

**ENERGETICKÝ AUDIT**  
**BESKYDSKÉHO DIVADLA**

**v Novém Jičíně**

**Vypracováno dne: 30.11.2017**

**Zadavatel auditu:**

|                     |  |
|---------------------|--|
| Název, jméno:       | Beskydské divadlo Nový Jičín, příspěvková organizace |
| Adresa:             | Divadelní 873/5<br>741 01 Nový Jičín                 |
| Telefon:            | 556770145  |
| IČ:                 | 00096334   |
| DIČ:                | CZ00096334   |
| Odpovědný zástupce: | Mgr. Pavel Bártek, ředitel BD                        |

**Energetický auditor:**

|               |   |
|---------------|---|
| jméno:        | Ing. Lubomír Prokop                             |
| č. osvědčení: | 033 o zapsání do seznamu energetických auditorů |
| adresa:       | Oldřichovice 107<br>739 61 Třinec 6             |
| telefon:      | 558 330227, 602 633025                          |
| e-mail:       | lubomir.prokop@seznam.cz                        |
| IČ:           | 681 70 769                                      |

**Evidenční číslo energetického auditu: 125109.0/2017**



## **Zadání auditu:**

Provedení energetického auditu budovy Beskydského divadla, Divadelní 873/5, v Novém Jičíně dle požadavku zákona 406/2000 Sb. ve znění vyhlášky č. 309 Ministerstva průmyslu a obchodu ze dne 12. září 2016, kterými se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu a vyhlášky 148 Ministerstva průmyslu a obchodu ze r. 2007, kterou se stanoví podrobnosti užití energie při spotřebě tepla v budovách a ČSN 73 0540 – 2 z r. 2011, která stanoví požadavky na obvodové konstrukce obytných budov.

Energetický audit je prováděn z důvodu požadavku na úsporu energií a zlepšení tepelné pohody v budově.

Audit bude zahrnovat:

- Podrobný průzkum dosavadního stavu energetického hospodářství
- Úplnou analýzu všech energetických vstupů
- Úplnou analýzu spotřeby energie
- Celkovou energetickou bilanci objektu
- Návrh energeticky úsporných opatření
- Výběr optimální skladby opatření a návrh energeticky úsporného projektu

Cílem energetického auditu je posouzení budovy z pohledu současně platných předpisů na tepelně technické vlastnosti budovy a nalezení potenciálu úspor energie posuzovaného objektu, navržení možných variant energetických úsporných opatření ke snížení stávající energetické náročnosti objektu a jejich posouzení z hlediska energetického a ekonomického a posouzení možnosti čerpání investičních prostředků z dotačních programů.

K vypracování EA byly předány:

- Části výkresové dokumentace budovy stavební, výkresové dokumentace vytápění a zdravotníky.
- Kopie faktur za nákup energií ve sledovaných letech, nebo výpisy z nich.

Bylo provedeno několik prohlídek na místě zaměřených na různé problematiky řešené v EA.



## **Obsah:**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Identifikační údaje, předmět energetického auditu .....</b>                | <b>5</b>  |
| 1.1 Identifikační údaje zadavatele auditu.....                                   | 5         |
| 1.2 Identifikační údaje předmětu energetického auditu .....                      | 5         |
| <b>2. Popis stávajícího stavu.....</b>   | <b>6</b>  |
| 2.1 Předmět energetického auditu.....  | 6         |
| 2.2 Energetické vstupy a výstupy.....  | 7         |
| 2.3 Vlastní zdroje energie.....  | 8         |
| 2.4 Rozvody energie.....   | 12        |
| 2.4.1 Rozvod tepla pro ÚT .....  | 12        |
| 2.4.2 Rozvod el. energie .....   | 12        |
| 2.4.3 Rozvod studené vody a TV .....   | 12        |
| 2.4.4. Rozvod zemního plynu .....  | 12        |
| 2.5 Významné spotřebiče energie.....   | 14        |
| 2.6 Systém managementu hospodaření energií.....                                  | 15        |
| <b>3. Vyhodnocení stávajícího stavu .....</b>                                    | <b>16</b> |
| 3.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie .....                                    | 16        |
| 3.1.1 Ve zdrojích energie.....   | 16        |
| 3.1.2 V rozvodech energie.....   | 16        |
| 3.1.3 Ve významných spotřebičích energie.....                                    | 16        |
| 3.1.4 Spotřeba energie na vytápění a přípravu TV.....                            | 17        |
| 3.2 Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov ..... | 18        |
| 3.3 Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií.....              | 21        |
| 3.4 Celková energetická bilance.....   | 22        |
| <b>4. Návrh opatření ke zvýšení účinnosti užití energie .....</b>                | <b>23</b> |
| 4.1 Beznákladová .....   | 23        |
| 4.1.1 Zavést pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeby .....                 | 23        |
| 4.1.2 Provozovat kotelnu samostatně .....  | 23        |
| 4.1.3 Vypínat cirkulaci TV v období mimo provoz budovy .....                     | 23        |
| 4.2 Nízkonákladová.....  | 24        |
| 4.2.1 Instalovat vodoměr vody doplňované do systému TV .....                     | 24        |
| 4.2.2 Nahradit stávající osvětlení svítidly LED .....                            | 24        |
| 4.3 Vysokonákladová.....   | 24        |
| 4.3.1 Přemístit ohřev TV do prostor 1.PP .....                                   | 24        |
| 4.3.2 Vyměnit jednotky VZT za zařízení umožňující zpětné získávání tepla .....   | 24        |
| 4.3.3 Zateplit obvodové zdivo původní budovy nad terénem .....                   | 24        |
| 4.3.4 Zateplit obvodové zdivo přístavby nad terénem .....                        | 25        |
| 4.3.5 Zateplit stropy původní budovy .....                                       | 25        |
| 4.3.6 Zateplit vodorovné střechy přístavby .....                                 | 25        |
| 4.3.7 Vyměnit stávající výplně za nové v původní budově.....                     | 25        |
| 4.3.8 Vyměnit stávající výplně za nové v přístavbě.....                          | 25        |
| 4.3.9 Vytápět a ohřívat TV v budově plynovým tepelným čerpadlem.....             | 25        |
| 4.3.10 Instalovat sluneční kolektory pro ohřev TV .....                          | 26        |
| 4.4. Provozovat samostatně kotle pro ÚT a VZT .....                              | 26        |
| <b>5. Návrh variant úsporných opatření .....</b>                                 | <b>27</b> |
| 5.1 Návrh variant řešení – popis navrhovaných opatření.....                      | 27        |
| 5.2 Ekonomické vyhodnocení navržených variant.....                               | 29        |
| 5.3 Ekologické vyhodnocení navržených variant.....                               | 32        |
| 5.4 Stanovení okrajových podmínek.....   | 33        |
| 5.5 Celková energetická bilance navržených variant.....                          | 34        |



|  |           |
|--|-----------|
| <b>6. Výběr optimální varianty .....</b>   | <b>36</b> |
| 6.1 Na základě výsledků ekonomického vyhodnocení.....                            | 36        |
| 6.2 Ekonomické hodnocení pro základní očekávané ukazatele.....                   | 37        |
| <br>   |           |
| <b>7. Doporučení energetického specialisty .....</b>                             | <b>38</b> |
| 7.1 Popis optimální varianty .....   | 38        |
| 7.2 Roční úspory energie po realizaci optimální varianty.....                    | 38        |
| 7.3 Náklady na realizaci optimální varianty.....                                 | 39        |
| 7.4 Průměrné roční provozní náklady v případě realizace optimální varianty. .... | 39        |
| 7.5 Upravená energetická bilance pro optimální variantu.....                     | 39        |
| 7.6 Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu.....                | 40        |
| 7.7 Návrh vhodné koncepce systému řízení hospodaření s energií.....              | 41        |
| 7.8 Popis okrajových podmínek pro optimální variantu.....                        | 41        |
| <br>   |           |
| <b>8. Evidenční list.....</b>  | <b>42</b> |
| 1. Část – identifikační údaje.....   | 42        |
| 2. Část – popis távajícího stavu předmětu EA.....                                | 44        |
| 3. Část – doporučená varianta navrhovaných opatření.....                         | 45        |
| 4. Část – Údaje o energetickém specialistovi.....                                | 47        |
| <br>   |           |
| <b>9. Přílohy</b>  |           |
| 9.1 Umístění předmětu auditu   |           |
| 9.2 Tepelně – technické parametry jednotlivých obvodových ploch                  |           |
| 9.3 Výsledek tepelného výpočtu budovy  |           |
| 9.4 Fotodokumentace  |           |
| 9.5 Osvědčení auditora   |           |





## **1. Identifikační údaje, předmět energetického auditu**

### **1.1 Identifikační údaje zadavatele auditu**

|                     |  |
|---------------------|--|
| Název, jméno:       | Beskydské divadlo Nový Jičín, příspěvková organizace |
| Adresa:             | Divadelní 873/5<br>741 01 Nový Jičín                 |
| Telefon:            | 556770145  |
| IČ:                 | 00096334   |
| DIČ:                | CZ00096334   |
| Odpovědný zástupce: | Mgr. Pavel Bártek, ředitel BD                        |

### **1.2 Identifikační údaje předmětu energetického auditu**

|                     |  |
|---------------------|--|
| Název, jméno:       | Beskydské divadlo Nový Jičín, příspěvková organizace |
| Adresa:             | Divadelní 873/5<br>741 01 Nový Jičín                 |
| Telefon:            | 556770145  |
| IČ:                 | 00096334   |
| DIČ:                | CZ00096334   |
| Odpovědný zástupce: | Mgr. Pavel Bártek, ředitel BD                        |



## 2. Popis stávajícího stavu

### 2.1 Předmět energetického auditu

Předmětem energetického auditu je budova Beskydského divadla V Novém Jičíně. Jedná se o budovu pro kulturu. Celá budova je provozována v rámci Beskydského divadla. Spotřeba zemního plynu je především na vytápění budovy a ohřev TV. Spotřeba elektrické energie je na osvětlení, napájení speciální jevištní techniky a napájení běžné kancelářské techniky. Jedná se o podsklepenou budovu se pěti nadzemními podlažími o různém půdorysu i různé výšce jednotlivých podlaží, přibližně části podlaží. Ve sledovaném období byla budova využívána v plném rozsahu.

Budova se stavebně skládá ze dvou částí. Původní část pochází z konce devatenáctého století. Přístavba divadla byla provedena v rozmezí let 1986 – 1993. U původní budovy jsou základem pod budovou železobetonové pasy pod nosnými stěnami a betonová deska na které jsou vlastní skladby podlah. Vlastní nosná konstrukce všech podlaží této části budovy je provedena jako stěnový nosný systém z plných pálených cihel různých tloušťek. Obvodové zdivo není dodatečně zateplené a je zdobeno bosáží kolem oken a dalších prvků fasády. Okna jsou dřevěná zdvojená. Střechy jsou šikmé s půdními prostory buď nevyužitými, nebo využitými jako technické zázemí.

Dostavba na jižní straně budovy je provedena rovněž jako stěnový nosný systém na ŽB základech. Jako materiál nosného zdiva jsou použity keramické bloky CD IVA různých tloušťek. Střecha nové části je plochá, nosnou konstrukci tvoří ŽB vrstva na trapézovém plechu s tepelnou izolací, hydroizolací a pochůzí vrstvou z betonových dlaždic. Výplně otvorů jsou v kovových rámech s izolačními dvojskly.

Vnitřní přepážky jsou vyzděny z plných nebo dutých příčkových cihel. V r. 2003 byla provedena rekonstrukce kotelny. Kotelna na tuhá paliva umístěná v 1.PP byla zrušena a nahrazena plynovou kotelnou umístěnou v 5.NP. Součástí kotelny je nový systém pro ohřev TV. V budově byly v rámci rekonstrukce provedeny nové rozvody TV plastovým potrubím. Výplně otvorů jsou v celém rozsahu původní.

Do budovy je přivedena el. energie na napěťové úrovni NN do skříně SR5 a SR6 umístěné na fasádě budovy v místě schodiště dostavby. Přívod do skříně je proveden podzemními kabely ze dvou zdrojů. Odběr zemního plynu je pouze v kotelně, která slouží jen pro vytápění budovy. Kotelna je provozována externí organizací. Dodávka tepla do budovy je měřená samostatně pro otop a pro přípravu TV.

Umístění budovy je v příloze č. 10.1.



## 2.2 Energetické vstupy a výstupy

Energií vstupující do budovy je především zemní plyn a el. energie. Pro potřeby budovy je přiváděna pitná voda z veřejného vodovodu. Příklady zemního plynu, el. energie a vody jsou vybaveny obchodním měřením na vstupu. Kotelna je provozována externí organizací (VEOLIA). Dodávka tepla z kotelny do budovy je vybavena měřiči tepla. Spotřeby energií v letech 2015 – 2017 jsou uvedeny v tabulkách č. 1 až 3. Průměrné hodnoty za roky 2016 a 2016 jsou v tabulce č.4.

Tabulka č.1: Energetické vstupy a výstupy v roce 2015

| Vstupy paliv a energie          | Jednotka       | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přečet na GJ | Roční náklady v tis.Kč |
|---------------------------------|----------------|----------|------------------------|--------------|------------------------|
| Nákup el.energie                | MWh            | 103,18   | 3,6                    | 371,4        | 432,1                  |
| Nákup zem. plynu                | m <sup>3</sup> | 73533    | 0,03405                | 2503,8       | -                      |
| Nákup tepla                     | GJ             | 2247,1   | 1                      | 2247,1       | 1243,5                 |
| Nákup vody                      | m <sup>3</sup> | 613      | 0                      | 0            | 40,6                   |
| Celkem vstupy paliv a energie   |                |          |                        | 2878,9       | 1675,4                 |
| Celkem spotřeba paliv a energie |                |          |                        | 2878,9       | 1675,4                 |

Tabulka č.2: Energetické vstupy a výstupy v roce 2016

| Vstupy paliv a energie          | Jednotka       | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přečet na GJ | Roční náklady v tis.Kč |
|---------------------------------|----------------|----------|------------------------|--------------|------------------------|
| Nákup el.energie                | MWh            | 99,08    | 3,6                    | 356,7        | 421,36                 |
| Nákup zem. plynu                | m <sup>3</sup> | 80922    | 0,03405                | 2755,4       | -                      |
| Nákup tepla                     | GJ             | 2473,9   | 1                      | 2473,9       | 1285,8                 |
| Nákup vody                      | m <sup>3</sup> | 717      | 0                      | 0            | 48,6                   |
| Celkem vstupy paliv a energie   |                |          |                        | 3116,1       | 1707,2                 |
| Celkem spotřeba paliv a energie |                |          |                        | 3116,1       | 1707,2                 |

Tabulka č.3: Energetické vstupy a výstupy v roce 2017, 1. 6. měsíc

| Vstupy paliv a energie          | Jednotka       | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přečet na GJ | Roční náklady v tis.Kč |
|---------------------------------|----------------|----------|------------------------|--------------|------------------------|
| Nákup el.energie                | MWh            | 54,09    | 3,6                    | 194,7        | 223,2                  |
| Nákup zem. plynu                | m <sup>3</sup> | -        | 0,03405                | -            | -                      |
| Nákup tepla                     | GJ             | 1553,4   | 1                      | 1553,4       | 789,6                  |
| Nákup vody                      | m <sup>3</sup> | 278      | 0                      | 0            | 19,0                   |
| Celkem vstupy paliv a energie   |                |          |                        | 1748,1       | 1012,8                 |
| Celkem spotřeba paliv a energie |                |          |                        | 1748,1       | 1012,8                 |

Tabulka č.4: Energetické vstupy a výstupy průměrné hodnoty z roků 2015 a 2016

| Vstupy paliv a energie          | Jednotka       | Množství | Výhřevnost GJ/jednotku | Přečet na GJ | Roční náklady v tis.Kč |
|---------------------------------|----------------|----------|------------------------|--------------|------------------------|
| Nákup el.energie                | MWh            | 101,13   | 3,6                    | 364,1        | 426,8                  |
| Nákup zem. plynu                | m <sup>3</sup> | 77228    | 0,03405                | 2629,6       | -                      |
| Nákup tepla                     | GJ             | 2360,5   | 1                      | 2360,5       | 1264,7                 |
| Nákup vody                      | m <sup>3</sup> | 665,0    | 0                      | 0            | 44,6                   |
| Celkem vstupy paliv a energie   |                |          |                        | 2724,6       | 1691,5                 |
| Celkem spotřeba paliv a energie |                |          |                        | 2724,6       | 1691,5                 |



Všechny ceny jsou uvedeny **bez DPH**. Ve sledovaném období nedošlo ke zvyšování ani snižování instalovaného el. výkonu, ani ke změnám spotřebičů či úpravám stavebních konstrukcí budovy.

Provozní doba budovy:

Budova je provozována velmi nepravidelně. V závislosti na aktuálním programu představení je budova provozována v dopoledních, odpoledních nebo večerních hodinách. Včetně dnů pracovního volna nebo pracovního klidu.

