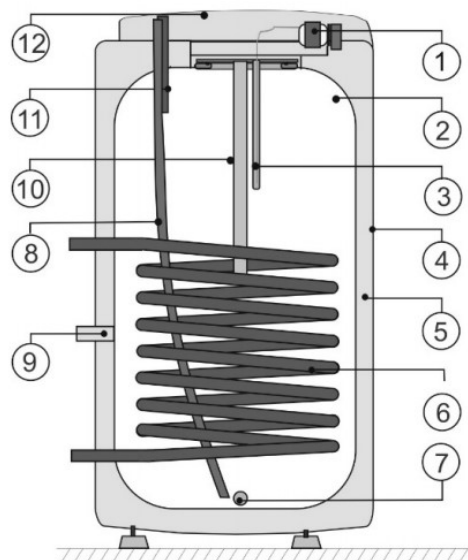


Obr. č. 24: Hydraulické schéma Panther Condens 48 KKO [19]

Příprava TV

Příprava teplé vody je realizována v nepřímotopném zásobníkovém ohřivači OKC 160 o objemu 147 l ohřivaném kondenzačním kotlem. Do zásobníku je připojeno cirkulační potrubí zajišťující cirkulaci teplé vody v objektu. Přívod studené vody do zásobníku je veden z vodovodní přípojky, na které je osazen vodoměr. Zásobník se nachází v technické místnosti v 1.NP. Potrubí vodovodního rozvodu v objektu je z plastu.

1. Teploměr
2. Ocelová smaltovaná nádoba
3. Jímka provozního a bezpečnostního termostatu
4. Plášť ohřívače
5. Polyuretanová bezfreonová izolace
6. Trubkový výměník
7. Vypouštěcí otvor
8. Napouštěcí trubka studené vody
9. Cirkulace
10. Mg anoda
11. Vypouštěcí trubka teplé vody
12. Kryt elektroinstalace



Obr. č. 25: Schéma ohřívače TV [20]

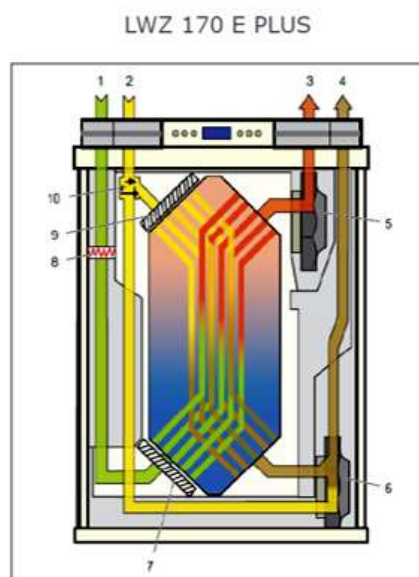
Vzduchotechnika

Pro zajištění výměny vzduchu v kuchyni slouží větrací vzduchotechnická jednotka s označením STIEBEL ELTRON – LWZ 170E Plus. Tato jednotka se nachází ve stejné zóně jako místnost, pro kterou zajišťuje výměnu vzduchu.

Jmenovitý objemový průtok ventilátorů je 300 m³/h. Přiváděný a odváděný vzduch je veden přes křížový rekuperační výměník tepla. Protizámrazová ochrana je zajištěna vestavěným předehřívacím registrem umístěným na přívodu venkovního vzduchu. Jeho el. příkon je 1,35 kW.

Kondenzát je veden přímo do kanalizace. Uvažovaná denní doba provozu jednotky je v průkazu stanovena na 8 h/den

Distribuci vzduchu v místnosti kuchyně zajišťují odtahové digestoře s tukovými filtry napojené na jednotku. Přívod vzduchu zpět do místnosti je zajištěn přívodními anemostaty.



1. Venkovní vzduch
2. Odpadní vzduch
3. Přiváděný vzduch
4. Odváděný vzduch
5. Ventilátor přiváděného vzduchu
6. Ventilátor odváděného vzduchu
7. Filtr
8. Předehřívací registr
9. Filtr
10. Obtoková klapka

Obr. č. 26: Schéma VZT jednotky [21]

Odvod vzduchu z koupelen a WC, kde není možné zajistit přirozené větrání, je zprostředkován odtahovými ventilátory a veden instalačními předstěnami do venkovního prostředí. Ventilátory mají průtok vzduchu 60 m³/h a příkon 5,5 W.

Osvětlení

Osvětlení ve výchozím stavu bylo řešeno zářivkami. Zóna komunikace je osazena nouzovým osvětlením s celkovým příkonem všech zdrojů 80 W. V rámci rekonstrukce byl vyměněn zdroj umělého osvětlení v celé budově za LED žárovky.

Ovládání osvětlení na chodbách a schodištích je nově v novém stavu řízeno systémem ADO. V ostatních zónách jsou zdroje ovládány ručně.

Chlazení – V objektu není provozován žádný chladicí systém.

Úprava vlhkosti – není v objektu řešena.

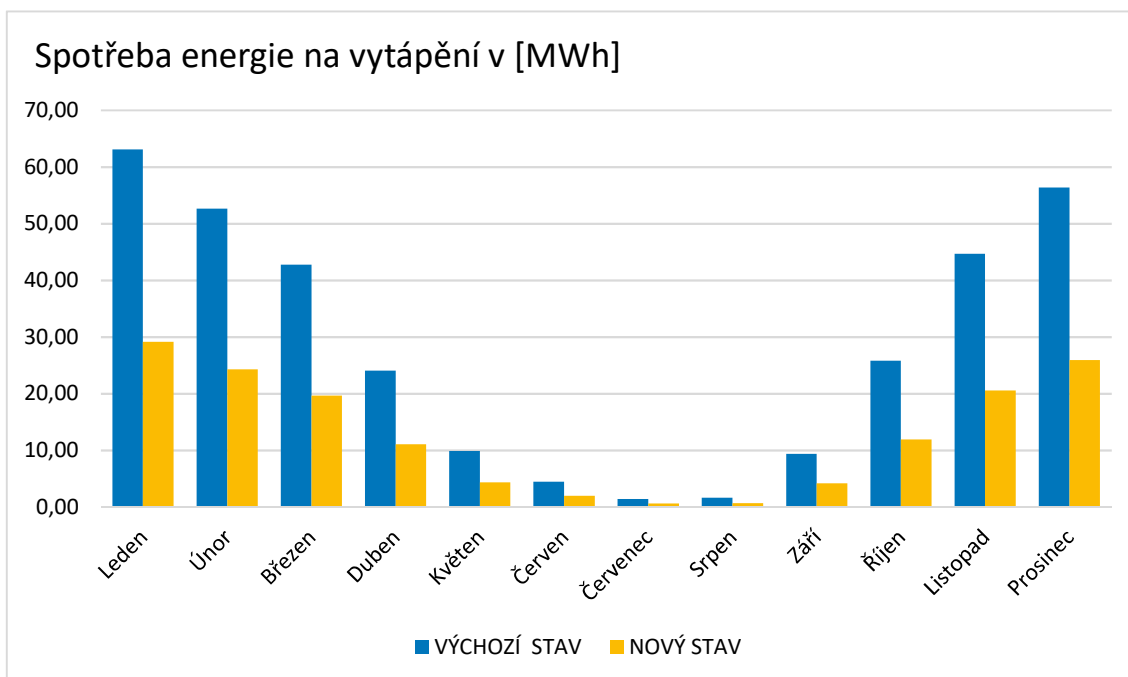
1.2. ENERGETICKÉ HODNOCENÍ BUDOVY

1.2.1. Potřeba energie pro jednotlivé systémy TZB

Vytápění

Roční spotřeba energie na vytápění kotlem bez pomocných energií za rok činila **336 044 kWh/rok**, po rekonstrukci se roční spotřeba snížila o **54,06 %** na **154 273 kWh/rok**.

Energie dodaná topnému registru ve vzduchotechnické jednotce přispívá 5 % k vytápění zóny, ve které je jednotka umístěna. Hodnota této energie byla ve výchozím stavu **1 050,2 kWh/rok**, v nové stavu se tato energie snížila na **403,89 kWh/rok**.



Graf 2: Spotřeba energie na vytápění

Ohřev TV

Roční spotřeba energie na ohřev TV bez pomocných energií za rok činila **11 940 kWh/rok**, po rekonstrukci se roční spotřeba snížila o **23,78 %** na **9 100,3 kWh/rok**.

Vzduchotechnika

Roční spotřeba energie pro provoz vzduchotechniky za rok činí **277,28 kWh/rok**.

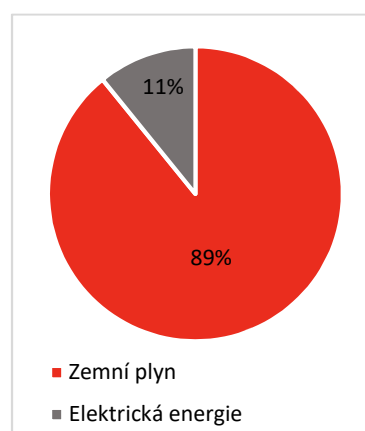
Osvětlení

Roční spotřeba energie za osvětlení za rok činila **29 273 kWh/rok**, po rekonstrukci se roční spotřeba snížila o **21,40 %** na **23 010 kWh/rok**.

Rozdělení dodané energie – výchozí stav

| Účel spotřeby energie | Energonositel | Energie [kWh/rok] |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| vytápění | Zemní plyn | 334 994,0 |
| | Elektrická energie | 1 050,2 |
| Pomocná energie | Elektrická energie | 2 203,6 |
| Ohřev TV | Zemní plyn | 11 940 |
| Pomocná energie | Elektrická energie | 6,8 |
| VZT | Elektrická energie | 277,3 |
| Osvětlení | Elektrická energie | 29 273,0 |
| Celková dodávka zemního plynu | | 346 934,0 |
| Celková dodávka elektrické energie | | 32 810,9 |
| Celkem | | 379 744,9 |

