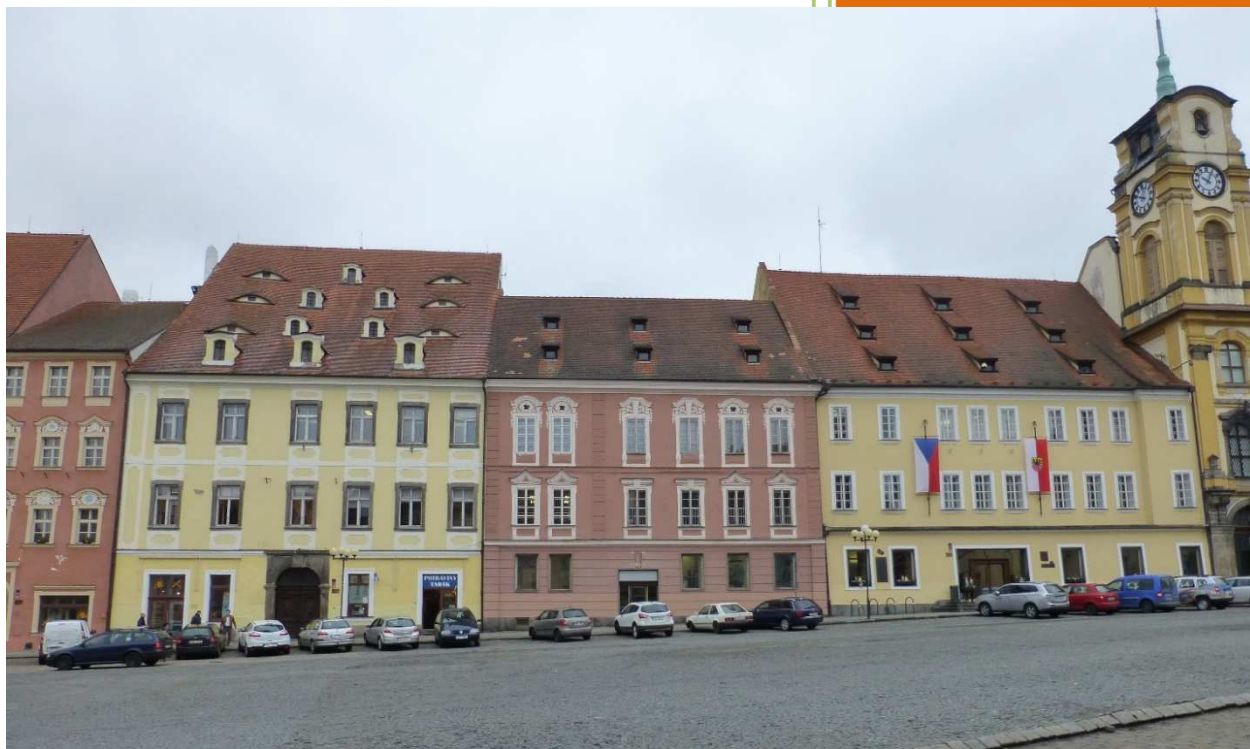


ENERGETICKÝ POSUDEK

„Snížení energetické náročnosti budovy Městského úřadu Cheb“

Vypracováno podle **§9a odst. 1 písm. e) zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií**, ve znění pozdějších předpisů, a jeho prováděcí vyhlášky č. 309/2016, kterou se mění č. 480/2012 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu a energetického posudku.



Vydal: Energy Benefit Centre a.s.

Energetický specialista:

Ing. Jan Schwarzer, Ph.D., oprávnění č. 0318

Datum vydání: 16. 05. 2017



Energetický posudek

Vypracováno podle §9a odst. 1 písm. e) zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů, č. 309/2016, kterou se mění č. 480/2012 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu a energetického posudku.

Prioritní osa 5: Energetické úspory;

Specifický cíl 5.1: Snížit energetickou náročnost veřejných budov a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie

Název posudku: **Snížení energetické náročnosti budovy Městského úřadu Cheb**
Místo objektu: **Nám. Krále Jiřího z Poděbrad 1/14, 350 02 Cheb**
Katastrální území: **Cheb [650919]**
č. parc.: **st. 126, st. 136, st. 5426**

Zpracoval: **Ing. Jan Schwarzer, Ph.D., číslo oprávnění MPO 0318**

| | | | |
|-------------------|---------|---------------------|---|
| Datum zpracování: | 05/2017 | Evidenční číslo EP: | Není generováno na základě dokumentu viz příloha č. 6 |
|-------------------|---------|---------------------|---|

OBSAH:

| | | |
|----------|--|------------------|
| 1 | Účel zpracování energetického posudku | 5 |
| 2 | Identifikační údaje | 6 |
| 2.1 | <i>Zadavatel energetického posudku.....</i> | <i>6</i> |
| 2.2 | <i>Předmět energetického posudku.....</i> | <i>6</i> |
| 2.3 | <i>Zpracovatel energetického posudku.....</i> | <i>6</i> |
| 2.4 | <i>Podklady pro zpracování energetického posudku.....</i> | <i>7</i> |
| 3 | Popis stávajícího stavu předmětu EP | 8 |
| 3.1 | <i>Základní údaje o předmětu EP.....</i> | <i>8</i> |
| 3.1.1 | Situační plán | 8 |
| 3.1.2 | Charakteristika a popis hlavních činností předmětu EP | 9 |
| 3.1.3 | Charakteristika běžného provozního využití | 9 |
| 3.1.4 | Popis stávajícího způsobu zajištění energetického managementu | 9 |
| 3.2 | <i>Schématické vyznačení rozdělení objektu.....</i> | <i>10</i> |
| 3.2.1 | Teplovní rozdělení hodnoceného objektu | 10 |
| 3.2.2 | Rozdělení objektu dle způsobu využití..... | 11 |
| 3.3 | <i>Popis stavebního řešení budovy.....</i> | <i>12</i> |
| 3.3.1 | Konstrukční řešení budovy | 12 |
| 3.3.2 | Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí | 12 |
| 3.3.3 | Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla budovy | 14 |
| 3.4 | <i>Popis technického zařízení a energetických systémů budovy.....</i> | <i>15</i> |
| 3.4.1 | Vytápění | 15 |
| 3.4.2 | Příprava teplé vody | 15 |
| 3.4.3 | Údaje o vlastních zdrojích energie..... | 15 |
| 3.4.4 | Vzduchotechnika (větrání a klimatizace) | 16 |
| 3.4.5 | Osvětlení | 16 |
| 3.4.6 | Ostatní spotřebiče energie | 17 |
| 3.5 | <i>Údaje o energetických vstupech.....</i> | <i>17</i> |
| 3.5.1 | Sledované energetické vstupy | 17 |
| 3.5.2 | Parametry primárních energetických vstupů | 18 |
| 3.5.3 | Energetické vstupy za sledované období | 18 |
| 3.6 | <i>Vyhodnocení výchozího stavu</i> | <i>23</i> |
| 3.6.1 | Výpočet tepelné ztráty budovy | 23 |
| 3.6.2 | Model energetické potřeby budovy | 24 |
| 3.6.3 | Využití tepelných zisků | 26 |
| 3.6.4 | Výpočtová spotřeba tepla na vytápění objektu | 26 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4 | Popis výchozího stavu předmětu EP | 28 |
| 4.1 | <i>Výchozí roční energetické bilance objektu</i> | <i>28</i> |
| 5 | Navrhovaná opatření | 29 |
| 5.1 | <i>Zateplení obálky budovy</i> | <i>29</i> |
| 5.1.1 | Zateplení stropů a stěn do půdy..... | 29 |
| 5.1.2 | Výměna původních výplní otvorů | 29 |
| 5.1.3 | Předpokládané investiční náklady a přínosy zateplení obálky budovy | 30 |
| 5.2 | <i>Navrhované změny na technických zařízeních budovy.....</i> | <i>30</i> |
| 5.2.1 | Vyregulování otopné soustavy | 30 |
| 5.2.2 | Zavedení energetického managementu..... | 30 |
| 5.3 | <i>Celková energetické bilance.....</i> | <i>37</i> |
| 5.4 | <i>Dosažené parametry budovy po realizaci posuzovaného návrhu.....</i> | <i>38</i> |
| 5.4.1 | Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy | 38 |
| 5.4.2 | Plnění podmínek vyhlášky č. 78/2013 Sb. | 38 |
| 5.4.3 | Předpokládané investiční náklady a přínosy posuzovaného projektu | 39 |
| 6 | Ekologické vyhodnocení | 40 |
| 6.1 | <i>Výpočet emisí znečišťujících látek.....</i> | <i>40</i> |
| 6.1.1 | Produkce emisí bez zahrnutí spotřeby energie na technologické a ostatní procesy 42 | |
| 7 | Ekonomické vyhodnocení | 43 |
| 7.1.1 | Vstupní údaje | 43 |
| 7.1.2 | Výstupní údaje | 44 |
| 7.1.3 | Výsledky ekonomického vyhodnocení projektu..... | 45 |
| 8 | Posouzení vhodnosti aplikace EPC..... | 47 |
| 9 | Závěrečné stanovisko energetického specialisty | 49 |
| 9.1 | <i>Okrajové podmínky pro posuzovaný návrh</i> | <i>49</i> |

1 Účel zpracování energetického posudku

Energetický posudek je zpracován pro účel žádosti o podporu z Operačního programu Životní prostředí 2014 – 2020 (OPŽP) podle §9a, odst. (1), písm. E, zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (zákon č. 103/2015 Sb.).

Účelem zpracování energetického posudku je **návrh a posouzení opatření vedoucích ke snížení energetických spotřeb** na vytápění, přípravu teplé vody a spotřeby elektrické energie **v hodnocených budovách**, na která je možné čerpat podporu z Operačního programu Životní prostředí 2014 – 2020 (OPŽP).

Energetický posudek je **zpracován v souladu se závazným vzorem energetického posudku vydaným Státním fondem životního prostředí pro 70. výzvu v prioritní ose 5 OPŽP**, který je povinnou přílohou žádosti o dotaci v tomto dotačním programu.

2 Identifikační údaje

2.1 Zadavatel energetického posudku

Název nebo obchodní firma: Město Cheb

Adresa: Náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 1/14,
350 02 Cheb

Jméno odpovědného zástupce: Václav Michálek, úředník odboru
investičního

Kontakt: +420 354 440 117/528
michalekv@cheb.cz

IČO: 00 253 979

2.2 Předmět energetického posudku

Předmět: Městský úřad Cheb

Místo stavby, adresa: Náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 1/14,
Náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 514/13,
Školní 646/4
350 02 Cheb

Katastrální území: Cheb [650919]

Typ objektu: Městský úřad

Vlastník: Město Cheb
Náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 1/14,
350 02 Cheb

2.3 Zpracovatel energetického posudku

Zhotovitel: Energy Benefit Centre a.s.
Křenova 438/3, 162 00 Praha 6

IČO: 29 029 210

Telefonní a faxové spojení: 270 003 300

Jméno energetického specialisty: Ing. Jan Schwarzer, Ph.D.

Oprávnění č.: 0318

Spolupráce: Ing. Eva Strečková

2.4 Podklady pro zpracování energetického posudku

Všechny údaje uvedené v tomto energetickém posudku byly získány z následující dokumentace:

1. Zaměření stávajícího stavu, vypracoval Ing. Pavel Šturc 04/2012.
2. Fakturační doklady za odebrané teplo za roky 2014, 2015 a 2016.
3. Fakturační doklady za spotřebovanou elektrickou energii za roky 2014, 2015 a 2016.
4. Fakturační doklady za spotřebovanou vodu za roky 2014, 2015 a 2016.
5. Zpráva o pravidelné revizi elektrického silového zařízení, vydal Josef Tvarůžek 12/2014.
6. Posouzení současného stavu oken a doporučení vhodných opatření pro zlepšení tepelné propustnosti a akustiky oken z ohledem na památkový objekt, vypracoval Výzkumný a vývojový ústav dřevařský, Praha s.p., 3/2017.
7. Osobní prohlídka objektu a pořízení fotodokumentace 2/2017.
8. Požadavky zadavatele energetického posudku.
9. Údaje o režimu provozování objektu.
10. Technická literatura a normy.
11. Pravidla pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí 2014 – 2020.
12. Metodický návod pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu v prioritní ose 5 OPŽP 2014 - 2020.
13. Pokyny pro žadatele využívající kombinaci podpory z OPŽP a metody EPC.

