

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	SOUČASNÝ STAV ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ OBJEKTU	4
2.1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	4
2.1.1	Identifikace zadavatele energetického auditu	4
2.1.2	Identifikace provozovatele předmětu energetického auditu	4
2.1.3	Identifikace zpracovatele energetického auditu	4
2.1.4	Identifikace objektu	5
2.2	PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO AUDITU	5
2.2.1	Podklady k řešenému objektu	5
2.2.2	Literatura	5
2.2.3	Vyhlášky, předpisy, normy	5
2.3	VÝCHOZÍ STAV OBJEKTU	6
2.3.1	Základní popis předmětu energetického auditu	6
2.3.2	Prostorové řešení objektu	8
2.3.3	Stavebně konstrukční řešení	10
2.3.4	Technická zařízení budovy	10
2.3.5	Skutečná spotřeba energie objektu	12
2.4	ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	14
2.4.1	Energetická bilance	14
2.4.2	Legislativní požadavky a skutečnost	15
2.4.3	Hodnocení spotřeby energie	16
3	ZPŮSOB NÁVRHU A POSOUZENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	17
3.1	POTENCIÁL ÚSPOR ENERGIE	17
3.2	NÁVRH A POSOUZENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	17
3.3	ENERGETICKÉ POSOUZENÍ	18
3.3.1	Potřeba tepla na vytápění objektu	18
3.3.2	Potřeba tepla na přípravu TV	19
3.3.3	Potřeba elektrické energie	20
3.4	EKONOMICKÉ POSOUZENÍ	20
3.5	PŘÍNOS PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	22
4	NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	23
4.1	STAVEBNÍ ČÁST	23
4.2	OBVODOVÉ STĚNY	23
4.2.1	Technologie zateplení obvodových stěn	23
4.2.2	Hodnocení zateplení obvodových stěn	24
4.3	STŘECHA	25
4.3.1	Technologie zateplení střechy	25
4.3.2	Hodnocení zateplení střechy	25
4.4	VÝPLNĚ OTVORŮ	26

4.4.1	Úpravy výplní otvorů	26
4.4.2	Hodnocení úprav výplní otvorů	26
4.5	VNITŘNÍ KONSTRUKCE	27
4.6	VYTÁPĚNÍ	27
4.7	PŘÍPRAVA TV	27
4.8	ELEKTROINSTALACE	27
4.9	MOŽNOSTI VYUŽITÍ OZE	27
4.9.1	Decentralizované systémy dodávky energie založené na energii z obnovitelných zdrojů	28
4.9.2	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	28
4.9.3	Dálkové nebo blokové ústřední vytápění	28
4.9.4	Tepelná čerpadla	28
4.9.5	Využití odpadního tepla	28
4.10	NÁKLADOVOST OPATŘENÍ	29
4.10.1	Opatření beznákladová	29
4.10.2	Opatření nízkonákladová	29
4.10.3	Opatření středněnákladová	29
4.10.4	Opatření vysokonákladová	29
4.11	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI, NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	30
5	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	31
5.1	SOUHRNNÉ VARIANTY PRO DALŠÍ POSOUZENÍ	31
5.1.1	Souhrnná varianta A – úsporná varianta	31
5.1.2	Souhrnná varianta B – maximální efektivnost vložených investic	32
5.1.3	Souhrnná varianta C – maximální úspora energie	32
5.2	ENERGETICKÁ BILANCE OBJEKTU	33
5.3	EKONOMICKÁ ROZVAHA	33
5.4	PŘÍNOS PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	35
5.5	SOUHRNNÉ STANOVISKO K VÝBĚRU OPTIMÁLNÍ VARIANTY	36
5.5.1	Kritéria výběru	36
5.5.2	Optimální varianta	38
5.5.3	Rizika navržených opatření – popis okrajových podmínek	41
5.5.4	Návrh vhodné koncepce systému managementu hospodaření	41
5.5.5	Záruka dosažitelných úspor	44
6	ZÁVĚR	45
7	ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU	46
	PŘÍLOHY:	52

1 ÚVOD

Na základě požadavku zadavatele, jímž je Královéhradecký kraj, byl zpracovatelem (Energy Consulting Service, s.r.o.) zpracován předložený energetický audit, jehož předmětem je domov mládeže v obci Rychnov nad Kněžnou, Javornická 1209.