Tab. č. 11: Rozdělení dodané energie – výchozí stav

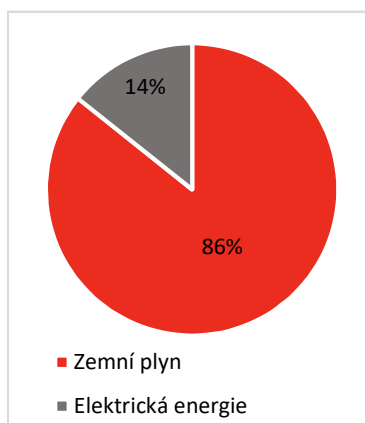


Graf 3: Podíl energonositelů na dodané energii – výchozí stav

Rozdělení dodané energie – nový stav

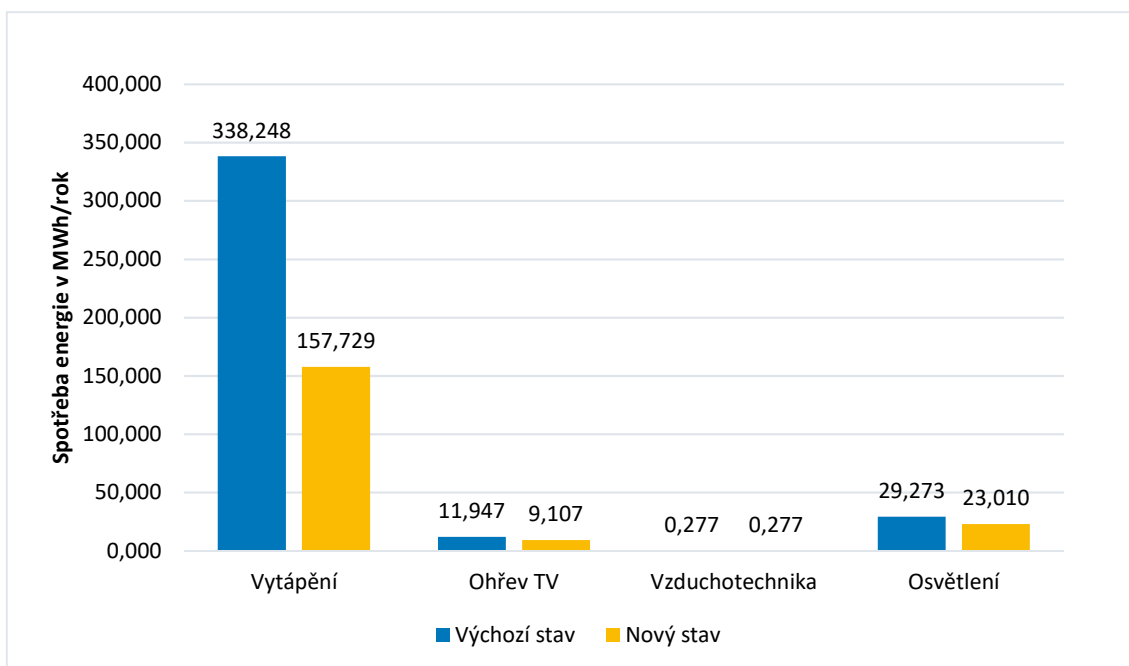
| Účel spotřeby energie | Energonositel | Energie [kWh/rok] |
|------------------------------------|--------------------|-------------------|
| vytápění | Zemní plyn | 153 869,0 |
| | Elektrická energie | 403,89 |
| Pomocná energie | Elektrická energie | 3 456,3 |
| Ohřev TV | Zemní plyn | 9 100,3 |
| Pomocná energie | Elektrická energie | 6,8 |
| VZT | Elektrická energie | 277,3 |
| Osvětlení | Elektrická energie | 23 010,0 |
| Celková dodávka zemního plynu | | 162 969,3 |
| Celková dodávka elektrické energie | | 27 154,3 |
| Celkem | | 190 123,6 |

Tab. č. 12: Rozdělení dodané energie – nový stav



Graf 4: Podíl energonositelů na dodané energii – nový stav

1.2.2. Celková spotřeba budovy



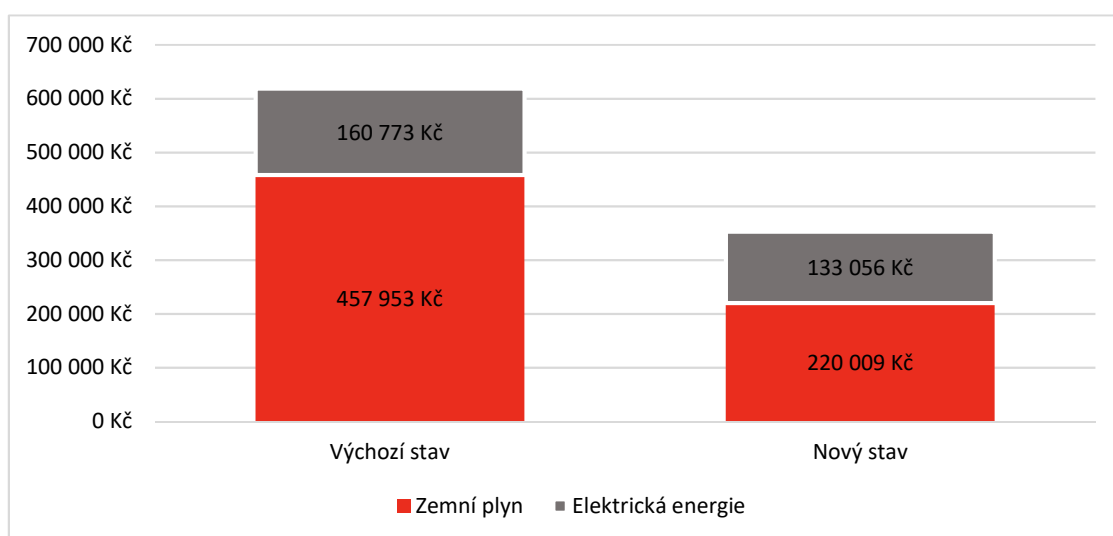
Graf 5: Celková spotřeba budovy – výchozí a nový stav budovy

1.2.3. Porovnání ročních provozních nákladů

Při stanovení nákladů uvažuji cenu zemního plynu 1,32 Kč/kWh a elektrické energie 4,90 Kč/kWh. [23],[24]

| | Energonositel | Dodaná energie kWh/rok | Cena za kWh | Roční náklady v Kč |
|---|---------------|------------------------|-------------|--------------------|
| Výchozí stav | Zemní plyn | 346 934,0 | 1,32 | 457 953,- |
| | El. energie | 32 810,9 | 4,9 | 160 773,- |
| Celkové náklady za energie budovy ve výchozím stavu | | | | 618 726,- |
| Nový stav | Zemní plyn | 162 969,3 | 1,32 | 220 009,- |
| | El. energie | 27 154,3 | 4,9 | 133 056,- |
| Celkové náklady za energie budovy po revitalizaci | | | | 353 065,- |

Tab. č. 13: Stanovení ročních provozních nákladů



Graf 6: Porovnání ročních provozních nákladů



Obr. č. 27: Severní pohled na budovu mateřské školy po revitalizaci

1.3. HODNOCENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

1.3.1. Zhodnocení návrhu pro výchozí stav

Konstrukce ve stávajícím stavu vykazují velké tepelné ztráty prostupem tepla a nesplňují požadavky normy ČSN 73 0540-2:2011 pro tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí. Zpracovaný EŠOB zařadil obálku budovy klasifikačním ukazatelem o hodnotě 2,31 do klasifikační třídy F – velmi nevhodná.

Z těchto důvodů navrhuji opatření ve formě zateplení všech obalových konstrukcí a výměnu výplní otvorů minimálně na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla podle normy ČSN 73 0540-2:2011. Nově navržené skladby včetně výpočtů jejich tepelně-technických vlastností viz kapitola: B1.1.1 Stavební řešení objektu a tepelně technické vlastnosti obalových konstrukcí.

V rámci revitalizace navrhuji výměnu stávajícího tepelného zdroje za kondenzační kotel. Otopné tělesa budou nahrazena systémem podlahového vytápění. a výměnu Zářivky budou v celém objektu vyměněny za LED žárovky.

1.3.2. Doba návratnosti investice

Pro výpočet doby návratnosti byl využit finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. [22]

Při stanovení úspor uvažuji cenu zemního plynu 1,32 Kč/kWh a elektrické energie 4,90 Kč/kWh. [23],[24]

| Zateplení obvodové stěny | | |
|----------------------------------|----------------|-----------|
| Cena investice na m ² | Kč | 1000,- |
| Zateplovaná plocha | m ² | 443,06 |
| Investice (IN) | Kč | 443 060,- |
| Zateplení střechy | | |
| Cena investice na m ² | Kč | 1500,- |
| Zateplovaná plocha | m ² | 532,56 |
| Investice (IN) | Kč | 798 840,- |
| Zateplení podlahy na terénu | | |
| Cena investice na m ² | Kč | 1500,- |
| Zateplovaná plocha | m ² | 532,51 |
| Investice (IN) | Kč | 798 765,- |
| Výměna výplní otvorů | | |
| Cena investice na m ² | Kč | 4000,- |
| Zateplovaná plocha | m ² | 221,61 |
| Investice (IN) | Kč | 886 440,- |
| Výměna systému vytápění | | |
| Cena kondenzačního kotle | Kč | 60 000,- |
| Podlahové vytápění | | |
| Cena investice na m ² | Kč | 500,- |
| Podlahová plocha | m ² | 104,0 |
| Investice (IN) | Kč | 52 000,- |
| Celková investice (IN) | 3 039 105,- Kč | |
| Celková úspora (Cf) | 270 551,- Kč | |
| Životnost opatření | 30 let | |
| Doba návratnosti (Ts) | 10 let | |

Tab. č. 14: Návratnost návrhových opatření – výchozí stav

Rozdíl dodávky plynu starého a nového stavu = 183 965 kWh/rok, cena za dodávku plynu = 242 834,- Kč. Rozdíl dodávky elektrické energie = 5 657 kWh/rok, cena za dodávku elektrické energie = 27 717,- Kč. Celková úspora = 270 551,- Kč

| Základní parametry investice | | |
|---|---|-----------------|
| Doba životnosti projektu | <input type="text" value="30"/> | [počet let] ??? |
| Celková investice do zařízení | <input type="text" value="3039105"/> | [Kč] ??? |
| Roční výnos z provozovaného zařízení ??? | | |
| Roční výnos z pořízeného zařízení | <input type="text" value="270551"/> | [Kč] |
| Roční změna výnosu z pořízeného zařízení | <input type="text" value="3"/> | [%] |
| Doplňkové parametry investice | | |
| Diskont - výnos alternativní investice | <input type="text" value="3"/> | % ??? |
| Bude se danit zisk z projektu? ??? | <input checked="" type="radio"/> Ne <input type="radio"/> Ano | |
| VÝSLEDKY | | |
| NPV - čistá současná hodnota projektu: | 4841021 Kč ??? | |
| Roční ekvivalentní finanční toky investice: | 246985 Kč ??? | |
| Doba návratnosti: | 10 let ??? | |
| Diskontovaná doba návratnosti: | 12 let ??? | |
| IRR - vnitřní výnosové procento investice: | 11 % ??? | |

Obr. č. 28: Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic – návrh revitalizace [22]

1.3.3. Zhodnocení dalšího úsporného opatření

Úspory energie v novém stavu lze docílit zateplením obvodové stěny tepelnou izolací EPS F s lepším součinitelem tepelné vodivosti tj. $\lambda = 0,032 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$. Tloušťka izolace bude 150 mm. Výsledný součinitel prostupu tepla obvodové stěny pak vychází na hodnotu $0,172 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Konstrukce nyní vyhoví doporučené hodnotě pro pasivní budovy $U_{\text{pas},20} = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Další možná varianta vedoucí ke snížení energetické náročnosti budovy je výměna výplní otvorů. Doporučuji vyměnit výplně oken a dveří za výplně s izolačním trojsklem a hodnotou součinitele prostupu tepla $U = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Pro výpočet doby návratnosti byl využit finanční kalkulačtor pro hodnocení ekonomické efektivity investic [22]

Při stanovení úspor uvažuji cenu zemního plynu 1,32 Kč/kWh a elektrické energie 4,90 Kč/kWh. [23],[24]

| Zateplení obvodové stěny | | |
|----------------------------------|----------------|-----------|
| Cena investice na m ² | Kč | 200,- |
| Zateplovaná plocha | m ² | 443,06 |
| Investice (IN) | Kč | 88 612,- |
| Zateplení střechy | | |
| Cena investice na m ² | Kč | 700,- |
| Zateplovaná plocha | m ² | 221,61 |
| Investice (IN) | Kč | 155 127,- |
| Celková investice (IN) | 243 739,- Kč | |
| Celková úspora (Cf) | 12 168,- Kč | |
| Životnost opatření | 30 let | |
| Doba návratnosti (Ts) | 16 let | |