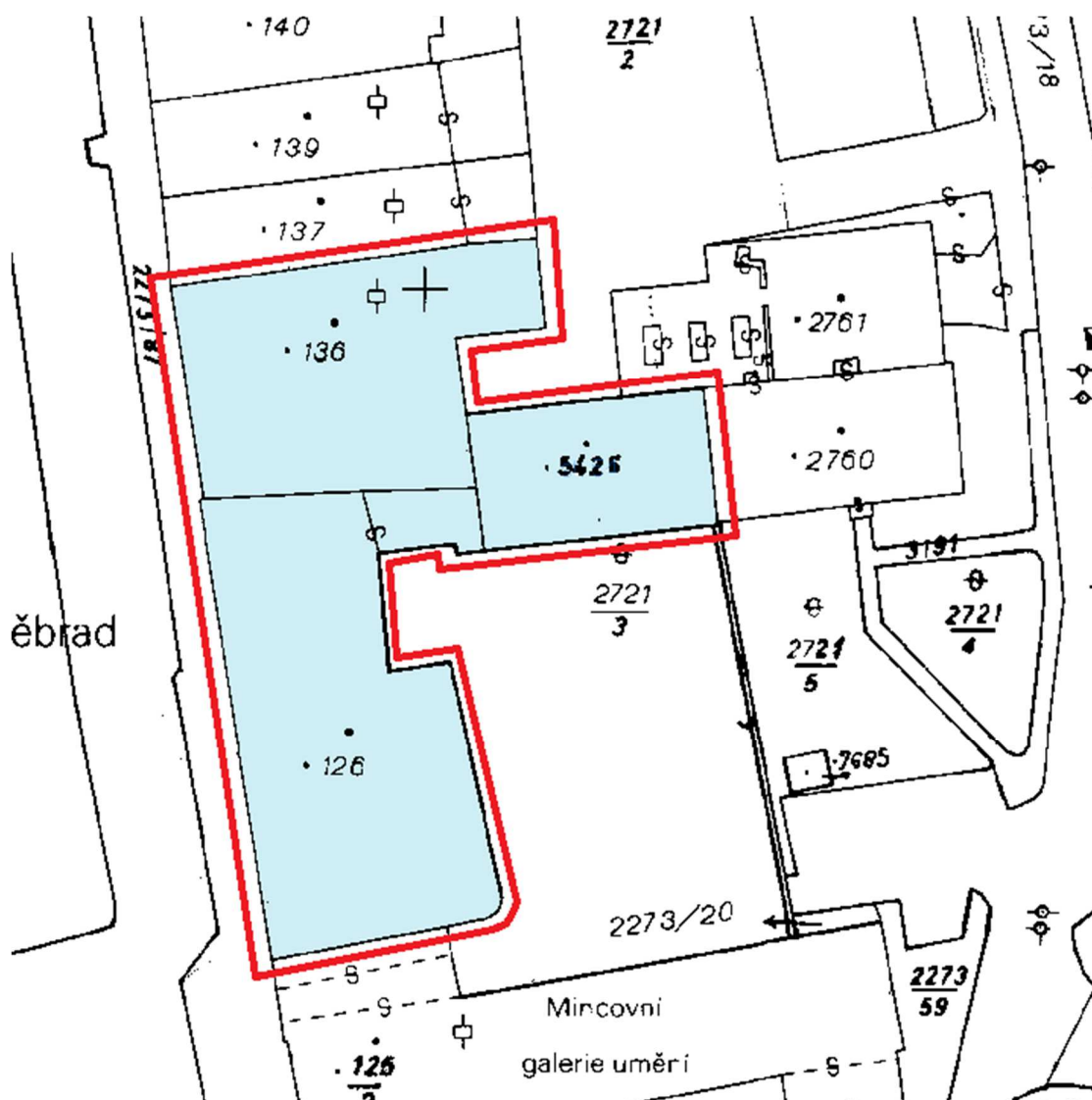
3 Popis stávajícího stavu předmětu EP

3.1 Základní údaje o předmětu EP

3.1.1 Situační plán

Předmětem energetického posudku je budova Městského úřadu Cheb. Budova se nachází v historickém centru města Cheb. Městský úřad sídlí ve třech hlavních budovách – na Náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 1/14 (parcely st. 126), na Náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 514/13 (parcely st.136) a na ulici Školní 646/4 (parcely st. 5426) v katastrálním území Cheb [650919]. Situace objektu je znázorněna na obr. 1. a 2.

Budova je **Kulturní památkou (KP)**, nachází se v **Památkové rezervaci Cheb (PR)**, část **interiéru objektu** Městského úřadu je **památkově chráněný**. Objekt staré středověké radnice pochází z 14. století, měšťanský renesanční dům byl v 19.století barokně přestavěn. Dvorní administrativní budova byla přistavena v roce 1977.



Obr. 1: Situace objektu (katastrální mapa)



Obr. 2: Letecký pohled na řešený objekt (zdroj: www.mapy.cz)

3.1.2 Charakteristika a popis hlavních činností předmětu EP

Jedná se o administrativní budovu – městský úřad s 200 zaměstnanci, který je provozován městem Cheb.

3.1.3 Charakteristika běžného provozního využití

Objekt je v provozu v pondělí – pátek od 7 hod. do 17 hod. Objekt je přes víkend a o svátcích mimo provoz.

3.1.4 Popis stávajícího způsobu zajištění energetického managementu

V budově není zaveden energetický management.

3.2 Schématické vyznačení rozdělení objektu

3.2.1 Teplotní rozdělení hodnoceného objektu

Kanceláře jsou vytápěny na cca 22°C, zasedací místnosti a obchodní síň se salónek taky na 22 °C, chodby a využívaný suterén dvorního objektu na 20°C. Suterén historické části je nevytápěný.



3.2.2 Rozdělení objektu dle způsobu využití

Převážná část objektu je využívána jako kanceláře. Dále se v objektu nachází obradní síň se salónek, zasedací místnosti. Součástí objektu jsou taky zázemí pro zaměstnance (kuchyňky, WC), dílny, chodby a sklady.



3.3 Popis stavebního řešení budovy

Objekt je pro účely výpočtu energetické náročnosti budovy brán jako jednozónový.

-Zóna 1 s převažující vnitřní návrhovou teplotou $Q_i = 18-22\text{ }^{\circ}\text{C}$

3.3.1 Konstrukční řešení budovy

Budova obecného úřadu Cheb je složena ze čtyř celků – 3 historické budovy v uliční části a dvorní přístavba ze 70.let 20. století. Historické budovy mají jedno podzemní nevytápěné a dvě nadzemní podlaží a nevytápěnou půdu. Přízemní nejsevernější budovy je v pronájmu, je technologicky odděleno. Dvorní přístavba má jedno podzemní podlaží, 4 nadzemní podlaží a nevytápěné podkroví.

Nosnou konstrukci objektů tvoří stěny ze smíšeného nebo cihelného zdiva různé tloušťky. Sokl administrativní dvorní budovy je obložen kamenem. Stropy jsou cihelné klenbové, hurdiskové, případně dřevěné trémové se škvárovými násypy. Podlaha na zemině je bez tepelné izolace.

Výplně objektu jsou typově různé, většina je ve špatném stavu. Okna historické části jsou z většiny špaletová, některé již byly opatřeny vnějším křídlem s izolačním dvojsklem. Jsou zde i okna kovová s dvojsklem a gotická vitrážová okna. V přízemí jsou již únikové dveře a jedno okno vyměněny za výplně s izolačním dvojsklem. Okna na administrativní dvorní budově jsou plastová s izolačním dvojsklem. Hlavní vstupní dveře do dvorní i uliční části jsou nové – izolační.

3.3.2 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí

Tepelně-technické výpočty byly provedeny podle ČSN 73 0540 „Tepelná ochrana budov“.

Bylo provedeno porovnání součinitelů prostupu tepla konstrukcí na systémové hranici budov s požadovanými hodnotami normou ČSN 73 0540-2:2011, které jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka č. 1: Normové součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce dle ČSN

| Součinitele prostupu tepla obalových konstrukcí, převažující θ_{im} v intervalu 18°C – 22°C | ČSN 73 0540-2:2011 | |
|---|--------------------|------------|
| | Požadovaná | Doporučená |
| Stěna vnější těžká | 0,30 | 0,25 |
| Stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru | 0,60 | 0,40 |
| Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině | 0,45 | 0,30 |
| Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně | 0,24 | 0,16 |
| Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) | 0,30 | 0,20 |
| Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří | 1,5 | 1,2 |
| Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) | 1,7 | 1,2 |
| Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vyt. prostoru do venkovního prostředí | 1,4 | 1,1 |
| Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí | 3,5 | 2,3 |

Tabulka č. 2: Součinitele prostupu tepla stávajících obvodových konstrukcí

| Typ konstrukce | Označení konstrukce | U [W/m ² K] | U_N | Stav vůči U_N |
|---|---------------------|--------------------------|----------------------|-----------------|
| | | | [W/m ² K] | |
| Stěna vnější a stěna k nevytápěné půdě se střešou bez tepelné izolace | S02 | 1,382 | 0,3 | Nevyhovuje |
| | S03 | 1,419 | | Nevyhovuje |
| | S05 | 0,881 | | Nevyhovuje |
| | S06 | 0,784 | | Nevyhovuje |
| | S07 | 0,676 | | Nevyhovuje |
| | S08 | 1,092 | | Nevyhovuje |
| | S09 | 1,010 | | Nevyhovuje |
| | S10 | 0,974 | | Nevyhovuje |
| | S11 | 1,092 | | Nevyhovuje |
| | S12 | 0,881 | | Nevyhovuje |
| | S13 | 0,974 | | Nevyhovuje |
| | S14 | 1,385 | | Nevyhovuje |
| Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině | S01 | 1,344 | 0,45 | Nevyhovuje |
| | F02 | 3,853 | | Nevyhovuje |
| Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří | W01 | 5,1 | 1,5 | Nevyhovuje |
| | W02 | 1,2 | | Vyhovuje |
| | W03 | 1,2 | | Vyhovuje |
| | W04 | 4,5 | | Nevyhovuje |
| | W05 | 4,5 | | Nevyhovuje |
| | W06 | 4,5 | | Nevyhovuje |
| | W07 | 6,1 | | Nevyhovuje |
| | W08 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W09 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W10 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W11 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W12 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W13 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W14 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W15 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W16 | 1,3 | | Vyhovuje |
| | W17 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| | W18 | 2,4 | | Nevyhovuje |
| Výplně otvorů - šikmé | W19 | 3,3 | 1,4 | Nevyhovuje |
| Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí | D01 | 1,2 | 1,7 | Vyhovuje |
| | D02 | 1,2 | | Vyhovuje |
| | D03 | 5,6 | | Nevyhovuje |
| | D04 | 1,2 | | Vyhovuje |
| Výplně otvorů vedoucí z temper. do venk. prostředí | D05 | 5,6 | 3,5 | Nevyhovuje |
| Lehký obvodový plášť $f_w > 0,5$ | LOP1 | 5,6 | 1,5 | Nevyhovuje |

| | | | | |
|--|-----|-------|------|------------|
| Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně | R01 | 0,583 | 0,24 | Nevyhovuje |
| Strop vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru | C01 | 1,173 | 0,6 | Nevyhovuje |
| Strop pod půdou se střechou bez tepelné izolace | C02 | 1,555 | 0,3 | Nevyhovuje |
| | C03 | 0,886 | | Nevyhovuje |
| | C04 | 0,886 | | Nevyhovuje |

Většina stávajících obalových konstrukcí budov nevyhovuje současným požadavkům na jejich tepelně technické vlastnosti. Součinitele prostupu tepla těchto konstrukcí nesplňují požadavky normy ČSN 73 0540-2:2011.

3.3.3 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla budovy

Dále bylo provedeno hodnocení energetické náročnosti budovy pomocí průměrného součinitele prostupu tepla budovy podle ČSN 73 0540-2:2011.

Podmínka, že objekt je vyhovující z hlediska energetické náročnosti, zní:

$$U_{em} \leq U_{em,N,20}$$

U_{em} - vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla budovy $W/(m^2K)$

$U_{em,N,20}$ - požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $W/(m^2K)$

Vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budov ve stávajícím stavu je v následující tabulce.

Tabulka č. 3: Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

| Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (ČSN 73 0540-2:2011) – STÁVAJÍCÍ STAV | | |
|---|--------|-------------------------|
| H_t - měrná ztráta prostupem tepla | 5627,9 | W/K |
| $U_{em,N,20}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný) | 0,44 | $W/(m^2K)$ |
| $U_{em,rec,20}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený) | 0,33 | $W/(m^2K)$ |
| U_{em} – vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla | 1,16 | $W/(m^2K)$ |
| Klasifikační ukazatel CI | 2,65 | Mimořádně ne hospodárná |

Průměrný součinitel prostupu tepla **nevyhovuje požadované hodnotě** normy ČSN 73 0540-2:2011, hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy spadá do kategorie **G – Mimořádně ne hospodárná**.

3.4 Popis technického zařízení a energetických systémů budovy

3.4.1 Vytápění

Vytápění objektu je zajištěno pomocí dodávaného tepla z nedaleké teplárny spalující zemní plyn. Na stávající rozvody topení v objektu jsou napojeny dveřní clony a topní rohož na vrátnici.

Otopná soustava v objektu je dvoutrubková s nuceným oběhem otopné vody. Otopná tělesa jsou převážně desková, ale i litinová článková. Otopná tělesa jsou osazena termoregulačními ventily s termostatickými hlavicemi.

3.4.2 Příprava teplé vody

Příprava teplé vody je zajištěna lokálně pomocí cca 20 zásobníkových elektrických ohřivačů s objemem cca 100 l a průtokovými ohřivači.

Tabulka č. 4: Stanovení spotřeby energie na lokální přípravu TV pomocí EE

| Zasedací a obřadní sál | | Kuchyňky+WC | | ÚKLID | |
|---|---------------|-------------|---------------|--------------|-----------------|
| 90 | lidí | 200 | lidí | 3828 | m2 |
| 2 | litrů/os.den | 2 | litrů/os.den | 20 | litrů/100m2.den |
| 12 | dnů | 257 | dnů | 52 | dnů |
| 2,2 | m3/rok | 102,8 | m3/rok | 39,8 | m3/rok |
| 0,4 | GJ/rok | 19,4 | GJ/rok | 7,5 | GJ/rok |
| Předpokládaná spotřeba TV | | | | 144,8 | m3/rok |
| Měrná potřeba tepla pro ohřev vody z 10° C na 60° C | | | | 189,0 | MJ/m3 |
| Předpokládaná potřeba tepla pro přípravu TV (EE) | | | | 27,4 | GJ/rok |
| Ztráty v rozvodech TV | | | | 5% | |
| Předpokládaná potřeba tepla pro přípravu TV (EE) | | | | 28,7 | GJ/rok |
| Účinnost zdroje výroby tepla (bojler s přímým i nepřímým ohřevem) | | | | 98% | |
| Předpokládaná spotřeba tepla pro přípravu TV (EE) | | | | 29,3 | GJ/rok |

Tabulka č. 5: Stanovení spotřeby elektrické energie na přípravu TV

| Typ zařízení na přípravu TV | Příkon na ks [kW] | Počet ks | Příkon celkem [kW] | Provozní doba [h] | Spotřeba elektřiny [kWh/rok] |
|-----------------------------|-------------------|-----------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| Ohřivač zásobníkový | 2 | 20 | 40,0 | 200,5 | 8 021,9 |
| Ohřivač průtokový | 2 | 2 | 4,0 | 30,4 | 121,5 |
| Celkem | 4 | 22 | 44,0 | 230,9 | 8 143,4 |

3.4.3 Údaje o vlastních zdrojích energie

V objektu není instalován vlastní zdroj tepla ani jiný zdroj pro výrobu energie.