## 2.3 Vlastní zdroje energie

Vytápění

Vytápění budovy je zajišťováno z vlastní plynové kotelny umístěné v 5.NP budovy v samostatné místnosti. V místnosti jsou umístěny jednak tři plynové kotly pro potřeby ÚT a jeden samostatný plynový kotel pro ohřev TV. Teplo do budovy je dodávané v topné vodě. Parametry topné vody jsou pro výpočtové podmínky 80/60 °C. Pro ÚT jsou použity kotle Rapido, které jsou v provozu jen v období topné sezóny. Topná sezóna neodpovídá přesně běžné délce topné sezóny. Při provozu budovy ve večerních hodinách je pro potřeby VZT provoz kotelny i v období mimo topnou sezónu.

Parametry kotlů jsou následující:

|                            |                                |    |
|----------------------------|--------------------------------|----|
| - výrobce                  | RAPIDO Warmetechnik            |    |
| - typ                      | F 320/07NT                     |    |
| - počet                    | 3                              | ks |
| - v.č.                     | 0231L40003; ...40014; ...40077 |    |
| - rok výroby               | 2003                           |    |
| - výstupní medium          | topná voda 80/60 °C            |    |
| - jmenovitý výkon max      | 200                            | kW |
| - jmenovitý výkon min      | 120                            | kW |
| - účinnost při max. výkonu | 92,2                           | %  |
| - účinnost při max. výkonu | 93,8                           | %  |

Parametry hořáků:

|                   |                        |     |
|-------------------|------------------------|-----|
| - výrobce         | Giersch GmbH           |     |
| - typ             | RG30-Z-L-N             |     |
| - počet           | 3                      | ks  |
| - v.č.            | 200923; ...924; ...925 |     |
| - rok výroby      | 203                    |     |
| - palivo          | zemní plyn 2,0 – 10,0  | kPa |
| - jmenovitý výkon | 105 – 260              | kW  |
| - el. příkon      | 230                    | W   |

Kotle jsou zapojeny paralelně do společného potrubí topné i vratné vody. Každý kotel je vybavený samostatným cirkulačním čerpadlem Grundfos 300/350/430 W. Obě potrubí jsou napojena na rozdělovač/sběrač ze kterého jsou napojené čtyři topné okruhy. Doplnění topné vody do systému je automatickým doplňovacím automatem, kombinovaným s nádobou se stlačeným vzduchem zajišťujícím vyrovnávání tlaků.





Vývody z rozdělovače jsou následující:

|                          |        |  |
|--------------------------|--------|--|
| - ÚT suterén, kanceláře  | DN 80  | cirk. čerp. 22-345 W, trojcestná regulace      |
| - ÚT malý sál, foyer     | DN 60  | cirk. čerp. 195/260/340 W, trojcestná regulace |
| - ÚT sál, jeviště, šatny | DN 80  | cirk. čerp. 22-345 W, trojcestná regulace      |
| - VZT                    | DN 100 | cirk. čerp. 40 – 250 W, bez regulace           |

Větev vytápění i VZT jsou vedeny do 1.PP k rozvodu topné vody. Větev VZT je vedena do tří strojoven VZT umístěných v 1.PP. Rozvody topné vody do jednotlivých stoupaček i strojoven VZT jsou převážně provedeny pod stropem 1.PP, jedná se o větevnatý systém. Kotle a vytápění jednotlivých větví jsou vybaveny nadřazenou regulací umožňující ekvitermní regulaci i nastavení útlumů v závislosti na časovém využití budovy, či jejich jednotlivých částí.

#### Ohřev TV

Příprava TV v budově je centrální zemním plynem samostatným kotlem se dvěma akumulacími ohříváči umístěnými v kotelně. Hořák je součástí kotle. Rozvody jsou v celé budově nové včetně cirkulace provedené plastovým potrubím. Cirkulace je v provozu trvale. Nabíjení akumulací nádrží zajišťuje cirkulační čerpadlo Grundfos 170/180/190 W. Cirkulaci TV v budově zajišťuje cirkulační čerpadlo Grundfos 45/65/90 W. Podružná příprava TV je pro bufet umístěný na opačné straně budovy než kotelna. V prostorách 1.PP pod bufetem je umístěn el. zásobníkový ohříváč Tatramat bez štítku. Na základě prohlídky na místě je možno uvažovat s objemem 80 l a příkonem 2,0 kW. Provoz trvale.

Parametry kotle jsou následující:

|                            |                     |    |
|----------------------------|---------------------|----|
| - výrobce                  | RAPIDO Warmetechnik |    |
| - typ                      | GA 220-68           |    |
| - počet                    | 1                   | ks |
| - v.č.                     | 0312L40235          |    |
| - rok výroby               | 2003                |    |
| - výstupní medium          | topná voda 80/60 °C |    |
| - jmenovitý výkon max      | 68                  | kW |
| - jmenovitý výkon min      | 34                  | kW |
| - účinnost při max. výkonu | 90,9                | %  |
| - účinnost při max. výkonu | 91,9                | %  |

Parametry jednotlivých akumulací ohříváčů:

|                   |                   |           |    |
|-------------------|-------------------|-----------|----|
| - výrobce         | KERKPLEIN, Belgie |           |    |
| - typ             | HL 210            | Smart 240 |    |
| - počet           | 1                 | 1         | ks |
| - rok výroby      | 2009              | 2003      |    |
| - jmenovitý výkon | -                 | -         | kW |
| - objem           | 164               | 210       | l  |

Ohřev TV je v provozu trvale. U ohříváčů jsou instalovány měřiče množství ohřáté TV (doplňované studené vody) i tepla spotřebovaného na ohřev. Potrubí TV i cirkulace je vedeno z kotelny do 1.PP, kde je hlavní rozvod proveden pod stropem.



Tabulka č.5: Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie (průměrné hodnoty)

| Název ukazatele  | Jednotka | Hodnota |
|--|----------|---------|
| Instalovaný elektrický výkon celkem*                         | MW       | 0       |
| Instalovaný tepelný výkon celkem                             | MW       | 0,668   |
| Výroba elektřiny   | MWh/r    | 0       |
| Prodej elektřiny   | MWh/r    | 0       |
| Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny | MWh/r    | 0       |
| Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny                | GJ/r     | 0       |
| Výroba tepla   | GJ/r     | 2360,5  |
| Dodávka tepla  | GJ/r     | 2360,5  |
| Prodej tepla   | GJ/r     | 0       |
| Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla         | GJ/r     | 0       |
| spotřeba energie v palivu na výrobu tepla                    | GJ/r     | 2629,6  |
| Spotřeba energie v palivu celkem                             | GJ/r     | 2629,6  |

Tabulka č.6: Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

| Název ukazatele  | Jednotka | Hodnota |
|--|----------|---------|
| Roční celková účinnost zdroje                          | %        | 89,8    |
| Roční účinnost výroby el. energie                      | %        | 0       |
| Roční účinnost výroby tepla                            | %        | 89,8    |
| Spotřeba energie v palivu na výrobu elektrické energie | GJ/MWh   | 0       |
| Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla              | GJ/GJ    | 1,115   |
| Roční využití instalovaného elektrického výkonu        | hod      | -       |
| Roční využití instalovaného tepelného výkonu           | hod      | 981,6   |

#### Spotřeba energie pro otop budovy a ohřev TV

V budově je měřeno celkové množství spotřebovaného zemního plynu, el. energie a studené pitné vody. Je rovněž měřeno množství tepla pro otop budovy i pro ohřev TV. Není měřená spotřeba el. energie v kotelně. Spotřeba el. energie pro otop je stanovena na základě instalovaného příkonu cirkulačních čerpadel a kotlů a předpokládané doby provozu. Účinnost kotlů je stanovena výpočtem ze spotřeby zemního plynu a výroby tepla na úrovni 89,6 %. Účinnost odpovídá provozu kotlů bez kondenzace spalin.

Tabulka č.7: Ukazatele zdrojů ÚT v budově

| Ukazatel                                   | Jednotka | r.2015 | r.2016 |
|--|----------|--------|--------|
| Instalovaný tepelný výkon                  | kW       | 668    | 668    |
| Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu tepla | MWh      | 4,5    | 4,7    |
| Spotřeba zemního plynu na výrobu tepla     | GJ       | 2503,8 | 2755,4 |
| Účinnost zdrojů průměrná                   | %        | 89,7   | 89,8   |
| Výroba dodávkového tepla                   | GJ       | 2247,1 | 2473,9 |
| Ztráty ve zdroji                           | GJ       | 256,7  | 281,5  |
| Účinnost celková                           | %        | 89,12  | 89,25  |
| Spotřeba en. na výrobu a rozvod tepla a TV | GJ/GJ    | 1,122  | 1,120  |
| Denostupně                                 | Ds       | 3538   | 3807   |
| Přepočítaná spotřeba tepla                 | GJ       | 2286,5 | 2339,4 |



Denostupně slouží k charakteristice venkovních teplot v průběhu určitého času, např. topné sezóny. Výpočet se provádí následujícím postupem:

$$D^{\circ} = n \cdot (t_v - t_{zp}) \text{ kde}$$

$D^{\circ}$  – počet denostupňů v topném období

$n$  – počet dnů v topném období

$t_v$  – průměrná teplota vzduchu ve vytápěném objektu ve °C

$t_{zp}$  – průměrná venkovní teplota v topném období ve °C

Přepočet průměrné spotřeby tepla je proveden na hodnotu 3600 denostupňů. Průměrná spotřeba tepla pro otop budovy přepočítaná na 3600 Ds je ve výši 2313 GJ/r. Spotřeba zemního plynu je 2575,7 GJ/r

#### Vzduchotechnika a klimatizace

V budově jsou používány vzduchotechnické jednotky. Jednotky jsou umístěné ve dvou strojovnách v 1.PP. Spínání jednotlivých VZT je v závislosti na využití budovy centrálním řídicím systémem vytápění budovy.

Jedná se o následující VZT:

Velký sál

Malý sál

Foyer

Vzduchotechnické jednotky pochází z období dostavby divadla. Jedná se o výrobky Kovona Karviná. Parametry jednotek nejsou k dispozici. Původní dokumentace z r. 1986 se nedochovala a na vlastních VZT nejsou štítky s udáním parametrů. Je pouze známý vzduchový výkon klimatizace velkého sálu, kde je instalován nový ventilátor o vzduchovém výkonu 2 x 1100 m<sup>3</sup>/h, 2 x 3,0 kW příkon pohonu. Jednotky VZT pro malý sál a foyer jsou s menším výkonem. Všechny jednotky jsou vybavené sacími a odtahovými ventilátory, filtry, směšovací komorou a teplovodním ohříváčem.

Způsob provozování jednotek je takový, že v případě využití velkého sálu jsou v provozu jednotky velkého sálu a foyeru. V případě využití malého sálu jsou v provozu jednotky malého sálu a foyeru a v případě využití obou sálů jsou v provozu všechny tři jednotky. Ve foyeru a malém sále je vzduch dodáván stropními výústky. Ve velkém sále je čerstvý vzduch dodáván pod řady sedadel.

#### Elektrická energie

Elektrická energie je využívána pro umělé osvětlení, napájení jevištní techniky, technologii kotelny, napájení kancelářské a výpočetní techniky a další drobné spotřebiče připojené pohyblivými přívody.

Přívod do budovy je na napěťové úrovni NN do skříní SR5 a SR6 umístěné na fasádě budovy kabely AYKY 3x120+70. Do každé skříně jsou přivedeny dva kabely. Jeden přívod je z trafostanice VN/NN a druhý z rozvodu v ulici Husova. Mezi skříněmi je provedena propojka rovněž dvěma kabely AYKY 3x120+70. Z obou skříní je proveden přívod do rozvodny NN umístěné v 1.PP dostavby budovy. Jsou použity kabely AYKY 3x120+70. Z hlavního a elektroměrového rozvaděče jsou napojené jednotlivé podružné rozvaděče v jednotlivých patrech, případně u jednotlivých technologií.

Hlavní jištění přívodů do SR je 3x200 A, stejně jako jištění přívodů do budovy.

Základní technické parametry rozvodu NN jsou následující:

|   |               |            |           |
|---|---------------|------------|-----------|
| - napěťová soustava – 3PEN st ř .50Hz, 230/400V// TN – C – S, |               |            |           |
|   | Instal. výkon | soudobý v. | soudobost |
| Běžný odběr budovy  | 133,0 kW      | 105,9 kW   | 0,80      |
| Scénické odběry   | 150,0 kW      | 150,0 kW   | 1,00      |
| Celkem  | 283,0 kW      | 255,9 kW   | 0,90      |



Využití druhotné a obnovitelné energie

V budově není využívána druhotná ani obnovitelná energie.

Náhradní zdroj el. energie

V budově jsou instalovány zálohové baterie pro napájení systémů nouzového osvětlení a osvětlení únikových cest. Mimo akumulátorů v objektu není náhradní zdroj el. energie.

## 2.4 Rozvody energie

Hlavními rozvody energie v budově jsou rozvody ÚT, TV, el. energie a studené vody. Rozvod zemního plynu je pouze do kotelny.

### 2.4.1 Rozvody tepla pro ÚT

Na rozdělovači jsou napojeny tři topné větve ÚT a jedna VZT. Větve ÚT jsou napojené na větevnaté rozvody uložené pod stropem 1.PP. Částečně přístupně a částečně nad podhledy. Rozvody VZT jsou provedeny obdobně. Rozvody pochází z období provádění přístavby divadla. Jsou kompletně provedeny ocelovým potrubím s tepelnou izolací minerální vlnou. Podružné vodorovné rozvody v nadzemních podlažích jsou vedené nad podhledy, v menší míře nad podlahami. Jsou provedené rovněž z ocelových trub. Ve viditelných prostorách bez tepelné izolace. Otopná tělesa jsou použita litinová článková vybavená termoregulačními ventily.

### 2.4.2 Rozvody el. energie

Přívod je pouze pro posuzovanou budovu. Je přiveden NN kabely AYKY uloženým v zemi do skříní SR5 a SR6 na fasádě budovy. Z SR5 a 6 je proveden kabelový přívod do rozvodny NN kabely AYKY 3x120+70 uloženými po podlahou v rozvodných tvárnících. Z rozvodny jsou napojeny podružné rozvaděče v jednotlivých podlažích staré i nové části budovy a technologiích (kotelna, scénické spotřebiče). Instalace v budově byla modernizovaná v r. 1993 v období rekonstrukce a přístavby budovy. Je provedena kompletně kabely s měděnými jádry uloženými v rostech nad podhledy jednotlivých podlaží a pod omítkou. Ztráty v rozvodech jsou vzhledem k minimálním délkám a výkonům zanedbatelné. Výpočet ztrát není možno provést z důvodu nedostatečné znalosti výkonového zatížení jednotlivých vedení. Rozvod je navržen dle ČSN s ohledem na mechanickou pevnost a zkratovou odolnost.

### 2.4.3 Rozvod teplé a studené vody

Vodovod je přiveden do prostoru 1.PP nové části budovy v prostoru pod vchodem pro personál plastovým potrubím DN 90. Za vstupem do budovy je umístěna vodoměrná sestava. Vnitřní rozvody studené vody, teplé užitkové vody i cirkulace byly rekonstruovány v r. 1993. Rozvody v budově jsou provedeny plastovým potrubím s plastovou návlekovou izolací proti ztrátám tepla i proti rosení. Hlavní vodorovné rozvody jsou uloženy pod stropem 1.PP. Přívod studené vody do kotelny v 5.NP a vývod TV a cirkulace je proveden šachtou souběžně s rozvody vytápění. Vodorovné rozvody v nadzemních podlažích jsou vedené nad podhledy, přívody k jednotlivým výtokům v drážkách ve zdivu.

### 2.4.4 Rozvod zemního plynu

Zemní plyn je přiveden do regulační stanice ve skříňce umístěné samostatně na jižní straně budovy. Z regulační stanice je nízkotlaký zemní plyn přivedený do HUP ve skříňce na jižní straně fasády budovy. Z hup je proveden přívod ocelovým potrubím DN 100 do 5.NP





budovy do prostoru vedle kotelny, kde je umístěn plynoměr. Z prostoru plynoměru je proveden přívod do plynové předlohy umístěné nad kotly. Z předlohy jsou napojené jednotlivé kotly. Součástí každého hořáku kotlů ÚT je uzávěr plynu. Kotel pro ohřev TV je opatřen kulovým uzávěrem zemního plynu. Z kotelny je provedeno odzdušnění rozvodu vyvedené nad střechu budovy.

#### Ztráty energie v rozvodech tepla a TV

Teplu pro otop se v budově přenáší topnou vodou. Při centrální přípravě TV vznikají ztráty i v rozvodech TV. Vzhledem k umístění hlavních rozvodů v budově převážně pod stropem 1.PP, jsou ztráty tepla z rozvodů využité na vytápění budovy. Skutečné ztráty představují jen ztráty z rozvodů TV mimo topnou sezónu. Výpočet ztrát v rozvodech je proveden v následujících tabulkách. Z výpočty vyšla velikost ztráty v rozvodech 228,5 GJ/r. Ztráta v rozvodech TV mimo topnou sezónu je ve výši 16,0 GJ/r.