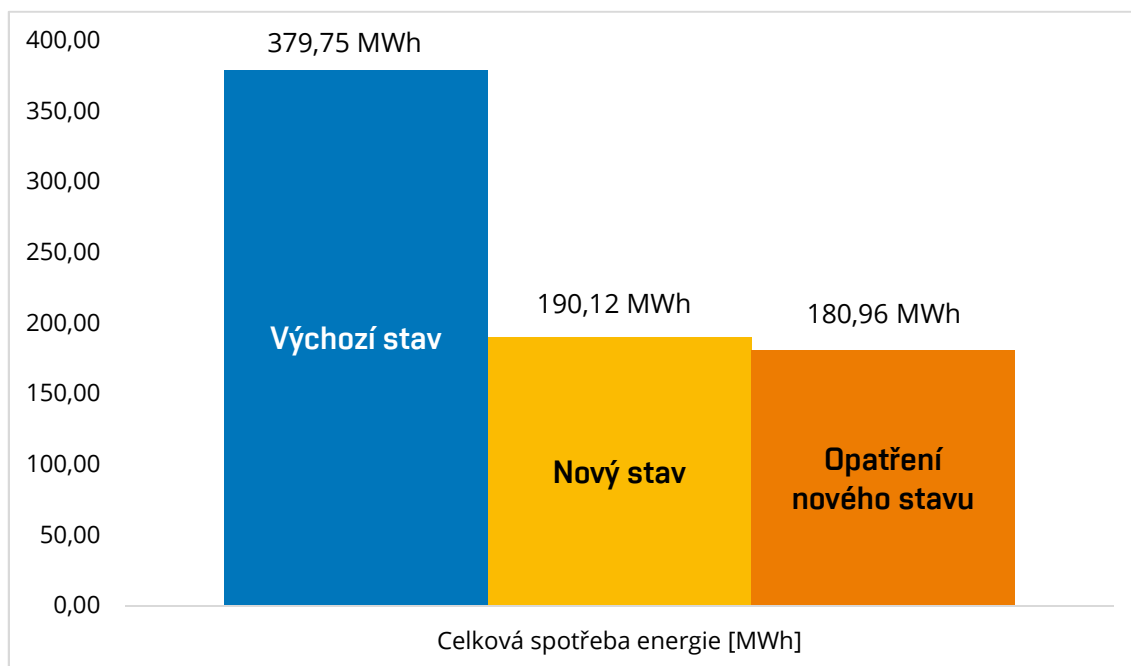
Tab. č. 15: Návratnost návrhových opatření – výchozí stav

Rozdíl dodávky plynu nového stavu a stavu s dalším opatřením = 9 137,8 kWh/rok, cena za dodávku plynu = 12 062,- Kč. Rozdíl dodávky elektrické energie = 21,6 kWh/rok, cena za dodávku elektrické energie = 106,- Kč. Celková úspora = 12 168,- Kč

| Základní parametry investice | | |
|---|---|-----------------|
| Doba životnosti projektu | <input type="text" value="30"/> | [počet let] ??? |
| Celková investice do zařízení | <input type="text" value="243739"/> | [Kč] ??? |
| Roční výnos z provozovaného zařízení ??? | | |
| Roční výnos z pořizovaného zařízení | <input type="text" value="12168"/> | [Kč] |
| Roční změna výnosu z pořizovaného zařízení | <input type="text" value="3"/> | [%] |
| Doplňkové parametry investice | | |
| Diskont - výnos alternativní investice | <input type="text" value="3"/> | % ??? |
| Bude se danit zisk z projektu? ??? | <input checked="" type="radio"/> Ne <input type="radio"/> Ano | |
| VÝSLEDKY | | |
| NPV - čistá současná hodnota projektu: | 110669 Kč ??? | |
| Roční ekvivalentní finanční toky investice: | 5646 Kč ??? | |
| Doba návratnosti: | 16 let ??? | |
| Diskontovaná doba návratnosti: | 21 let ??? | |
| IRR - vnitřní výnosové procento investice: | 6 % ??? | |

Obr. č. 29: Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic – další úsporné opatření [22]

1.3.4. Porovnání celkové spotřeby energie s návrhovým opatřením na nový stav



Graf 7: Porovnání celkové spotřeby energie s návrhovým opatřením na nový stav

1.4. NÁVRH SOLÁRNÍHO PANELU

Podle analýzy alternativních systémů v PENB vychází instalace solárního systému jako nevhodnější způsob dodávky alternativní energie. Solární kolektory budou podporovat systém pro přípravu teplé vody s 50 % pokrytím potřeby.

Systém bude obsahovat 4 ploché solární kolektory umístěné na ploché střeše ve sklonu 45° s orientací na jih. Součástí systému je akumulční nádrž o objemu 400 l a nezbytné armatury a regulace pro provoz. Rozvody v exteriéru budou izolovány minerální vlnou v tloušťce 40 mm

Bilance solární soustavy je stanovena pomocí výpočetním nástrojem pro bilancování polárních termických systémů viz. příloha 9 [25]

Vstupní údaje pro návrh solárního systému

| | | |
|--|-----|-----------|
| Počet osob | 60 | osob |
| Spotřeba na osobu | 5 | i/os. den |
| Denní spotřeba teplé vody $V_{TV,den}$ | 300 | l |
| Objem akumulční nádrže | 400 | l |

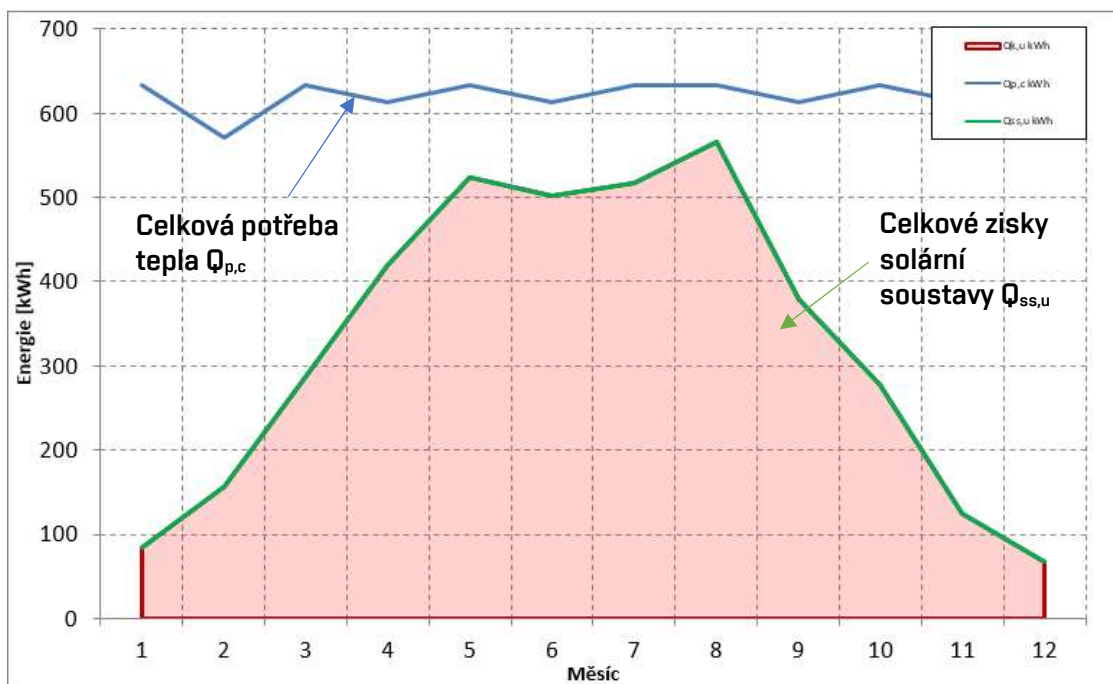
Parametry solárního kolektoru

| | | |
|---|--------|-------------------------------------|
| Optická účinnost η_0 | 0,777 | - |
| Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru a_1 | 4,35 | W/(m ² .K ²) |
| Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru a_2 | 0,0073 | W/(m ² .K ²) |
| Počet kolektorů | 4 | ks |
| Vztažná plocha kolektoru | 1,9 | m ² |
| Celková vztažná plocha kolektoru | 7,6 | m ² |
| Plocha apertury solárního kolektoru A_k | 1,9 | m ² |
| Střední denní teplota v solárních kolektorech $t_{k,m}$ | 36,2 | °C |
| Sklon solárního kolektoru β | 45 | ° |
| Azimut solárního kolektoru γ (jih = 0°) | 0 | ° |

Vyhodnocení

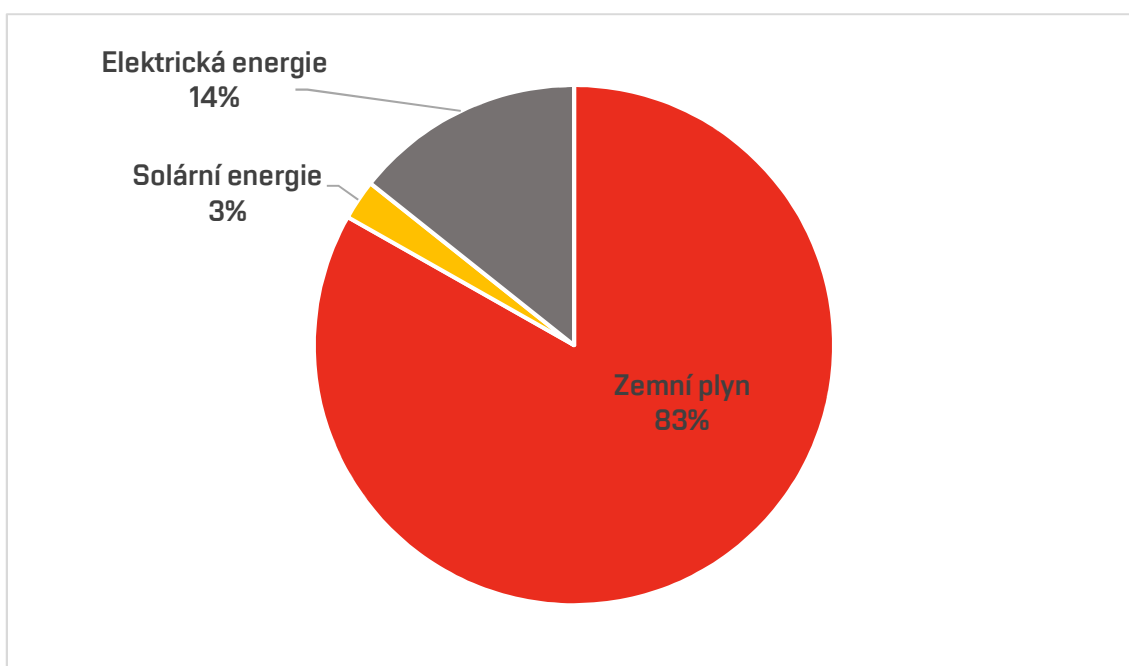
| | | |
|--|------|---------------------------|
| Potřeba tepla pro přípravu TV | 7450 | kWh/rok |
| Měrný využitelný zisk solárního systému $q_{ss,u}$ | 513 | kWh/(m ² .rok) |
| Celkový využitelný zisk solárního systému $Q_{ss,u}$ | 3903 | kWh/rok |
| Solární podíl (pokrytí potřeby tepla) f | 52 | % |
| Minimální požadovaný objem solárního zásobníku | 342 | l |

Tab. č. 16: Návrh solárního panelu [7]



Obr. č. 30: Graf pokrytí potřeby TV solárními kolektory [7]

Podíl dodané energie po zavedení podpory přípravy TV solárními kolektory



Graf 8: Podílu energonositelů na dodané energii – solární systém

Zavedením solárního systému se sníží spotřeba zemního plynu na přípravu TV o 3 % z celkové roční spotřeby. Toto opatření by bylo vhodnější do provozu s vyšší potřebou teplé vody.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

ČÁST C – PROJEKT PENB

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Adriana Mahovská

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.