3.4.4 Vzduchotechnika (větrání a klimatizace)

Objekt je větrán přirozeně okny. Vzduchotechnická zařízení nejsou instalována. V některých hygienických zázemích a na WC jsou instalovány ventilátory pro odtažení znehodnoceného vzduchu.

Tabulka č. 6: Stanovení spotřeby elektrické energie na provoz ventilátorů

| Nucené větrání – typ zařízení | Příkon na ks [kW] | Počet ks | Příkon celkem [kW] | Provozní doba [h] | Spotřeba elektriny [kWh/rok] |
|--|-------------------|-----------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| Odtahové ventilátory – hygienické zázemí | 0,03 | 40 | 1,20 | 257 | 308,4 |
| Celkem | - | 40 | 1,20 | - | 308,4 |

V objektu jsou instalovány 3 lokální chladicí split jednotky pro chlazení zasedací místnost a kancelář.

Tabulka č. 7: Stanovení spotřeby elektrické energie na provoz chladících jednotek

| Spotřebič elektrické energie – chlazení | Příkon na ks [kW] | Počet ks | Příkon celkem [kW] | Provozní doba [h] | Spotřeba elektriny [kWh/rok] |
|--|-------------------|----------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| Klimatizační jednotky – kanceláře, zasedací místnost | 5,3 | 3 | 15,9 | 240 | 3816,0 |
| Klimatizační jednotky – ventilátory | 0,16 | 3 | 0,48 | 240 | 115,2 |
| CELKEM | - | - | 16,38 | | 3931,2 |

3.4.5 Osvětlení

Osvětlení v objektu je realizováno soustavou zářivkových a žárovkových svítidel. Osvětlení obřadního sálu a obřadních místností je žárovkové. Svítidla jsou v celém objektu spínána ručně pomocí klasických vypínačů. Svítidla jsou čistěna převážně z vnější strany, okenní plochy jsou čistěny pravidelně.

Spotřeba elektrické energie na umělé osvětlení v objektu není samostatně měřena a byla stanovena odborným odhadem na základě počtu svítidel, revizní zprávy a odhadem provozních hodin osvětlovací soustavy. Odhad spotřeby elektrické energie na umělé osvětlení je uveden v následující tabulce.

Tabulka č. 8: Stanovení spotřeby elektrické energie na umělé osvětlení

| Typ svítidla | Příkon na ks [kW] | Počet ks | Příkon celkem [kW] | Provozní doba [h] | Spotřeba elektriny [kWh/rok] |
|--------------------------|-------------------|------------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| Osvětlení – žárovky 40 W | 0,04 | 330 | 13,20 | 257,0 | 3 392 |
| Osvětlení – žárovky 60 W | 0,06 | 100 | 6,00 | 1542,0 | 9 252 |
| Osvětlení – zářivky 36 W | 0,036 | 390 | 14,04 | 1285,0 | 18 041 |
| Osvětlení – zářivky 58 W | 0,058 | 90 | 5,22 | 1542,0 | 8 049 |
| Celkem | 0,194 | 910 | 38,46 | - | 38 735 |

3.4.6 Ostatní spotřebiče energie

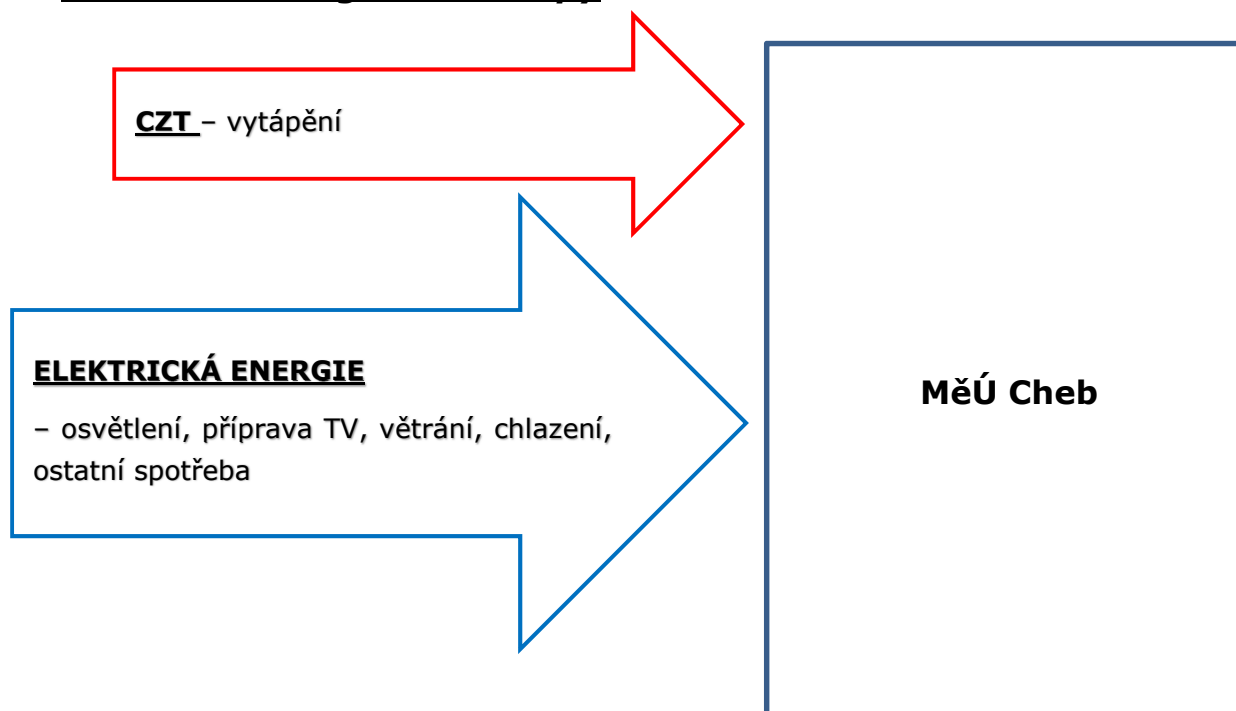
Žádné významné spotřebiče elektrické energie se v budovách nenachází. V budově městského úřadu se nachází pouze běžné spotřebiče (tj. tiskárny, notebooky, PC), vybavení kuchyněk (tj. lednice, rychlovarné konvice, mikrovlnné trouby), oběhová čerpadla a ventilátory dveřních clon. Odborný odhad spotřeby elektrické energie na spotřebičích vychází z celkové průměrné roční spotřeby elektrické energie po odečtení spotřeby elektřiny na větrání, na osvětlení, přípravu TV a na činnost čerpadel a je uveden v následující tabulce. Kompletní revizní zpráva všech spotřebičů nebyla k dispozici.

Tabulka č. 9: Ostatní elektrické spotřebiče využívané v budově

| Ostatní spotřebiče | Příkon na ks [kW] | Počet ks | Příkon celkem [kW] | Provozní doba [h] | Spotřeba elektřiny [kWh/rok] |
|----------------------------|-------------------|----------|--------------------|-------------------|------------------------------|
| Oběhové čerpadla (kotelna) | 0,05 | 4 | 0,20 | 2096 | 419 |
| Podlahové topení | 0,56 | 1 | 0,56 | 2096 | 1 174 |
| Dveřní clona | 0,5 | 1 | 0,50 | 2096,0 | 1 048 |
| Ostatní | - | - | - | - | 94682 |
| Celkem | - | - | - | - | 97 323 |

3.5 Údaje o energetických vstupech

3.5.1 Sledované energetické vstupy



Obr. 4: Informativní tok uvažovaných energií v řešeném objektu

3.5.2 Parametry primárních energetických vstupů

Teplo

Teplo je od roku 2014 dodáváno společností TERE A Cheb s.r.o., v teplárně se spaluje zemní plyn. Jedná se o spotřebu tepla pro vytápění objektu.

Elektrická energie

Objekt je napojen od roku 2016 na distribuční síť elektrické energie Amper Market, a.s. (předtím na Centropol Energy, a.s.). Pro spotřebu elektrické energie v objektu je osazeno obchodní měření, sazba distribuce je C25d, velikost hlavních jističů je v 3x86 A a odběrný tarif C02d, velikost hlavních jističů je 3x40A. V objektu se nachází celkem dvě odběrná místa elektrické energie. Jeden instalovaný elektroměr je dvoutarifní - č. měř. 72625668, druhý je pouze na vysoký tarif - č. měř. 75357549.

Elektřina v budově je využívána zejména pro přípravu TV v bytě, osvětlení, lokální nucené větrání na WC, lokální chlazení, činnost čerpadel, činnost ventilátorů, pro domácí spotřebiče a kancelářskou techniku.

3.5.3 Energetické vstupy za sledované období

V následujících tabulkách je přehled energetických vstupů ve formě nakupovaných a dodávaných energií. Hodnoty jsou použity z fakturačních dokladů za dodávky tepla a za spotřebu elektrické energie v letech 2014 až 2016. Tabulky odpovídají požadavkům Vyhlášky č. 309/2016 a jsou doplněny podle požadavků SFŽP.

Tabulky obsahují údaje v technických jednotkách a ročních peněžních nákladech. Ceny energií jsou uvedeny včetně DPH.

Tabulka č. 10: Energetické vstupy a výstupy za rok 2014

| Období: 2014 | | | | | | |
|---|----------|----------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Vstupy paliv a energie | Jednotka | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přepočet na GJ | Přepočet na MWh | Roční náklady v tis. Kč |
| Elektřina | MWh | 146,56 | 3,6 | 527,6 | 146,6 | 620,8 |
| Teplo | GJ | 1250,0 | 1,0 | 1250,0 | 347,2 | 783,4 |
| Zemní plyn | MWh | - | - | - | - | - |
| Jiné plyny | MWh | - | - | - | - | - |
| Hnědé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Černé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Koks | t | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | t | - | - | - | - | - |
| TTO | t | - | - | - | - | - |
| LTO | t | - | - | - | - | - |
| Druhotné zdroje | GJ | - | - | - | - | - |
| Obnovitelné zdroje | GJ/MWh | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | GJ | - | - | - | - | - |
| Celkem vstupy paliv a energie | | | | 1777,6 | 493,8 | 1 404,2 |
| Změna stavu zásob paliv (inventarizace) | | | | - | - | - |
| Celkem spotřeba paliv a energie | | | | 1777,6 | 493,8 | 1 404,2 |

Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

Tabulka č. 11: Energetické vstupy a výstupy za rok 2015

| Pro rok: 2015 | | | | | | |
|---|----------|----------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Vstupy paliv a energie | Jednotka | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přepočet na GJ | Přepočet na MWh | Roční náklady v tis. Kč |
| Elektřina | MWh | 146,5 | 3,6 | 527,5 | 146,5 | 609,5 |
| Teplo | GJ | 1399,0 | 1,0 | 1399,0 | 388,6 | 876,8 |
| Zemní plyn | MWh | - | - | - | - | - |
| Jiné plyny | MWh | - | - | - | - | - |
| Hnědé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Černé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Koks | t | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | t | - | - | - | - | - |
| TTO | t | - | - | - | - | - |
| LTO | t | - | - | - | - | - |
| Druhotné zdroje | GJ | - | - | - | - | - |
| Obnovitelné zdroje | GJ/MWh | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | GJ | - | - | - | - | - |
| Celkem vstupy paliv a energie | | | | 1926,5 | 535,1 | 1 486,3 |
| Změna stavu zásob paliv (inventarizace) | | | | - | - | - |
| Celkem spotřeba paliv a energie | | | | 1926,5 | 535,1 | 1 486,3 |

Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

Tabulka č. 12: Energetické vstupy a výstupy za rok 2016

| Pro rok: 2016 | | | | | | |
|---|----------|----------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Vstupy paliv a energie | Jednotka | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přepočet na GJ | Přepočet na MWh | Roční náklady v tis. Kč |
| Elektřina | MWh | 152,2 | 3,6 | 548,1 | 152,2 | 619,9 |
| Teplo | GJ | 1329,5 | 1,0 | 1329,5 | 369,3 | 802,7 |
| Zemní plyn | MWh | - | - | - | - | - |
| Jiné plyny | MWh | - | - | - | - | - |
| Hnědé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Černé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Koks | t | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | t | - | - | - | - | - |
| TTO | t | - | - | - | - | - |
| LTO | t | - | - | - | - | - |
| Druhotné zdroje | GJ | - | - | - | - | - |
| Obnovitelné zdroje | GJ/MWh | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | GJ | - | - | - | - | - |
| Celkem vstupy paliv a energie | | | | 1877,5 | 521,5 | 1 422,5 |
| Změna stavu zásob paliv (inventarizace) | | | | - | - | - |
| Celkem spotřeba paliv a energie | | | | 1877,5 | 521,5 | 1 422,5 |