Tabulka č. 8: Ztráty hlavních rozvodů ÚT uložených v 1.PP

| Úsek                        | Průměr | Délka | Ztráty |       | Max. výkon |
|-----------------------------|--------|-------|--------|-------|------------|
|                             |        |       | kW     | GJ/r  |            |
| ---                         | mm     | m     |        |       | kW         |
| Rozvody ÚT, kotelna – 1.PP  | 80     | 2x60  | 1,27   | 25,5  | 420        |
|                             | 50     | 2x30  | 0,45   | 9,1   | 164        |
| Rozvody 1.PP                | 80     | 2x20  | 0,42   | 8,5   | 420        |
|                             | 65     | 2x40  | 0,72   | 14,6  | 278        |
|                             | 50     | 2x95  | 1,43   | 28,9  | 164        |
|                             | 40     | 2x40  | 0,52   | 10,5  | 105        |
|                             | 32     | 2x30  | 0,34   | 6,9   | 67,3       |
|                             | 25     | 2x180 | 1,99   | 40,2  | 41,1       |
| Rozvody VZT, kotelna – 1.PP | 125    | 2x30  | 0,80   | 16,0  | 1044       |
| Rozvody 1.PP                | 100    | 2x30  | 0,66   | 13,4  | 657        |
|                             | 65     | 2x5   | 0,09   | 1,8   | 278        |
|                             | 50     | 2x25  | 0,38   | 7,6   | 164        |
| Součet                      |        |       | 9,07   | 183,0 | -          |

Ztráty při trvání provozu 5650 h/r.

Tabulka č. 9: Ztráty hlavních rozvodů TV uložených v 1.PP

| Úsek                       | Průměr | Délka | Ztráty |      | Max. výkon |
|----------------------------|--------|-------|--------|------|------------|
|                            |        |       | kW     | GJ/r |            |
| ---                        | mm     | m     |        |      | kW         |
| Rozvody TV, kotelna – 1.NP | 50     | 30    | 0,19   | 5,7  | -          |
|                            | 32     | 30    | 0,13   | 4,1  | -          |
| Rozvody 1.PP               | 50     | 35    | 0,28   | 4,5  | -          |
|                            | 40     | 12    | 0,08   | 2,5  | -          |
|                            | 32     | 75    | 0,42   | 12,9 | -          |
|                            | 25     | 50    | 0,23   | 7,2  | -          |
|                            | 20     | 70    | 0,28   | 8,6  | -          |
| Součet                     |        |       | 1,61   | 45,5 | -          |

Ztráty při trvání provozu 8600 h/r.



## 2.5 Významné spotřebiče energie

### Technologická spotřeba

V budově jsou technologické spotřebiče energie svázané s provozem divadla. Jedná se především o jevištní techniku, jmenovitě o scénické osvětlení. Osvětlení v malém a velkém sále má dohromady cca 150 světelných okruhů s jednotlivými výkony 0,5 – 2,0 kW. Celkový příkon osvětlení je cca 150 kW. Úroveň využití závisí na požadavcích jednotlivých představení. Jsou představení, při kterých jsou v provozu všechny svítidla. Dále se jedná o běžnou kancelářskou techniku a vybavení kuchyněk spotřebiči připojenými pohyblivými přívody. Největší spotřebu energie představuje celkově provoz osvětlení. Mimo scénického se jedná i o osvětlení vnitřních prostor divadla, především obou sálů a foyeru. Spotřeba jednotlivých částí budovy nebo odběrů není měřená. Spotřebu na scénické osvětlení je možno očekávat na úrovni 45 MWh/r.

### Budova - základní vlastnosti

Budova se stavebně skládá ze dvou částí. Původní část pochází z počátku dvacátého století. Přístavba divadla byla provedena v rozmezí let 1986 – 1993. U původní budovy jsou základem pod budovou železobetonové pasy pod nosnými stěnami a betonová deska na které jsou vlastní skladby podlah. Vlastní nosná konstrukce všech podlaží této části budovy je provedena jako stěnový nosný systém z plných pálených cihel různých tloušťek. Obvodové zdivo není dodatečně zateplené a je zdobeno bosáží kolem oken a dalších prvků fasády. Okna jsou dřevěná zdvojená. Střechy jsou šikmé s půdními prostory buď nevyužitými, nebo využitými jako technické zázemí.

Dostavba na jižní straně budovy je provedena rovněž jako stěnový nosný systém na ŽB základech. Jako materiál nosného zdiva jsou použity keramické bloky CD IVA různých tloušťek. Střecha nové části je plochá, nosnou konstrukci tvoří ŽB vrstva na trapézovém plechu s tepelnou izolací, hydroizolací a pochůzí vrstvou z betonových dlaždic. Výplně otvorů jsou v kovových rámech s izolačními dvojskly.

Vnitřní přepážky jsou vyzděny z plných nebo dutých příčkových cihel. V r. 2003 byla provedena rekonstrukce kotelny. Kotelna na tuhá paliva umístěná v 1.PP původní budovy byla zrušena a nahrazena plynovou kotelnou umístěnou v 5.NP. Součástí kotelny je nový systém pro ohřev TV. V budově byly v rámci rekonstrukce provedeny nové rozvody TV plastovým potrubím. Výplně otvorů jsou v celém rozsahu původní.

Budova se nachází v chráněné památkové zóně.

Je možno konstatovat, že v současném stavu

- Konstrukce svislých obvodových ploch nesplňují požadavky na tepelný odpor dle ČSN 73 0540-2 z r. 2011.
- Konstrukce podlah na terénu nesplňují požadavky na tepelný odpor dle ČSN 73 0540-2 z r. 2011.
- Konstrukce střech a stropů nesplňují požadavky na tepelný odpor dle ČSN 73 0540-2 z r. 2011.
- Výplně otvorů nesplňují požadavky na tepelný odpor dle ČSN 73 0540-2 z r. 2011.



## 2.6 Systém managementu hospodaření energií

Hospodaření s energií sleduje energetik města Nový Jičín na základě faktur za spotřeby energií. Hodnoty opisuje manuálně obsluha zařízení a vkládá do počítačového systému zřízeného pro provádění energetického managementu.

Regulace vytápění, je prováděna automaticky dle nastavených teplotních křivek a požadovaných útlumů dle aktuálního harmonogramu provozu budovy (dny a časy divadelních představení a dalších aktivit). Požadavky na provoz systémů TZB vkládá do regulace správce budovy. Další regulace je ručním omezováním vytápění části budovy nastavením hlavic na termoregulačních ventilech. Tuto činnost zajišťuje personál budovy. V případě anomálií ve spotřebě energie je sjednána náprava. Není prováděno např. namátkové měření vnitřních teplot v budově.



### **3 Vyhodnocení stávajícího stavu**

#### **3.1 Vyhodnocení účinnosti užití energie**

##### **3.1.1 Ve zdrojích energie**

V budově je jako jediný zdroj tepelné energie pro ÚT i ohřev TV kotelná vybavená kotlí na zemní plyn umístěná v 5.NP. Pro ohřev TV je instalovaný samostatný kotel nižšího výkonu. Topná voda pro ÚT i TV a cirkulace jsou vedeny do 1.PP, kde jsou páteřní rozvody obou medií.

Pro určení účinnosti kotlů v budově je rozhodující skutečnost, že mimo měření spotřeby zemního plynu existuje i měření tepla dodaného pro ÚT i pro ohřev TV. Určení účinnosti výroby tepla je tedy provedeno na základě naměřených hodnot na 89,8 %. Dle vizuální prohlídky a stáří zařízení je možno konstatovat, že se jedná o starší zařízení, ale dobře udržovaná a opatřená vyhovující tepelnou izolací. Kotelná je provozovaná v automatickém režimu. Podružná spotřeba na ohřev TV je v bufetu. Je zde akumulací el. ohříváč. Spotřeba bude do 0,5 MWh/r při účinnosti 98 %.

Za součást topného systému a chladicího zařízení budovy a tedy i zdrojů tepelné energie je možno považovat vzduchotechnické jednotky. Jsou používány pro vytápění velkého a malého sálu a foyeru. Jednotky VZT jsou zastaralé morálně i technicky. Není možno zpětně získávat teplo z odpadního vzduchu. Chlazení je možné jen přísáváním venkovního vzduchu.

Časové využití plynové kotelny bylo ve sledovaném období na úrovni 980 h/r. Tato hodnota svědčí o mírném předimenzovaném výkonu kotelny pro stávající podmínky provozu.

Provoz kotelny, včetně údržby a oprav zajišťuje externí firma. Do divadla dodává teplo pro ÚT a teplo pro ohřev TV.

Celkové ztráty tepla ve zdroji energie jsou v průměrné roční výši 262,7 GJ/r. V období topné sezóny se ztráty minimálně podílí na vytápění vnitřních prostor budovy.

##### **3.1.2 V rozvodech energie**

V budově jsou rozvody topné vody pro ÚT a rozvody TV významné z hlediska ztrát. Ztráty v rozvodech ÚT a VZT vznikají v období topné sezóny a představují v celé výši příspěvek na vytápění budovy. Ztráty v rozvodech TV vznikají celoročně. V období mimo topnou sezónu se jedná o skutečné ztráty. Velikost těchto ztrát v hlavních rozvodech je ve výši 16,0 GJ/r. Skutečnost může být několikanásobně vyšší o ztráty v podružných rozvodech. Závisí především na tepelné izolaci rozvodů uložených nepřístupně ve zdivu budovy. Tepelné izolace rozvodů ve zdivu i nad podhledy není možno kontrolovat. Z měrné spotřeby tepla na ohřev TV vyplývají ztráty v rozvodech na úrovni min. 50 GJ/r mimo topné období.

##### **3.1.3 Ve významných spotřebičích energie**

###### **Technologická spotřeba**

V budově představuje významnou technologickou spotřebu scénické osvětlení. Využití osvětlení závisí mimo počtu představení i na typu představení. Osvětlení je podle slovy obsluhy využíváno od několika světél po všechna světla. Roční spotřebu el. energie je možno na základě instalovaného výkonu a využití odhadnout na úrovni 45 MWh/r. Další významné





technologické spotřebiče v budově nejsou. Jedná se o běžnou kancelářskou a výpočetní techniku a vybavení kuchyněk. Spotřebiče jsou pravidelně obměňovány a dle namátkové kontroly odpovídají požadavkům n snižování spotřeby energií. V dalším textu nebude uvažováno s technologickými ztrátami.

### **Umělé osvětlení**

Požadovaná úroveň osvětlení pro jednotlivé prostory je následující:

|                   |     |    |
|-------------------|-----|----|
| spol. místnosti   | 500 | lx |
| kanceláře, šatny  | 300 | lx |
| schodiště, chodby | 150 | lx |

Uvedené hodnoty platí pro celkové osvětlení. Osvětlení prostor zázemí divadla je provedeno převážně zářivkovými svítidly vybavenými zářivkami 18 W, 36 W a 58 W, případně jednopaticovými zářivkami v nových tělesech. Osvětlení veřejných prostor je provedeno žárovkami v ozdobných krytech. Ve sledovaném období docházelo postupně k nahrazování žárovkových svítidel svítidly na bázi LED. V současnosti je provedena výměna cca 30 % světelných zdrojů.

Vzhledem k celkovému instalovanému výkonu osvětlení cca 85 kW, ale prakticky krátkodobému osvětlení veřejných prostor v budově je možno očekávat celkovou spotřebu el. energie na osvětlení ve výši 20,0 MWh/r.

Snížení energetické náročnosti je možno dosáhnout dokončením výměny žárovkových svítidel za svítidla vybavená zdroji LED, nejlépe i v scénickém osvětlení. Tímto způsobem je možno dosáhnout úspory el. energie v řádu padesáti procent oproti zářivkám a devadesáti procent při porovnání s klasickými žárovkami. Úspora vznikne z důvodu vlastní vyšší účinnosti těchto zdrojů i z možnosti odstranění předřadníků v zářivkových svítidlech.

### **Spotřeba na provoz vzduchotechnických a klimatizačních zařízení**

Pro provoz budovy je nutné využití vzduchotechnických zařízení pro provoz obou sálů a foyeru. Spotřeba tepla je součástí spotřeby pro vytápění. Spotřeba el. energie není měřená a není ji možno stanovit jinak než kvalifikovaným odhadem na základě příkonu pohonu ventilátorů a předpokládané doby provozu. Příkon pohonů je na úrovni cca 14,0 kW. Při průměrném denním využití 4 hod. bude celková spotřeba el. energie na provoz VZT jednotek na úrovni 15 MWh/r.

#### **3.1.4 Spotřeba energie na vytápění a přípravu TV**

##### **Vytápění**

V rámci přístavby budovy v r. 1993 nedošlo ke stavebním úpravám původní části. Dostavěná část byla postavena dle standardů běžných v období počátku výstavby v r. 1986. V současnosti jsou obě části budovy nevyhovující po stránce tepelných ztrát prostupem i větráním.

Vytápění budovy je teplovodní, v sálech a foyeru především vzduchotechnikou. Spotřeba tepla pro ÚT je samostatně měřená.

Spotřebu tepla pro ÚT je možno kontrolně vypočítat ze složení obvodových konstrukcí budovy. Spotřebu ovlivňuje i teplo dodávaného do objektu z vnitřních zdrojů a z oslunění. Toto množství tepla je stanoveno na základě obestavěného prostoru budovy a velikosti a orientace prosklených ploch v budově.



Tepelné ztráty budovy byly stanoveny výpočtem na 289 kW. Při průměrné venkovní teplotě v topném období 4,5 °C, délce trvání topné sezóny 240 dnů a průměrné vnitřní teplotě dle ČSN 73 0540 byl proveden výpočet roční spotřeby tepla na vytápění. Z výpočtu vyšla potřeba tepla pro ÚT ve výši 738 MWh/r, pro trvale vytápěné budovy. Po započítání koeficientů vyjadřujících útlum v nočních hodinách a nepracovních dnech vyjde předpokládaná spotřeba na úrovni 597 MWh/r. Výsledky výpočtu jsou v tabulkách č.10 a 11 pro starou a novou část budovy. Vlastní výpočet je v příloze č. 10.3. Od této hodnoty je nutno odečíst pasivní zisky s koeficientem vyjadřujícím stupeň jejich využití.

Celkem je z pasivních zdrojů dodáno v průběhu topné sezóny 164 MWh/r tepla. Toto teplo je produkováno nezávisle na požadavcích na topení a to s ohledem na čas i místo. Především na začátku a konci topné sezóny pravděpodobně bude zásluhou tohoto tepla vnitřní teplota v místnostech kde teplo vzniká vyšší než výpočtová a tím také budou vyšší ztráty, především větráním i při instalaci rozdělené ekvitermní regulace. Zlepšení využití pasivních zisků tepla je ještě možno zlepšit použitím vhodného systému regulace otopné soustavy a především zpětným získáváním tepla z odpadního vzduchu. V budově je počítáno s využitím druhotných zdrojů tepla na topení budovy z 50 %. Je tedy možno uvažovat s reálným využitím cca 82 MWh/r tj. 295,2 GJ/r.

Teplo dodané ze zdroje pro otop by se potom mělo pohybovat na úrovni 515,4 MWh/r, tj. 1855 GJ/r. Skutečná dodávka tepla pro otop, po započítání účinnosti kotlů a ztrát v rozvodech, se pohybovala na úrovni 2100 GJ/r. To je o 245,0 GJ/r více, rozdíl je 13,2 %. Rozdíl může být způsoben chybami v zadání materiálu obvodových ploch a také vyšší úrovní výměny vzduchu v budově v topném období. Pro další bilance bude použita skutečná hodnota.

Snížení spotřeby je možno dosáhnout celkovým zateplením staré i nové části budovy a zpětným získáváním tepla z VZT obou sálů i foyeru.

#### Teplá užitková voda (TV)

V posuzované budově není měření spotřeby TV, ale je měření spotřeby tepla v topné vodě na její ohřev. Množství připravené TV je možno jen přibližně stanovit z celkové spotřeby pitné vody v budově. Průměrná spotřeba studené pitné vody v budově se pohybovala na úrovni 665 m<sup>3</sup>/r, Naměřená spotřeba tepla na ohřev TV byla na průměrné úrovni 208,0 GJ/r. V divadle je dle zjišťování na místě vysoká spotřeba TV ve sprchách. Je možno uvažovat s poměrem spotřeby teplé a studené vody ve stejném poměru. Pokud tedy tvoří TV běžně 50 % celkového odběru vody ze sítě, jedná se tedy o spotřebu 330 m<sup>3</sup>/r TV. Pokud by spotřeba tepla na ohřev TV byla na úrovni vyhláškou předepsané spotřeby 0,30 GJ/m<sup>3</sup> bude celková spotřeba tepla energie na ohřev TV ve výši 99,0 GJ/r. Skutečnost je na úrovni cca 200 GJ/r.

Za současného stavu měření není možno stanovit spotřebu TV a tím přesněji i měrnou spotřebu tepla na ohřev TV. Pro potřeby výpočtu tepla pro TV bude dále uvažováno s naměřenou hodnotou 200 GJ/r včetně ztrát v rozvodech.

Pro možnost přesnějšího stanovení měrné spotřeby tepla na ohřev TV doporučuji do systému ohřevu TV instalovat vodoměr doplňované studené vody.