BRNO 2019

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

Mateřská škola
Hornická 2679/43
70200, Ostrava
katastrální území Moravská Ostrava
[713520]
parc. č. 4048



Energetický specialista

Adriana Mahovská
Číslo oprávnění:

Evidenční číslo

PENB - výchozí stav

Datum vydání

24.5.2019

Verze dokumentu

Průkaz energetické náročnosti mateřské školy - výchozí stav

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: **Hornická 2679/43, k.ú.**

713520, p.č. 4048

PSČ, místo: **70200, Ostrava**

Typ budovy: **Budova pro vzdělávání**

Plocha obálky budovy: **1729.74** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.49** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **1065.08** m²

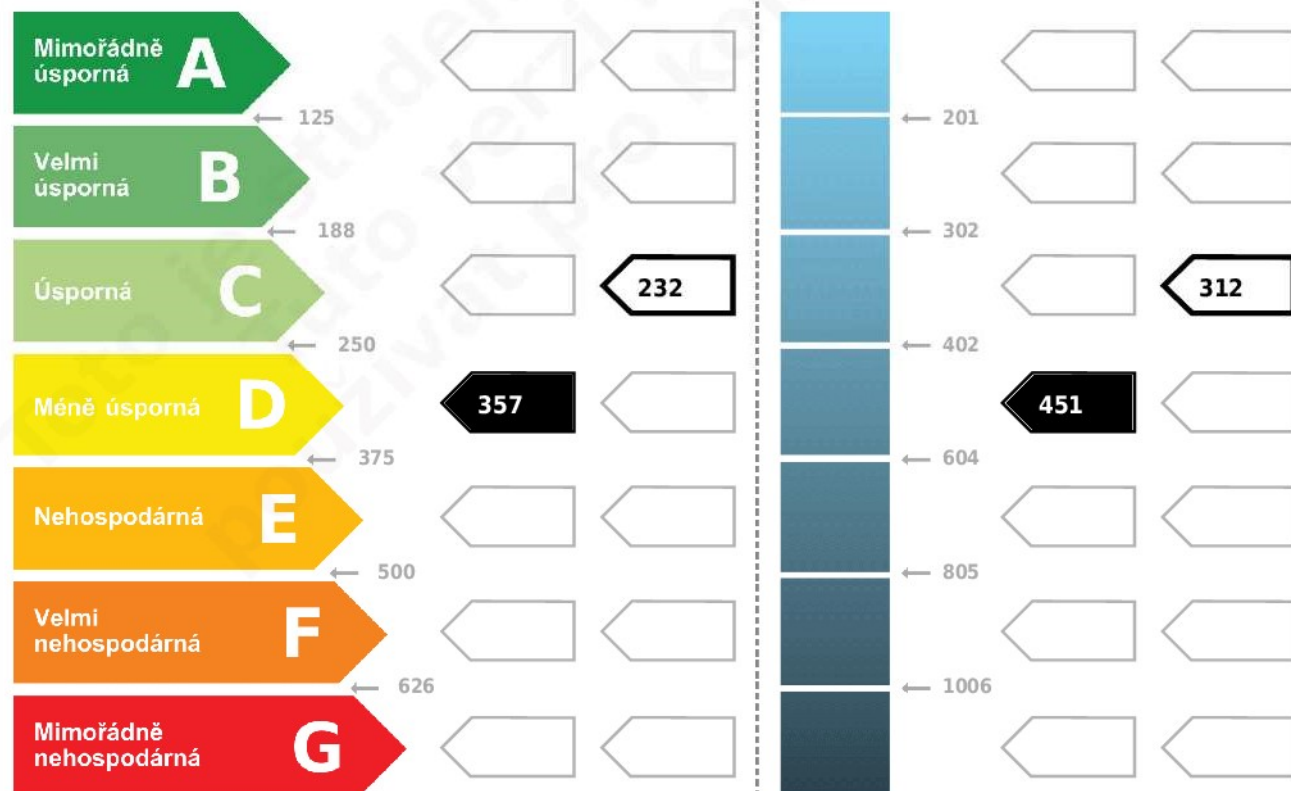


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

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

379.8

480.1

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

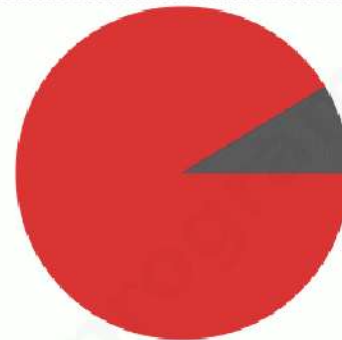
| Opatření pro | Stanovena |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Vnější stěny: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Okna a dveře: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Střechu: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Podlahu: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Vytápění: | <input 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 ENERGOZDROJŮ NA DODANÉ ENERGII

Hodnoty pro celou budovu [MWh/rok]



■ zemní plyn: 346.9
■ elektrická energie: 32.8

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) | |
| | | | | | | | | |
| Mírně až výborně úsporná | | | | | | | 27.5 27.5 | |
| A | | | | | | | | |
| B | | | | | | | | |
| C | 0.35 | | | | | | | |
| D | | 193 | | 0.26 0.26 | | 11.2 11.2 | | |
| E | | | | | | | | |
| F | | 318 | | | | | | |
| G | 1.06 | | | | | | | |
| Mírně až nevhodná | | | | | | | | |
| Hodnoty pro celou budovu MWh/rok | | 338.0 | | 0.3 | | 11.9 | 29.3 | |

Zpracovatel: **Adriana Mahovská**
Kontakt: **Výpusta 80, 76311, Želechovice nad Dřevnicí**
188219@vutbr.cz

Osvědčení č.:
Vyhотовeno dne: **24.5.2019**
Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

PENB - výchozí stav

Evidenční číslo z databáze ENEX:

PENB - výchozí stav

Účel zpracování průkazu

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

Základní informace o hodnocené budově

| Identifikační údaje budovy | |
|---|---------------------------------------|
| Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ): | Ostrava, Hornická 2679/43, 70200 |
| Katastrální území: | 713520 |
| Parcelní číslo: | 4048 |
| Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu): | |
| Vlastník nebo stavebník: | Statutární město Ostrava |
| Adresa: | Prokešovo náměstí 8 729 30 Ostrava |
| IČ: | |
| Tel./e-mail: | / |

| Typ budovy | | |
|---|--|--|
| <input 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 checked="" 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] | 3 504,4 |
| Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V) | [m ²] | 1 729,7 |
| Objemový faktor tvaru budovy A/V | [m ² /m ³] | 0,49 |
| Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c | [m ²] | 1 065,1 |

| 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) | | |
| VYP-1 1-EXT O1 - S | 20,4 | 2,40 | - | - | 1,00 | 48,94 |
| VYP-2 1-EXT D1 - S | 6,6 | 4,00 | - | - | 1,00 | 26,24 |
| STN-3 1-EXT STĚNA - S | 37,2 | 0,99 | - | - | 1,00 | 36,78 |
| STN-4 1-EXT STĚNA - Z | 11,7 | 0,99 | - | - | 1,00 | 11,57 |
| VYP-5 1-EXT O1 - Z | 0,8 | 2,40 | - | - | 1,00 | 1,94 |
| VYP-6 1-EXT D - Z | 3,4 | 4,00 | - | - | 1,00 | 13,76 |
| STN-8 1-EXT STĚNA - J | 3,7 | 0,99 | - | - | 1,00 | 3,69 |
| VYP-10 1-EXT O1 - J | 2,5 | 2,40 | - | - | 1,00 | 5,95 |
| STR-13 1-EXT STŘEŠNÍ KONSTRUKCE | 83,3 | 0,38 | - | - | 1,00 | 31,67 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 16,96 |
| PDL(z)-12 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 104,0 | 3,12 | - | - | 0,34 | 104,80 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 10,40 |
| Celkem | 273,6 | - | - | - | - | 312,70 |

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) | | |
| | | | | | | |
| VYP-1 2-EXT O1 - S | 15,2 | 2,40 | - | - | 1,00 | 36,41 |
| STN-3 2-EXT STĚNA - S | 21,3 | 0,99 | - | - | 1,00 | 21,07 |
| STN-8 2-EXT STĚNA - J | 19,2 | 0,99 | - | - | 1,00 | 19,01 |
| VYP-10 2-EXT O1 - J | 7,8 | 2,40 | - | - | 1,00 | 18,70 |
| VYP-11 2-EXT D - J | 3,4 | 4,00 | - | - | 1,00 | 13,68 |
| STR-13 2-EXT STŘEŠNÍ KONSTRUKCE | 78,7 | 0,38 | 0,16 | NE | 1,00 | 29,90 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 14,56 |
| PDL(z)-12 2-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 52,6 | 3,12 | - | - | 0,42 | 65,89 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 5,26 |
| Celkem | 198,2 | - | - | - | - | 224,47 |

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 [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) | | |
| | | | | | | |
| VYP-1 3-EXT O1 - S | 6,5 | 2,40 | - | - | 1,00 | 15,55 |
| STN-3 3-EXT STĚNA - S | 20,1 | 0,99 | - | - | 1,00 | 19,87 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 2,66 |

| | | | | | | |
|---|-------------|----------|----------|----------|----------|---------------|
| PDL(z)-12 3-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 64,3 | 3,12 | - | - | 0,40 | 76,30 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 6,43 |
| Celkem | 90,9 | - | - | - | - | 120,80 |

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 Z4) | Plocha A_j | Součinitel prostupu tepla | | | Číselník teplotní redukce b_j | Měrná ztráta prostupem tepla $H_{T,j}$ |
|--|-------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------|--|---|
| | | Vypočtená hodnota U_j | Referenční hodnota $U_{N,rq,j}$ | Splněno | | |
| | [m ²] | [W/(m ² .K)] | [W/(m ² .K)] | (ANO/NE) | [-] | [W/K] |
| VYP-1 4-EXT O1 - S | 11,7 | 2,40 | - | - | 1,00 | 28,01 |
| VYP-2 4-EXT D1 - S | 3,3 | 4,00 | - | - | 1,00 | 13,24 |
| STN-3 4-EXT STĚNA - S | 91,5 | 0,99 | - | - | 1,00 | 90,61 |
| STN-4 4-EXT STĚNA - Z | 54,0 | 0,99 | - | - | 1,00 | 53,50 |
| VYP-5 4-EXT O1 - Z | 18,7 | 2,40 | - | - | 1,00 | 44,93 |
| VYP-6 4-EXT D - Z | 10,0 | 4,00 | - | - | 1,00 | 40,00 |
| STN-7 4-EXT STĚNA - V | 63,4 | 0,99 | - | - | 1,00 | 62,79 |
| STN-8 4-EXT STĚNA - J | 121,0 | 0,99 | - | - | 1,00 | 119,74 |
| VYP-9 4-EXT O1 - V | 35,3 | 2,40 | - | - | 1,00 | 84,70 |
| VYP-10 4-EXT O1 - J | 68,5 | 2,40 | - | - | 1,00 | 164,47 |
| VYP-11 4-EXT D - J | 7,6 | 4,00 | - | - | 1,00 | 30,20 |
| STR-13 4-EXT STŘEŠNÍ KONSTRUKCE | 370,5 | 0,38 | - | - | 1,00 | 140,80 |

| | | | | | | |
|--|----------------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 85,55 |
| PDL(z)-12 4-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 311,6 | 3,12 | - | - | 0,21 | 176,67 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,10$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 31,16 |
| Celkem | 1 167,2 | - | - | - | - | 1 166,37 |