Energetický audit je průzkum efektivnosti spotřeby energií a finančních nákladů na jejich zajištění pro účel provozování předmětu energetického auditu, nalezení všech technicky a ekonomicky realizovatelných opatření ke snížení ekonomické náročnosti, určení potřeby finančních prostředků na jejich realizaci a předpokládaného ekonomického efektu.

Energetický audit je zpracovaný pro potřeby dotačního titulu Operačního programu Životního prostředí, na základě §5 odst. 3, b vyhlášky 480/2012 Sb. bude vybrána optimální varianta podle kritérií dotačního titulu. Výběrová (hodnoticí) kritéria pro projekty přijímané v rámci LX. výzvy Operačního programu Životní prostředí (prioritní osa 3), oblast podpory: 3.2 realizace úspor energie a využití odpadního tepla u nepodnikatelské sféry, podoblast podpory: 3.2.1 realizace úspor energie jsou:

1. Ekologická relevance projektu:

- měrná finanční náročnost snížení emisí skleníkových plynů [tis. Kč/t CO₂.rok],
- měrná náročnost na úsporu energie [tis. Kč/GJ].

2. Technická úroveň projektu:

- měrná finanční náročnost zateplení budovy (poměr váženého součtu finančních náročností jednotlivých prvků obálky projektu a standardních finančních náročností),
- úspora energie [%],
- dosažený energetický standard budovy po rekonstrukci (velikost průměr. součinitele prostupu tepla obálkou budovy U_{em} po rekonstrukci [W/(m².K)] ve vztahu k požadované hodnotě této veličiny $U_{em,N,rq}$ stanovené podle ČSN 73 0540-2).

Opatření ke snížení spotřeby energie na provozování objektu mohou být realizována za podmínky zajištění tepelné pohody, hygienických podmínek a požadovaného komfortu užívání objektu.

Energetický audit se zaměřuje na:

- zjištění stavu energetického hospodářství,
- sestavení energetické bilance celého objektu a jejich dílčích částí,
- variantní návrh opatření ke snížení spotřeby energií,
- energetické, ekonomické, technické a environmentální hodnocení navržených opatření,
- doporučení nejvhodnější varianty navržených opatření.

Předmětem energetického auditu jsou tyto energie:

- teplo na vytápění objektu,
- teplo na přípravu TV,
- elektrická energie.

2 SOUČASNÝ STAV ENERGETICKÉHO HOSPODÁŘSTVÍ OBJEKTU

2.1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

2.1.1 Identifikace zadavatele energetického auditu

Tabulka č. 2.1 – Identifikace zadavatele energetického auditu

Název zadavatele	Královéhradecký kraj
Adresa	Pivovarské náměstí 1245/2, 50003 Hradec Králové
IČ	70889546

2.1.2 Identifikace provozovatele předmětu energetického auditu

Tabulka č. 2.2 – Identifikace provozovatele předmětu energetického auditu

Název provozovatele	Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, Rychnov nad Kněžnou, U Stadionu 1166
Adresa	U Stadionu 1166, 51601 Rychnov nad Kněžnou
IČ	75137011
Statutární zástupce	Mgr. Bc. Dana Havranová, ředitelka školy Tel.: 494 539 211, Email: havranova@vosrk.cz
Kontaktní osoba	Bc. Aleš Kouba, vedoucí úseku pro provoz a rozvoj Tel.: 494 539 279, 605 817 868, Email: kouba@vosrk.cz

2.1.3 Identifikace zpracovatele energetického auditu

Tabulka č. 2.3 – Identifikace zpracovatele energetického auditu

Zpracovatel	Energy Consulting Service, s.r.o.
Adresa	Žižkova tř. 309/12, 370 01 České Budějovice
IČ a DIČ	280 62 868, CZ28062868
Telefon	603 320 822
E-mail a URL	info@ecservice.cz , http://www.ecservice.cz
Statutární zástupce	Ing. Martin Škopek, Ph.D. – jednatel
Energetický specialista	Ing. Martin Škopek, Ph.D.
Adresa	Dělnická 412, 373 81 Kamenný Újezd
Kontakt	Tel.: 603 320 822, E-mail: martin@ecservice.cz
Zápis v seznamu energet. specialistů	Osvědčení č. 0628, vydané MPO 26. 6. 2009