### 3.2 Vyhodnocení tepelně technických vlastností stavebních konstrukcí budov

#### Tepelný příkon budovy

Tepelně technické parametry budovy mají zásadní vliv na energetickou náročnost. Pro budovu popsanou v předcházejícím textu (čl. 2.5) je proveden výpočet tepelné ztráty prostupem tepla a větráním (dle 730540-1až 3). Jako podklad k výpočtu budovy byla použita



dokumentace z období dostavby budovy s ověřením skutečného stavu na místě. Výsledky jsou v příloze č. 10.3. Výpočty byly provedeny za následujících vstupních podmínek:

|                        |                                      |                       |
|------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Teploty v místnostech: | šatny                                | 24 °C                 |
|                        | kanceláře                            | 20 °C                 |
|                        | chodby, schodiště, sociální zařízení | 15 °C                 |
| Klimatické podmínky:   | výpočtová vnější teplota             | - 15 °C               |
|                        | charakteristika objektu              | B 8                   |
|                        | průměrná venkovní teplota            | 4,5 °C                |
|                        | délka topné sezóny                   | 240 dní               |
|                        | provozní doba                        | 10 hod                |
|                        | výměna vzduchu v místnostech         | 0,4 hod <sup>-1</sup> |

Ostatní výpočtové podmínky odpovídají požadavkům ČSN 73 0540, jedná se především o koeficienty přestupu tepla uvnitř a vně konstrukce, korekci výpočtu dle natočení budovy ke světovým stranám atd. Výsledky výpočtu tepelných ztrát budovy rozdělené na původní část a přístavbu jsou uvedeny v tabulce č.10 a 11. V tabulce č. 12 a 13 jsou uvedeny roční spotřeby a zisky tepelné energie.

Základní výpočet je proveden z předpokládaným koeficientem využití pasivních zdrojů na úrovni 0,5. Výpočet je proveden samostatně pro obě části budovy ve stávajícím stavu a po dodatečném zateplení obvodového zdiva, stropů a střech a výměně výplní na úroveň požadovanou ČSN 73 0540-2. Poslední řádek je celkové zateplení.

Tabulka č.10: Tepelné ztráty původní budovy

| Budova            | Obvod.<br>zdivo | Podlaha | Stropy,<br>Střechy | Otvory | Větrání |           | Součet* |
|-------------------|-----------------|---------|--------------------|--------|---------|-----------|---------|
|                   |                 |         |                    |        | otvory  | hyg. nor. |         |
|                   | kW              | kW      | kW                 | kW     | kW      | kW        | kW      |
| Stávající stav    | 53,85           | 4,74    | 24,41              | 15,24  | 13,27   | 64,09     | 162,92  |
| Zateplení zdiva   | 12,74           | 4,74    | 24,41              | 15,24  | 13,27   | 64,09     | 121,81  |
| Zateplení stropů  | 53,85           | 4,74    | 7,87               | 15,24  | 13,27   | 64,09     | 146,38  |
| Výměna výplní     | 53,85           | 4,74    | 24,41              | 7,42   | 9,01    | 64,09     | 158,10  |
| Celkové zateplení | 12,74           | 4,74    | 7,87               | 7,42   | 9,01    | 64,09     | 97,46   |

\* S uvažováním vyšší z dvojice ztrát větráním.

Tabulka č.11: Tepelné ztráty přístavby

| Budova            | Obvod.<br>zdivo | Podlaha | Stropy,<br>Střechy | Otvory | Větrání |           | Součet* |
|-------------------|-----------------|---------|--------------------|--------|---------|-----------|---------|
|                   |                 |         |                    |        | otvory  | hyg. nor. |         |
|                   | kW              | kW      | kW                 | kW     | kW      | kW        | kW      |
| Stávající stav    | 47,14           | 2,66    | 10,82              | 20,47  | 15,40   | 43,12     | 126,21  |
| Zateplení zdiva   | 17,44           | 2,66    | 10,82              | 20,47  | 15,40   | 43,12     | 96,51   |
| Zateplení střech  | 47,14           | 2,66    | 4,36               | 20,47  | 15,40   | 43,12     | 119,75  |
| Výměna výplní     | 47,14           | 2,66    | 10,82              | 10,21  | 15,40   | 43,12     | 113,95  |
| Celkové zateplení | 17,44           | 2,66    | 4,36               | 10,21  | 15,40   | 43,12     | 77,80   |

\* S uvažováním vyšší z dvojice ztrát větráním



Tabulka č.12: Spotřeba tepelné energie původní budovy, pasivní zisky.

| Budova             | Celková spotřeba<br>kWh | Zisky z vnitř.<br>zdr.<br>kWh | Zisky z<br>oslunění<br>kWh | Spotřeba ze zdroje<br>vypočítaná v EA |        |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------|
|                    |                         |                               |                            | kWh                                   | GJ     |
| Stávající stav     | 336616                  | 76776                         | 10489                      | 292983                                | 1054,7 |
| Zateplení zdiva    | 251691                  | 76776                         | 10489                      | 208059                                | 749,0  |
| Zateplení stropů   | 302446                  | 76776                         | 10489                      | 258813                                | 931,7  |
| Výměna výplní      | 320465                  | 76776                         | 10489                      | 276832                                | 996,6  |
| Celkové zateplení* | 147904                  | 76776                         | 10489                      | 104272                                | 375,4  |

\* Včetně zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu ve výši 40 %.

Tabulka č.13: Spotřeba tepelné energie přístavby, pasivní zisky.

| Budova            | Celková spotřeba<br>kWh | Zisky z vnitř.<br>zdr.<br>kWh | Zisky z<br>oslunění<br>kWh | Spotřeba ze zdroje<br>vypočítaná v EA |       |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------|
|                   |                         |                               |                            | kWh                                   | GJ    |
| Stávající stav    | 260773                  | 51180                         | 25567                      | 222400                                | 800,6 |
| Zateplení zdiva   | 199416                  | 51180                         | 25567                      | 161043                                | 597,8 |
| Zateplení stropů  | 247436                  | 51180                         | 25567                      | 209063                                | 752,6 |
| Výměna výplní     | 235438                  | 51180                         | 25567                      | 197065                                | 709,4 |
| Celkové zateplení | 160763                  | 51180                         | 25567                      | 122370                                | 440,5 |

### Hodnocení budovy dle požadavků ČSN 73 0540 z r. 2011

Dle platné ČSN 73 0540-02 musí určité požadavky na tepelný odpor konstrukce splňovat jak jednotlivé obvodové plochy, tj. podlahy, stěny přilehlé k terénu i nad úroveň terénu a stropy, tak budova jako celek, tzn. obálka budovy. Dle ČSN 73 0540 – 2 je pro hodnocení kvality obálky budovy z tepelně technického hlediska zaveden tzv. klasifikační ukazatel Cl. Pro jednotlivé plochy jsou příslušné tepelné odpory konstrukce vypočítané v příloze č.10.2, v příloze jsou uvedeny také normou požadované hodnoty. Pro přehled jsou požadované hodnoty uvedeny i v tabulce č. 15. V tabulce č. 14 a dalším textu jsou požadované i vypočtené hodnoty celkové tepelné charakteristiky obálky budovy stanovené dle postupu vyžadovaného ČSN 73 0540 –2 z r. 2011 a jejich hodnocení z hlediska požadovaných a doporučených hodnot. Rozhodující vliv pro výpočet celkové tepelné charakteristiky budovy je poměr mezi plochou konstrukce chránící obestavěný prostor a velikostí obestavěného prostoru a převažují teplota v budově. Pro hodnocení budovy je uvažována původní budova i přístavba za jeden celek.

Tabulka č. 14: Vypočtené hodnoty obálky budovy dle ČSN 73 0540 – 2 z r. 2011

| Opatření              | HT   | $U_{em}$           | Cl   | Klasifikace        |
|-----------------------|------|--------------------|------|--------------------|
| Stav objektu          | W/K  | W/m <sup>2</sup> K | -    | -                  |
| Budova stávající      | 6540 | 0,767              | 2,22 | F – velmi nevhodná |
| Zateplení celé budovy | 2752 | 0,302              | 0,88 | C – vyhovující     |
| Zateplení přístavby   | 4891 | 0,572              | 1,66 | E – nevhodná       |
| Zateplení částečné*   | 3870 | 0,480              | 1,40 | D – nevhodná       |

\* Jedná se o celkové zateplení budovy včetně výměny výplní, mimo zateplení obvodového svislého pláště původní budovy.





Popis symbolů použitých ve sloupci označení:

|             |   |
|-------------|---|
| HT          | Měrná ztráta prostupem tepla              |
| $U_{em}$    | Průměrným součinitelem prostupu tepla     |
| klasifikace | Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy |

Další vypočítané hodnoty budovy

|               |                            |  |
|---------------|----------------------------|--|
| $U_{em,N,20}$ | = 0,344 W/m <sup>2</sup> K | Požadovaný průměrný souč. prost. tepla (dle refer. bud.) |
| $U_{em,rec}$  | = 0,258 W/m <sup>2</sup> K | Průměrný souč. prostupu tepla doporučený                 |

Jako celek budova ve stávajícím stavu **nesplňuje** požadavek ČSN 73 0540-2 z r. 2011.

Z výsledků provedených výpočtů vyplývá, že posuzovaná budova ve stávajícím stavu odpovídá z hlediska průměrného součinitele prostupu tepla obálkou kvalifikační třídě **F – velmi ne hospodárná**. Po zateplení obvodového zdiva, stropů a střech a výměně výplní otvorů obou budov a je možno dosáhnout hodnocení **C – vyhovující**. V případě vyloučení zateplení obvodového zdiva původní části budovy z důvodu umístění budovy v památkově chráněném území je možno dosáhnout hodnocení **D – nevyhovující**.

Tabulka č. 15: Normou požadované hodnoty tepelné vodivosti  $U$  obvodových ploch

| budova             | hodnota    | obv. zdivo                       | podlaha                          | střecha                          | otvory                           |
|--------------------|------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| -                  | -          | Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> | Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> | Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> | Wm <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> |
| vnitřní tep. 20 °C | doporučená | 0,25                             | 0,30                             | 0,16                             | 1,2                              |
|                    | požadovaná | 0,30                             | 0,45                             | 0,24                             | 1,5; 1,7                         |

Pro venkovní teplotu -15 °C.

V kontrolované budově nesplňují požadavky na tepelný odpor žádné původní plochy obálky budovy.

### 3.3 Vyhodnocení úrovně systému managementu hospodaření energií

Hospodaření s energií sleduje energetik města Nový Jičín na základě faktur za spotřebu energií. Hodnoty opisuje manuálně obsluha zařízení a vkládá do počítačového systému zřízeného pro provádění energetického managementu.

Regulace vytápění, je prováděna automaticky dle nastavených teplotních křivek a požadovaných útlumů dle aktuálního harmonogramu provozu budovy (dny a časy divadelních představení a dalších aktivit). Požadavky na provoz systémů TZB vkládá do regulace správce budovy. Další regulace je ručním omezováním vytápění části budovy nastavením hlavic na termoregulačních ventilech. Tuto činnost zajišťuje personál budovy. V případě anomálií ve spotřebě energie je sjednána náprava. Není prováděno např. namátkové měření vnitřních teplot v budově.

Pro správné vyhodnocení spotřeb tepla na otop a ohřev TV chybí porovnávání spotřebovaného tepla v závislosti na venkovní teplotě, případně na množství spotřebované TV. U posuzované budovy s velmi nepravidelným provozem by mělo být bráno v úvahu i skutečné využití budovy ve sledovaném období.



### 3.4 Celková energetická bilance

Pro budovu je nakupována el. energie ze sítě NN, zemní plyn a pitná voda. Zemní plyn je nakupován jen pro kotelnu, kterou provozuje externí organizace. Obchodní měření je vždy jedno pro celou budovu, podružné měření není. Všechna nakoupená energie se spotřebuje v budově. V bilanci je uvažováno s nákupem zemního plynu a účinností výroby tepla v kotelně. Ocenění je prováděno v cenách tepla dodávaného do budovy. Přehled průměru spotřeby energie přepočítaného na 3600 Ds v letech 2015 a 2016 je uveden v tabulce č. 16.

Tabulka č. 16: Vstupy a spotřeba energií budovy, průměrné hodnoty

| Ukazatel  | Energie |       | Náklady   |
|---|---------|-------|-----------|
|   | GJ/r    | MWh/r | tis. Kč/r |
| Vstupy paliv a energie                              | 2943,6  | 817,7 | 1689,2    |
| Změna zásob paliv                                   | 0       | 0     | 0         |
| Spotřeba paliv a energie                            | 2943,6  | 817,7 | 1689,2    |
| Prodej energie cizím                                | 0       | 0     | 0         |
| Konečná spotřeba paliv a energie                    | 2943,6  | 817,7 | 1689,2    |
| Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie       | 315,7   | 87,7  | 154,8     |
| Spotřeba energie na vytápění                        | 2181,9  | 606,1 | 1081,2    |
| Spotřeba energie na chlazení                        | 0       | 0     | 0         |
| Spotřeba energie na přípravu TV                     | 100,8   | 28,0  | 50,6      |
| Spotřeba energie na větrání                         | 54,0    | 15,0  | 63,0      |
| Spotřeba energie na úpravu vlhkosti                 | 0       | 0     | 0         |
| Spotřeba energie na osvětlení                       | 72,0    | 20,0  | 84,0      |
| Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy | 273,2   | 75,9  | 318,6     |



## 4 Návrh opatření ke zvýšení účinnosti užití energie

Návrh opatření vychází z rozboru stávajícího stavu popsaného v předchozím textu. Vzhledem ke skutečnosti, že budova je složená ze dvou stavebně zcela odlišných celků (období výstavby obou částí dělí více jak 100 roků) jsou návrhy možných úsporných opatření rozděleny na původní a novou část budovy (přístavbu). Je to i z toho důvodu, že není vyloučena možnost, že zateplení původní budovy nebude povoleno z hlediska ochrany památek. U původní i nové části budovy žádná obvodová konstrukce ve stávajícím stavu nespĺňuje současné požadavky na tepelně technické vlastnosti. Budova jako celek nespĺňuje požadavky kladené na budovy z hlediska celkového tepelného odporu obvodových ploch budovy. Je to dané zejména skutečností, že rekonstrukce a zateplení budovy bylo prováděno v r. 1993. Pro dosažení odpovídajícího stavu budovy je navrženo zateplení veškerých obvodových ploch mimo podlah na terénu. Zde je zateplování velice nákladné a ekonomické přínosy neodpovídají vynaloženým nákladům.

V budově byla provedena modernizace vytápění. Jsou instalovány kondenzační kotle a tělesa s termoregulačními ventily opatřená příslušnými hlavici. Provozní režim kotlů je však v oblasti mimo kondenzaci. V budově je pro vytápění sálů a foyeru používaná vzduchotechnika bez zpětného získávání tepla.

Pro snížení energetické a ekonomické náročnosti je možno použít následujících opatření:

### 4.1 Beznákladová (organizační) opatření

#### 4.1.1 Zavést pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeby – energetický management

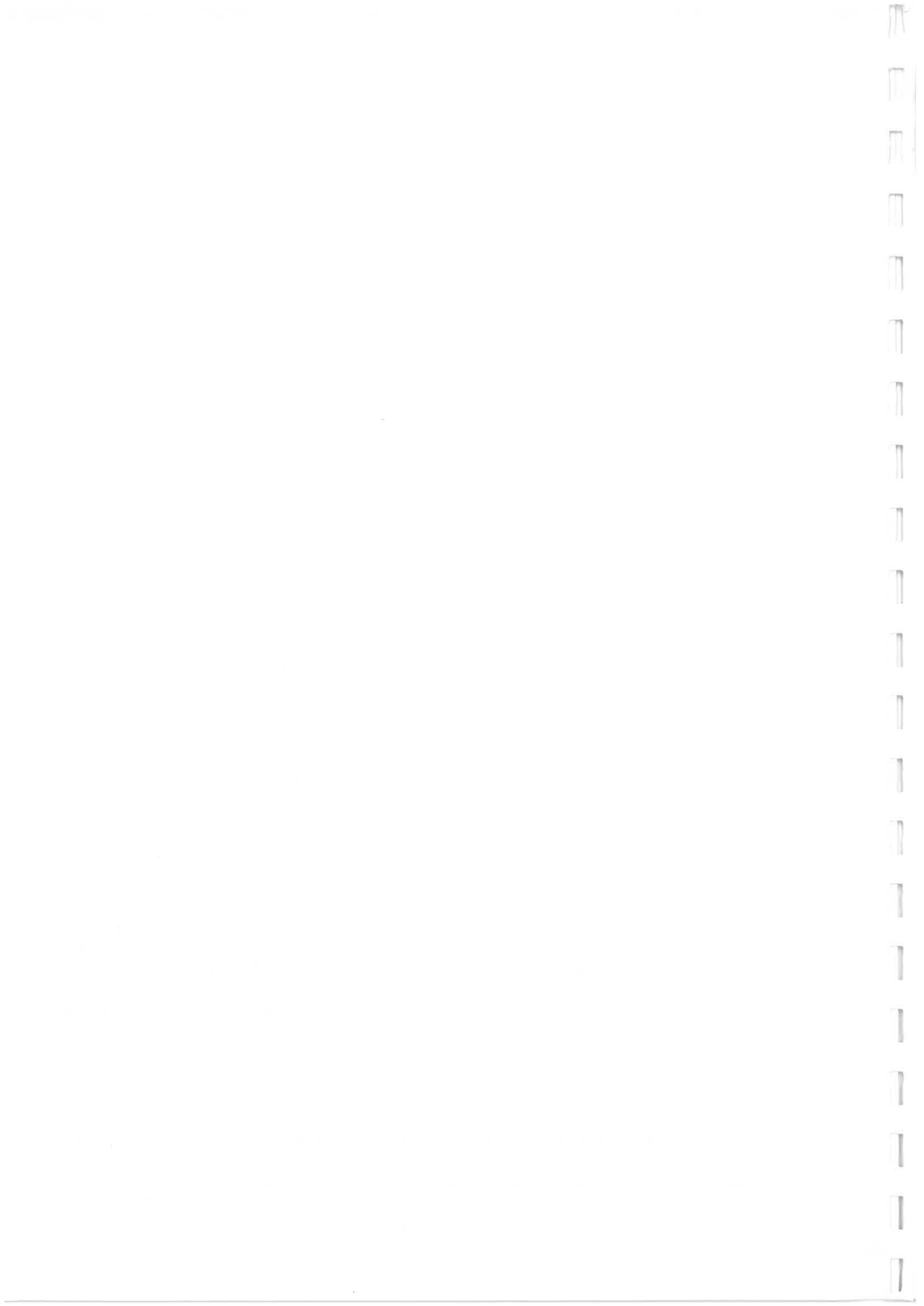
Budova je po tepelně technické stránce v nevyhovujícím stavu. Spotřeba tepla na vytápění je vyšší než vypočítaná hodnota a spotřeba tepla na ohřev TV je zřejmě rovněž vyšší. Doporučuji zavést sledování a vyhodnocování spotřeby tepla (případně zemního plynu) pro vytápění současně s namátkovým sledováním vnitřních teplot v budově. Rovněž doporučuji zavést sledování spotřeby tepla pro ohřev TV společně s množstvím spotřebované studené vody, nebo lépe TV po instalaci příslušného měřidla. Vyhodnocování spotřeby je vhodné dělat v týdenních intervalech. Spotřebu pro vytápění vztáhnou k venkovní teplotě s přihlédnutím k vnitřním teplotám. Vlastní sledování úsporu nákladů nepřinese, úsporu může přinést včasné odstranění závad a omezení nekázně při provozu.