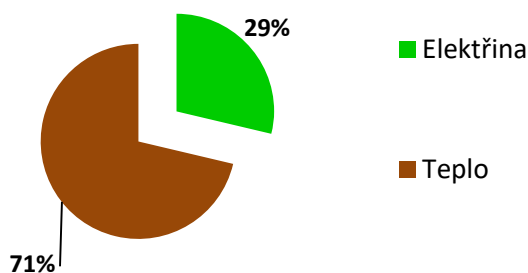
Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

Tabulka č. 13: Energetické vstupy a výstupy za průměrné období 2014 – 2016

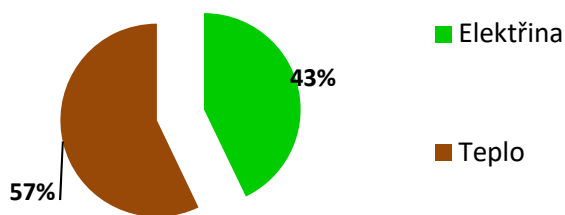
| Průměr za tři roky 2014-2016 | | | | | | |
|--|----------|----------|------------------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Vstupy paliv a energie | Jednotka | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přepočet na GJ | Přepočet na MWh | Roční náklady v tis. Kč |
| Elektřina | MWh | 148,4 | 3,6 | 534,4 | 148,4 | 616,7 |
| Teplo | GJ | 1326,2 | 1,0 | 1326,2 | 368,4 | 821,0 |
| Zemní plyn | MWh | - | - | - | - | - |
| Jiné plyny | MWh | - | - | - | - | - |
| Hnědé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Černé uhlí | t | - | - | - | - | - |
| Koks | t | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | t | - | - | - | - | - |
| TTO | t | - | - | - | - | - |
| LTO | t | - | - | - | - | - |
| Druhotné zdroje | GJ | - | - | - | - | - |
| Obnovitelné zdroje | GJ/MWh | - | - | - | - | - |
| Jiná paliva | GJ | - | - | - | - | - |
| Celkem vstupy paliv a energie | | | | 1860,5 | 516,8 | 1 437,7 |
| Změna stavu zásob paliv (inventarizace) | | | | - | - | - |
| Celkem spotřeba paliv a energie | | | | 1860,5 | 516,8 | 1 437,7 |

Pozn. : Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

**Průměrná spotřeba energie
v GJ/rok**



**Průměrné platby za energie
v tis. Kč/rok**



Spotřeby elektrické energie a tepla jsou brány průměrem za období 2014 až 2016. Cenová hladina tepla i elektrické energie je z roku 2016.

3.6 Vyhodnocení výchozího stavu

3.6.1 Výpočet tepelné ztráty budovy

Výpočet tepelné ztráty budovy byl proveden podle ČSN 73 0540 a ČSN EN 12831 s těmito klimaty:

Lokalita

Nejnižší venkovní výpočtová teplota vzduchu

Střední teplota venkovního vzduchu v topném období t_{es}

Počet dní v topném období

Normální krajinná oblast, chráněná budova stojící v částečné zástavbě.

Cheb

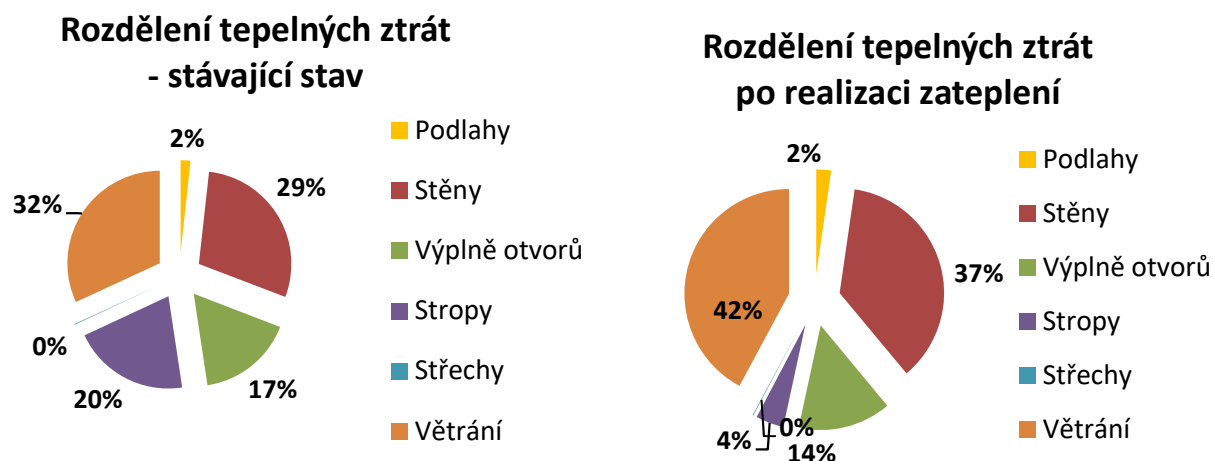
-15 °C

3,6 °C

262

Stávající tepelná ztráta městského úřadu v Chebu je 266,86 kW při průměrné vnitřní teplotě celé budovy $t_i = 20,6$ °C a přirozeném větrání celého objektu byla vypočtena podle ČSN EN 12831 v programu společnosti Protech s.r.o. Nový Bor.

Procentuální podíl jednotlivých konstrukcí a větrání na celkových tepelných ztrátách budovy je vyčíslen v následující tabulce a znázorněn na uvedeném grafu.



Tabulka č. 14: Rozdělení tepelných ztrát budovy – stávající stav

| Rozdělení tepelných ztrát objektu – STÁVAJÍCÍ STAV | H [W] | Procent. podíl |
|--|----------------|----------------|
| Podlahy | 4 625 | 1,7 % |
| Stěny | 77 664 | 29,1 % |
| Výplně otvorů | 44 772 | 16,8 % |
| Stropy | 54 533 | 20,4 % |
| Střechy | 233 | 0,1 % |
| Tepelná ztráta prostupem tepla obálkou budovy | 181 827 | 68,1 % |
| Tepelná ztráta větráním v budově | 85 033 | 31,9 % |
| Celková tepelná ztráta objektu | 266 860 | 100,0 % |

Největší podíl na tepelných ztrátách stávajícího objektu má tepelná ztráta přes obvodové stěny a větrání. Další výrazní ztráty jsou stropy a výplněmi. Minimální podíl mají tepelné ztráty prostupem střechou a podlahami.

3.6.2 Model energetické potřeby budovy

Při výpočtu potřeby tepla na vytápění budovy se zpravidla zjišťuje roční potřeba energie v GJ za otopné období bilančním hodnocením na základě posouzení stavebních konstrukcí objektu. Metodika tohoto posouzení je dána soustavou norem ČSN 73 0540, ČSN EN ISO 12831, ČSN EN ISO 13370 a ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13790.

Stanovení roční potřeby tepla na vytápění budovy bylo provedeno denostupňovou metodou, která vychází z tepelných ztrát objektu, klimatických podmínek místa stavby a zohledňuje provozní režim vytápění v objektu.

Roční potřeba tepla na vytápění v GJ/rok byla vypočtena ze vzorce:

$$E_{\text{vyt}} = 24 \cdot Q_c \cdot \varepsilon \cdot d \cdot \frac{(t_{\text{is}} - t_{\text{es}})}{(t_{\text{is}} - t_{\text{e}})} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$$

- kde:
- E_{vyt} roční potřeba tepla na vytápění – tepelná ztráta (GJ/rok)
 - Q_c celková tepelná ztráta objektu (kW)
 - ε celkový opravný součinitel
 $\varepsilon = \varepsilon_i \cdot \varepsilon_t \cdot \varepsilon_d / (\eta_o \cdot \eta_r)$
 - ε_i koeficient vyjadřující vliv nesoučasnosti výpočtových hodnot uvažovaných při výpočtu celkové tepelné ztráty objektu
 - ε_t koeficient vlivu režimu vytápění během dne resp. noci
 - ε_d zkrácení doby vytápění podle využití budovy během týdne
 - η_o účinnost rozvodu
 - η_r možnost regulace systému vytápění
 - d počet dnů otopného období
 - t_{is} průměrná vnitřní teplota v objektu
 - t_{es} průměrná venkovní teplota otopného období
 - t_{e} nejnižší výpočtová venkovní teplota

Z uvedeného vzorce pak vyplývá, v které části lze hledat potenciál:

- Q_c snížení tepelné ztráty obálkou budovy.
- ε ovlivněné použitou regulací (počasí, čas, vnitřní teplota, zónová regulace, individuální regulace, prováděním nočního útlumu, dodržení vnitřních teplot) a provozem vytápění dané budovy, ε je sestaven jako součin koeficientů.
- ostatní je závislé na klimatických podmínkách.

Hodnoty činitelů popisujících režim vytápění dle stávajícího způsobu využití uvádí následující tabulka:

Tabulka č. 15: Celkový opravný součinitel budovy

| STANOVENÍ OPRAVNÝCH SOUČINITELŮ | | Prostory |
|--|----------|-------------|
| Celkový opravný součinitel | e | 0,60 |
| vliv nesoučasnosti ztráty prostupem a infiltrací | e_i | 0,90 |
| vlivu režimu vytápění (útlumy o víkendech) | e_t | 0,80 |
| zkrácení doby vytápění (pětidenní provoz) | e_d | 0,80 |
| účinnost rozvodu | η_o | 0,98 |
| možnost regulace systému vytápění | η_r | 0,98 |

Dlouhodobá klimatická data pro stanovení výpočtové potřeby tepla na vytápění byla převzata z údajů ČHMÚ meteorologické stanice v **Chebu**.

Výpočet potřeby tepla a spotřeby tepelné energie pro vytápění ukazuje tabulka:

Tabulka č. 16: Potřeba tepla objektu vypočtená z energetického modelu

| | | |
|--|-----------|---------------|
| Celková tepelná ztráta objektu | kW | 266,86 |
| Průměrná vnitřní teplota v objektu | °C | 20,6 |
| Výpočtová venkovní teplota | °C | -15 |
| Průměrná venkovní teplota (tes) | °C | 3,6 |
| Počet topných dnů | dny | 262 |
| Počet denostupňů | K.dny | 4454 |
| Celkový opravný součinitel | - | 0,60 |
| Potřeba tepla na vytápění budovy | GJ | 1730,1 |
| Tepelné zisky (solární a z vnitřních zdrojů) | GJ | 93,3 |
| Potřeba tepla na vytápění budovy se započtením zisků celkem | GJ | 1636,8 |
| Účinnost zdroje tepla | - | 100 % |
| Spotřeba energie na vytápění budovy | GJ | 1636,8 |

Teoretická potřeba tepla na vytápění městského úřadu v Chebu je ve stávajícím stavu je **1636,8 GJ/rok**, to odpovídá 454,67 MWh/rok.

3.6.3 Využití tepelných zisků

Vzhledem k přítomnosti dynamicky reagující termostatické regulace **jsou** ve výpočtu **uvažovány tepelné zisky**. Tepelné zisky E_{VZ} a E_{VS} z vnitřních zdrojů tepla a ze slunečního záření za otopné období (podle ČSN EN ISO 13790) se stanovují pro občanské a obytné budovy za podmínky, že je instalována dynamická regulace otopného systému.

Tabulka č. 17: Výpočet vnitřních tepelných zisků podle ČSN EN ISO 13790

| Výpočet dle ČSN EN ISO 13790 | kWh | GJ |
|------------------------------------|---------------|-------------|
| Tepelné zisky z vnitřních zdrojů | 8 586 | 30,9 |
| Tepelné zisky ze slunečního záření | 17 327 | 62,4 |
| Celkové tepelné zisky | 25 913 | 93,3 |

Pozn. Tepelné zisky byly uvažovány v prostorech, kde jsou nainstalované termoregulační ventily s termostatickými hlavici.

3.6.4 Výpočtová spotřeba tepla na vytápění objektu

Při uvažování účinnosti výroby tepla a tepelných zisků je teoretická **spotřeba energie na vytápění** pro městský úřad v Chebu ve stávajícím stavu **1636,8 GJ/rok**, což je 454,67 MWh/rok.

Pro verifikaci výpočtového modelu objektu byl proveden přepočet skutečné spotřeby tepla na vytápění v hodnoceném období 2014-2016 na dlouhodobý průměr (DDP 30) pomocí denostupňové metody. **Měsíční klimatická data byla převzata z údajů ČHMÚ pro Cheb**. Porovnání teoretické spotřeby tepla se skutečnou je provedeno v následující tabulce.

Tabulka č. 18: Skutečná spotřeba tepla během období let 2014–2016 přepočtená na dlouhodobý průměr

| Hodnocené období | 2014 | 2015 | 2016 | DDP |
|---|---------|---------|---------|---------------|
| Roční spotřeba energie pro vytápění vycházející z účetních dokladů [GJ/rok] | 1250,00 | 1399,00 | 1329,46 | 1605,4 |
| Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu (20,6 °C) | 3 432 | 3 796 | 3 814 | 4 454 |
| Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu | 77,1% | 85,2% | 85,6% | 100% |
| Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtena na dlouhodobý klimatický průměr [GJ/rok] | 1239,98 | 1381,21 | 1388,05 | - |

Tabulka č. 19: Porovnání fakturované a modelové spotřeby tepla

| Skutečná spotřeba tepla (z účetních dokladů, přepočtená na nominální rok - DDP) | Vypočtená spotřeba tepla (z modelu energetické potřeby - obálkový výpočet) po odečtení tepelných zisků | Rozdíl (účetní doklady x model) |
|--|---|------------------------------------|
| GJ/rok | GJ/rok | % |
| 1605,4 | 1636,8 | -2,0% |

Teoretická spotřeba energie vypočtená z energetického modelu budovy se od skutečné spotřeby tepla na vytápění městského úřadu v Chebu přepočtené na teplotně průměrný rok (DDP) liší o -2,0 %. Výpočtový model tedy dobře popisuje energetické chování budovy.