2.1.4 Identifikace objektu

Tabulka č. 2.4 – Identifikace předmětu energetického auditu

Předmět auditu	Domov mládeže
Název a kód obce	Rychnov nad Kněžnou, 576069
Kategorie obce	Město
Okres a kraj	Rychnov nad Kněžnou, Královéhradecký
Název a kód katastrálního území	Rychnov nad Kněžnou, 744107
Parcelní číslo	940/3
Adresa	Javornická 1209, 51601 Rychnov nad Kněžnou
Majetkoprávní vztah k zadavateli	Zadavatel je vlastníkem předmětu auditu

2.2 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO AUDITU

2.2.1 Podklady k řešenímu objektu

Základními podklady pro zpracování energetického auditu byly:

- prohlídka objektu provedená zpracovateli Energetického auditu dne 7. 3. 2014,
- informace od vlastníka objektu o provedených úpravách objektu, spotřebách energií apod.,
- klimatické údaje z ČHMÚ,
- nekompletní projektová dokumentace.

2.2.2 Literatura

Při zpracování energetického auditu byla využita následující literatura:

- Energetický audit budov, Jaga 1996.
- Metodický pokyn ke zpracování energetického auditu České energetické agentury.
- Katalog klíčových hodnot budov, ČEA 1999.
- Referenční podmínky při hodnocení úrovně energetické spotřeby, ČEA.
- Sborník doporučených energeticky úsporných opatření na obvodových pláštích, ČEA 1999.
- Tepelné izolace potrubí, armatur a nádob, ČEA 1994.
- Hospodárná příprava teplé užitkové vody v bytových budovách, ČEA 1995.
- Úsporné umělé osvětlení škol a bytů, ČEA 1994.
- Aplikace metodiky hodnocení efektivnosti energetických investic, ČEA 1997.
- Finanční příprava a hodnocení projektů úspor při spotřebě energie, ČEA.
- Vyhodnocení potenciálu úspor energie a jeho využití, ČEA.
- Tepelně technické a energetické vlastnosti budov, Grada 2002.

2.2.3 Vyhlášky, předpisy, normy

- Zákon č. 406/2006 Sb. o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů,
- Vyhláška č. 480/2012 Sb. o energetickém auditu a energetickém posudku,
- ČSN EN ISO 50001:2012, Systémy managementu hospodaření s energií - Požadavky s návodem k použití,

- Nařízení vlády 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší,
- ČSN 73 0540-2; z roku 2011.
- ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby tepla na vytápění – Obytné budovy.
- ČSN 38 3350:88 Zásobování teplem. Všeobecné zásady.
- ČSN 06 0320 Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování.
- ČSN 73 4301 Obytné budovy.

2.3 VÝCHOZÍ STAV OBJEKTU

2.3.1 Základní popis předmětu energetického auditu

Jedná se o objekt domova mládeže ve městě Rychnov nad Kněžnou. Objekt slouží k ubytování studentů Vyšší odborné školy a Střední průmyslové školy v Rychnově nad Kněžnou se sídlem U Stadionu 1166. Půdorys objektu je obdélníkový o rozměrech 35,55 m × 13,75 m