#### 4.1.2 Provozovat kotelnu samostatně

Provoz kotelny externí firmou vede k zjednodušení provozu z hlediska divadla, případně města jako provozovatele. Zvyšuje se však cena tepla. Při odběru budovy na úrovni cca 2600 GJ/r je možno očekávat průměrnou cenu zemního plynu cca 300 Kč/GJ. To je téměř polovina ceny tepla v současnosti. Při vlastní obsluze kotelny by bylo možné snížit cenu tepla nejméně o 100 Kč/GJ a tím dosáhnout roční úspory na úrovni 230 tis.Kč/r. V případě převzetí i dalších zdrojů do vlastní ho provozu města by bylo vhodné zřídit obslužnou specializovanou organizaci pro provoz plynových kotelen.

#### 4.1.3 Vypínat cirkulaci TV v období mimo provoz budovy

Z celkové spotřeby vody a spotřeby tepla na ohřev TV je možno usuzovat na vysoké ztráty v rozvodu TV. Rozvody jsou nové, provedené plastovým potrubím a není reálná jejich výměna nebo zateplení. Doporučuji proto vypínat cirkulaci pomocí řídicího systému i když je budova využívána velmi nepravidelně. Doporučuji nastavit časy provozu cirkulace do automatického systému řízení dodávky tepla do budovy. Vypínáním cirkulace v období mimo provoz a úklid budovy je možno ušetřit 20,0 GJ/r tepla v ceně 10,9 tis.Kč/r.



#### 4.3.4 Zateplit obvodové zdivo přístavby nad terénem

Navrhují použít tl. tepelné izolace 100 mm. Jako tepelnou izolaci navrhují použít stabilizovaný pěnový polystyren EPS 70F, případně minerální vlnu s parametrem  $\lambda=0,039$  W/m\*K. Povrchová úprava armovanou tenkovrstvou omítkou s nátěrem. Tímto opatřením dojde ke snížení tepelné ztráty o 29,70 kW, tj k úspoře 220,9 GJ/r v ceně 120,8 tis.Kč/r při předpokládaných nákladech 2681 tis.Kč na zateplení zdiva o celkové ploše 1915 m<sup>2</sup>.

#### 4.3.5 Zateplit stropy původní budovy

Navrhují použít tl. tepelné izolace 150 mm. Jako tepelnou izolaci navrhují použít stabilizovaný pěnový polystyren EPS 70F, případně minerální vlnu s parametrem  $\lambda=0,039$  W/m\*K s ochranou povrchu proti poškození. Tímto opatřením dojde ke snížení tepelné ztráty o 16,54 kW, tj k úspoře 123,0 GJ/r v ceně 67,3 tis.Kč/r při předpokládaných nákladech 781,0 tis.Kč na zateplení stropů o celkové ploše 781 m<sup>2</sup>.

#### 4.3.6 Zateplit vodorovné střechy přístavby

Navrhují použít tl. tepelné izolace 150 mm. Jako tepelnou izolaci navrhují použít stabilizovaný pěnový polystyren EPS 70F, případně minerální vlnu s parametrem  $\lambda=0,039$  W/m\*K s novou hydroizolací. Tímto opatřením dojde ke snížení tepelné ztráty o 6,46 kW, tj k úspoře 48,0 GJ/r v ceně 26,3 tis.Kč/r při předpokládaných nákladech 1039,0 tis.Kč na zateplení střechy o celkové ploše 742 m<sup>2</sup>.

#### 4.3.7 Vyměnit stávající výplně za nové v původní budově

Navrhují nahradit stávající dřevěná zdvojená okna za nová okna splňující současné požadované hodnoty U na úrovni 1,1 Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup> a dveře splňující současné požadované hodnoty U na úrovni 1,7 Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup>. Tímto opatřením dojde ke snížení tepelné ztráty o 7,82 kW, tj k úspoře 58,1 GJ/r v ceně 31,8 tis.Kč/r při předpokládaných nákladech 1368,0 tis.Kč na výměnu oken a dveří o celkové ploše 158,3 m<sup>2</sup>.

#### 4.3.8 Vyměnit stávající výplně za nové v přístavbě

Navrhují nahradit stávající okna s kovovými rámy a dvojsklem za nová okna splňující současné požadované hodnoty U na úrovni 1,1 Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup> a dveře splňující současné požadované hodnoty U na úrovni 1,7 Wm<sup>-2</sup>K<sup>-1</sup>. Tímto opatřením dojde ke snížení tepelné ztráty o 12,26 kW, tj k úspoře 91,2 GJ/r v ceně 49,9 tis.Kč/r při předpokládaných nákladech 1175,0 tis.Kč na výměnu oken a dveří o celkové ploše 225,8 m<sup>2</sup>.

#### 4.3.9 Vytápět a ohřívat TV v budově plynovým tepelným čerpadlem

Dle literatury je celková tepelná účinnost plynového tepelného čerpadla na úrovni 150 – 160 %. Bude tedy mít o cca 60 % vyšší účinnost než kondenzační plynový kotel při teplotách na úrovni 0 °C a vyšších. Výstupní teplota topné vody prakticky odpovídá kondenzačnímu plynovému kotli. Při nižších teplotách klesá výkon i účinnost až na úroveň běžného plynového kotle. Po celkovém zateplení budovy klesne výkonová ztráta budovy na hodnotu 150 kW. Pro optimální využití TČ je doporučeno instalovat jednotku o tepelném výkonu 100 kW. A ponechat alespoň jeden stávající plynový kotel jako špičkový a záložní zdroj. TČ bude schopno dodat cca 80 % potřebného tepla. Pro snížení četnosti spínání TČ doporučuji instalovat akumulaci cca 500 l a v případě nedostatku výkonu připojovat záložní kotel. Při předpokládané spotřebě zemního plynu na úrovni 2580 GJ/r zajistí provoz TČ úsporu 775 GJ/r v zemním plynu v ceně 232,5 tis.Kč/r. Provoz plynového tepelného čerpadla vyžaduje pravidelnou údržbu. Náklady na údržbu TČ je možno očekávat na úrovni 25,0 tis.Kč/r. Celková úspora nákladů bude ve výši 207,5 tis.Kč/r. Náklady na tepelné čerpadlo s akumulací nádrží (včetně montáže), je možno očekávat 2000 tis.Kč.





## 5 Návrh variant úsporných opatření

### 5.1 Návrh variant řešení – popis navrhovaných opatření

První varianta obsahuje beznákladové opatření a obnovu osvětlení budovy šetřící el. energii.

Druhá varianta rozšiřuje variantu č. 1 o náhradu stávajících zastaralých jednotek VZT novými vybavenými zařízeními pro zpětné získávání tepla.

Třetí varianta rozšiřuje druhou variantu o kompletní zateplení staré i nové části budovy včetně úplné výměny výplní otvorů. Součástí je rozdělení topné soustavy na samostatnou část pro topná tělesa a pro VZT.

Nejsou navržena některá opatření jejichž využití závisí na podrobnějším prošetření prostorových nebo organizačních záležitostí v budově divadla.

Varianta číslo 1 obsahuje opatření:

- 4.1.1 – Zavést pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeby
- 4.1.3 – Vypínat cirkulaci TV v období mimo provoz budovy
- 4.2.1 – Instalovat vodoměr vody doplňované do systému TV
- 4.2.2 – Nahradit stávající osvětlení svítidly LED

Varianta číslo 2 obsahuje opatření:

- 4.1.1 – Zavést pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeby
- 4.1.3 – Vypínat cirkulaci TV v období mimo provoz budovy
- 4.2.1 – Instalovat vodoměr vody doplňované do systému TV
- 4.2.2 – Nahradit stávající osvětlení svítidly LED
- 4.3.2 – Vyměnit jednotky VZT za zařízení umožňující zpětné získávání tepla

Varianta číslo 3 obsahuje opatření:

- 4.1.1 – Zavést pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeby
- 4.1.3 – Vypínat cirkulaci TV v období mimo provoz budovy
- 4.2.1 – Instalovat vodoměr vody doplňované do systému TV
- 4.2.2 – Nahradit stávající osvětlení svítidly LED
- 4.3.2 – Vyměnit jednotky VZT za zařízení umožňující zpětné získávání tepla
- 4.3.3 – Zateplit obvodové zdivo původní budovy nad terénem
- 4.3.4 – Zateplit obvodové zdivo přístavby nad terénem
- 4.3.5 – Zateplit stropy původní budovy
- 4.3.6 – Zateplit vodorovné střechy přístavby
- 4.3.7 – Vyměnit stávající výplně za nové v původní budově
- 4.3.8 – Vyměnit stávající výplně za nové v přístavbě
- 4.3.10 – Provozovat samostatně kotle pro ÚT a VZT



Tabulka č.18: Porovnání varianty č. 1 se stávajícím stavem

| Název varianty | Nákup paliv a energie |          | Pořizovací náklady | Náklady na provoz |
|----------------|-----------------------|----------|--------------------|-------------------|
|                | MWh/r                 | tis.Kč/r | tis.Kč             | tis.Kč            |
| Stáv.stav      | 817,7                 | 1689,2   | 0                  | 1689,2            |
| Varianta 1     | 806,6                 | 1657,3   | 18,0               | 1657,3            |
| Úspora         | 11,1                  | 31,9     | -18,0              | 31,9              |

Pozn.: Všechny náklady i přínosy bez DPH

Tabulka č.19: Porovnání varianty č. 2 se stávajícím stavem

| Název varianty | Nákup paliv a energie |          | Pořizovací náklady | Náklady na provoz |
|----------------|-----------------------|----------|--------------------|-------------------|
|                | MWh/r                 | tis.Kč/r | tis.Kč             | tis.Kč            |
| Stáv.stav      | 817,7                 | 1689,2   | 0                  | 1689,2            |
| Varianta 2     | 747,6                 | 1552     | 3018,0             | 1552              |
| Úspora         | 70,1                  | 137,2    | -3018,0            | 137,2             |

Pozn.: Všechny náklady i přínosy bez DPH

Tabulka č.20: Porovnání varianty č. 3 se stávajícím stavem

| Název varianty | Nákup paliv a energie |          | Pořizovací náklady | Náklady na provoz |
|----------------|-----------------------|----------|--------------------|-------------------|
|                | MWh/r                 | tis.Kč/r | tis.Kč             | tis.Kč            |
| Stáv.stav      | 817,7                 | 1689,2   | 0                  | 1689,2            |
| Varianta 2     | 532,2                 | 1167,6   | 12294,0            | 1167,6            |
| Úspora         | 285,5                 | 521,6    | -12294,0           | 521,6             |

Pozn.: Všechny náklady i přínosy bez DPH



## 5.2 Ekonomické vyhodnocení navržených variant

Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických, stavebních a organizačních opatření na úsporu energie v objektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření 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.

Při zpracování ekonomické analýzy jsou obvykle základní vstupní údaje, na jedné straně příjmové položky (obvykle v podobě úspory za energie), na druhé straně výdajové položky (v podobě nákladů vynaložených na realizaci opatření).

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu jsou získávány takto :

- výše nákladů na úsporná opatření plynoucího z odborného odhadu na základě výsledků obdobných, již realizovaných akcí
- cenové informace výrobců, montážních firem a dodavatelských firem
- informace z publikací a internetu

Úspory jsou chápány jako rozdíl výdajů za energie před a po realizaci navrhovaných opatření. Jako základ pro výpočet úspor tedy slouží současný stav a příslušné provozní výdaje, tak jak je uvedeno v upravených energetických bilancích jednotlivých variant.

Při zpracování ekonomické analýzy je nutné stanovit další doplňkové vstupní údaje, jako např. doba hodnocení, diskontní míra a cenový vývoj.

### ***Diskontní míra***

Pro ocenění hodnoty prostředků vydaných nebo přijatých v budoucnu se často pracuje s převodem na současnou hodnotu. Diskontní míra je prostředek, který tento převod umožňuje. Jde o určitou formu vyjádření meziroční hodnotové změny úrokové míry a dalších faktorů. Zvolená diskontní míra je 4 %.

### ***Doba hodnocení***

Doba hodnocení se obvykle stanovuje na základě životnosti zařízení. U opatření stavebního charakteru je předpokládána doba životnosti stanovena na dobu 30 až 45 let, u opatření technického zařízení (kotle) je doba životnosti cca 15 let.

### ***Cenový vývoj***

Během doby provozování zařízení se může významně měnit inflace a tím i ceny. V obvyklém případě pak především změny cen energie výrazně ovlivňují ekonomické výsledky energetických projektů. V hodnocení je počítáno s nárůstem cen 3 %. Tím je zohledněna inflace.

**Výstupními údaji** jsou prostá návratnost investic, diskontovaná doba návratnosti, čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento. Výpočet těchto položek je definován ve vyhlášce MPO ČR č. 213/2001 Sb.

Prostá doba návratnosti investice  $T_s$

Prostá návratnost nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz. Kritérium určuje, za jak dlouho jsou z projektu pokryty jeho investiční náklady. Prostou dobu návratnosti lze počítat jako rovnovážný bod kumulovaných příjmů a výdajů dle vztahu:

$$T_s = IN / CF$$

kde IN ... investiční náklady projektu  
CF ... roční přínosy projektu (cash - flow, změna peněžních toků po realizaci projektu)



### Reálná doba návratnosti $T_{sd}$

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 vypovídající 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  $CF_t$  ... roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)  
 $r$  ... diskont  
 $(1+r)^{-t}$  ... odúročitel

### Čistá současná hodnota NPV

Základem pro určení čisté současné hodnoty je určení toku hotovosti. Toky hotovosti (Cash-Flow) jsou rozdílem příjmů a výdajů spojených s projektem v jednotlivých letech. Toky hotovosti v sobě zahrnují všechny hodnotové změny během života projektu. Pro hodnocení toku hotovosti se tyto upravují převodem z budoucích hodnot do současnosti, takto převedená hodnota se nazývá současná hodnota. Průběžné pokrytí investic a dalších výdajů a příjmů vyjadřuje kumulovaný tok hotovosti, kdy se jednotlivé roční hodnoty průběžně sčítají a představují skutečný stav u realizovaného opatření v příslušném roce. Pokud je hodnota kumulovaného toku hotovosti v daném roce záporná, nedošlo k tomuto období k pokrytí výdajů projektu jeho příjmy. Hodnota diskontovaného kumulovaného toku hotovosti v posledním roce se označuje NPV. Čím vyšší je hodnota NPV, tím je opatření ekonomicky výhodnější. Pokud je hodnota NPV záporná, opatření nelze za daných podmínek realizovat.