Pro další výpočty a energetické bilance bude použita teoretická spotřeba energie na vytápění – 1636,8 GJ/rok, což odpovídá 454,67 MWh/rok.

4 Popis výchozího stavu předmětu EP

4.1 Výchozí roční energetické bilance objektu

V následující tabulce je výchozí roční energetická bilance sestavená z modelu energetické potřeby stávajícího stavu budovy, odpovídající spotřebám energie za hodnocené období přepočteným na průměrné klimatické podmínky. Ceny tepla a elektrické energie byly stanoveny dle faktur z roku 2016, včetně DPH 21%.

Vůči výchozí roční energetické bilanci městského úřadu v Chebu je porovnáván posuzovaný návrh souboru energeticky úsporných opatření.

Tabulka č. 20: Výchozí roční energetická bilance předmětu EP

| ř. | Ukazatel | Energie | | Náklady |
|-----------|---|----------------|--------------|----------------|
| | | (GJ) | (MWh) | (tis. Kč) |
| 1 | Vstupy paliv a energie | 2 171,2 | 603,1 | 1 592,6 |
| 2 | Změna zásob paliv | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2) | 2 171,2 | 603,1 | 1 592,6 |
| 4 | Prodej energie cizím | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3 - ř.4) | 2 171,2 | 603,1 | 1 592,6 |
| 6 | Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5) | 2,0 | 0,5 | 2,2 |
| 7 | Spotřeba energie na vytápění (z ř.5) | 1 636,8 | 454,7 | 988,2 |
| 8 | Spotřeba energie na chlazení (z ř.5) | 14,2 | 3,9 | 16,0 |
| 9 | Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5) | 29,3 | 8,1 | 33,2 |
| 10 | Spotřeba energie na větrání (z ř.5) | 1,1 | 0,3 | 1,3 |
| 11 | Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 12 | Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5) | 139,4 | 38,7 | 157,7 |
| 13 | Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5) | 350,4 | 97,3 | 396,3 |

Pozn.: Ceny energií jsou z roku 2016 včetně DPH. Ztráty ve zdroji a rozvodech jsou započteny v jednotlivých dílčích spotřebách.

5 Navrhovaná opatření

5.1 Zateplení obálky budovy

Budova je kulturní památkou a nachází se v památkové rezervaci. Navrhovaná opatření jsou v souladu s povolením památkové péče. Zateplení obálky budovy městského úřadu v Chebu zahrnuje následující dílčí energeticky úsporná opatření:

1. Zateplení stropů a stěn do nevytápěné půdy
2. Výměna výplní otvorů

Popis systematických tepelných mostů a přírážek na průměrné součinitele prostupu tepla – ve výpočtu bylo uvažováno:

- při použití minerální vaty s vlhkostní přírážkou $Z_{TM-V} = 0,1$
- při použití polystyrenu s vlhkostní přírážkou $Z_{TM-V} = 0,02$
- korekční člen na systematické tepelné mosty u konstrukcí ve stávajícím stavu byl uvažován $\Delta U_{tbk} = 0,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- korekční člen na systematické tepelné mosty u konstrukcí v navrhovaném stavu byl uvažován $\Delta U_{tbk} = 0,02 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- lineární vazby u napojení konstrukcí jsou u stávajícího stavu zohledněny korekčním členem $\Delta U_{em(V1)} = 0,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$
- lineární vazby u napojení konstrukcí jsou u navrhovaného stavu zohledněny korekčním členem $\Delta U_{em(V1)} = 0,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

5.1.1 Zateplení stropů a stěn do půdy

Navrhované opatření představuje zateplení stropů do půdy tepelnou izolací **se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$** , např. minerální vatou UNIROL PLUS, **tloušťky 280 mm** a zateplení stěn do půdy tepelnou izolací **se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$** , např. šedým pěnovým polystyrenem EPS Greywall, **tloušťky 140 mm**. Bude tak splněna lepší než doporučená hodnota součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2 (2011) pro konstrukce k nevytápěné půdě.

5.1.2 Výměna původních výplní otvorů

Návrh opatření počítá s **výměnou** některých **okenních výplní a dveřních** za nové dřevěné s **izolačním dvojsklem** a celkovým součinitelem prostupu tepla maximálně **$U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$** , pro šikmou výplň **$U_{w,max} = 1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Bude tak splněna doporučená hodnota dle ČSN 73 0540-2 (2011). Počítá se taky s **repasí** některých **výplní**, kterou dojde k nepatrnému zlepšení součinitele prostupu tepla.

5.1.3 Předpokládané investiční náklady a přínosy zateplení obálky budovy

Investiční náklady na realizaci zateplení: 4388,8 tis. Kč s DPH

Úspora energie po realizaci kompletního zateplení: 422,5 GJ/rok (CZT)

117,4 MWh/rok

Úspora ročních provozních nákladů: 255,1 tis. Kč/rok

5.2 Navrhované změny na technických zařízeních budovy

5.2.1 Vyregulování otopné soustavy

V celém komplexu budov dojde k hydraulickému **vyregulování otopné soustavy** a k nastavení nových ekvitermních křivek regulace vytápění **s ohledem na výslednou tepelnou ztrátu celého komplexu budov po zateplení!** Zároveň se doporučuje zajistit vyregulování otopných těles tak, aby výsledná teplota v jednotlivých místnostech odpovídala jejich účelu a provozu.

Úsporu energie související se zregulováním otopné soustavy **nelze přesně vyčíslit**. Přínos tohoto opatření spočívá v dosažení energetických úspor navrhovanými stavebními opatřeními.

5.2.2 Zavedení energetického managementu

V rámci realizace projektu musí být zaveden a následně prováděn energetický management v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“ minimálně po dobu udržitelnosti projektu.

Energetický management je z hlediska splnění požadavku v OPŽP 2014 – 2020 považován za účinně zavedený v případě, jsou-li současně splněny obě podmínky níže, a to po celou dobu udržitelnosti projektu.

Podmínka 1: Prokazatelně existuje a je pravidelně využíván systém umožňující evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie.

Podmínka 2: Prokazatelně existuje osoba odpovědná za udržování a rozvíjení systému energetického managementu.

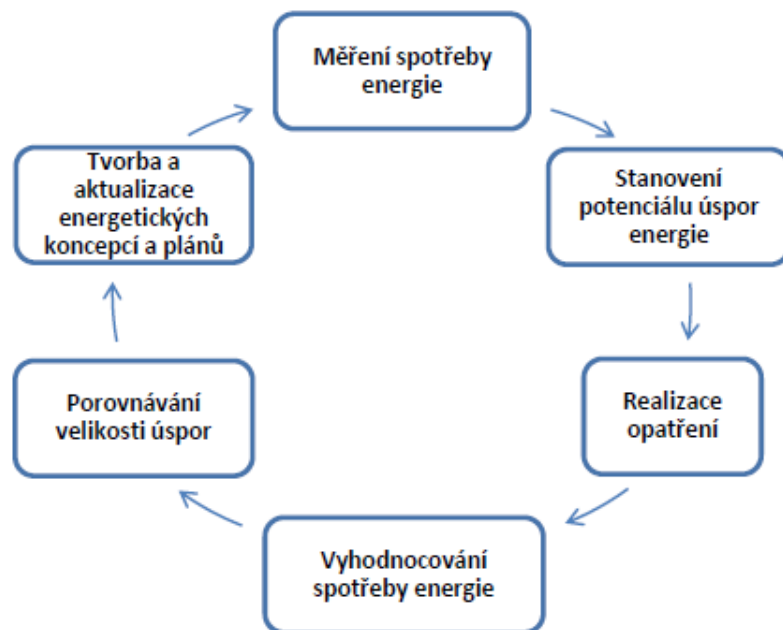
Tyto podmínky pro splnění energetického managementu jsou dále upřesněny pro **budovu městského úřadu Cheb:**

Energetický management je v rámci tohoto energetického posudku stanoven pouze pro budovy městského úřadu v Chebu na náměstí Krále Jiřího z Poděbrad 1/14, ale z hlediska hospodárnosti a efektivity se jeví jako vhodné zahrnout do společného energetického hospodářství více objektů ve správě města Cheb.

Z ekonomického hlediska jsou důvodem pro společný energetický management finanční výdaje a požadavky na lidské zdroje na zajišťování energetického managementu a společně plánované opravy budov.

Důvodem zavádění principů energetického managementu jako jednoho z energeticky úsporných opatření je skutečnost, že **samotné provedení předchozího investičního opatření pro snížení energetické náročnosti** (částečné zateplení obálky budovy) ještě **nezaručuje dlouhodobě udržitelné a nejvyšší možné** (resp. Požadované nebo optimální) **snížení spotřeby energie**.

Správně fungující proces managementu je uveden na následujícím schématu.



Pozn.: Převzato z metodického návodu pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu dotačního titulu prioritní osy 5.1 OPŽP.

Zavedení energetického managementu a splnění podmínek 1 a 2 je možné dosáhnout několika způsoby, tyto varianty uvádí následující tabulka.

Tabulka č. 21: Podmínky zavedení a udržitelnosti energetického managementu

| | |
|---|---|
| Podmínka 1 Existence systému umožňující evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie je dodržena při splnění alespoň jedné z uvedených 3 dílčích podmínek | 1. Budova, která je předmětem dotace, je součástí souboru majetku, na němž je implementovaná norma ČSN EN ISO 50001 – Systém managementu hospodaření s energií , alespoň do fáze vydaného prohlášení o shodě nebo předběžného auditu (autorizovanou osobou). |
| | 2. Uzavřená smlouva o poskytování energetických služeb se zárukou (EPC) za současného splnění obou níže uvedených podmínek: a. Budova, která je předmětem dotace, je součástí smlouvy o EPC, resp. Energetický management prováděný v rámci této smlouvy se na tuto budovu vztahuje, b. smlouva je účinná alespoň po dobu udržitelnosti projektu. |
| | 3. Zavedený informační systém pro energetický management pro budovu , která je předmětem dotace, s doložením osoby určené pro práci s tímto systémem a zajišťující vyhodnocování dat a řízení spotřeby. |
| Podmínka 2 Existence osoby odpovědné za systém energetického managementu je dodržena při splnění jedné z uvedených 3 dílčích podmínek | 1. Existence pozice energetického manažera, nebo pozice, která vykonává činnosti EM má v rámci struktury dané organizace. Pracovní smlouva, případně jiný druh smlouvy, je uzavřena na dobu neurčitou nebo alespoň po dobu udržitelnosti projektu a je doložitelné, resp. Důvoditelné, že budova, která je předmětem dotace, spadá do kompetence této pozice. |
| | 2. Existence pozice, která vykonává činnosti EM v rámci budovy, která je předmětem dotace. Nemusí být samostatná pozice energetického manažera, ale například pověřené osoby, která sleduje energetiku budovy jako součást své další agendy doložitelným způsobem – pracovní smlouvou (není nutné uvedení části pracovního úvazku), interním předpisem apod. |
| | 3. Smlouva s externím energetickým manažerem (osobou nebo firmou) na zajištění energetického managementu pro budovu , která je předmětem dotace na dobu neurčitou nebo alespoň po dobu udržitelnosti projektu. Totéž platí v případě, že je budova součástí externí správy EM v rámci celé organizace nebo souboru budov. |

Návrh koncepce energetického managementu:

1. Určení energetického manažera.

Pro provádění činností spojených s energetickým managementem objektu městského úřadu Cheb dojde k určení konkrétní osoby nebo k určení konkrétní externí osoby/firmy, která bude minimálně po dobu udržitelnosti projektu smluvně zodpovědná za provádění tohoto energetického managementu.

2. Provádění revizí, údržby a servisu technických zařízení.

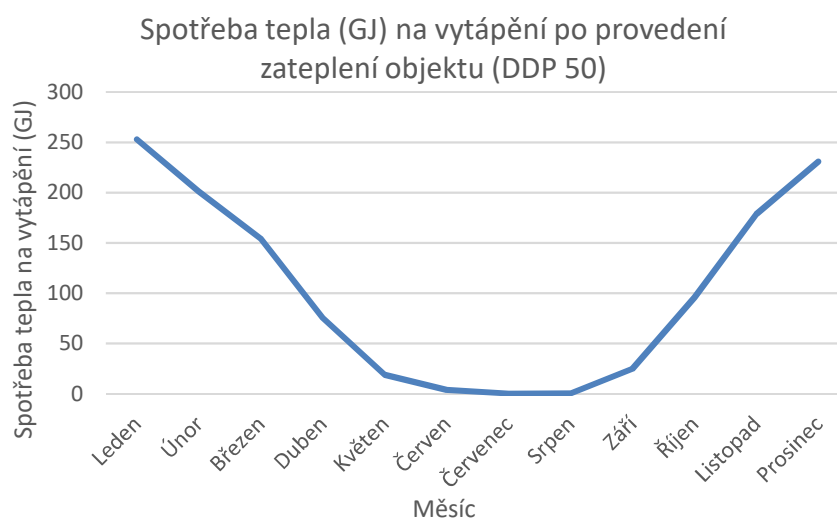
Jedná se zejména o pravidelné provádění revizí, údržby a servisu všech rozvodů tepla, spotřebičů a elektroinstalace v předepsaných intervalech.

3. Pravidelné (měsíční) odečítání, zaznamenávání a vyhodnocování spotřeby energie na vytápění - teplo.

V případě objektu městského úřadu Cheb se jedná minimálně o měsíční odečet spotřeby tepla na vytápění. Dále je potřebné odečítat spotřeby elektrické energie.