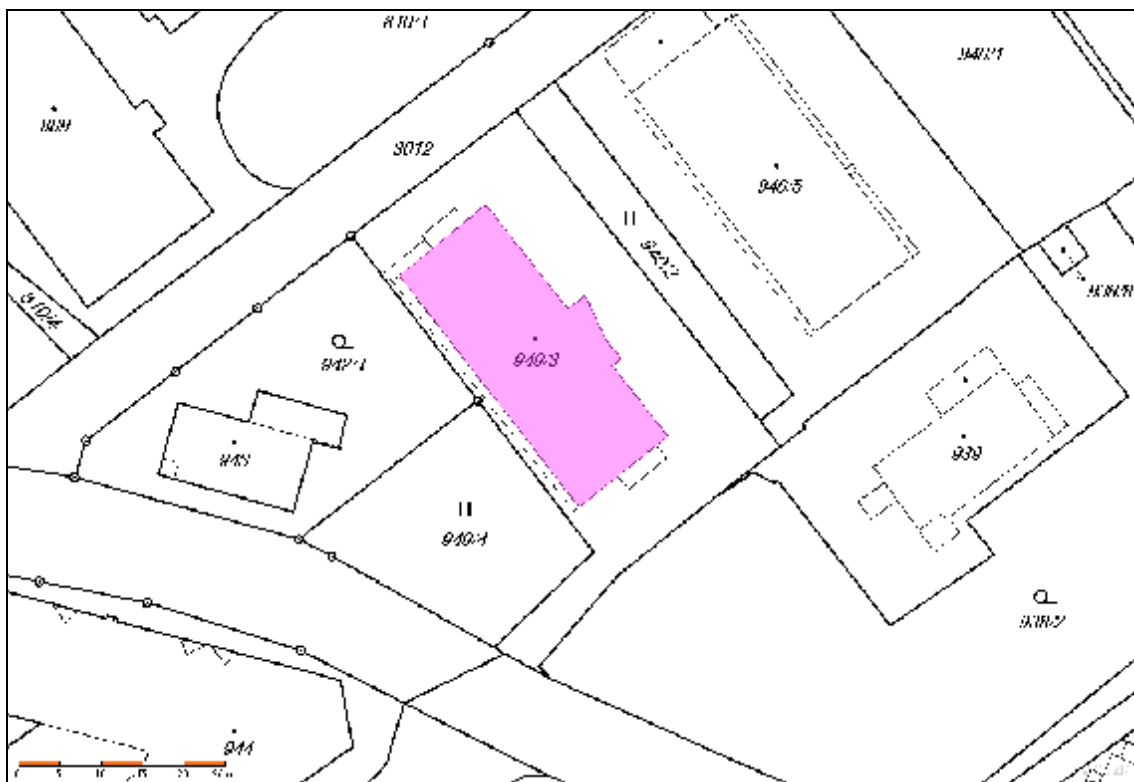
Objekt je celkem pětipodlažní. V 1. PP jsou místnosti využívané jako posilovna, truhlárna, šatna, archiv, dílna, učebna, kuchyňka a studentský klub. Čtyři nadzemní podlaží jsou užívána k ubytování studentů. Na každém patře je společenská místnost, sociální zařízení a čajová kuchyňka. V 1. NP je byt domovníka s vlastním bočním vstupem. Ve 2. NP jsou místnosti pro vychovatele a ředitelna. Jihozápadní průčelí je tvořeno stěnou lodžii. Hlavní vstup do objektu je po schodišti do 1. NP. Vstup pro studenty je z jihozápadního průčelí do 1. PP. Boční vchody jsou na obou štítech.

Pokoje jsou dvoulůžkové a třílůžkové na garsoniérách. Každý pokoj je vybaven přípojkou na internet, umyvadlem s teplou a studenou vodou a zrcadlovou skříňkou, vestavěnou skříň, pracovními stoly a válečkami s úložným prostorem, v každém podlaží je společné sociální zařízení (WC, sprchy), západní pokoje mají balkon.

Lůžková kapacita budovy je 101 lůžek. Ve školním roce 2013/2014 je počet ubytovaných žáků 67. Ve služebním bytě jsou ubytovány 2 osoby. V domově mládeže je zaměstnáno 5 vychovatelů, 2 pracovnice úklidu a 1 domovník.

Obr. č. 1 – situační umístění objektu

(převzato z <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/>)

Obr. č. 2 – znázornění objektu v katastrální mapě

(převzato z <http://sgi.nahlizenidokn.cuzk.cz/marushka/>)

2.3.2 Prostorové řešení objektu

Samotná budova je celkem pětipodlažní. Půdorys objektu je obdélníkový o rozměrech 35,55 m × 13,75 m.