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 - KOMUNIKACE | 20,0 | 616,08 | 0,47 |
| zóna 2 - HYGIENICKÉ ZÁZEMÍ | 20,0 | 432,29 | 0,48 |
| zóna 3 - VZT PROSTORY | 20,0 | 211 | 0,45 |
| zóna 4 - OSTATNÍ PROSTORY | 20,0 | 2244,99 | 0,45 |

| 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 | 1,06 | 0,46 | NE |

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

B) technické systémy

b.1.a) vytápění

| Hodnocená budova/zóna | Typ zdroje | Energonositel | Pokrytí dílčí potřeby energie na vytápění | Jmenovitý tepelný výkon | Účinnost výroby energie zdrojem tepla ²⁾ $\eta_{H,gen} / COP_{H,gen}$ | Účinnost distribuce energie na vytápění $\eta_{H,dis}$ | Účinnost sdílení energie na vytápění $\eta_{H,em}$ |
|-----------------------|-----------------|--------------------|---|-------------------------|---|---|---|
| | (-) | (-) | [%] | [kW] | [%] / [-] | [%] | [%] |
| Referenční budova | x ¹⁾ | x | x | x | 80 / - | 85 | 80 |
| Z1 | K 2 | zemní plyn | 100 | 45 | 75 / - | 89 | 89 |
| Z2 | K 2 | zemní plyn | 100 | 45 | 75 / - | 89 | 89 |
| Z3 | K 1 | elektrická energie | 5 | 1.35 | 94 / - | 89 | 89 (85) |
| | K 2 | zemní plyn | 95 | 45 | 75 / - | | |
| Z4 | K 2 | zemní plyn | 100 | 45 | 75 / - | 89 | 89 |

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 $\eta_{H,gen,ra}$ nebo $COP_{H,gen}$ | Požadavek splněn |
|-------------------------|-----------------------------|---|--|------------------|
| | (-) | [%] nebo [-] | [%] nebo [-] | (ANO/NE) |
| Z3 | K 1 - elektroohřev VZT | 94 | - | - |
| Z1, Z2, Z3, Z4 | K 2 - Plynový kotel (48 kW) | 86 | - | - |

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

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

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

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

b.3.) větrání

| Hodnocená budova / zóna | Typ větracího systému | Ergo-nositel | 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 | elektrína | | | 100 | 0,028 | 300 | 330 |
| Z3 | VZT 1 - přívodně odvodní | elektrína | 1,35 | | 100 | 0,140 | 300 | 1 680 |

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

| Hodnocená budova / zóna | Typ systému vlhčení | Ergo-nositel | 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 | - | - | - | - | - | - |
| Z4 | - | - | - | - | - | - |

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 η_{RH-gen} |
|-------------------------|-----------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------|---|--------------------------|---|
| | (-) | (-) | [kW] | [kW] | [%] | [kW] | [%] |
| Referenční budova | x | x | x | x | x | x | 65 |
| Z1 | - | - | - | - | - | - | - |
| Z2 | - | - | - | - | - | - | - |
| Z3 | - | - | - | - | - | - | - |
| Z4 | - | - | - | - | - | - | - |

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/(lден)] | [kWh/(mden)] |
| Referenční budova | x ¹⁾ | x | x | x | x | 85 / - | 0,0070 (0,0050) | 0,1500 |
| TV 1 (Z3) | TV _{sys1} | zemní plyn | 100 | K-2 [45] | 147.00 | K-2 [74,69/-] | 0.0079 | 0.1500 |

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

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

| Hodnocená budova / zóna | Typ systému k přípravě teplé vody | Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$ | Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$ | Požadavek splněn |
|-------------------------|-----------------------------------|---|---|------------------|
| | (-) | [%] nebo [-] | [%] nebo [-] | (ANO/NE) |
| TV 1 (Z3) | K 2 - Plynový kotel (48 kW) | 86 | - | - |

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 vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,x}$ |
|-------------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| | (-) | [%] | [kW] | [W/(m ² lx)] |
| Referenční budova | x | x | x | 0,10 |
| Zóna 1 | Osvětlení v zóně KOMUNIKACE | 100 | $P_n = 2,623$ $P_{em} = 0,080$ | 0,03 |
| Zóna 2 | Osvětlení v zóně HYGIENICKÉHO ZÁZEMÍ | 100 | $P_n = 0,353$ | 0,03 |
| Zóna 3 | Osvětlení v zóně VZT | 100 | $P_n = 0,142$ | 0,03 |
| Zóna 4 | Osvětlení v zóně OSTATNÍ PROSTORY | 100 | $P_n = 9,729$ | 0,03 |

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"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Z2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Z3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Z4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" 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] | 97 290 | 198 896 | 0,00 | 0,00 | - | - | 0,00 | 0,00 | 3 497,3 | 3 497,3 | - | - |
| (2) | Vypočtená spotřeba energie | [kWh/rok] | 178 842 | 336 044 | 0,00 | 0,00 | 270,05 | 277,28 | 0,00 | 0,00 | 10 435 | 11 940 | 88 383 | 29 273 |
| (3) | Pomocná energie | [kWh/rok] | 2 237,9 | 2 237,9 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,78 | 6,78 | - | - |
| (4) | Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3) | [kWh/rok] | 181 080 | 338 282 | 0,00 | 0,00 | 270,05 | 277,28 | 0,00 | 0,00 | 10 442 | 11 947 | 88 383 | 29 273 |
| (5) | Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ² | [kWh/(m ² rok)] | 170,02 | 317,61 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 9,80 | 11,22 | 82,98 | 27,48 |

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

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

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

| 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 | 32 810,62 | 3,20 | 3,00 | 104 993,99 | 98 431,86 |
| zemní plyn | 346 934,69 | 1,10 | 1,10 | 381 628,16 | 381 628,16 |
| Celkem | 379 745,31 | x | x | 486 622,15 | 480 060,02 |

e) požadavek na celkovou dodanou energii

| | | | | | |
|-----|-------------------|----------------------------|------------|------------------|----|
| (6) | Referenční budova | [kWh/rok] | 280 174,62 | Splněno (ANO/NE) | NE |
| (7) | Hodnocená budova | | 379 779,68 | | |
| (8) | Referenční budova | [kWh/(m ² rok)] | 263,05 | | |
| (9) | Hodnocená budova | | 356,57 | | |

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

| | | | | | |
|------|--|----------------------------|------------|---------------------|----|
| (10) | Referenční budova | [kWh/rok] | 466 370,27 | Splněno (ANO/NE) | NE |
| (11) | Hodnocená budova | | 480 060,02 | | |
| (12) | Referenční budova (ř.10 / m ²) | [kWh/(m ² rok)] | 437,87 | | |
| (13) | Hodnocená budova (ř.11 / m ²) | | 450,73 | | |

g) primární energie hodnocené budovy

| | | | |
|------|--|-----------|------------|
| (14) | Celková primární energie | [kWh/rok] | 486 622,15 |
| (15) | Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11) | [kWh/rok] | 6 562,12 |
| (16) | Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100) | [%] | 1,35 |

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 energii z OZE | Kombinovaná výroba elektřiny a tepla | Soustava zásobování tepelnou energií | Tepelné čerpadlo |
| Technická proveditelnost | ANO | NE | NE | NE |
| Ekonomická proveditelnost | ANO | NE | NE | NE |
| Ekologická proveditelnost | ANO | NE | NE | NE |
| Doporučení k realizaci a zdůvodnění | <p>Ze všech možných variant alt. systému doporučuji instalaci solárních panelů na konstrukci ploché střechy, které pokryjí 50% potřebu přípravy teplé vody. Systém by představoval kolektory, zásobník a nezbytné armatury a regulace pro provoz systému. Solární soustava by podporovala stávající způsob ohřevu TV.</p> <p>Provoz daného typu objektu není vhodný pro instalaci kogenerační jednotky z důvodu nadbytku tepla v letním období.</p> <p>Soustava zásobování tepelnou energií nelze u tohoto objektu zrealizovat, protože v blízkosti není k dispozici rozvod CZT.</p> <p>Do provozu není možné nainstalovat tepelné čerpadlo země-voda z důvodu omezené rozlohy parcely a absence prostoru pro provedení vrtů.</p> <p>Hlavním důvodem pro nevhodnost použití tepelného čerpadla vzduch-vzduch je hlukové omezení dané umístěním objektu v městské části.</p> | | | |
| Datum zpracování analýzy | 24.5.2019 | | | |
| Zpracovatel analýzy | Adriana Mahovská | | | |
| Energetický posudek | povinnost vypracovat energetický posudek | | | ANO |
| | energetický posudek je součástí analýzy | | | ANO |
| | datum vypracování energetického posudku | | | 24.5.2019 |
| | zpracovatel energetického posudku | | | Adriana Mahovská |

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 ₅ 1 - Zateplení SO | - | 133 164,33 | 147 778,02 |
| <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 | 246,61 | 133 133,9 | 147 778,0 |

| Posouzení vhodnosti doporučených opatření | | | | |
|---|---|---------------------------------|--|-----------------------------|
| Opatření | Stavební prvky a konstrukce budovy | Technické systémy budovy | Obsluha a provoz systémů budovy | Ostatní - uvést jaké |
| Technická vhodnost | ANO | ANO | ANO | ANO |
| Funkční vhodnost | ANO | ANO | ANO | ANO |
| Ekonomická vhodnost | ANO | ANO | ANO | ANO |
| Doporučení k realizaci a zdůvodnění | <p>Pro zlepšení energetické náročnosti doporučuji zateplení:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obvodové stěny na hodnotu $U = 0,195 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. • Konstrukce podlahy na hodnotu $U = 0,235 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. • Střešní konstrukce na hodnotu $U = 0,151 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. <p>Výměna výplní otvorů</p> <ul style="list-style-type: none"> • Okna s hodnotou $U = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. • Dveře s hodnotou $U = 1,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. <p>Nové konstrukce musí vyhovovat požadavkům normy ČSN 73 0540-2:2011</p> | | | |
| Datum vypracování doporučených opatření | 24.5.2019 | | | |
| Zpracovatel navržených doporučených opatření | Adriana Mahovská | | | |
| Energetický posudek | Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření | | | NE |
| | Datum vypracování energetického posudku | | | - |
| | Zpracovatel energetického posudku | | | - |

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

| Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie | |
|--|---|
| - Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1 | - |
| - Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii | - |
| Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy | |
| - Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a) | - |
| - 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 | D |
| 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 | Adriana Mahovská |
| Číslo oprávnění MPO | |
| Podpis energetického specialisty | |

Datum vypracování průkazu

| | |
|---------------------------|-----------|
| Datum vypracování průkazu | 24.5.2019 |
|---------------------------|-----------|

Zdroj informací

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

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

Mateřská škola
Hornická 2679/43
70200, Ostrava
katastrální území Moravská Ostrava
[713520]
parc. č. 4048



Energetický specialista

Adriana Mahovská
Číslo oprávnění:

Evidenční číslo

PENB - nový stav

Datum vydání

24.5.2019

Verze dokumentu

Průkaz energetické náročnosti mateřské školy - nový stav

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: **Hornická 2679/43, k.ú.**