Předpokládanou měsíční spotřebu tepla na vytápění po provedení zateplení objektu lze odečíst z následujícího grafu spotřeby tepla s uvažováním dlouhodobých průměrů venkovních teplot v jednotlivých měsících (DDP 30). Zároveň je vhodné sledovat venkovní teplotu (např. na stránkách www.chmi.cz) a vyhodnocení provádět pomocí energeticko – teplotního diagramu (ET – diagram). Na horizontální osu diagramu se vynášejí hodnoty průměrné venkovní teploty za období a na vertikální osu se vynášejí spotřeba tepla na vytápění za příslušné období. Propojením bodů vznikne křivka, tzv. ET – křivka. Kolem ní označíme limit – odchylka způsobená běžnými nepravidelnostmi v provozu. V případě významné odchylky od limitu je třeba hledat příčinu této odchylky.

Obr. 5: Předpokládaná spotřeba tepla na vytápění po zateplení objektu



Pozn.: Spotřeba energie na vytápění v posledních letech je nižší o 10 – 20% oproti spotřebě energie odpovídající dlouhodobému průměru venkovních teplot odpovídající normálu 1961 – 1990. Očekávaná spotřeba tepla na vytápění objektu se bude pohybovat pod křivkou dlouhodobého průměru.

4. Pravidelné (měsíční) odečítání, zaznamenávání a vyhodnocování spotřeby vodného.

Měsíční odečet spotřeby vodného během roku by neměl být vyšší než 75 m³/měsíc.

Okamžitou reakcí na překročení doporučené měsíční spotřeby vodného je kontrola a oprava kapajících baterií a protékajících nádrží WC, a opětovné proškolení uživatelů budovy o úsporném hospodaření vodou. Zároveň se doporučuje zohlednit případné navýšení provozu v předešlém měsíci, který může způsobit překročení měsíční doporučené spotřeby vodného.

5. Pravidelné (měsíční) odečítání, zaznamenávání a vyhodnocování spotřeby elektrické energie.

Měsíční odečet spotřeby elektrické energie během roku by se měl pohybovat okolo 12 MWh/měsíc.

Okamžitou reakcí na překročení doporučené měsíční spotřeby elektrické energie je opětovné proškolení uživatelů budovy o úsporném hospodaření elektrickou energií. Zároveň se doporučuje zohlednit případné navýšení provozu v předešlém měsíci, který může způsobit překročení měsíční doporučené spotřeby elektrické energie.

6. Archivování faktur za dodané energie

Nad rámec povinností spojených s prováděním pravidelných odečtů spotřeby energií v budově je navíc nezbytné archivovat doklady o spotřebě energií (faktury) pokrývající období udržitelnosti projektu (min. 5 let od kolaudace) po dobu minimálně deseti let následujících po roce, ve kterém žadatel obdrží protokol o závěrečném vyhodnocení akce.

7. Plánování údržby, oprav a rekonstrukcí.

Provozovatel objektu bude provádět pravidelnou údržbu obálky objektu a dalších technických systémů ovlivňujících spotřebu energie a plánovat budoucí opravy a rekonstrukce s ohledem na soustavné snižování spotřeby energie v budově. Jedná se zejména o tyto opravy a rekonstrukce:

V oblasti spotřeby energie na vytápění:

- Odstranit okenní netěsnosti. Spáry mezi rámem a křídlem netěsných oken musí být utěsněny např. silikonovým těsněním. Přirozené větrání prostorů musí být zajištěno níže uvedeným časově omezeným otvíráním oken.
- Závěsy nesmí překrývat otopná tělesa, bránily by tak proudění vzduchu a přenosu tepla z otopných těles do místnosti. Nejvhodnější je závěs délky po parapetní desku, který usměrňuje proudění teplého vzduchu do místnosti. Před dlouhodobějším odchodem je vhodné závěsy zatahovat.
- Zajistit požadovanou tepelnou izolaci rozvodů tepla, které procházejí nevytápěnými prostory.
- Za otopná tělesa je vhodné umístit hliníkovou folii, která odráží část tepla zpět do místnosti a snižuje tak únik tepla přes stěnu do venkovního prostředí.

V oblasti spotřeby studené a teplé vody:

- V případě závady ihned zajistit opravu kapajících kohoutků. Kohoutek, z něhož ukápne 10 kapek za minutu, způsobí zvýšení spotřeby vody o cca 170 litrů vody za měsíc.
- Starší nádržkové splachovače WC jsou s obsahem 10 litrů. Moderní výrobky mají možnost dvojího spláchnutí – malé spláchnutí cca 6 litrů a velké spláchnutí cca 8 – 10 litrů podle typu výrobku. Použitím nádržek se zabudovaným dvojím spláchnutím lze dosáhnout úspory vody až 30%.
- Pákové baterie umožňují rychlejší nastavení požadované teploty a průtoku vody ve srovnání s klasickými směšovacími bateriemi. Ušetří tak až 20% vody a tepla na přípravu TV.

V oblasti spotřeby elektrické energie:

- Při výběru nových elektrospotřebičů zohlednit ve výběrových kritériích do jaké energetické třídy je daný spotřebič zařazen. Vyšší vstupní investice do spotřebiče lepší energetické třídy se může brzy vrátit na úsporách ve spotřebě elektrické energie.
- Použití úsporného umělého osvětlení. Spotřebu elektrické energie na umělé osvětlení ovlivňuje volba vhodných světelných zdrojů, konstrukce a materiál svítidel, způsob osvětlení, úprava ploch ovlivňujících osvětlení prostoru, osvětlovací soustava a způsob ovládání a regulace osvětlení. Pro zajištění nízké spotřeby elektrické energie se volí moderní úsporné světelné zdroje, zejména zdroje LED. Pro srovnání uvedeme světelnou účinnost různých typů světelných zdrojů v lm/W: žárovka klasická cca 10 lm/W; zářivka trubicová cca 50-100 lm/W; svítidlo LED do 140 lm/W.
- V chodbách a dalších prostorech s požadavky na zajištění umělého osvětlení v kratších časových intervalech je vhodné instalovat ovládání osvětlovací soustavy pomocí čidla pohybu nebo pomocí spínačů s časovačem.

8. Proškolení uživatelů budovy (zaměstnanců)

Je nezbytné proškolit uživatele budovy tak, aby došlo k úplné implementaci principů hospodaření s energií.

V oblasti spotřeby energie na vytápění:

- Hygienickou výměnu vzduchu v místnostech zajišťovat rychlým intenzivním větráním po dobu cca 5 minut. V zimním období je interval kratší, protože provětrání proběhne kvůli většímu rozdílu teplot rychleji. Větrání je třeba provádět několikrát denně. V zimním období je vhodné intenzivní větrání provádět v době, kdy nejsou v místnosti přítomny osoby. Pootevřené okno nebo větrací okénko jsou nesprávným způsobem větrání a plýtváním energií.
- Odstranit okenní netěsnosti. Spáry mezi rámem a křídlem netěsných oken musí být utěsněny např. silikonovým těsněním. Přirozené větrání prostorů musí být zajištěno výše uvedeným časově omezeným otvíráním oken.

- U oken, na nichž jsou namontovány lamelové žaluzie, je doporučeno zejména v zimním období při odchodu z místnosti žaluzie stáhnout a obrátit vydutou stranou ven. Tím se prokazatelně snižují tepelné ztráty místnosti.
- Závěsy nesmí překrývat otopná tělesa, bránily by tak proudění vzduchu a přenosu tepla z otopných těles do místnosti. Nejvhodnější je závěs délky po parapetní desku, který usměrňuje proudění teplého vzduchu do místnosti. Před dlouhodobějším odchodem je vhodné závěsy zatahovat.

V oblasti spotřeby elektrické energie:

- Využívat hospodárným způsobem osvětlovací soustavu, tzn. Osvětlovat pouze prostory, které uživatelé využívají, zhasínat po odchodu z místnosti světla.
 - Využívat hospodárným způsobem spotřebiče elektrické energie, tzn. Vypínat je v době, kdy nejsou reálně užívány, vč. omezení používání stand-by režimu počítačů, televizí a dalších zařízení.

Provozní náklady na provádění EM v budově: 10 tis. Kč s DPH/rok

Úspora energie spojená s prováděním energetického managementu:

Úsporu energie související se zavedením energetického managementu nelze přesně vyčíslit. Přínos energetického managementu spočívá v zajištění dosažení energetických úspor navržených technických opatření.

5.3 Celková energetická bilance

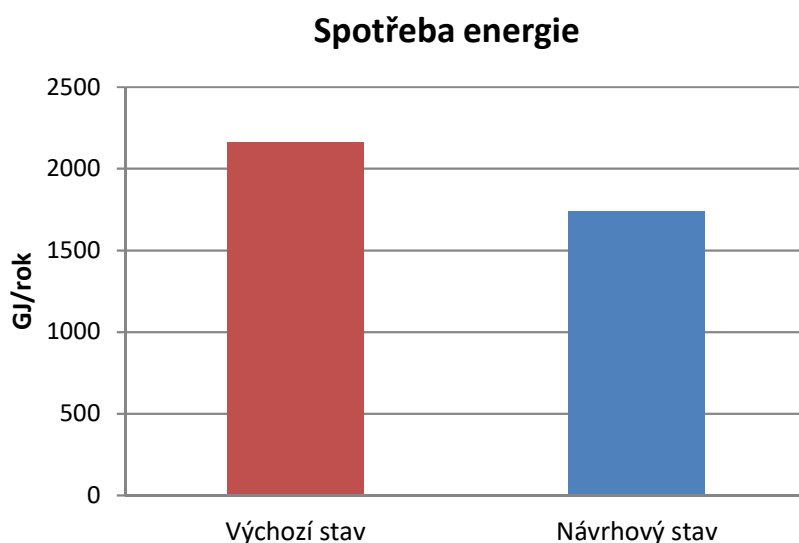
V následujících tabulce je uvedena upravená roční energetická bilance spotřeb energie v nové budově včetně nákladů před realizací posuzovaného návrhu a po realizaci.

Tabulka č. 22: Upravená energetická bilance před a po realizaci projektu

| ř. | Ukazatel | Před realizací projektu | | | Po realizaci projektu | | |
|----|--|-------------------------|--------------|----------------|-----------------------|--------------|----------------|
| | | Energie | | Náklady | Energie | | Náklady |
| | | (GJ) | (MWh) | (tis. Kč) | (GJ) | (MWh) | (tis. Kč) |
| 1 | Vstupy paliv a energie | 2171,2 | 603,1 | 1 592,6 | 1 748,7 | 485,7 | 1 337,5 |
| 2 | Změna zásob paliv | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3 | Spotřeba paliv a energie | 2171,2 | 603,1 | 1 592,6 | 1 748,7 | 485,7 | 1 337,5 |
| 4 | Prodej energie cizím | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 5 | Konečná spotřeba paliv a energie v objektu | 2 171,2 | 603,1 | 1 592,6 | 1 748,7 | 485,7 | 1 337,5 |
| 6 | Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech | 2,0 | 0,5 | 2,2 | 2,0 | 0,5 | 2,2 |
| 7 | Spotřeba energie na vytápění | 1636,8 | 454,7 | 988,2 | 1 214,3 | 337,3 | 733,1 |
| 8 | Spotřeba energie na chlazení | 14,2 | 3,9 | 16,0 | 14,2 | 3,9 | 16,0 |
| 9 | Spotřeba energie na přípravu teplé vody | 29,3 | 8,1 | 33,2 | 29,3 | 8,1 | 33,2 |
| 10 | Spotřeba energie na větrání | 1,1 | 0,3 | 1,3 | 1,1 | 0,3 | 1,3 |
| 11 | Spotřeba energie na úpravu vlhkosti | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 12 | Spotřeba energie na osvětlení | 139,4 | 38,7 | 157,7 | 139,4 | 38,7 | 157,7 |
| 13 | Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy | 350,4 | 97,3 | 396,3 | 350,4 | 97,3 | 396,3 |

Pozn.: Ceny energií jsou z roku 2016 včetně DPH. Ztráty ve zdroji a rozvodech jsou započteny v jednotlivých dílčích spotřebách.

Obr. 6: Spotřeba energie ve výchozím a návrhovém stavu.



Uvedená bilanční tabulka vychází z prováděcích právních předpisů, neměla by být měněna. Níže doplněná tabulka definuje podíl jednotlivých spotřeb paliv uvedených v bilanční tabulce.

Tabulka č. 23: Rozdělení spotřeb paliv

| Ukazatel | Výchozí stav | | Po realizaci projektu | |
|------------------------|--------------|-------|-----------------------|-------|
| | GJ | MWh | GJ | MWh |
| Vstupy paliv a energie | 2171,2 | 603,1 | 1748,7 | 485,7 |
| CZT (zemní plyn) | 1636,8 | 454,7 | 1214,3 | 337,3 |
| elektrická energie | 534,4 | 148,4 | 534,4 | 148,4 |

5.4 Dosažené parametry budovy po realizaci posuzovaného návrhu

5.4.1 Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy

Vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla budovy v navrhovaném stavu je v následující tabulce.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy **nevyhovuje požadované hodnotě** normy ČSN 73 0540-2:2011, hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy spadá do kategorie **E – Nehospodárná**.