1. PP je částečně zapuštěné pod terén, místnosti zde jsou využívány jako posilovna, truhlárna, šatna, archiv, dílna, učebna, kuchyňka a studentský klub. Čtyři nadzemní podlaží jsou užívána k ubytování studentů. Na každém patře je společenská místnost, sociální zařízení a čajová kuchyňka. V 1. NP je byt domovníka s vlastním bočním vstupem. Ve 2. NP jsou místnosti pro vychovatele a ředitelna. Jihozápadní průčelí je tvořeno stěnou lodžii. Hlavní vstup do objektu je po schodišti do 1. NP. Vstup pro studenty je z jihozápadního průčelí do 1. PP. Boční vchody jsou na obou štítech.

Objekt je postaven v kombinaci příčného a podélného nosného stěnového systému, ztužený příčnými nosnými stěnami. Svislé nosné obvodové konstrukce tvoří zdivo z cihel CDm 150 tl. 375 mm. Vnitřní nosné stěny jsou z cihel CDm 150 tl. 250 mm. Příčky jsou z cihel CDm tl. 125 mm a cihel plných. Štíty objektu a část jihozápadního průčelí u západního nároží (kde nejsou balkóny) jsou zateplené polystyrenem v tl. 50 mm.

Stropy jsou železobetonové z panelů T0B v tl. 225 mm. Střecha je plochá, tvořená z panelů T0B v tl. 225 mm, spádovou vrstvou násypu jemné suché škváry v tl. 30 až 150 mm, tepelnou izolací z plynosilikátových desek v tl. 200 mm a asfaltovou krytinou. Střecha byla v roce 1995 dodatečně zateplena tepelným izolantem v tl. 50 mm.

Zpracování energetického auditu je provedeno na základě podkladů předaných majitelem objektu ze dne 7. III. 2014 a údaje uvedené v tomto auditu odpovídají zjištěným skutečnostem z prohlídky objektu k danému datu.

Energetický audit vychází z těchto získaných údajů a jakékoliv nepřesnosti vyplývající z nesprávných vstupních údajů nejsou důvodem pro reklamaci.

Geometrické charakteristiky objektu jsou uvedeny v samostatné příloze č. 1.

Obr. č. 3 – západní nároží objektu**Obr. č. 4 – severovýchodní průčelí**

2.3.3 Stavebně konstrukční řešení

Skladby všech dále popisovaných konstrukcí, včetně jejich event. úprav jsou podrobně uvedeny v samostatné příloze č. 2.

Obvodový plášť

Objekt je postaven v kombinaci příčného a podélného nosného stěnového systému, ztužený příčnými nosnými stěnami. Svislé nosné obvodové konstrukce tvoří zdivo z cihel CDm 150 tl. 375 mm. Vnitřní nosné stěny jsou z cihel CDm 150 tl. 250 mm. Příčky jsou z cihel CDm tl. 125 mm a cihel plných. Štítový objekt a část jihozápadního průčelí u západního nároží (kde nejsou balkóny) jsou od roku 1995 zateplené polystyrenem v tl. 50 mm.

Střecha

Stropy jsou železobetonové z panelů T0B v tl. 225 mm. Střecha je plochá, tvořená z panelů T0B v tl. 225 mm, spádovou vrstvou násypu jemné suché škváry v tl. 30 až 150 mm, tepelnou izolací z plynosilikátových desek v tl. 200 mm a asfaltovou krytinou. Střecha byla dodatečně zateplena tepelným izolantem v tl. 50 mm.

Podlaha

Podlaha na terénu pod 1. PP je betonová bez významné vrstvy tepelného izolantu. Nášlapnou vrstvu tvoří převážně PVC, popř. keramická dlažba, koberec a v rekonstruované části studentského klubu laminátová plovoucí podlaha.

Výplně otvorů

Okna v objektu jsou dřevěná zdvojená s jednoduchým zasklením, která nesplňují potřebné tepelně izolační vlastnosti. Rozměry oken jsou převážně 2 100 × 600 mm (v 1. PP), 1 200 × 1 600 mm, 2 100 × 1 600 mm, 900 × 900 mm a balkonové dveře 900 × 2 500 mm.