713520, p.č. 4048

PSČ, místo: **70200, Ostrava**

Typ budovy: **Budova pro vzdělávání**

Plocha obálky budovy: **1729.74** m²

Objemový faktor tvaru A/V: **0.49** m²/m³

Celková energeticky vztažná plocha: **1065.08** m²

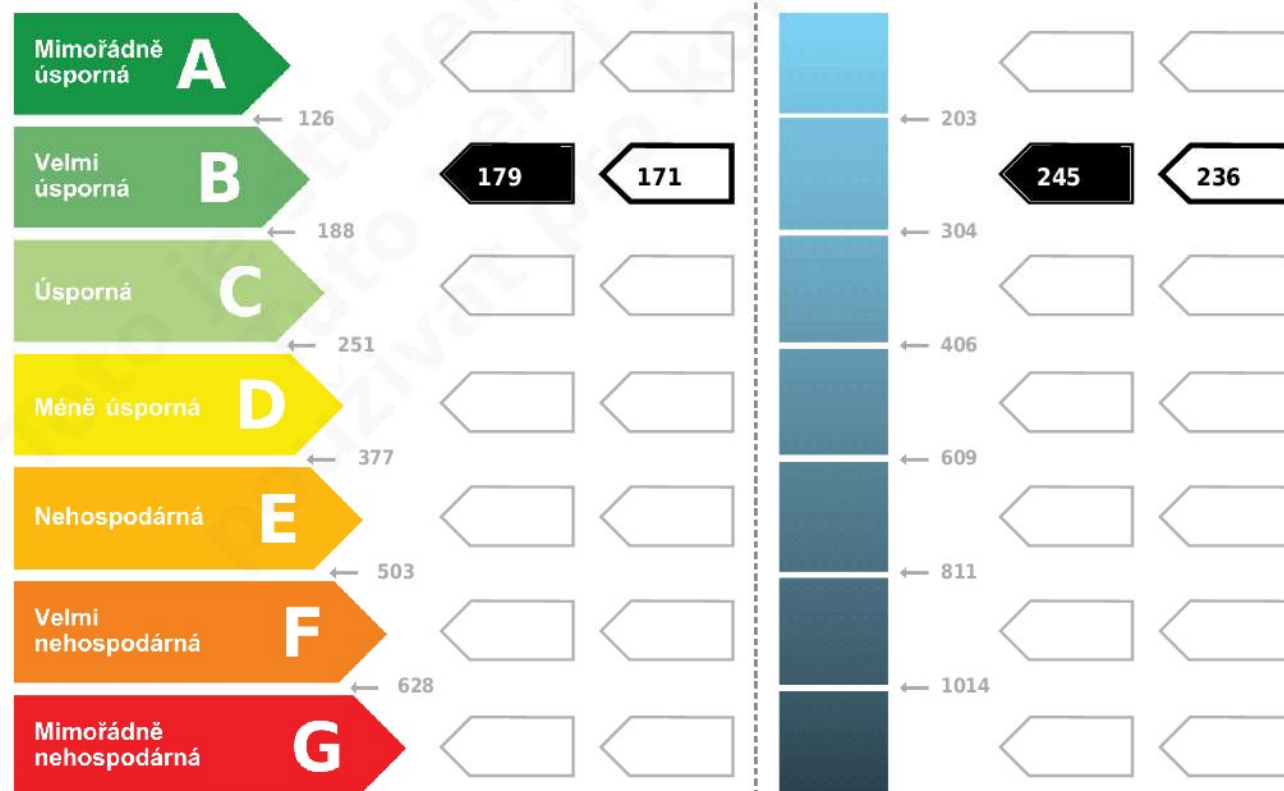


ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY

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

190.1

260.7

DOPORUČENÁ OPATŘENÍ

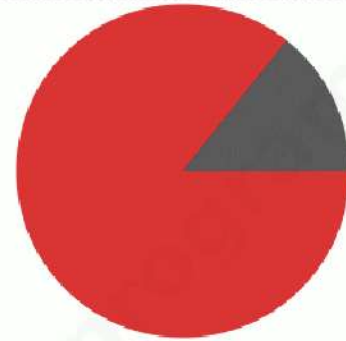
| Opatření pro | Stanovena |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Vnější stěny: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Okna a dveře: | <input checked="" type="checkbox"/> |
| Střechu: | <input type="checkbox"/> |
| Podlahu: | <input type="checkbox"/> |
| Vytápění: | <input 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: 163
■ elektrická energie: 27.2

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 | | | | | | | 21.6 |
| B | 0.26 | | | | | | |
| C | 0.32 | 148 | 140 | | | 8.6 | 8.6 |
| D | | | | 0.26 | 0.26 | | |
| E | | | | | | | |
| F | | | | | | | |
| G | | | | | | | |
| Mimořádně neúsporná | | | | | | | |
| Hodnoty pro celou budovu MWh/rok | | 158.0 | | 0.3 | | 9.1 | 23.0 |

Zpracovatel: **Adriana Mahovská**
Kontakt: **Výpusta 80, 76311, Želechovice nad Dřevnicí**
188219@vutbr.cz

Osvědčení č.:
Vyhотовeno dne: **24.5.2019**
Podpis:

PROTOKOL PRŮKAZU

Identifikační číslo dokumentu:

PENB - nový stav

Evidenční číslo z databáze ENEX:

PENB - nový stav

Účel zpracování průkazu

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

Základní informace o hodnocené budově

| Identifikační údaje budovy | |
|---|---------------------------------------|
| Adresa budovy (místo, ulice, popisné číslo, PSČ): | Ostrava, Hornická 2679/43, 70200 |
| Katastrální území: | 713520 |
| Parcelní číslo: | 4048 |
| Datum uvedení budovy do provozu (nebo předpokládané datum uvedení do provozu): | |
| Vlastník nebo stavebník: | Statutární město Ostrava |
| Adresa: | Prokešovo náměstí 8 729 30 Ostrava |
| IČ: | |
| Tel./e-mail: | / |

| Typ budovy | | |
|---|--|--|
| <input 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 checked="" 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] | 3 504,4 |
| Celková plocha obálky budovy A (součet vnějších ploch konstrukcí ohraničujících objem budovy V) | [m ²] | 1 729,7 |
| Objemový faktor tvaru budovy A/V | [m ² /m ³] | 0,49 |
| Celková energeticky vztažná plocha budovy A _c | [m ²] | 1 065,1 |

| 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 | 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) | [-] | [W/K] |
| VYP-1 1-EXT O1 - S | 20,4 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 22,43 |
| VYP-2 1-EXT D1 - S | 6,6 | 1,20 | 1,20 | ANO | 1,00 | 7,87 |
| STN-3 1-EXT STĚNA - S | 37,2 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 7,43 |
| STN-4 1-EXT STĚNA - Z | 11,7 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 2,34 |
| VYP-5 1-EXT O1 - Z | 0,8 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 0,89 |
| VYP-6 1-EXT D - Z | 3,4 | 1,20 | 1,20 | ANO | 1,00 | 4,13 |
| STN-8 1-EXT STĚNA - J | 3,7 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 0,75 |
| VYP-10 1-EXT O1 - J | 2,5 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 2,73 |
| STR-13 1-EXT STŘEŠNÍ KONSTRUKCE | 83,3 | 0,15 | 0,16 | ANO | 1,00 | 12,50 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 3,39 |
| PDL(z)-12 1-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 104,0 | 0,24 | 0,30 | ANO | 0,87 | 21,32 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 2,08 |
| Celkem | 273,6 | - | - | - | - | 87,85 |

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) | | |
| | | | | | | |
| VYP-1 2-EXT O1 - S | 15,2 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 16,69 |
| STN-3 2-EXT STĚNA - S | 21,3 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 4,26 |
| STN-8 2-EXT STĚNA - J | 19,2 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 3,84 |
| VYP-10 2-EXT O1 - J | 7,8 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 8,57 |
| VYP-11 2-EXT D - J | 3,4 | 1,20 | 1,20 | ANO | 1,00 | 4,10 |
| STR-13 2-EXT STŘEŠNÍ KONSTRUKCE | 78,7 | 0,15 | 0,16 | ANO | 1,00 | 11,80 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 2,91 |
| PDL(z)-12 2-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 52,6 | 0,24 | 0,30 | ANO | 0,90 | 11,33 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 1,05 |
| Celkem | 198,2 | - | - | - | - | 64,55 |

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 [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) | | |
| | | | | | | |
| VYP-1 3-EXT O1 - S | 6,5 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 7,13 |
| STN-3 3-EXT STĚNA - S | 20,1 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 4,01 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 0,53 |

| | | | | | | |
|---|-------------|------|------|-----|------|--------------|
| PDL(z)-12 3-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 64,3 | 0,24 | 0,30 | ANO | 0,90 | 13,69 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 1,29 |
| Celkem | 90,9 | - | - | - | - | 26,65 |

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 Z4) | 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) | [-] | [W/K] |
| VYP-1 4-EXT O1 - S | 11,7 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 12,84 |
| VYP-2 4-EXT D1 - S | 3,3 | 1,20 | 1,20 | ANO | 1,00 | 3,97 |
| STN-3 4-EXT STĚNA - S | 91,5 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 18,31 |
| STN-4 4-EXT STĚNA - Z | 54,0 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 10,81 |
| VYP-5 4-EXT O1 - Z | 18,7 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 20,59 |
| VYP-6 4-EXT D - Z | 10,0 | 1,20 | 1,20 | ANO | 1,00 | 12,00 |
| STN-7 4-EXT STĚNA - V | 63,4 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 12,68 |
| STN-8 4-EXT STĚNA - J | 121,0 | 0,20 | 0,25 | ANO | 1,00 | 24,19 |
| VYP-9 4-EXT O1 - V | 35,3 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 38,82 |
| VYP-10 4-EXT O1 - J | 68,5 | 1,10 | 1,20 | ANO | 1,00 | 75,38 |
| VYP-11 4-EXT D - J | 7,6 | 1,20 | 1,20 | ANO | 1,00 | 9,06 |
| STR-13 4-EXT STŘEŠNÍ KONSTRUKCE | 370,5 | 0,15 | 0,16 | ANO | 1,00 | 55,58 |

| | | | | | | |
|--|----------------|------|------|-----|------|---------------|
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | - | 17,11 |
| PDL(z)-12 4-ZEM PODLAHA NA ZEMINĚ | 311,6 | 0,24 | 0,30 | ANO | 0,74 | 53,57 |
| Přirážka na tepelné vazby $\Delta U_{em} = 0,02$ [W/(m ² K)] | - | - | - | - | | 6,23 |
| Celkem | 1 167,2 | - | - | - | - | 371,15 |

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 - Komunikace | 20,0 | 616,08 | 0,47 |
| zóna 2 - Hygienické zázemí | 20,0 | 432,29 | 0,48 |
| zóna 3 - VZT prostory | 20,0 | 211 | 0,45 |
| zóna 4 - Ostatní prostory | 20,0 | 2244,99 | 0,45 |

| 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 | 0,32 | 0,46 | 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 | x ¹⁾ | x | x | x | 80 / - | 85 | 80 |
| Z1 | K 1 | zemní plyn | 100 | 45 | 98 / - | 89 | 90 |
| Z2 | K 1 | zemní plyn | 100 | 45 | 98 / - | 89 | 90 |
| Z3 | K 1 | zemní plyn | 95 | 45 | 98 / - | 89 (89) | 90 (85) |
| | K 2 | elektrická energie | 5 | 1.35 | 94 / - | | |
| Z4 | K 1 | zemní plyn | 100 | 45 | 98 / - | 89 | 90 |

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 $\eta_{H,gen,ref}$ nebo $COP_{H,gen}$ | Požadavek splněn |
|-------------------------|--|---|---|------------------|
| | (-) | [%] nebo [-] | [%] nebo [-] | (ANO/NE) |
| Z1, Z2, Z3, Z4 | K 1 - Kondenzační kotel Panther Condens 48 KKO | 98 | 80 | ANO |
| Z3 | K 2 - elektroohřev VZT | 94 | 80 | ANO |

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

b.2.a) chlazení

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

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

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

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

b.3.) větrání

| Hodnocená budova / zóna | Typ větracího systému | Ergo-nositel | 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 | elektrína | | | 100 | 0,028 | 300 | 330 |
| Z3 | VZT 1 - přívodně odvodní | elektrína | 1,35 | | 100 | 0,140 | 300 | 1 680 |

b.4.a) úprava vlhkosti vzduchu - vlhčení

| Hodnocená budova / zóna | Typ systému vlhčení | Ergo-nositel | 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 | - | - | - | - | - | - |
| Z4 | - | - | - | - | - | - |

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 | - | - | - | - | - | - | - |
| Z4 | - | - | - | - | - | - | - |