Tabulka č. 24: Průměrný součinitel prostupu tepla objektu po realizaci posuzovaného návrhu

| Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (ČSN 73 0540-2:2011) – NAVRHOVANÝ STAV | | |
|--|-------------|---------------------|
| H_t - měrná ztráta prostupem tepla | 4063,6 | W/K |
| $U_{em,N,20}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný) | 0,44 | W/(m²K) |
| $U_{em,rec,20}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený) | 0,33 | W/(m²K) |
| U_{em} – vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla | 0,83 | W/(m²K) |
| Klasifikační ukazatel CI | 1,91 | Nehospodárná |

5.4.2 Plnění podmínek vyhlášky č. 78/2013 Sb.

Budova je Kulturní památkou a nachází se v Památkové rezervaci Cheb, požadavky vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, tedy podle zákona č. 406/2000 Sb., § 7 odst. 5 písm. b) **nemusí být splněny**. Výsledná energetická náročnost hodnocených budov po dílčím zateplení a dílčí výměně původních otvorových výplní a její zařazení do kategorií je uvedeno v Průkazu energetické náročnosti budovy, který je přílohou energetického posudku č. 4.

5.4.3 Předpokládané investiční náklady a přínosy posuzovaného projektu

Realizací projektu se předpokládá úspora celkové roční spotřeby energie ve výši **422,5 GJ/rok**, což odpovídá 117,4 MWh/rok. Dojde tak ke snížení celkové roční spotřeby energie o 19,5 % z konečné spotřeby energie v budově. **Při vyčíslení procentuální úspory k výchozí spotřebě energie bez zahrnutí spotřeby energie na technologické a ostatní procesy dojde k úspoře 23,2 %.**

Celkové investiční náklady byly odhadnuty ve výši 4 388 800 Kč vč. DPH a vycházejí z maximálních měrných způsobilých výdajů definovaných poskytovatelem dotace.

Úspora nákladů na energii se předpokládá ve výši 255 100 Kč/rok vč. DPH.

6 Ekologické vyhodnocení

Způsob ekologického vyhodnocení se provádí metodou globálního hodnocení.

Globální hodnocení je prováděno na bázi celospolečenského pohledu. Při změně dodávek energie, která je vyráběna v jiném místě, jsou do výpočtu zahrnuty emisní faktory vycházející, buď z konkrétních, nebo průměrných údajů o produkovaných znečišťujících látkách.

Lokální hodnocení je prováděno výhradně na bázi změn produkce znečišťujících látek ze zdrojů situovaných v lokalitě obce, ve které je umístěn předmět vyhodnocení.

Vyhodnocení posuzovaného energeticky úsporného návrhu z hlediska ochrany životního prostředí bylo provedeno v souladu se zákonem č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší a vyhláškou č. 415/2012 Sb., kterými se stanovují emisní limity a další podmínky provozování stacionárních zdrojů znečišťování.

Emisní faktory pro elektrickou energii (kromě emisí CO₂) byly převzaty z Vyhlášky č. 309/2016 Sb., kterou se mění Vyhláška č. 480/2012 Sb., o energetickém auditu a energetickém posudku. Emisní faktory oxidu uhličitého byly stanoveny na základě závazného vzoru posudku k 70. výzvě. Ostatní emisní faktory byly stanoveny podle aktuálního metodického pokynu MŽP – Odboru ochrany ovzduší.

6.1 Výpočet emisí znečišťujících látek

V objektu se spotřebovává teplo a elektrická energie. V následující tabulce jsou uvedeny emisní koeficienty znečišťujících látek paliv užitých v hodnocené budově.

Tabulka č. 25: Emisní koeficienty použitých paliv

| Znečišťující látka | CZT (zemní plyn) | Elektrická energie |
|-----------------------------|------------------|--------------------|
| | t/100GJ | t/100GJ |
| TZL | 0,00005882 | 0,00102222 |
| SO ₂ | 0,00002824 | 0,02336778 |
| NO _x | 0,00470590 | 0,01576778 |
| CO | 0,00094118 | 0,00239472 |
| VOC | 0,00000002 | 0,00006917 |
| PM ₁₀ | 0,00005882 | 0,00086889 |
| PM _{2,5} | 0,00005882 | 0,00061333 |
| prek. sek PM _{2,5} | 0,00032371 | 0,00802066 |
| EPS | 0,00038253 | 0,00863399 |
| CO ₂ | 5,55555556 | 29,44444444 |
| NH ₃ | 0,00000000 | 0,00000000 |

Tabulka č. 26: Emisní koeficienty použitých paliv dle vyhlášky 309/2016 (změna hodnot pro emise CO₂)

| Znečišťující látka | CZT (zemní plyn) | Elektrická energie |
|-----------------------------|------------------|--------------------|
| | t/100GJ | t/100GJ |
| TZL | 0,00005882 | 0,00102222 |
| SO ₂ | 0,00002824 | 0,02336778 |
| NO _x | 0,00470590 | 0,01576778 |
| CO | 0,00094118 | 0,00239472 |
| VOC | 0,00000002 | 0,00006917 |
| PM ₁₀ | 0,00005882 | 0,00086889 |
| PM _{2,5} | 0,00005882 | 0,00061333 |
| prek. sek PM _{2,5} | 0,00032371 | 0,00802066 |
| EPS | 0,00038253 | 0,00863399 |
| CO ₂ | 5,5400000 | 28,1000000 |
| NH ₃ | 0,00000000 | 0,00000000 |

Tabulka č. 27: Spotřeba energie rozdělená podle energonositelů GJ/rok

| Ergonositel | Zemní plyn | Elektrická energie |
|---------------|------------|--------------------|
| Výchozí stav | 1636,8 | 534,4 |
| Návrhový stav | 1214,3 | 534,4 |

V následujících tabulkách je vyčíslena změna produkce emisí znečišťujících látek po realizaci posuzovaného návrhu z globálního hlediska. V objektu lokálně nedochází k výrobě energie.

Tabulka č. 28: Emise znečišťujících látek výchozího stavu a navrhovaného stavu z **globálního hlediska**

| Znečišťující látky | Výchozí stav | Posuzovaný návrh | Rozdíl |
|-----------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | t/rok | t/rok | t/rok |
| Tuhé látky | 0,006425 | 0,006177 | 0,000249 |
| SO ₂ | 0,125337 | 0,125217 | 0,000119 |
| NO _x | 0,161287 | 0,141404 | 0,019883 |
| CO | 0,028202 | 0,024226 | 0,003977 |
| VOC | 0,000370 | 0,000370 | 0,000000 |
| PM ₁₀ | 0,005606 | 0,005358 | 0,000249 |
| PM _{2,5} | 0,004240 | 0,003992 | 0,000249 |
| prek. sek PM _{2,5} | 0,048160 | 0,046792 | 0,001368 |
| EPS | 0,052400 | 0,050784 | 0,001616 |
| CO ₂ | 248,2808 | 224,8079 | 23,4729 |
| CO2 dle 309/2016 | 240,8416 | 217,4345 | 23,4071 |

Tabulka č.29: Emise CO₂ výchozího stavu a stavu po realizaci (podmínka OPŽP 2014 - 2020)

| Znečišťující látka | Výchozí stav | Posuzovaný návrh | Rozdíl | |
|--------------------|--------------|-------------------|------------------|-------|
| | t/rok | t/rok | t/rok | % |
| CO ₂ | 248,280796 | 224,807928 | 23,472869 | 9,45% |

6.1.1 Produkce emisí bez zahrnutí spotřeby energie na technologické a ostatní procesy

Pro hodnocení do 70. výzvy 5. prioritní osy OPŽP byla dále pro stanovení úspory emisí CO₂ hodnocena celková spotřeba elektrické energie bez spotřeby energie na technologické a ostatní procesy. Uvažovaná spotřeba energie rozdělená po jednotlivých energonositelích je uvedena v následující tabulce.

Tabulka č. 30: Spotřeba energie rozdělená podle energonositelů - bez energie na technologické a ostatní procesy

| Ergonositel | Zemní plyn | Elektrická energie |
|---------------|------------|--------------------|
| Výchozí stav | 1636,8 | 184,0 |
| Návrhový stav | 1214,3 | 184,0 |

*Tabulka č. 31: Emise znečišťujících látek výchozího stavu a navrhovaného stavu z **globálního hlediska - bez spotřeby energie na technologické a ostatní procesy***

| Znečišťující látky | Výchozí stav | Posuzovaný návrh | Rozdíl |
|------------------------------|--------------|------------------|-----------------|
| | t/rok | t/rok | t/rok |
| Tuhé látky | 0,002844 | 0,002595 | 0,000249 |
| SO ₂ | 0,043465 | 0,043345 | 0,000119 |
| NO _x | 0,106043 | 0,086160 | 0,019883 |
| CO | 0,019812 | 0,015835 | 0,003977 |
| VOC | 0,000128 | 0,000128 | 0,000000 |
| PM ₁₀ | 0,002562 | 0,002313 | 0,000249 |
| PM _{2,5} | 0,002092 | 0,001843 | 0,000249 |
| prek. sek PM _{2,5} | 0,020058 | 0,018691 | 0,001368 |
| EPS | 0,022150 | 0,020534 | 0,001616 |
| CO ₂ | 145,1184 | 121,6456 | 23,4729 |
| CO ₂ dle 309/2016 | 142,3897 | 118,9826 | 23,4071 |

*Tabulka č.32: Emise CO₂ výchozího stavu a stavu po realizaci projektu (podmínka OPŽP 2014 - 2020) **bez spotřeby energie na technologické a ostatní procesy***

| Znečišťující látka | Výchozí stav | Posuzovaný návrh | Rozdíl | |
|--------------------|--------------|-------------------|------------------|--------|
| | t/rok | t/rok | t/rok | % |
| CO ₂ | 145,118437 | 121,645569 | 23,472869 | 16,17% |

7 Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení je prováděno bez uvažování dotací či úvěru, tedy s vlastními investičními prostředky, je vypracováno v souladu s přílohou č. 5 Vyhl. č. 309/2012 Sb., kterou se mění Vyhl. č. 480/2012 Sb. Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením ekonomických přínosů realizace posuzovaného energeticky úsporného projektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace projektu z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je současná hodnota v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti projektu.

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu jsou získávány takto:

1. výše nákladů na energeticky úsporná opatření vycházejí z maximálních měrných způsobilých výdajů na daný typ opatření uvedených v Pravidlech pro žadatele a příjemce podpory v OPŽP
2. cenové informace výrobců, montážních firem a dodavatelských firem
3. informace z publikací a internetu

Úspory jsou chápány jako rozdíl celkových provozních nákladů v případě, že k realizaci navrhovaných opatření nedojde a v případě, že opatření realizována budou. Jako základ pro výpočet úspor slouží současný stav a příslušné provozní výdaje tak, jak je uvedeno v energetických bilancích.

7.1.1 Vstupní údaje

Diskont

Pro energetické posudky pro posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních a evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů se stanovuje hodnota diskontního činitele ve výši 1,04 (= diskont 4%).

Doba porovnání

Doba hodnocení se obvykle stanovuje na základě životnosti zařízení. V energetickém posudku je doba hodnocení je uvažována v souladu s vyhl. č. 309/2012 Sb., kterou se mění vyhl. č. 480/2012 Sb., tj. 20 let. V případě, že je doba životnosti některého opatření kratší než doba hodnocení, je u něj uvažována reinvestice na znovupořízení.

Cenový vývoj

Výpočet ekonomické efektivity uvedený v energetickém posudku by v případě projektů energetické efektivity financovaných z programů podpory ze státních a evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů měl být stanoven z hlediska projektu, z tzv. systémového hlediska bez vlivu daní a financování při stálých cenách odpovídající cenám realizace projektu. Z tohoto důvodu je ve výpočtu zahrnut meziroční vzrůst ceny energií o 0 %.

7.1.2 Výstupní údaje

Čistá současná hodnota

Základem pro určení čisté současné hodnoty je určení toků hotovosti. Toky hotovosti (Cash Flow) jsou rozdílem příjmů a výdajů spojených s projektem v jednotlivých letech. Toky hotovosti v sobě zahrnují veškeré hodnotové změny během života projektu. Pro hodnocení toků hotovosti se tyto upravují převodem z budoucích hodnot do současnosti. Hodnoty jsou zpravidla převedeny do období, kdy dochází k vynaložení největších investic. Takto převedená hodnota se nazývá současná hodnota.

Průběžné pokrytí investic a dalších výdajů příjmy vyjadřuje kumulovaný tok hotovosti, kdy se jednotlivé roční hodnoty průběžně sčítají (kumulují) a představují skutečný hodnotový stav u realizovaného opatření v příslušném roce. Pokud je hodnota kumulovaného toku hotovosti v daném roce záporná, nedošlo v tomto období k pokrytí výdajů projektu jeho příjmy.

Hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti v posledním roce se označuje zkratkou NPV (Net Present Value) a slouží jako důležité kritérium pro posuzování a porovnávání projektů.

Vhodnost použití čisté současné hodnoty je dána především tím, že zohledňuje vliv času po celou dobu hodnocení, zahrnuje změnu hodnotových vstupů i výstupů realizace opatření a může zohledňovat způsob financování. Čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější. Pokud je hodnota NPV záporná, opatření nelze za daných podmínek realizovat.

$$NPV = \sum_{t=1}^{Tz} CF_t \cdot (1+r)^{-t} - IN$$

Reálná doba návratnosti investice

Při uvažování současné hodnoty toků hotovosti lze určit dobu, ve které v daném projektu nastane rovnováha mezi příjmy a výdaji. Tato doba se označuje jako diskontovaná doba návratnosti prostředků a lze ji považovat za kritérium se srovnatelnou vypovídací schopností jako NPV. Obecně lze diskontovanou dobu návratnosti stanovit z podmínky $NPV = 0$.