Vchodové dveře do objektu pro studenty v 1. PP jsou již vyměněné za nové se zasklením izolačním dvojsklem o součiniteli prostupu tepla $U_g = 1,1 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$. Hlavní vstupní portál do 1. NP je dřevěný s jednoduchým zasklením cca z roku 1996. Boční dveře vedoucí k bytu domovníka v 1. NP jsou dřevěné plné se světlíky z luxferových výplní po stranách. Boční dveře vedoucí do 1. PP za zádveřím jsou obyčejné vnitřní dřevěné dveře.

Okenní spáry původních oken jsou těsněny částečně, avšak těsnění není plně funkční. Vzniklými otvory dochází k intenzivní výměně vzduchu. Též v některých místech mezi okenním rámem a ostěním vznikají drobné mezery, jimiž dochází k proudění vzduchu z exteriéru do interiéru a obráceně.

2.3.4 Technická zařízení budovy

Vytápění

Objekt je napojen na zdroj centrálního zásobování teplem, který provozuje Tepelné hospodářství Rychnov nad Kněžnou, s.r.o. pomocí dvoutrubkové přípojky. Z tohoto rozvodu je zajištěn otop objektu a zároveň příprava teplé vody. Měření tepla je prováděno pomocí ultrazvukové měřicí jednotky a elektronické vyhodnocovací jednotky zn. Combimeter II. Průtočné množství je řešeno škrcením pomocí přímého ventilu ovládaného servopohonem zn. Siemens SQX 32. Cirkulační čerpadlo ÚT je s elektronicky proměnnými otáčkami. Dodavatelem systému MaR je fa Ecoterm.

Radiátory na pokojích ubytovaných studentů jsou převážně původní litinové žebrové opatřené termoregulačními hlaviciemi.

Rozvody jsou původní ocelové, v prostoru kotelny opatřeny návlekovou izolací Mirelon převážně o tl. 10 mm a páteřní rozvod v suterénu je opatřen původní izolací z čedičové vaty o tl. cca 30 mm fixovaný k potrubí vlnkovou lepenkou.

O víkendech dochází k útlumu topení, studenti by měli dle prohlášení domovníka stahovat hlavice radiátorů na stupeň pouze teploty prostor. Realizace však nemusí být vždy stoprocentní z důvodu lidského faktoru a i případného využití prostor o víkendech. Byt správce objektu je vytápěn celoročně a nemá samostatné měření spotřeby tepla.

Větrání

Větrání v objektu je přirozené, na sociálních zařízeních pomocí odtahových ventilátorů.

Příprava teplé vody

Objekt je napojen na zdroj centrálního zásobování teplem, který provozuje Tepelné hospodářství Rychnov nad Kněžnou, s.r.o. dvourubkovým přívodem. přes trojcestný směšovací ventil je regulována požadovaná teplota teplé vody, která je ohřívána přes deskový výměník a takto připravená teplá voda je akumulována ve dvou akumulčních nádržích o objemech á 540 litrů sloužící k vyrovnání odběrových špiček TV. Nabíjecí i cirkulační čerpadlo jsou s el. proměnnými otáčkami. Rozvody TV jsou původní ocelové opatřené v prostoru kotelny návlekovou izolací typu Mirelon tl. cca 10 mm. Spotřeba tepla na přípravu teplé vody není samostatně měřená, její spotřeba se součástí celkové spotřeby tepla dodávaného z CZT. Spotřeba teplé vody byla stanovena jako 50 % celkové spotřeby studené vody v objektu, která je měřená. Teplo potřebné k ohřevu teplé vody bylo odečteno od celkové spotřeby tepla dodávaného do objektu ze zdroje CZT (vč. příslušných nákladů).

Dodavatelem tepla je Tepelné hospodářství Rychnov nad Kněžnou, s.r.o., dodavatelem studené vody je Aqua servis, a.s.

Elektroinstalace

Elektrina je v objektu využívána převážně na osvětlení, na provoz drobných elektrospotřebičů ubytovaných studentů (zejména výpočetní technika aj.), provoz studentského klubu a volnočasových aktivit, pro přípravu jednoduchých pokrmů, kancelářské spotřebiče atd.