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 (Z3) | TV _{sys1} | zemní plyn | 100 | K-1 [45] | 147.00 | K-1 [98/-] | 0.0079 | 0.1500 |

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

²⁾ v případě soustavy zásobování tepelnou energií se nevyplňuje

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

| Hodnocená budova / zóna | Typ systému k přípravě teplé vody | Účinnost zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen}$ nebo $COP_{W,gen}$ | Účinnost referenčního zdroje tepla pro přípravu teplé vody $\eta_{W,gen,rq}$ nebo $COP_{W,gen}$ | Požadavek splněn |
|-------------------------|--|--|--|------------------|
| | | (-) | [%] nebo [-] | [%] nebo [-] |
| TV 1 (Z3) | K 1 - Kondenzační kotel Panther Condens 48 KKO | 98 | 85 | ANO |

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 vztažený k osvětlenosti zóny $P_{L,ix}$ |
|--------------------------|--------------------------------------|--|---|--|
| | | | | (-) |
| Referenční budova | x | x | x | 0,10 |
| Zóna 1 | Osvětlení v zóně KOMUNIKACE | 100 | $P_n = 1,987$ $P_{pc} = 0,030$ $P_{em} = 0,080$ | 0,03 |
| Zóna 2 | Osvětlení v zóně HYGIENICKÉHO ZÁZEMÍ | 100 | $P_n = 0,268$ | 0,03 |
| Zóna 3 | Osvětlení v zóně VZT | 100 | $P_n = 0,107$ | 0,03 |
| Zóna 4 | Osvětlení v zóně OSTATNÍ PROSTORY | 100 | $P_n = 7,371$ | 0,03 |

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"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Z2 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Z3 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | <input checked="" type="checkbox"/> | | |
| Z4 | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input 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] | 97 146 | 121 070 | 0,00 | 0,00 | - | - | 0,00 | 0,00 | 3 497,3 | 3 497,3 | - | - |
| (2) | Vypočtená spotřeba energie | [kWh/rok] | 178 577 | 154 273 | 0,00 | 0,00 | 270,05 | 277,28 | 0,00 | 0,00 | 10 435 | 9 100,3 | 88 383 | 23 010 |
| (3) | Pomocná energie | [kWh/rok] | 3 584,4 | 3 456,3 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,78 | 6,78 | - | - |
| (4) | Dílčí dodaná energie (ř.4) = (ř.2) + (ř.3) | [kWh/rok] | 182 162 | 157 729 | 0,00 | 0,00 | 270,05 | 277,28 | 0,00 | 0,00 | 10 442 | 9 107,1 | 88 383 | 23 010 |
| (5) | Měrná dílčí dodaná energie na celkovou energeticky vztahnou plochu (ř.4) / m ² | [kWh/(m ² rok)] | 171,03 | 148,09 | 0,00 | 0,00 | 0,25 | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 9,80 | 8,55 | 82,98 | 21,60 |

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

| Energonositel | Dílčí vypočtená spotřeba energie / Pomocná energie | Faktor celkové primární energie | Faktor neobnovitelné primární energie | Celková primární energie | Neobnovitelná primární energie |
|--------------------|--|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| | [kWh/rok] | [-] | [-] | [kWh/rok] | [kWh/rok] |
| elektrická energie | 27 153,99 | 3,20 | 3,00 | 86 892,76 | 81 461,97 |
| zemní plyn | 162 969,48 | 1,10 | 1,10 | 179 266,43 | 179 266,43 |
| Celkem | 190 123,47 | x | x | 266 159,19 | 260 728,39 |

e) požadavek na celkovou dodanou energii

| | | | | | |
|-----|-------------------|----------------------------|------------|------------------|-----|
| (6) | Referenční budova | [kWh/rok] | 281 256,61 | Splněno (ANO/NE) | ANO |
| (7) | Hodnocená budova | | 190 123,47 | | |
| (8) | Referenční budova | [kWh/(m ² rok)] | 264,07 | | |
| (9) | Hodnocená budova | | 178,51 | | |

f) požadavek na neobnovitelnou primární energii

| | | | | | |
|------|--|----------------------------|------------|---------------------|-----|
| (10) | Referenční budova | [kWh/rok] | 470 106,38 | Splněno (ANO/NE) | ANO |
| (11) | Hodnocená budova | | 260 728,39 | | |
| (12) | Referenční budova (ř.10 / m ²) | [kWh/(m ² rok)] | 441,38 | | |
| (13) | Hodnocená budova (ř.11 / m ²) | | 244,80 | | |

g) primární energie hodnocené budovy

| | | | |
|------|--|-----------|------------|
| (14) | Celková primární energie | [kWh/rok] | 266 159,19 |
| (15) | Obnovitelná primární energie (ř.14-ř.11) | [kWh/rok] | 5 430,80 |
| (16) | Využití obnovitelných zdrojů energie z hlediska primární energie (ř.15 / ř.14 x 100) | [%] | 2,04 |

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 energii z OZE | Kombinovaná výroba elektriny a tepla | Soustava zásobování tepelnou energii | Tepelné čerpadlo |
| Technická proveditelnost | ANO | NE | NE | NE |
| Ekonomická proveditelnost | ANO | NE | NE | NE |
| Ekologická proveditelnost | ANO | NE | NE | NE |
| Doporučení k realizaci a zdůvodnění | <p>Ze všech možných variant alt. systému doporučuji instalaci solárních panelů na konstrukci ploché střechy, které pokryjí 50% potřebu přípravy teplé vody. Systém by představoval kolektory, zásobník a nezbytné armatury a regulace pro provoz systému. Solární soustava by podporovala stávající způsob ohřevu TV.</p> <p>Provoz daného typu objektu není vhodný pro instalaci kogenerační jednotky z důvodu nadbytku tepla v letním období.</p> <p>Soustava zásobování tepelnou energií nelze u tohoto objektu zrealizovat, protože v blízkosti není k dispozici rozvod CZT.</p> <p>Do provozu není možné nainstalovat tepelné čerpadlo země-voda z důvodu omezené rozlohy parcely a absence prostoru pro provedení vrtů.</p> <p>Hlavním důvodem pro nevhodnost použití tepelného čerpadla vzduch-vzduch je hlukové omezení dané umístěním objektu v městské části.</p> | | | |
| Datum zpracování analýzy | 24.5.2019 | | | |
| Zpracovatel analýzy | Adriana Mahovská | | | |
| Energetický posudek | povinnost vypracovat energetický posudek | | | ANO |
| | energetický posudek je součástí analýzy | | | ANO |
| | datum vypracování energetického posudku | | | 24.5.2019 |
| | zpracovatel energetického posudku | | | Adriana Mahovská |

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 - Zateplení obvodové stěny + výměna oken | - | 8 385,48 | 9 259,00 |
| <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 | 181,74 | 8 385,5 | 9 259,0 |

| 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 | <p>Pro snížení energetické náročnosti budovy doporučuji zateplení obvodových stěn tepelnou izolací Isover EPS GreyWall Plus v tloušťce 150 mm Součinitel tepelné vodivosti této izolace je 0,032 W/(m.K). Výsledný součinitel prostupu tepla obvodové stěny pak vychází na hodnotu 0,172 W/(m².K). Dále výměnu výplní otvorů za výplně s izolačním trojsklem, U = 0,7 W/(m².K). Cena opatření na m² je rozdíl mezi cenou stávající izolace a navrhované izolace s lepšími parametry.</p> | | | |
| Datum vypracování doporučených opatření | | | | |
| Zpracovatel navržených doporučených opatření | | | | |
| Energetický posudek | Energetický posudek je součástí posouzení navržených doporučených opatření | | | NE |
| | Datum vypracování energetického posudku | | | - |
| | Zpracovatel energetického posudku | | | - |

Závěrečné hodnocení energetického specialisty

| Nová budova nebo budova s téměř nulovou spotřebou energie | |
|--|-----|
| - Splňuje požadavek podle § 6 odst. 1 | - |
| - Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii | - |
| Větší změna dokončené budovy nebo jiná změna dokončené budovy | |
| - Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. a) | ANO |
| - Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. b) | ANO |
| - Splňuje požadavek podle § 6 odst. 2 písm. c) | ANO |
| - Plnění požadavků na energetickou náročnost budovy se nevyžaduje | NE |
| - Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii | B |
| Budova užívaná orgánem veřejné moci | |
| - Třída energetické náročnosti budovy pro celkovou dodanou energii | B |
| 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 | Adriana Mahovská |
| Číslo oprávnění MPO | |
| Podpis energetického specialisty | |

Datum vypracování průkazu

| | |
|---------------------------|-----------|
| Datum vypracování průkazu | 24.5.2019 |
|---------------------------|-----------|

Zdroj informací

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

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo stanovit dva průkazy energetické náročnosti mateřské školy, a to ve variantě pro stávající stav a pro nově navrhovaný stav. Energetické posouzení bylo provedeno nejprve na objektu ve výchozím stavu. Energetická náročnost budovy byla zatříděna do klasifikační třídy D – Měně úsporná.

Průkaz energetické náročnosti byl znovu stanoven pro nový stav budovy s aplikovanými návrhy rekonstrukce. V rámci revitalizace objektu je navrženo zateplení celé obálky budovy. U některých konstrukcí došlo k novému návrhu konstrukční skladby. Výplně otvorů jsou vyměněny za nové s lepšími parametry. Stávající zdroj vytápění nahradí kondenzační kotel a do konstrukce podlahy bude nově osazeno podlahového vytápění. LED žárovky nahradí méně úsporné zářivky. Energetická náročnost nového stavu byla zatříděna do klasifikační třídy B – Velmi úsporná.

Dalším návrhovým opatřením, které je povinné v rámci PENB stanovit, navrhuji další stavební úpravy, které by mohly ještě snížit energetickou náročnost rekonstruovaného objektu, jako kupříkladu výměna výplní otvorů. Analýzou alternativních systémů jsem došla k závěru, že jediný alternativní systém dodávky energie, který lze do budovy instalovat je solární systém.

Ve své práci jsem navrhla a posoudila možnost použití solárního kolektoru na přípravu teplé vody. V mateřské škole je celoroční provoz, ale i přes to jsem došla k závěru, že se tento systém nevyplatí. Důvodem je malá spotřeba teplé vody v provozu. Je možné uvažovat o využívání sluneční energii například k výrobě elektrické energie.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MATUŠKA, Tomáš. Solární zařízení v příkladech. 2013. Praha: Grada, 2013. Stavitel. ISBN 978-80-247-3525-2.
- [2] Termonukleární reakce. Galaxie [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: http://galaxie.web2001.cz/hvezdy/termonuklearni_reakce.html
- [3] HASELHUHN, Ralf. Fotovoltaika: budovy jako zdroj proudu. Ostrava: HEL, 2011. ISBN 978-80-86167-33-6.
- [4] LADENER, Heinz a Frank SPÄTE. Solární zařízení. 2003. Praha: Grada, 2003. Stavitel. ISBN 80-247-0362-9. (11)
- [5] Přímé a difuzní záření: Poměr přímého a difuzního záření – model EkoWATT. In: EkoWATT - Centrum pro obnovitelné zdroje a úspory energie: Fotovoltaika v budovách [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://fotovoltaika.ekowatt.cz/prime-difuzni-zareni.php> (12)
- [6] Sluneční energie [online]. In: . [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://energetika.plzen.eu/alternativni-zdroje-energie/slunecni-energie/>
- [7] MATUŠKA, Tomáš. Solární soustavy pro průmyslové aplikace [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/solarni-kolektory/144-solarni-soustavy-pro-prumyslove-aplikace>
- [8] FILLEUX, Charles a Andreas GÜTERMANN. Solární teplovzdušné vytápění: koncepce, technika, projektování. Ostrava: HEL, 2006. ISBN 80-86167-28-3.
- [9] SHEMELIN, Viacheslav a Tomáš MATUŠKA. Analýza využití solárních vzduchových kolektorů pro vytápění rodinného domu [online]. [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teplvzduzne-vytapani/17641-analyza-vyuziti-solarnich-vzduchovych-kolektoru-pro-vytapani-rodinneho-domu>
- [10] Termické systémy pro ohřev vody a podporu vytápění: Kolektory [online]. In: . [cit. 2019-05-18]. Dostupné z: <http://www.cne.cz/solarni-ohrev-vody/uvod-do-termicky-systemu/>
- [11] MATUŠKA, Tomáš. Solární soustavy pro bytové domy. 2010. Praha: Grada, 2010. ISBN ISBN:978-80-247-3503-0.
- [12] HOW DOES A SOLAR CONCENTRATOR SOLAR DISH WORK? [online]. In: . [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.solartronenergy.com/solar-concentrator/how-does-a-solar-concentrator-work/>