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

kde: T_{sd} reálná doba návratnosti
 r diskont
 t hodnocené období (1 až n let)

Cash Flow

Tok hotovosti (Cash Flow) v daném roce se pro opatření navržená a hodnocená v rámci energetického auditu stanovuje takto:

Cash Flow (CF) = Úspory (U) – Investiční náklady (IN)

Úspory (U) – reprezentují změnu provozních nákladů vyvolaných realizací opatření a stanoví se jako rozdíl provozních nákladů před realizací a po realizaci opatření

Investiční náklady (IN) – náklady spojené s pořízením energetických zařízení a stavebních konstrukcí (včetně nákladů na přípravu projektu).

7.1.3 Výsledky ekonomického vyhodnocení projektu

Ekonomické hodnocení je prováděno s investičními i provozními náklady s DPH.

Tabulka č. 33: Ekonomické vyhodnocení posuzovaného návrhu

| Parametr | Jednotka | Výchozí stav | Navrhovaný stav |
|--|----------|------------------|------------------|
| Přínosy projektu celkem | Kč | 0 | 245 091 |
| z toho tržby za teplo a elektřinu | Kč | 0 | 0 |
| Investiční výdaje projektu celkem | Kč | - | 4 827 665 |
| z toho | | | |
| náklady na přípravu projektu | Kč | 0 | 438 879 |
| náklady na technologická zařízení a stavbu | Kč | 0 | 4 388 786 |
| náklady na přípojky | Kč | 0 | 0 |
| Provozní náklady celkem | Kč | 1 592 613 | 1 347 521 |
| z toho | | | |
| náklady na energii | Kč | 0 | -255 091 |
| náklady na opravu a údržbu | Kč | 0 | 0 |
| osobní náklady (mzdy, pojistné) | Kč | 0 | 0 |
| ostatní provozní náklady | Kč | 0 | 10 000 |
| náklady na emise a odpady | Kč | 0 | 0 |
| Doba hodnocení | Roky | - | 20 |
| Diskont | - | - | 4,0% |
| T_{sd} - reálná doby návratnosti | Roky | - | >20 |
| NPV - čistá současná hodnota | tis. Kč | - | -1 496,79 |
| IRR - vnitřní výnosové procento | % | - | 0,1 |

Pozn.: Náklady na přípravu projektu byly stanoveny procentem z celkových nákladů na technologická zařízení a stavbu. V provozních nákladech jsou zahrnuty náklady na provádění energetického managementu. Tabulka byla upravena dle závazného vzoru OPŽP k 70. výzvě.

Vysvětlivky:

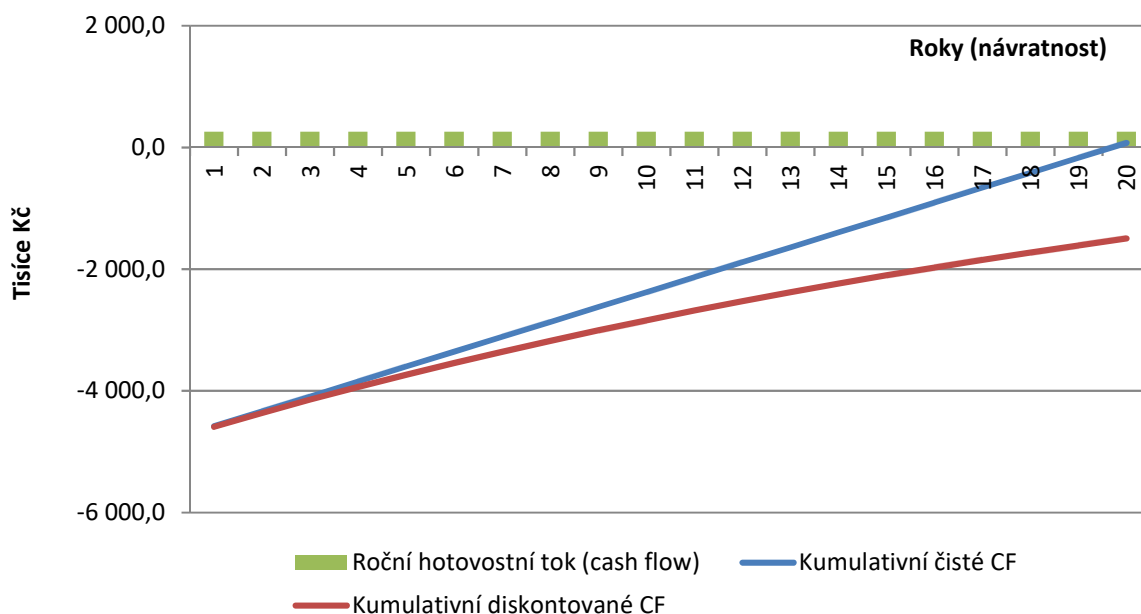
(1) Náklady obsahují zejména náklady na materiál, opravy zařízení, plánovanou a preventivní údržbu včetně případné reinvestice, pokud je životnost některého opatření (zařízení) kratší než doba hodnocení projektu.

(2) Náklady obsahují zejména náklady na obsluhu, servis a revize zařízení

(3) Výpočet ekonomické efektivity uvedený v energetickém posudku by v případě projektů energetické efektivity financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů měl být stanoven z hlediska projektu, z tzv. systémového hlediska bez vlivu daní a financování při stálých cenách odpovídající cenám realizace projektu. Peněžní toky projektu se posuzují bez vlivu předpokládané podpory.

(4) Pro energetické posudky pro posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů se stanovuje hodnota diskontního činitele ve výši 1,04.

Ekonomické vyhodnocení



Jak ukazuje výše uvedená tabulka je čistá současná hodnota NPV záporná, a proto **z ekonomického hlediska nelze navrhovaný energeticky úsporný projekt doporučit k realizaci**. Realizaci opatření lze doporučit pouze za předpokladu získání dotace na některá z opatření alespoň v takové výši, aby čistá současná hodnota projektu byla kladná.

8 Posouzení vhodnosti aplikace EPC

Zařazení objektu mezi objekty vhodné pro aplikaci projektu EPC je možné v případě, že realizací projektu EPC jsou současně splněny následující podmínky:

1. Roční úspora celkové energie dosažená realizací projektu EPC je rovna nebo větší než 15% z potenciálu úspor pro provedení všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy. (Příklad: pokud dojde realizací všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy k úspoře 50%, metodou EPC musí dojít k dalším úsporám ve výši 15% ze zbývajících 50% potenciálu, tedy projektem bude celkově uspořeno min. 57,5%.)
2. Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je rovna nebo nižší než 8,0 let.
3. Roční úspora dosažená aplikací souboru opatření zahrnutých do projektu EPS je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok, nebo pokud roční náklady na energie objektu před realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok. Tato podmínka nemusí být splněna za předpokladu, že je objekt součástí projektu EPC, který řeší soubor více objektů, přičemž výše uvedená podmínka je splněna pro celý soubor těchto objektů. Pokud objekt samostatně nesplní tuto podmínku a ostatní podmínky splní, je třeba uvést jako nezbytnou podmínku pro aplikaci projektu EPC zařazení objektu do souboru objektů, které v součtu tuto podmínku splňuje.

Jak dokazuje níže uvedená tabulka, není aplikace metody EPC pro samostatný objekt Městského úřadu Cheb vhodná.

V případě budoucího návrhu realizace energeticky úsporných opatření týkajících se kompletního zateplení obálky budov, instalace účinnějších zdrojů tepla využívajících OZE, instalace pružněji reagujících systémů regulace, instalace vysoce efektivních osvětlovacích systémů, implementace energetického managementu atd. na větším souboru budov ve správě města Cheb se doporučuje provést celkové posouzení vhodnosti aplikace EPC na celý soubor těchto budov.

Tabulka č. 34: Souhrnná tabulka posouzení vhodnosti aplikace EPC

| Opatření navržená energetickým posudkem | | Investice | Úspora ¹⁾ | | | Je součástí projektu EPC |
|--|--|------------------|----------------------|----------------|------------------|--------------------------|
| | | | Energie | Nákladů | Původní spotřeby | |
| č | Název opatření | Kč s DPH | MWh/rok | Kč s DPH/rok | % | ANO/NE |
| 1. | Částečné zateplení budovy | 4 388 786 | 117,36 | 255 091 | 19,5% | NE |
| 2. | Zavedení energetického managementu | 0 | 0,00 | -10 000 | 0,0% | NE |
| 3. | Vyregulování otopné soustavy | 10 000 | 0,00 | 0 | 0,0% | NE |
| CELKEM ZA SOUBOR OPATŘENÍ | | 4 398 786 | 117,36 | 245 091 | 19,5% | |
| z toho: | | | | | | |
| Soubor opatření na obálce budovy | | 4 388 786 | 117,36 | 255 091 | 19,5% | |
| Soubor opatření zahrnutých do projektu EPC | | 0 | 0,00 | 0 | 0,0% | |
| Soubor ostatních opatření | | 10 000 | 0,00 | -10 000 | 0,0% | |
| (1) | Spotřeba energie před realizací navržených opatření | | | 603,11 | MWh/rok | |
| (2) | Spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy | | | 485,74 | MWh/rok | |
| (3) | Spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy a EPC projektu | | | 485,74 | MWh/rok | |
| (4) | Spotřeba energie po realizaci všech navržených opatření | | | 485,74 | MWh/rok | |
| (5) | Úspora projektu EPC po realizaci opatření na obálce budovy $((2)-(3))/(2)*100$ | | | 0,00 | % (min. 15%) | |
| (6) | Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC | | | - | let (max. 8,0) | |
| (7) | Roční úspora nákladů souboru opatření zahrnutých do projektu EPC | | | 0,00 | tis. Kč s DPH | |
| (8) | Roční náklady na energie objektu před realizací projektu | | | 1 592,61 | tis. Kč s DPH | |
| ¹⁾ úspora připadající na dané opatření při realizaci celého navrženého souboru opatření | | | | | | |
| ZÁVĚR VHODNOSTI APLIKACE EPC: | | | | | | |
| 1. | Úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 15% ze spotřeby dosažené po realizaci opatření na obálce budovy (tj. (5)>15,0%) | | | | | NE |
| 2. | Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je rovna nebo nižší než 8,0 let (tj. (6)<8,0) | | | | | NE |
| 3. | Roční úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok (tj. (7)>500), nebo roční náklady na energie objektu před realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok (tj. (8)>2 000) | | | | | NE |
| 4. | V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC (ANO, pokud jsou splněny podmínky 1, 2 a 3) | | | | | NE |
| 5. | V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC, pouze však pokud bude objekt zařazen do souboru objektů, které v součtu splní podmínku č. 3 (ANO, pokud objekt samostatně splní podmínky 1, 2 a nesplní podmínku 3) | | | | | NE |

9 Závěrečné stanovisko energetického specialisty

V rámci energetického posudku bylo provedeno hodnocení navrženého energeticky úsporného návrhu řešení Městského úřadu v Chebu. Výsledky hodnocení byly následně porovnány s podmínkami dotačního programu **Operační program Životní prostředí, Prioritní osa 5.1**. Na základě toho lze konstatovat, že **navrhovaný energeticky úsporný projekt splňuje potřebná kritéria dotačního programu (viz přílohu č. 1 - Soulad projektu s požadavky OPŽP)**.

9.1 Okrajové podmínky pro posuzovaný návrh

Navrhované úspory energie, emisí, nákladů na provoz a investice do energeticky úsporných opatření posuzovaného návrhu jsou stanoveny na základě definovaných okrajových podmínek. V případě změny těchto okrajových podmínek nelze zaručit dosažení předpokládaných úspor.

Předpoklady:

1. Veškeré výpočty jsou prováděny na základě výchozích podkladů pro zpracování energetického posudku, které jsou uvedeny v úvodní části tohoto dokumentu. Jakákoli změna reálného stavu oproti poskytnutým podkladům může způsobit nepřesnosti ve výpočtu a odchylky v předpokládaných přínosech projektu.
2. Kvalita předepsaných opatření závisí na úrovni a stupni preciznosti zpracované projektové dokumentace a technických a technologických možnostech dodavatele. V průběhu práce na projektové dokumentaci a při samotné realizaci jednotlivých opatření je nutné řešit problematika místa, detaily v konstrukci, současný a budoucí provoz objektu. Dále je nutné dodržení stanovených postupů a technologických předpisů při realizaci navržených opatření.
3. Zachování stávajících stavebních a technických dispozic.
4. Zachování stejného účelu využití předmětu energetického posudku (doba provozu budovy, počet uživatelů, stejné příkony spotřebičů, doba jejich využití, atd.)
5. Dodržení návrhových vnitřních teplot a parametrů vnitřního prostředí.
6. Ekonomické výpočty vychází z platných ekonomických parametrů a reálných cen materiálu, práce a energie v době zpracování EP.

Jakékoli změny mající vliv na tepelně-technické vlastnosti konstrukcí na obálce budovy a na energetickou náročnost budovy vzniklé v průběhu zpracování vyšších stupňů projektové dokumentace a při samotné realizaci projektu musí být konzultovány se zpracovatelem energetického posudku.

Datum vydání energetického posudku: 16. 5. 2017

PŘÍLOHY

ENERGETICKÝ POSUDEK

Snížení energetické náročnosti budovy Městského úřadu Cheb

Seznam příloh:

Příloha č. 1 - Evidenční list energetického posouzení

Příloha č. 2 – Soulad projektu s požadavky OPŽP

Příloha č. 3 – Indikátory (parametry) pro hodnocení a monitorování projektu

Příloha č. 4 – Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 73 0540-2:2011

Příloha č. 5 – Kopie dokladu o vydání oprávnění podle §10b Zákona č. 406/2000 Sb.

Příloha č. 6 – Společné stanovisko k účasti osob s oprávněním k provádění činností energetického specialisty