Byt správce objektu má samostatně měřenou spotřebu elektrické energie, tato spotřeba není předmětem EA.

Osvětlovací soustavu na chodbách tvoří zářivková svítidla o příkonu 2×36 W.

Na pokojích je vždy jedno zářivkové svítidlo o příkonu 2×36 W, jedno žárovkové svítidlo o příkonu 40 W, lokální přisvícení stolů lampičkami se žárovkami o příkonech 40 až 60 W a u nově vybavených galerek jsou halogenová bodová světla o příkonu 2×40 W.

V prostorech sociálních zařízení a v suterénu je taktéž převážně použito žárovkového osvětlení o příkonech 40 až 100 W.

2.3.5 Skutečná spotřeba energie objektu

Pro ověření správnosti návrhu úsporných opatření a výpočtu úspor energie na provozování objektu byly od vlastníka objektu získány skutečné spotřeby energií objektu za roky 2011 – 2013.

Spotřeba tepla na přípravu teplé vody není samostatně měřená, její spotřeba se součástí celkové spotřeby tepla dodávaného z CZT. Spotřeba teplé vody byla stanovena jako 50 % celkové spotřeby studené vody v objektu, která je měřená. Teplo potřebné k ohřevu teplé vody bylo odečteno od celkové spotřeby tepla dodávaného do objektu ze zdroje CZT (vč. příslušných nákladů).

Hodnoty spotřeb energií jsou uvedeny v tabulce č.2-6.

Tabulka č. 2.6 – Spotřeby energií ve sledovaném období

Rok	Teplo na vytápění objektu	Teplá voda (TV)		Elektrická energie		Celkem spotřebovaná energie
		Teplo na přípravu TV	Množství teplé vody			
	[GJ/a]	[GJ/a]	[m ³ /a]	[kWh/a]	[GJ/a]	[GJ/a]
2011	605,36	217,64	1 138,55	20 426,00	73,53	896,53
2012	712,83	244,17	1 277,35	23 365,00	84,11	1 041,11
2013	793,18	204,82	1 071,50	19 789,00	71,24	1 069,24
Průměr	703,79	222,21	1 162,47	21 193,33	76,30	1 002,30
<i>Legenda:</i>						
	minima	maxima	Sledované období: poslední 3 roky (2013 až 2011)			

Tabulka č. 2.7 – Rozdělení spotřeby tepelné energie ve sledovaném období

Teplo:	dodané do objektu	na vytápění	na přípravu TV	na vytápění	na přípravu TV	na ohřev 1 m ³ TV
Rok	[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]	[%]	[%]	[GJ/m ³]
2011	823,00	605,36	217,64	73,56%	26,44%	0,191
2012	957,00	712,83	244,17	74,49%	25,51%	0,191
2013	998,00	793,18	204,82	79,48%	20,52%	0,191
Průměr	926,00	703,79	222,21	75,84%	24,16%	0,19
<i>Legenda:</i>						
	minima	maxima	Sledované období: poslední 3 roky (2013 až 2011)			

Tabulka č. 2.8 – Náklady na nákup energií ve sledovaném období

<i>Ceny uvažovány vč. DPH!</i>	na vytápění objektu	na přípravu teplé vody	na vytápění a přípravu teplé vody	na el. energii	celkové náklady za nákup energií	Počet osob v objektu
Rok	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[Kč]	[–]
2011	328 420,0	197 535,9	525 955,9	108 470,7	634 426,6	74
2012	356 416,8	224 152,2	580 569,0	124 052,5	704 621,5	74
2013	404 996,3	190 197,5	595 193,8	107 135,4	702 329,2	74
Průměr	363 277,7	203 961,9	567 239,6	113 219,5	680 459,1	74,0
<i>Legenda:</i>						
	minima	maxima	Sledované období: poslední 3 roky (2013 až 2011)			