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

kde  $T_z$  ... doba životnosti (hodnocení) projektu

### Vnitřní výnosové procento IRR

Vnitřní výnosové procento představuje hodnotu úrokové míry v procentech, při které hodnota  $NPV = 0$ , tento ukazatel je užitečný jako měřítko efektivnosti investic. Stačí jej porovnat s úrovní úrokových měr na finančním trhu a investor vidí, zda je vhodné do příslušné varianty investovat.

$$\sum_{t=1}^{T_z} CF_t \cdot (1 + IRR)^{-t} - IN = 0$$





Tabulka č.21: Výsledky ekonomického vyhodnocení

| Parametr                                    | Jednotka      | Var. 1        | Var. 2         | Var. 3         |
|---|---------------|---------------|----------------|----------------|
| <b>Investiční výdaje projektu</b>           | <b>tis.Kč</b> | <b>18,0</b>   | <b>3018,0</b>  | <b>12294,0</b> |
| Změna nákladů na energie                    | tis.Kč        | -31,9         | -137,2         | -521,6         |
| Změna ostatních provozních nákladů          | tis.Kč        | 0             | 0              | 0              |
| -změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)    | tis.Kč        | 0             | 0              | 0              |
| -změna ostatních provozních nákladů         | tis.Kč        | 0             | 0              | 0              |
| -změna nákladů na emise a odpady            | tis.Kč        | 0             | 0              | 0              |
| Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využ odp) | tis.Kč        | 0             | 0              | 0              |
| <b>Přínosy projektu celkem</b>              | <b>tis.Kč</b> | <b>31,9</b>   | <b>137,2</b>   | <b>521,6</b>   |
| Doba hodnocení                              | roky          | 20            | 20             | 20             |
| Roční růst cen energie                      | %             | 0             | 0              | 0              |
| Diskont                                     | %             | 4             | 4              | 4              |
| <b>Ts – prostá doba návratnosti</b>         | <b>roky</b>   | <b>0,56</b>   | <b>22,0</b>    | <b>23,57</b>   |
| <b>Tsd – reálná doba návratnosti</b>        | <b>roky</b>   | <b>0,83</b>   | <b>32,37</b>   | <b>34,69</b>   |
| <b>NPV – čistá současná hodnota</b>         | <b>tis.Kč</b> | <b>415,5</b>  | <b>-1153,4</b> | <b>-5205,3</b> |
| <b>IRR – vnitřní výnosové procento</b>      | <b>%</b>      | <b>&gt;50</b> | <b>&lt;0</b>   | <b>&lt;0</b>   |

Čistá současná hodnota je počítána pro diskontní sazbu 4 %. Bez nárůstu cen energií, není uvažováno s možností dotací. Čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento je počítáno na životnost zařízení 20 roků, což kompromis mezi ekonomická životností technologie a stavebních úprav jako rozhodujících pro úsporu energie.

Reálná doba návratnosti je pro jednotlivá opatření spočítána jen jako informativní údaj, neboť její délka závisí mimo jiné na konkrétním způsobu financování akce.

V případě posuzované budovy má při stávajícím způsobu provozu větší vliv na platbu za energie nákup tepla (zemního plynu) pro potřeby ÚT a ohřevu TV. V současné době má cena el. energie i paliv sestupnou tendenci. S tímto trendem není možno počítat i v budoucnu. Ceny porostou minimálně na úrovni inflace.

Při předpokládaném dlouhodobém nárůstu cen energií se ekonomické přínosy jednotlivých opatření budou v budoucnu zvyšovat.



### 5.3. Ekologické vyhodnocení navržených variant

Z hlediska životního prostředí je porovnání jednotlivých variant provedeno v následujících tabulkách.

Emise původního stavu jsou spočítány ze dvou rozdílných zdrojů. Emise spojené s odběrem zemního plynu pro otop budovy jsou stanoveny s uvažováním hodnot emisních limitů pro kotle použité velikosti. Spotřebovaná el. energie je ohodnocena průměrnými emisemi systémových elektráren ČR. Jedná se o následující hodnoty:

Výroba tepla v kotlích na zemní plyn odpovídající současnému stavu je ohodnocena úrovní emisních limitů. Emise CO<sub>2</sub> odpovídá vyhlášce MPO č. 309/2016 Sb.:

|                   |      |       |
|-------------------|------|-------|
| tuhé látky        | 0    | g/GJ  |
| SO <sub>2</sub>   | 0    | g/GJ  |
| NO <sub>x</sub>   | 46,5 | g/GJ  |
| CO                | 1,7  | g/GJ  |
| PM <sub>2,5</sub> | 0    | g/GJ  |
| VOC               | 0    | g/GJ  |
| CO <sub>2</sub>   | 55,4 | kg/GJ |

Výroba el. energie – průměrné emise systémových elektráren v ČR s respektováním vyhlášky MPO č. 309/2016 Sb.:

|                   |        |       |
|-------------------|--------|-------|
| tuhé látky        | 10,22  | g/GJ  |
| SO <sub>2</sub>   | 233,68 | g/GJ  |
| NO <sub>x</sub>   | 157,68 | g/GJ  |
| CO                | 23,95  | g/GJ  |
| PM <sub>2,5</sub> | 6,13   | g/GJ  |
| VOC               | 0,69   | g/GJ  |
| CO <sub>2</sub>   | 281,0  | kg/GJ |

Z hlediska životního prostředí je porovnání všech navržených variant se stávajícím stavem provedeno v následujících tabulkách. Hodnocení je prováděno jako lokální i globální. V budově dochází ke spalování paliv a tím i ke vzniku emisí i když je formálně nakupováno teplo od externího dodavatele.

Tabulka č. 22: Zatížení životního prostředí od výroby tepla - lokální

| Znečišťující látka | Zem. p. | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|---------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | GJ/r    | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Původní stav       | 2580,0  | 0,0000 | 0,0000          | 0,1200          | 0,0044 | 0,0000            | 0,0000 | 142,93          |
| Varianta 1         | 2557,9  | 0,0000 | 0,0000          | 0,1189          | 0,0043 | 0,0000            | 0,0000 | 141,71          |
| Varianta 2         | 2345,6  | 0,0000 | 0,0000          | 0,1091          | 0,0040 | 0,0000            | 0,0000 | 129,95          |
| Varianta 3         | 1570,3  | 0,0000 | 0,0000          | 0,0730          | 0,0027 | 0,0000            | 0,0000 | 86,99           |

Tabulka č. 23: Zatížení životního prostředí od spotřeby el. energie - globální

| Znečišťující látka | El.en. | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | GJ/r   | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Původní stav       | 363,6  | 0,0037 | 0,0850          | 0,0573          | 0,0087 | 0,0022            | 0,0003 | 102,17          |
| Varianta 1         | 345,6  | 0,0035 | 0,0808          | 0,0545          | 0,0083 | 0,0021            | 0,0002 | 97,11           |
| Varianta 2         | 345,6  | 0,0035 | 0,0808          | 0,0545          | 0,0083 | 0,0021            | 0,0002 | 97,11           |
| Varianta 3         | 345,6  | 0,0035 | 0,0808          | 0,0545          | 0,0083 | 0,0021            | 0,0002 | 97,11           |



Tabulka č. 24: Zatížení životního prostředí jednotlivými variantami celkem - lokální

| Znečišťující látka | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Původní stav       | 0,0000 | 0,0000          | 0,1200          | 0,0044 | 0,0000            | 0,0000 | 142,93          |
| Varianta 1         | 0,0000 | 0,0000          | 0,1189          | 0,0043 | 0,0000            | 0,0000 | 141,71          |
| Varianta 2         | 0,0000 | 0,0000          | 0,1091          | 0,0040 | 0,0000            | 0,0000 | 129,95          |
| Varianta 3         | 0,0000 | 0,0000          | 0,0730          | 0,0027 | 0,0000            | 0,0000 | 86,99           |

Tabulka č. 25: Zatížení životního prostředí jednotlivými variantami celkem - globální

| Znečišťující látka | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Původní stav       | 0,0037 | 0,0850          | 0,1773          | 0,0131 | 0,0022            | 0,0003 | 245,10          |
| Varianta 1         | 0,0035 | 0,0808          | 0,1734          | 0,0126 | 0,0021            | 0,0002 | 238,82          |
| Varianta 2         | 0,0035 | 0,0808          | 0,1636          | 0,0123 | 0,0021            | 0,0002 | 227,06          |
| Varianta 3         | 0,0035 | 0,0808          | 0,1275          | 0,0109 | 0,0021            | 0,0002 | 184,11          |

Tabulka č. 26: Přínos jednotlivých variant oproti stávajícímu stavu – lokální

| Znečišťující látka | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Varianta 1         | 0,0000 | 0,0000          | 0,0010          | 0,0000 | 0,0000            | 0,0000 | 1,22            |
| Varianta 2         | 0,0000 | 0,0000          | 0,0109          | 0,0004 | 0,0000            | 0,0000 | 12,99           |
| Varianta 3         | 0,0000 | 0,0000          | 0,0470          | 0,0017 | 0,0000            | 0,0000 | 55,94           |

Tabulka č. 27: Přínos jednotlivých variant oproti stávajícímu stavu – globální

| Znečišťující látka | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Varianta 1         | 0,0002 | 0,0042          | 0,0039          | 0,0005 | 0,0001            | 0,0000 | 6,28            |
| Varianta 2         | 0,0002 | 0,0042          | 0,0137          | 0,0008 | 0,0001            | 0,0000 | 18,04           |
| Varianta 3         | 0,0002 | 0,0042          | 0,0498          | 0,0021 | 0,0001            | 0,0000 | 61,00           |

Z tabulky č. 27 je zřejmé, že navržené varianty úsporných opatření jsou nižším zdrojem emisí než stávající stav. Z hlediska zátěže životního prostředí vychází lépe varianta č.3 kdy jsou emise nižší. Snížení emisí je dosaženo v lokálním i globálním pohledu.

#### 5.4 Stanovení okrajových podmínek

Spotřeba energie pro budovu ve stávajícím stavu byla stanovená na základě průměrné velikosti spotřeby energií ve sledovaném období roků 2015 a 2016 s přepočtením na běžnou hodnotu 3600 denostupňů. Ceny energií byly uvažované průměrné v tomto období.

U el. energie byla stanovena hodnota spotřeby budovy na 101,0 MWh/r. Pro ocenění úspor bylo uvažováno s průměrnou cenou el. energie 4200 Kč/MWh.

Průměrná spotřeba nakupovaného tepla byla na úrovni 2313 GJ/r. Cena tepla se pohybovala na úrovni 547 Kč/GJ. Při účinnosti kotelny 89,7 % se jedná o spotřebu zemního plynu na úrovni 2580,0 GJ/r, tj. 75770 m<sup>3</sup>/r plynu. Cena nákupu zemního plynu není k dispozici. Pro ekonomické výpočty bude uvažováno s cenou tepla.

Pro výpočet je uvažováno se stejným využitím jako doposud a s dodržováním vnitřních teplot dle ČSN 73 0540. Všechny ceny jsou bez DPH.



## 5.5 Celková energetická bilance navržených variant

Vychází z dříve stanovených průměrných odběrů energie ve stávajícím stavu a předpokládaných úspor po provedení jednotlivých variant úsporných opatření. Úspora energie po realizaci projektu není pouhým součtem úspor jednotlivých opatření, ale odráží vzájemné ovlivnění úspornými opatřeními.

Všechny ceny jsou bez DPH.

Tabulka č. 28: Upravená energetická bilance varianty 1

| Ukazatel                                 | Před realizací projektu |       |         | Po realizaci projektu |       |         |
|--|-------------------------|-------|---------|-----------------------|-------|---------|
|  | Energie                 |       | Náklad  | Energie               |       | Náklad  |
|  | GJ/r                    | MWh/r | tis. Kč | GJ/r                  | MWh/r | tis. Kč |
| Vstupy paliv a energie                   | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 2957,5                | 821,5 | 1720,3  |
| Změna zásob paliv                        | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Spotřeba paliv a energie                 | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 2957,5                | 821,5 | 1720,3  |
| Prodej energie cizím                     | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Konečná spotřeba paliv a energie         | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 2957,5                | 821,5 | 1720,3  |
| Ztráty ve vlast. zdroji a rozvodech en.  | 315,7                   | 87,7  | 154,8   | 313,6                 | 87,1  | 153,7   |
| Spotřeba energie na vytápění             | 2181,9                  | 606,1 | 1081,2  | 2181,9                | 606,1 | 1081,2  |
| Spotřeba energie na chlazení             | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na přípravu TUV         | 100,8                   | 28,0  | 50,6    | 80,8                  | 22,4  | 40,8    |
| Spotřeba energie na větrání              | 54,0                    | 15,0  | 63,0    | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba energie na úpravu vlhkosti      | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na osvětlení            | 72,0                    | 20,0  | 84,0    | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba en. na technol. a ostatní proc. | 219,2                   | 60,9  | 255,6   | 219,2                 | 60,89 | 255,6   |

Tabulka č. 29: Upravená energetická bilance varianty 2

| Ukazatel                                 | Před realizací projektu |       |         | Po realizaci projektu |       |         |
|--|-------------------------|-------|---------|-----------------------|-------|---------|
|  | Energie                 |       | Náklad  | Energie               |       | Náklad  |
|  | GJ/r                    | MWh/r | tis. Kč | GJ/r                  | MWh/r | tis. Kč |
| Vstupy paliv a energie                   | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 2745,2                | 762,6 | 1615    |
| Změna zásob paliv                        | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Spotřeba paliv a energie                 | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 2745,2                | 762,6 | 1615    |
| Prodej energie cizím                     | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Konečná spotřeba paliv a energie         | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 2745,2                | 762,6 | 1615    |
| Ztráty ve vlast. zdroji a rozvodech en.  | 315,7                   | 87,7  | 154,8   | 293,8                 | 81,6  | 142,9   |
| Spotřeba energie na vytápění             | 2181,9                  | 606,1 | 1081,2  | 1989,4                | 552,6 | 986,7   |
| Spotřeba energie na chlazení             | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na přípravu TUV         | 100,8                   | 28,0  | 50,6    | 80,8                  | 22,4  | 40,8    |
| Spotřeba energie na větrání              | 54,0                    | 15,0  | 63,0    | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba energie na úpravu vlhkosti      | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na osvětlení            | 72,0                    | 20,0  | 84,0    | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba en. na technol. a ostatní proc. | 219,2                   | 60,9  | 255,6   | 219,2                 | 60,89 | 255,6   |





Tabulka č. 30: Upravená energetická bilance varianty 3

| Ukazatel                                 | Před realizací projektu |       |         | Po realizaci projektu |       |         |
|--|-------------------------|-------|---------|-----------------------|-------|---------|
|  | Energie                 |       | Náklad  | Energie               |       | Náklad  |
|  | GJ/r                    | MWh/r | tis. Kč | GJ/r                  | MWh/r | tis. Kč |
| Vstupy paliv a energie                   | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 1915,9                | 532,2 | 1167,6  |
| Změna zásob paliv                        | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Spotřeba paliv a energie                 | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 1915,9                | 532,2 | 1167,6  |
| Prodej energie cizím                     | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Konečná spotřeba paliv a energie         | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 1915,9                | 532,2 | 1167,6  |
| Ztráty ve vlast. zdroji a rozvodech en.  | 315,7                   | 87,7  | 154,8   | 223,2                 | 62,0  | 104,3   |
| Spotřeba energie na vytápění             | 2181,9                  | 606,1 | 1081,2  | 1284,7                | 356,9 | 640,9   |
| Spotřeba energie na chlazení             | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na přípravu TUV         | 100,8                   | 28    | 50,6    | 80,8                  | 22,4  | 40,8    |
| Spotřeba energie na větrání              | 54                      | 15    | 63      | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba energie na úpravu vlhkosti      | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na osvětlení            | 72                      | 20    | 84      | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba en. na technol. a ostatní proc. | 219,2                   | 60,9  | 255,6   | 219,2                 | 60,89 | 255,6   |



## 6 Výběr optimální varianty

### 6.1 Na základě výsledků ekonomického vyhodnocení

První varianta obsahuje beznákladové opatření a obnovu osvětlení budovy šetřící el. energii.

Druhá varianta rozšiřuje variantu č. 1 o náhradu stávajících zastaralých jednotek VZT novými vybavenými zařízeními pro zpětné získávání tepla.

Třetí varianta rozšiřuje druhou variantu o kompletní zateplení staré i nové části budovy včetně úplné výměny výplní otvorů. Součástí je rozdělení topné soustavy na samostatnou část pro topná tělesa a pro VZT.

Budova je po stavební stránce ve stavu jak byla provedena v r. 1993 po vybudování přístavby dle tehdy platných ČSN. Z toho důvodu je obálka budovy v nevyhovujícím stavu, dle ČSN 73 0540-2 z r. 2011. Kompletním zateplením a výměnou výplní je možno dosáhnout vyhovujícího hodnocení budovy. Ekonomika tohoto opatření je špatná. Další snížení spotřeb energií a plateb za energie může spočívat ve využití zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu a ve změně přípravy TV. Na platbu za energie by mělo podstatný vliv vlastní provozování stávající plynové kotelny. Celkovým zateplením společně s modernizací VZT dojde k uvedení budovy na úroveň vyhovující ČSN, současně dojde k výraznému omezení emisí a zlepšení mikroklimatu v budově.

Varianta č. 1 představuje velmi malou úsporu energie, má však nejlepší IRR i kladné NPV. Další varianty mají IRR menší než 0 a záporné NPV. Především varianta č. 3 však představuje výraznou úsporu energie v zemním plynu a tím i lokálních emisí.

Doporučuji realizovat variantu č.3.

Časový postup realizace jednotlivých opatření není podstatný. Beznákladové opatření doporučuji zavést co nejrychleji. Tzn. jmenovat osobu zodpovědnou za provádění energetického managementu, instalovat měření množství připravené TV zavedení vyhodnocování.

V budoucnu je možno očekávat další nárůst ceny energií při kterých se bude ekonomické návratnost úsporných opatření zlepšovat.

Snížení nákladů v doporučené variantě je dosaženo snížením celkového odebraného množství zemního plynu i el. energie pro osvětlení budovy.