- [13] Jak umístit na váš dům solární panely?. In: Solární experti [online]. 17.9.2015 [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <https://www.solarniexperti.cz/jak-umistit-na-dum-solarni-panely/>
- [14] Instalace kolektoru. In: SOLÁRNÍ KOLEKTORY: Princip solárního kolektoru [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/solarni/k21.htm>
- [15] Deciding the Direction and Angle of Installation. In: China Sunpark New Energy Co., Ltd [online]. 4.10.2017 [cit. 2019-05-21]. Dostupné z: <http://www.chinasunpark.com/M/html/8371494915.html>
- [16] Solární systém pro ohřev vody a přitápění: Schéma solárního systém pro ohřev TUV a přitápění. In: Solární systémy: solární systémy na klíč [online]. [cit. 2019-05-19]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/ohrev-vody-a-pritapeni>
- [17] Solární systém pro ohřev vody, přitápění a ohřev bazénu: Schéma solárního systém pro ohřev vody, přitápění a ohřev bazénu. Solární systémy: solární systémy na klíč [online]. [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <http://www.solarni-system.eu/ohrev-vody-pritapeni-a-ohrev-bazenu>
- [18] HENNING, Hans-Martin. Solar-assisted air-conditioning in buildings: a handbook for planners. 2004. New York: Springer, 2004. ISBN 32-110-0647-8.
- [19] Závěsný plynový kondenzační kotel Panther Condens 48 KKO: Hydraulické schéma Panther Condens 48 KKO [online]. In: . [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://www.protherm.cz/files/downloads/projekcni-podklady/pp-1-5-ver-3-panther-condens-48-1245843.pdf>
- [20] NÁVOD K OBSLUZE A INSTALACI: KOMBINOVANÉ OHŘÍVAČE A ZÁSOBNÍKY VODY PRO SVISLOU MONTÁŽ. In: Dražice [online]. 6.9.2018 [cit. 2019-05-22]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/kombinovane/zavesne/okc#ke-stazeni>
- [21] Schéma VZT jednotky LWZ 170 E PLUS. In: Enter energy & water saving shop [online]. [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <http://www.enter-shop.com.au/catalogue/c275/p1399>
- [22] CHADIM, Tomáš. Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic. Tzbinfo [online]. [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://stavba.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/110-financni-kalkulator-pro-hodnoceni-ekonomicke-efektivnosti-investic>
- [23] Kalkulátor cen energií [online]. In: . 23.05.2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-elektricke-energie-pro-firmy-porovnani-nabidek?id=1418>

- [24] Kalkulátor cen energií: Nezávislé porovnání dodavatelů elektřiny a plynu [online]. In: . 23.05.2019 [cit. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/dodavka-zemniho-plynu-porovnani-nabidek?id=2055>

POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY

- | | |
|--------------------------|--|
| Vyhláška č. 194/2007 Sb. | kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro vytápění a pro přípravu teplé vody a požadavky na vybavení vnitřních tepelných zařízení budov přístroji regulujícími a registrujícími dodávku tepelné energie |
| Vyhláška č. 78/2013 Sb. | o energetické náročnosti budov |
| Zákon č. 406/2000 Sb. - | Zákon o hospodaření energií |
| ČSN 73 0540-2 - | Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky |
| ČSN 73 0331-1 | Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: Obecná část a měsíční výpočtová data |

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

SYMBOLY

| | | |
|-----------------------|--|-------------------------|
| d - | Tloušťka jedné vrstvy konstrukce | [m] |
| λ - | Součinitel tepelné vodivosti jednotlivé vrstvy konstrukce | [W/(m.K)] |
| R - | Tepelný odpor konstrukce | [(m ² .K)/W] |
| R _{si} - | Tepelný odpor při přestupu tepla z vnitřního prostředí do konstrukce | [(m ² .K)/W] |
| R _{se} - | Tepelný odpor při přestupu tepla z konstrukce do vnějšího prostředí | [(m ² .K)/W] |
| ΔU - | Zvýšení součinitele prostupu tepla vlivem netěsností, mezer | [W/(m ² .K)] |
| U - | Součinitel prostupu tepla | [W/(m ² .K)] |
| U _{rec,20} - | Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla | [W/(m ² .K)] |
| U _{N,20} - | Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla | [W/(m ² .K)] |
| U _{pas,20} - | Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy | [W/(m ² .K)] |
| H _T | Měrná tepelná ztráta | [W/K] |
| C _f - | Roční úspora nákladů | [Kč] |
| IN - | Počáteční investice | [Kč] |
| T _s | Doba návratnosti | |
| E - | Energie | [J] |
| M - | Hmotnost | [m] |
| c - | Rychlost světla | [ms ⁻¹] |

ZKRATKY

| | |
|--------------------|--|
| PENB - | Průkaz energetické náročnosti budovy |
| EŠOB - | Energetický štítek obálky budovy |
| LiCl - | Chlorid lithný |
| H ₂ O - | Voda |
| LiBr - | Bromid lithný |
| NH ₃ - | Amoniak (čpavek) |
| ETICS - | External thermal insulation composite system |
| EPS F - | Fasádní Expandovaný polystyren |
| EPS S - | Podlahový Expandovaný polystyren |
| VZT - | Vzduchotechnika |
| ADO - | Automatická detekce osob |
| TV - | teplá voda |

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

| | |
|--|----|
| Obr. č. 1: Termonukleární reakce na slunci | 3 |
| Obr. č. 2: Podíl přímého a difuzního slunečního záření během roku (Zlín) | 4 |
| Obr. č. 3: Rozdělení způsobů využívání slunečního záření | 5 |
| Obr. č. 4: Základní součásti solárního kolektoru | 6 |
| Obr. č. 5: Skladba plochého selektivního kolektoru | 7 |
| Obr. č. 6: Vakuový kolektor s tepelnou trubicí | 8 |
| Obr. č. 7: Vakuový kolektor s přímo protékajícím..... | 8 |
| Obr. č. 8: Koncentrační kolektor s parabolickým reflektorem | 8 |
| Obr. č. 9: Plochy umístění solárního kolektoru – sklonitá střecha | 9 |
| Obr. č. 10: Plochy umístění solárního kolektoru – plochá střecha | 9 |
| Obr. č. 11: Plochy umístění solárního kolektoru – fasáda budovy a balkonová plocha | 10 |
| Obr. č. 12: Plochy umístění solárního kolektoru – pozemek | 10 |
| Obr. č. 13: Poloha slunce nad obzorem podle období a světové strany | 10 |
| Obr. č. 14: Schéma solárního ohřevu teplé vody a přitápění v akumulární nádrži | 11 |
| Obr. č. 15: Schéma solárního systému pro ohřev vody, přitápění a ohřev bazénu..... | 12 |
| Obr. č. 16: Možnosti využití sluneční energie pro chlazení a klimatizaci | 12 |
| Obr. č. 17: Schéma solárního jednostupňového absorpčního oběhu | 13 |
| Obr. č. 18: Schéma absorpční chladicí jednotky | 14 |
| Obr. č. 19: Obvodová stěna | 16 |
| Obr. č. 20: Podlahová konstrukce | 17 |
| Obr. č. 21: Stropní konstrukce | 18 |
| Obr. č. 22: Rozdělení do zón – 1.NP..... | 21 |
| Obr. č. 23: Rozdělení do zón – 2.NP..... | 21 |
| Obr. č. 24: Hydraulické schéma Panther Condens 48 KKO | 25 |
| Obr. č. 25: Schéma ohřívače TV | 26 |
| Obr. č. 26: Schéma VZT jednotky | 26 |
| Obr. č. 27: Severní pohled na budovu mateřské školy po revitalizaci..... | 30 |
| Obr. č. 28: Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic – návrh revitalizace | 31 |

| | |
|---|----|
| Obr. č. 29: Finanční kalkulátor pro hodnocení ekonomické efektivity investic – další úsporné opatření | 33 |
| Obr. č. 30: Graf pokrytí potřeby TV solárními kolektory | 35 |

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

| | |
|---|----|
| Tab. č. 1: Výkony sluneční energie a podíl difuzního záření v závislosti na změně povětrnostních podmínek | 4 |
| Tab. č. 2: Příklady kombinací pracovních látek v absorpčním chladícím oběhu | 13 |
| Tab. č. 3: Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny – výchozí stav | 16 |
| Tab. č. 4: Výpočet součinitele prostupu tepla obvodové stěny – nový stav | 17 |
| Tab. č. 5: Výpočet součinitele prostupu tepla podlahové konstrukce – výchozí stav | 17 |
| Tab. č. 6: Výpočet součinitele prostupu tepla podlahové konstrukce – nový stav | 18 |
| Tab. č. 7: Výpočet součinitele prostupu tepla střešní konstrukce – výchozí stav | 18 |
| Tab. č. 8: Výpočet součinitele prostupu tepla střešní konstrukce – nový stav | 19 |
| Tab. č. 9: Tepelně technické posouzení – výchozí stav | 20 |
| Tab. č. 10: Tepelně technické posouzení – nový stav | 20 |
| Tab. č. 11: Rozdělení dodané energie – výchozí stav | 28 |
| Tab. č. 12: Rozdělení dodané energie – nový stav | 28 |
| Tab. č. 13: Stanovení ročních provozních nákladů | 29 |
| Tab. č. 14: Návrhová návratnost návrhových opatření – výchozí stav | 31 |
| Tab. č. 15: Návrhová návratnost návrhových opatření – nový stav | 32 |
| Tab. č. 16: Návrh solárního panelu | 34 |

SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf 1: Měrné tepelné ztráty prostupem tepla – výchozí a nový stav budovy | 24 |
| Graf 2: Spotřeba energie na vytápění..... | 27 |
| Graf 3: Podíl energonositelů na dodané energii – výchozí stav | 28 |
| Graf 4: Podíl energonositelů na dodané energii – nový stav..... | 28 |
| Graf 5: Celková spotřeba budovy – výchozí a nový stav budovy..... | 29 |
| Graf 6: Porovnání ročních provozních nákladů..... | 29 |
| Graf 7: Porovnání celkové spotřeby energie s návrhovým opatřením na nový stav..... | 33 |
| Graf 8: Podílu energonositelů na dodané energii – solární systém..... | 35 |

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1. – Půdorys 1.NP

PŘÍLOHA 2. – Půdorys 2.NP

PŘÍLOHA 3. – Řezy

PŘÍLOHA 4. – Pohledy

PŘÍLOHA 5. – Rozdělení zón

PŘÍLOHA 6. – Schéma kotelny

PŘÍLOHA 7. – Štítek obálky budovy – výchozí stav

PŘÍLOHA 8. – Štítek obálky budovy – nový stav

PŘÍLOHA 9. – Výpočetní nástroj pro bilancování solárních termických systémů