## 6.2. Ekonomické hodnocení pro základní očekávané ukazatele

Tabulka č.31: Výsledky ekonomického vyhodnocení optimální varianty

| Parametr  | Jednotka      | Optimální varianta |
|---|---------------|--------------------|
| <b>Investiční výdaje projektu</b>                 | <b>tis.Kč</b> | <b>12294,0</b>     |
| Změna nákladů na energie                          | tis.Kč        | -521,6             |
| Změna ostatních provozních nákladů                | tis.Kč        | 0                  |
| -změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)          | tis.Kč        | 0                  |
| -změna ostatních provozních nákladů               | tis.Kč        | 0                  |
| -změna nákladů na emise a odpady                  | tis.Kč        | 0                  |
| Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpadů) | tis.Kč        | 0                  |
| <b>Přínosy projektu celkem</b>                    | <b>tis.Kč</b> | <b>521,6</b>       |
| Doba hodnocení                                    | roky          | 20                 |
| Roční růst cen energie                            | %             | 0                  |
| Diskont   | %             | 4                  |
| <b>Ts – prostá doba návratnosti</b>               | <b>roky</b>   | <b>23,57</b>       |
| <b>Tsd – reálná doba návratnosti</b>              | <b>roky</b>   | <b>34,69</b>       |
| <b>NPV – čistá současná hodnota</b>               | <b>tis.Kč</b> | <b>-5205,3</b>     |
| <b>IRR – vnitřní výnosové procento</b>            | <b>%</b>      | <b>&lt;0</b>       |



## 7 Doporučení energetického specialisty

### 7.1 Popis optimální varianty

Návrh optimální varianty vychází z technickoekonomického hodnocení jednotlivých opatření. Doporučená varianta č. 3 tohoto auditu obsahuje zlepšení úrovně sledování spotřeb energií a celkové zateplení budovy včetně zpětného získávání tepla z VZT. Týká se způsobu provozu budovy odpovídajícího ČSN z hlediska vnitřních teplot.

V doporučené variantě jsou obsažena následující opatření:

- 4.1.1 – Zavést pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeby
- 4.1.3 – Vypínat cirkulaci TV v období mimo provoz budovy
- 4.2.1 – Instalovat vodoměr vody doplňované do systému TV
- 4.2.2 – Nahradit stávající osvětlení svítidly LED
- 4.3.2 – Vyměnit jednotky VZT za zařízení umožňující zpětné získávání tepla
- 4.3.3 – Zateplit obvodové zdivo původní budovy nad terémem
- 4.3.4 – Zateplit obvodové zdivo přístavby nad terémem
- 4.3.5 – Zateplit stropy původní budovy
- 4.3.6 – Zateplit vodorovné střechy přístavby
- 4.3.7 – Vyměnit stávající výplně za nové v původní budově
- 4.3.8 – Vyměnit stávající výplně za nové v přístavbě
- 4.3.10 – Provozovat samostatně kotle pro ÚT a VZT

Základní energetické a ekonomické ukazatele vybraných opatření jsou následující:

Tabulka č. 32: Základní ukazatele jednotlivých opatření doporučené varianty

| Opatření | Pořizov. výdaje | Roční úspory |          |                 |                |                  |                         |
|----------|-----------------|--------------|----------|-----------------|----------------|------------------|-------------------------|
|          |                 | Energie      |          | Osobních výdajů | Výdajů na opr. | Ostatních výdajů | Prostá doba návratnosti |
| ---      | tis.Kč          | GJ/r         | tis.Kč/r | tis.Kč/r        | tis.Kč/r       | tis.Kč/r         | roky                    |
| 4.1.1    | 0               | 0            | 0        | 0               | 0              | 0                | -                       |
| 4.1.3    | 0               | 20,0         | 10,9     | 0               | 0              | 0                | -                       |
| 4.2.1    | 3,0             | 0            | 0        | 0               | 0              | 0                | -                       |
| 4.2.2    | 15,0            | 18,0         | 21,0     | 0               | 0              | 0                | 0,71                    |
| 4.3.2    | 3000,0          | 192,5        | 105,3    | 0               | 0              | 0                | 28,49                   |
| 4.3.3    | 1932,0          | 305,7        | 167,2    | 0               | 0              | 0                | 11,56                   |
| 4.3.4    | 2681,0          | 220,9        | 120,8    | 0               | 0              | 0                | 22,19                   |
| 4.3.5    | 781,0           | 123,0        | 67,3     | 0               | 0              | 0                | 11,60                   |
| 4.3.6    | 1039,0          | 48,0         | 26,3     | 0               | 0              | 0                | 39,51                   |
| 4.3.7    | 1368,0          | 58,1         | 31,8     | 0               | 0              | 0                | 43,02                   |
| 4.3.8    | 1175,0          | 91,2         | 49,9     | 0               | 0              | 0                | 23,55                   |
| 4.3.10   | 300,0           | 150,0        | 82,0     | 0               | 0              | 0                | 3,66                    |

### 7.2 Roční úspory energie v MWh/r po realizaci optimální (doporučené) varianty

Realizací doporučené varianty bude dosažena úspora energie ve výši 285,5 MWh/r





### 7.3 Náklady v tisících Kč/r na realizaci optimální varianty

Náklady na realizaci doporučené varianty jsou očekávány ve výši 12294 tis.Kč

### 7.4 Průměrné roční provozní náklady v tisících Kč/r v případě realizace optimální varianty

V případě realizace doporučené varianty budou náklady na roční nákup energií pro provoz posuzované budovy ve výši 1167,6 tis.Kč.

### 7.5 Upravená energetická bilance pro optimální variantu

Tabulka č. 33: Upravená energetická bilance optimální varianty č.1

| Ukazatel                                 | Před realizací projektu |       |         | Po realizaci projektu |       |         |
|--|-------------------------|-------|---------|-----------------------|-------|---------|
|  | Energie                 |       | Náklad  | Energie               |       | Náklad  |
|  | GJ/r                    | MWh/r | tis. Kč | GJ/r                  | MWh/r | tis. Kč |
| Vstupy paliv a energie                   | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 1915,9                | 532,2 | 1167,6  |
| Změna zásob paliv                        | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Spotřeba paliv a energie                 | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 1915,9                | 532,2 | 1167,6  |
| Prodej energie cizím                     | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0     | 0       |
| Konečná spotřeba paliv a energie         | 2943,6                  | 817,7 | 1689,2  | 1915,9                | 532,2 | 1167,6  |
| Ztráty ve vlast. zdroji a rozvodech en.  | 315,7                   | 87,7  | 154,8   | 223,2                 | 62,0  | 104,3   |
| Spotřeba energie na vytápění             | 2181,9                  | 606,1 | 1081,2  | 1284,7                | 356,9 | 640,9   |
| Spotřeba energie na chlazení             | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na přípravu TUV         | 100,8                   | 28    | 50,6    | 80,8                  | 22,4  | 40,8    |
| Spotřeba energie na větrání              | 54                      | 15    | 63      | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba energie na úpravu vlhkosti      | 0                       | 0     | 0       | 0                     | 0,0   | 0       |
| Spotřeba energie na osvětlení            | 72                      | 20    | 84      | 54                    | 15,0  | 63      |
| Spotřeba en. na technol. a ostatní proc. | 219,2                   | 60,9  | 255,6   | 219,2                 | 60,89 | 255,6   |



## 7.6 Ekonomické a ekologické vyjádření pro optimální variantu

Ekonomické vyhodnocení a ekologické jsou uvedena v následujících tabulkách.

Tabulka č.34: Výsledky ekonomického vyhodnocení optimální varianty

| Parametr  | Jednotka      | Optimální varianta |
|---|---------------|--------------------|
| <b>Investiční výdaje projektu</b>                 | <b>tis.Kč</b> | <b>12294,0</b>     |
| Změna nákladů na energie                          | tis.Kč        | -521,6             |
| Změna ostatních provozních nákladů                | tis.Kč        | 0                  |
| -změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)          | tis.Kč        | 0                  |
| -změna ostatních provozních nákladů               | tis.Kč        | 0                  |
| -změna nákladů na emise a odpady                  | tis.Kč        | 0                  |
| Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpadů) | tis.Kč        | 0                  |
| <b>Přínosy projektu celkem</b>                    | <b>tis.Kč</b> | <b>521,6</b>       |
| Doba hodnocení                                    | roky          | 20                 |
| Roční růst cen energie                            | %             | 0                  |
| Diskont   | %             | 4                  |
| <b>Ts – prostá doba návratnosti</b>               | <b>roky</b>   | <b>23,57</b>       |
| <b>Tsd – reálná doba návratnosti</b>              | <b>roky</b>   | <b>34,69</b>       |
| <b>NPV – čistá současná hodnota</b>               | <b>tis.Kč</b> | <b>-5205,3</b>     |
| <b>IRR – vnitřní výnosové procento</b>            | <b>%</b>      | <b>&lt;0</b>       |

### Ekologický přínos

Jako přínos je vyjádřena změna emisí z lokálního i globálního pohledu. Při realizaci varianty č.3 dojde ke změně emisí v místě předmětu EA i v místě výroby el. energie.

Tabulka č. 35: Přínos optimální varianty oproti stávajícímu stavu – lokální

| Znečišťující látka | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Stávající stav     | 0,0000 | 0,0000          | 0,1200          | 0,0044 | 0,0000            | 0,0000 | 142,93          |
| Optimální var.     | 0,0000 | 0,0000          | 0,0730          | 0,0027 | 0,0000            | 0,0000 | 86,99           |
| Změna emisí        | 0,0000 | 0,0000          | 0,0470          | 0,0017 | 0,0000            | 0,0000 | 55,94           |

Tabulka č. 36: Přínos optimální varianty oproti stávajícímu stavu – lokální

| Znečišťující látka | TZL    | SO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO     | PM <sub>2,5</sub> | VOC    | CO <sub>2</sub> |
|--------------------|--------|-----------------|-----------------|--------|-------------------|--------|-----------------|
| Název opatření     | t/r    | t/r             | t/r             | t/r    | t/r               | t/r    | t/r             |
| Stávající stav     | 0,0037 | 0,0850          | 0,1773          | 0,0131 | 0,0022            | 0,0003 | 245,10          |
| Optimální var.     | 0,0035 | 0,0808          | 0,1275          | 0,0109 | 0,0021            | 0,0002 | 184,11          |
| Změna emisí        | 0,0002 | 0,0042          | 0,0498          | 0,0021 | 0,0001            | 0,0000 | 61,00           |



## 7.7 Návrh vhodné koncepce systému řízení hospodaření s energií

Hospodaření s energií sleduje energetik města Nový Jičín na základě faktur za spotřeby energií. Hodnoty opisuje manuálně obsluha zařízení a vkládá do počítačového systému zřízeného pro provádění energetického managementu.

Regulace vytápění, je prováděna automaticky dle nastavených teplotních křivek a požadovaných útlumů dle aktuálního harmonogramu provozu budovy (dny a časy divadelních představení a dalších aktivit). Požadavky na provoz systémů TZB vkládá do regulace správce budovy. Další regulace je ručním omezováním vytápění části budovy nastavením hlavic na termoregulačních ventilech. Tuto činnost zajišťuje personál budovy. V případě anomálií ve spotřebě energie je sjednána náprava. Není prováděno např. namátkové měření vnitřních teplot v budově.

Pro správné vyhodnocení spotřeb tepla na otop a ohřev TV chybí porovnávání spotřebovaného tepla v závislosti na venkovní teplotě, případně na množství spotřebované TV. U posuzované budovy s velmi nepravidelným provozem by mělo být bráno v úvahu i skutečné využití budovy ve sledovaném období.

Doporučuji tedy zavést sledování měrných spotřeb tepla na ohřev TV a spotřeby tepla pro otop s ohledem na venkovní teplotu. Doporučuji rovněž provádět namátkové měření vnitřních teplot v jednotlivých prostorách budovy z důvodu kontroly správné činnosti systému MaR a ASŘ vytápění.

V případě, že nebude možno provést úplné zateplení budovy z důvodů umístění budovy v památkové zóně doporučuji provést maximálně možné zateplení a různé požadavky na dodávku tepla do zcela a částečně zateplených prostor řešit na základě měření vnitřních teplot přizpůsobením otopné plochy radiátorů, tak aby bylo možno využívat kondenzačního režimu kotlů.

## 7.8 Popis okrajových podmínek pro optimální variantu

Spotřeba energie pro budovu ve stávajícím stavu byla stanovena na základě průměrné velikosti spotřeby energií ve sledovaném období roků 2015 a 2016 s přepočtením na běžnou hodnotu 3600 denostupňů. Ceny energií byly uvažované průměrné v tomto období.

U el. energie byla stanovena hodnota spotřeby budovy na 101,0 MWh/r. Pro ocenění úspor bylo uvažováno s průměrnou cenou el. energie 4200 Kč/MWh.

Průměrná spotřeba nakupovaného tepla byla na úrovni 2313 GJ/r. Cena tepla se pohybovala na úrovni 547 Kč/GJ. Při účinnosti kotelny 89,7 % se jedná o spotřebu zemního plynu na úrovni 2580,0 GJ/r, tj. 75770 m<sup>3</sup>/r plynu. Cena nákupu zemního plynu není k dispozici. Pro ekonomické výpočty bude uvažováno s cenou tepla.

Pro výpočet je uvažováno se stejným využitím jako doposud a s dodržováním vnitřních teplot dle ČSN 73 0540. Všechny ceny jsou bez DPH.





## 8 Evidenční list energetického auditu

Evidenční číslo:

125109.0/2017

### 1. Část - Identifikační údaje

#### 1. Jméno (jména), příjemní / název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA

Beskydské divadlo Nový Jičín, příspěvková organizace

#### 2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, případně adresa pro doručování

| <i>a) ulice</i> | <i>b) č.p./č.o.</i> | <i>c) část obce</i> |                   |
|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| Divadelní       | 873/5               |                     |                   |
| <i>d) obec</i>  | <i>e) PSČ</i>       | <i>f) email</i>     | <i>g) telefon</i> |
| Nový Jičín      | 741 01              |                     | 556770145         |

#### 3. Identifikační číslo

00096334

#### 4. Údaje o statutárním orgánu

| <i>a) jméno</i>            | <i>b) kontakt</i> |
|----------------------------|-------------------|
| Mgr. Pavel Bártek, ředitel | 556770140         |

#### 5. Předmět energetického auditu

##### *a) název*

Beskydské divadlo Nový Jičín, příspěvková organizace

##### *b) adresa*

Divadelní 873/5, 741 01 Nový Jičín

##### *c) popis předmětu EA*

Předmětem energetického auditu je budova Beskydského divadla V Novém Jičíně. Jedná se o budovu pro kulturu. Celá budova je provozována v rámci Beskydského divadla. Spotřeba zemního plynu je především na vytápění budovy a ohřev TV. Spotřeba elektrické energie je na osvětlení, napájení speciální jevištní techniky a napájení běžné kancelářské





techniky. Jedná se o podsklepenou budovu se pěti nadzemními podlažími o různém půdorysu i různé výšce jednotlivých podlaží, přibližně části podlaží. Ve sledovaném období byla budova využívána v plném rozsahu.

Budova se stavebně skládá ze dvou částí. Původní část pochází z konce devatenáctého století. Přístavba divadla byla provedena v rozmezí let 1986 – 1993. U původní budovy jsou základem pod budovou železobetonové pasy pod nosnými stěnami a betonová deska na které jsou vlastní skladby podlah. Vlastní nosná konstrukce všech podlaží této části budovy je provedena jako stěnový nosný systém z plných pálených cihel různých tloušťek. Obvodové zdivo není dodatečně zateplené a je zdobeno bosáží kolem oken a dalších prvků fasády. Okna jsou dřevěná zdvojená. Střechy jsou šikmé s půdními prostory buď nevyužitými, nebo využitými jako technické zázemí.

Dostavba na jižní straně budovy je provedena rovněž jako stěnový nosný systém na ŽB základech. Jako materiál nosného zdiva jsou použity keramické bloky CD IVA různých tloušťek. Střecha nové části je plochá, nosnou konstrukci tvoří ŽB vrstva na trapézovém plechu s tepelnou izolací, hydroizolací a pochůzí vrstvou z betonových dlaždic. Výplně otvorů jsou v kovových rámech s izolačními dvojskly.

Vnitřní přepážky jsou vyzděny z plných nebo dutých příčkových cihel. V r. 2003 byla provedena rekonstrukce kotelny. Kotelna na tuhá paliva umístěná v 1.PP byla zrušena a nahrazena plynovou kotelnou umístěnou v 5.NP. Součástí kotelny je nový systém pro ohřev TV. V budově byly v rámci rekonstrukce provedeny nové rozvody TV plastovým potrubím. Výplně otvorů jsou v celém rozsahu původní.

Do budovy je přivedena el. energie na napěťové úrovni NN do skříně SR5 a SR6 umístěné na fasádě budovy v místě schodiště dostavby. Přívod do skříně je proveden podzemními kabely ze dvou zdrojů. Odběr zemního plynu je pouze v kotelně, která slouží jen pro vytápění budovy. Kotelna je provozována externí organizací. Dodávka tepla do budovy je měřená samostatně pro otop a pro přípravu TV.



## 2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA

### 1. Charakteristika hlavních činností

Hlavní činností probíhající v budově je provoz divadelních představení

### 2. Vlastní zdroje energie

#### a) zdroje tepla

|                       |        |      |
|-----------------------|--------|------|
| počet                 | 4      | ks   |
| instalovaný výkon     | 0,668  | MW   |
| roční výroba          | 655,7  | MWh  |
| roční spotřeba paliva | 2629,6 | GJ/r |

#### b) zdroje elektřiny

|                       |   |      |
|-----------------------|---|------|
| počet                 | 0 | ks   |
| instalovaný výkon     | 0 | MW   |
| roční výroba          | 0 | MWh  |
| roční spotřeba paliva | 0 | GJ/r |

#### c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

|                          |   |      |
|--------------------------|---|------|
| počet                    | 0 | ks   |
| instal. výkon elektrický | 0 | MŠ   |
| instal. výkon tepelný    | 0 | MW   |
| roční výroba elektřiny   | 0 | MWh  |
| roční výroba tepla       | 0 | MWh  |
| roční spotřeba paliva    | 0 | GJ/r |

#### d) druhy primárního zdroje energie

|                |   |
|----------------|---|
| druh OZE       | - |
| druh DEZ       | - |
| fosilní zdroje | - |

### 3. Spotřeba energie

| Druh spotřeby   | Příkon       |           | Spotřeba energie |              | Energonositel               |
|-----------------|--------------|-----------|------------------|--------------|-----------------------------|
| Vytápění+ztráty | 0,6          | MW        | 693,8            | MWh/r        | zem. p., el. energie        |
| Chlazení        | 0            | MW        | 0                | MWh/r        | 0                           |
| Větrání         | 0,014        | MW        | 15,0             | MWh/r        | el. energie                 |
| Úprava vlhkosti | 0            | MW        | 0                | MWh/r        | 0                           |
| Příprava TV     | 0,068        | MW        | 28,0             | MWh/r        | zem. p., el. energie        |
| Osvětlení       | 0,085        | MW        | 20,0             | MWh/r        | el. energie                 |
| Technologie     | 0,15         | MW        | 60,9             | MWh/r        | el. energie                 |
| <b>Celkem</b>   | <b>0,917</b> | <b>MW</b> | <b>817,7</b>     | <b>MWh/r</b> | <b>zem. p., el. energie</b> |



### 3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

#### 1. Popis doporučených opatření

Návrh optimální varianty vychází z technickoekonomického hodnocení jednotlivých opatření. Doporučená varianta č. 3 tohoto auditu obsahuje zlepšení úrovně sledování spotřeb energií a celkové zateplení budovy včetně zpětného získávání tepla z VZT. Týká se způsobu provozu budovy odpovídajícího ČSN z hlediska vnitřních teplot.

V doporučené variantě jsou obsažena následující opatření:

- 4.1.1 – Zavést pravidelné sledování a vyhodnocování spotřeby
- 4.1.3 – Vypínat cirkulaci TV v období mimo provoz budovy
- 4.2.1 – Instalovat vodoměr vody doplňované do systému TV
- 4.2.2 – Nahradit stávající osvětlení svítidly LED
- 4.3.2 – Vyměnit jednotky VZT za zařízení umožňující zpětné získávání tepla
- 4.3.3 – Zateplit obvodové zdivo původní budovy nad terénem
- 4.3.4 – Zateplit obvodové zdivo přístavby nad terénem
- 4.3.5 – Zateplit stropy původní budovy
- 4.3.6 – Zateplit vodorovné střechy přístavby
- 4.3.7 – Vyměnit stávající výplně za nové v původní budově
- 4.3.8 – Vyměnit stávající výplně za nové v přístavbě
- 4.3.10 – Provozovat samostatně kotle pro ÚT a VZT

#### 2. Úspory energie a nákladů

##### *Spotřeba a náklady na energii - celkem*

|         | Stávající stav |           | Navrhovaný stav |           | Úspory |           |
|---------|----------------|-----------|-----------------|-----------|--------|-----------|
| Energie | 817,7          | MWh/r     | 532,2           | MWh/r     | 285,5  | MWh/r     |
| Náklady | 1689,2         | tis. Kč/r | 1167,6          | tis. Kč/r | 521,6  | tis. Kč/r |

##### *Spotřeba energie*

|                   | Stávající stav |       | Navrhovaný stav |       | Úspory |       |
|-------------------|----------------|-------|-----------------|-------|--------|-------|
| Vytápění + ztráty | 693,8          | MWh/r | 418,9           | MWh/r | 274,9  | MWh/r |
| Chlazení          | 0              | MWh/r | 0               | MWh/r | 0      | MWh/r |
| Větrání           | 15,0           | MWh/r | 15,0            | MWh/r | 0      | MWh/r |
| Úprava vlhkosti   | 0              | MWh/r | 0               | MWh/r | 0      | MWh/r |
| Příprava TV       | 28,0           | MWh/r | 22,4            | MWh/r | 5,6    | MWh/r |
| Osvětlení         | 20,0           | MWh/r | 15,0            | MWh/r | 5,0    | MWh/r |
| Technologie       | 60,9           | MWh/r | 60,9            | MWh/r | 0      | MWh/r |

#### 3. Ekonomické hodnocení



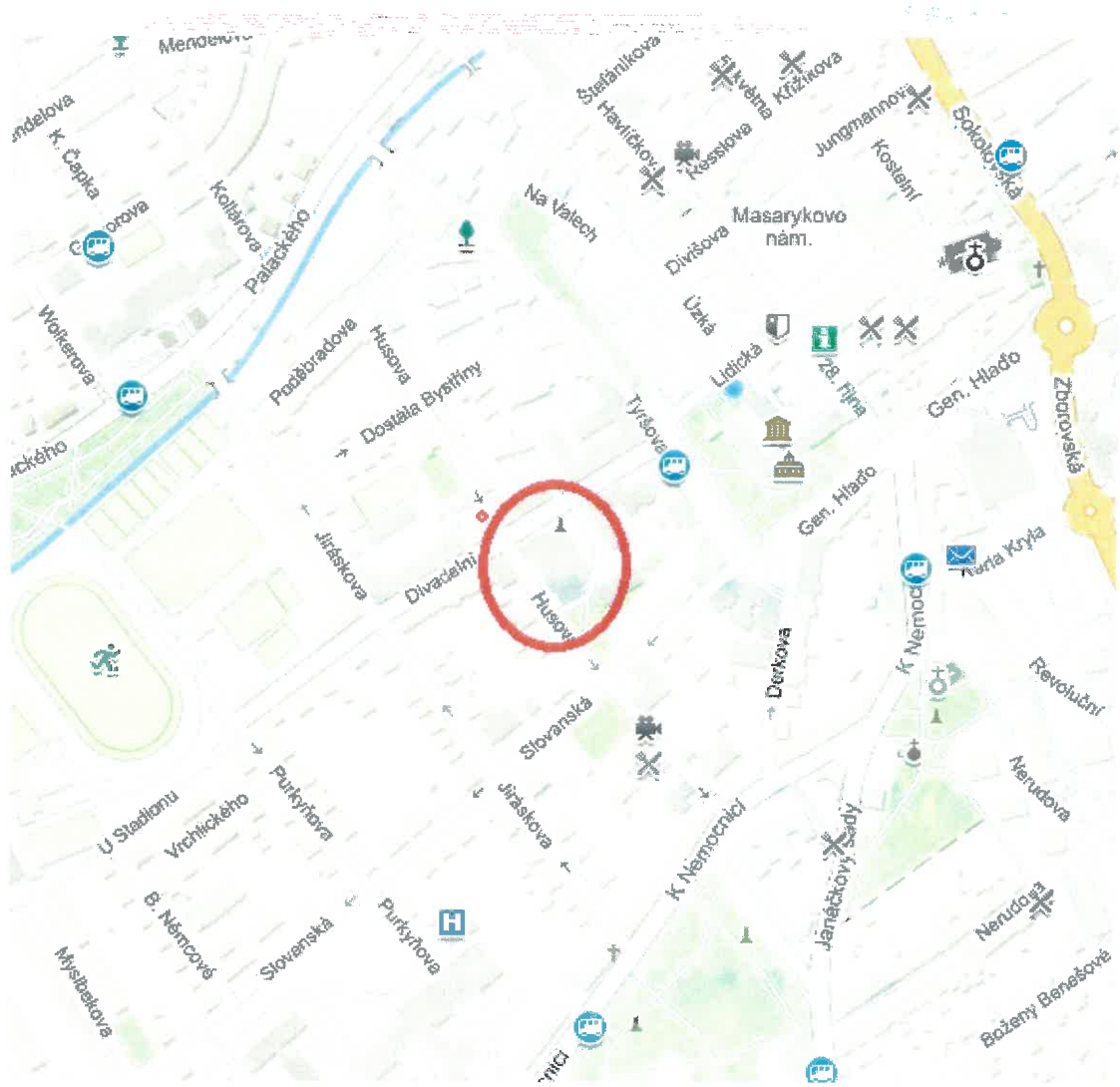
#### 4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

|  |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>1. Jméno (jména) a příjmení</b>   | <b>Titul</b>                     |
| Lubomír Prokop   | Ing.                             |
| <b>2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů</b>   | <b>3. Datum vydání oprávnění</b> |
| 33   | 22. 2 2002                       |
| <b>4. Datum posledního průběžného vzdělání</b>   |                                  |
| 24. 3. 2017  |                                  |
| <b>5. Podpis</b>   | <b>6. Datum</b>                  |
|   | 31. 11. 2017                     |
|  |                                  |





Umístění předmětu energetického auditu.



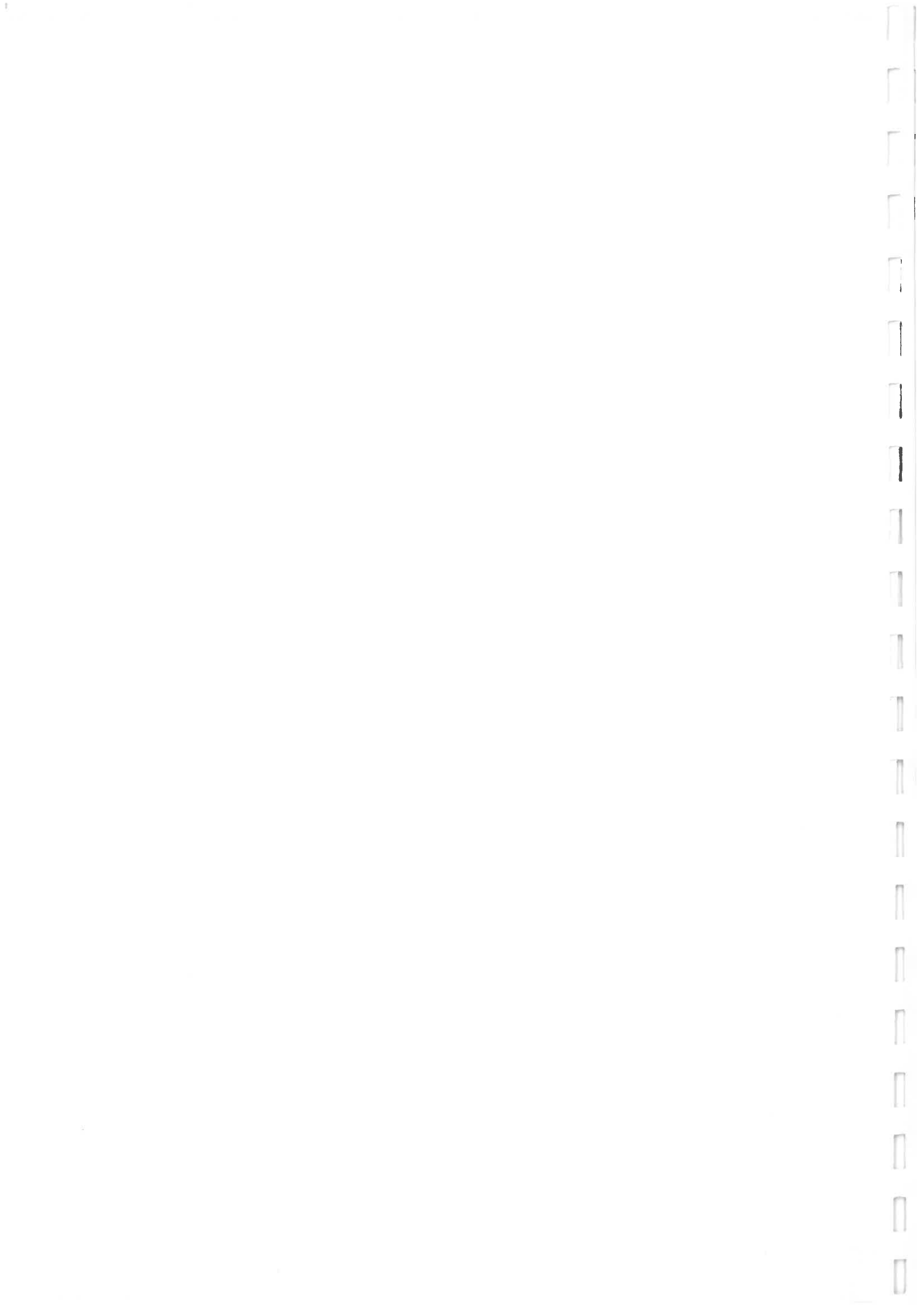


## **Příloha č. 9.2**

Příloha je uložena u zpracovatele energetického auditu









Pohled na původní část budovy se vstupem do divadla.



Pohled na přístavbu divadla.





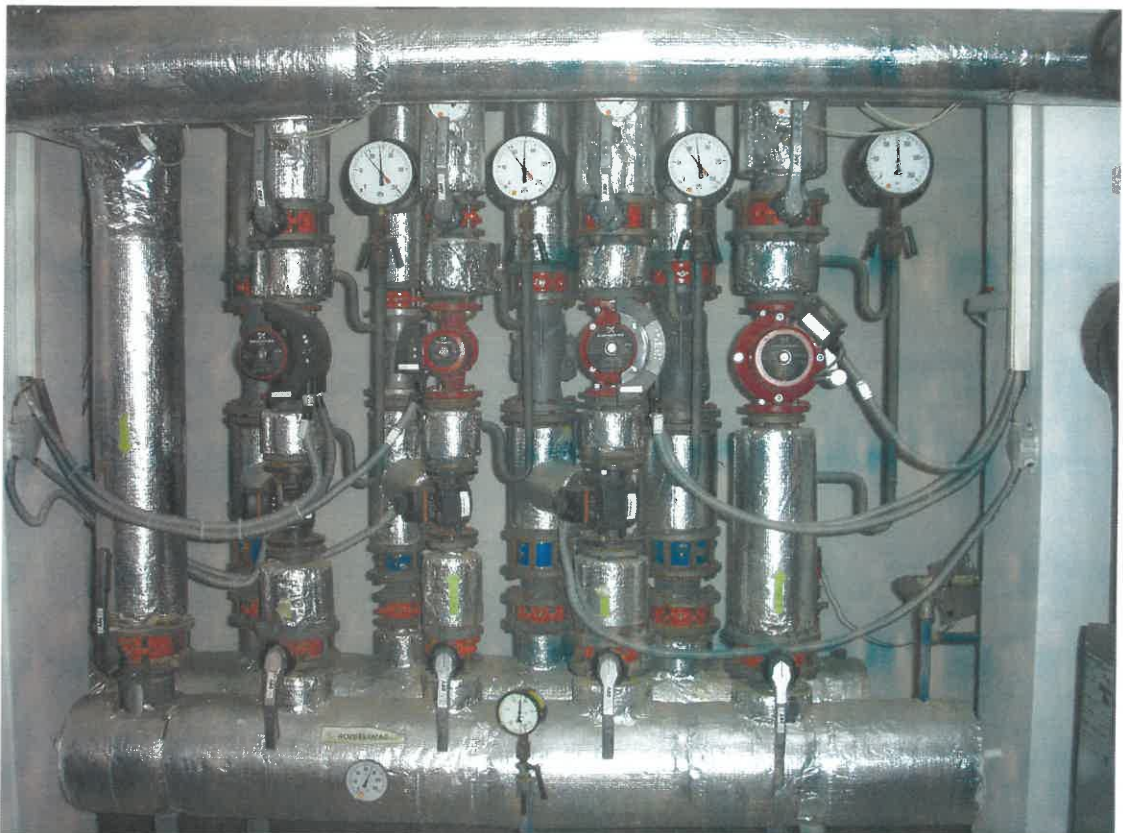


Jedna ze zastaralých jednotek VZT.



Rozvody energií v 1.PP budovy.





Rozdělovač/sběrač vytápění budovy.



Ohřivač TV pro bufet.





**MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU**

Na Františku 32, 110 15 Praha 1

**Ing. Lubomír Prokop**

r. č. 600801/0052

**je oprávněn**

**provádět energetický audit**

s platností od 22.2.2002

**vypracovávat průkazy energetické náročnosti budovy**

s platností od 17.7.2008

**provádět kontroly kotlů**

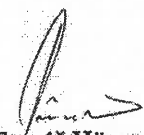
s platností od 17.7.2008

podle zákona č. 406/2006 Sb., o hospodaření energií

**Číslo oprávnění: 0033**



V Praze dne 17. července 2008

  
Ing. Tomáš Hüner

náměstek ministra průmyslu a obchodu