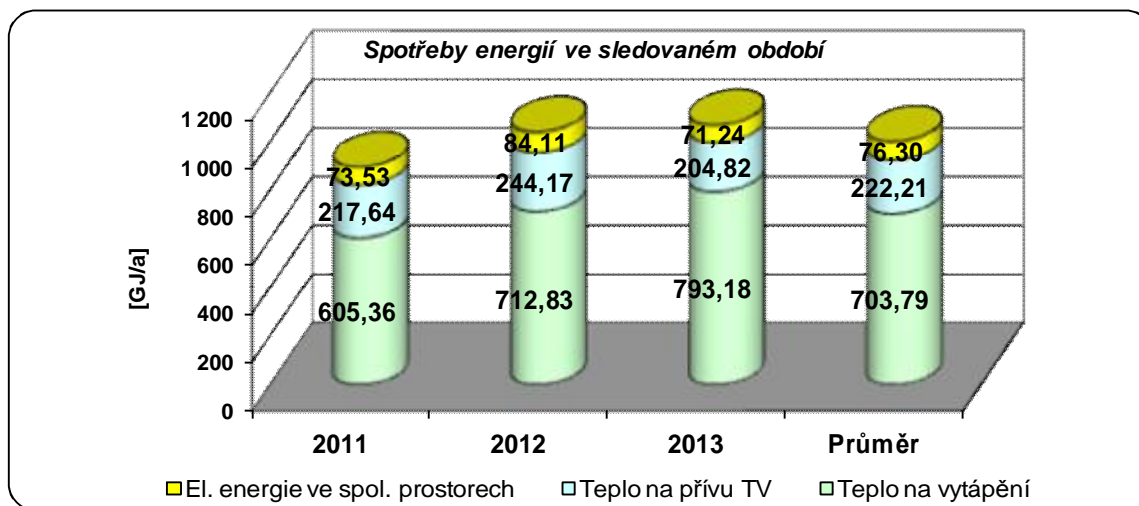
Tabulka č. 2.9 – Měrné ukazatele – jednotkové ceny nakupovaných energií ve sledovaném období

<i>Ceny uvažovány vč. DPH!</i>	na vytápění objektu	na přípravu teplé vody	na vytápění a přípravu teplé vody	na přípravu teplé vody	na el. energii	celkové náklady za nákup energií
Rok	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/GJ]	[Kč/m ³]	[Kč/kWh]	[Kč/GJ]
2011	542,5	907,6	639,1	173,5	5,31	707,6
2012	500,0	918,0	606,7	175,5	5,31	676,8
2013	510,6	928,6	596,4	177,5	5,41	656,8
Průměr	517,7	918,1	614,0	175,5	5,34	680,4
<i>Legenda:</i>						
	minima	maxima	Sledované období: poslední 3 roky (2013 až 2011)			

Tabulka č. 2.11 – Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech

Příloha č. 2 k vyhl. č. 480/2012 Sb.						
Soupis základních údajů o energetických vstupech						
Pro rok: 2013 (před realizací projektu)						
ř.	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jedn.	Přepočet na MWh	Roční náklady v tis. Kč ***
1	Elektřina	MWh	19,79	3,60	19,79	107,14
2	Teplo	GJ	998,00		277,22	595,19
3	Zemní plyn	MWh				
4	Jiné plyny	MWh				
5	Hnědé uhlí	t				
6	Černé uhlí	t				
7	Koks	t				
8	Jiná pevná paliva	t				
9	TTO	t				
10	LTO	t				
11	Nafta	t				
12	Druhotné zdroje	GJ				
13	Obnovitelné zdroje	GJ/MWh				
14	Jiná paliva	GJ				
15	Celkem vstupy paliv a energie (H ř. 1, ř. 14)				297,01	702,33
16	Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
17	Celkem spotřeba paliv a energie (ř. 15 + ř. 16)				297,01	702,33

*** včetně DPH

Graf č. 2-1 - Přehled spotřeby energií (uvedené dle majitele objektu)

2.4 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

2.4.1 Energetická bilance

Základní energetická bilance určená z výpočtových modelů je uvedena v tabulce č. 2.12.

Výpočtový model je popsán v části 3.3

Tabulka č. 2.12 – Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech

Příloha č. 4 k vyhl. č. 480/2012 Sb.				
Výchozí roční energetická bilance				
ř.	Ukazatel	Energie		Náklady (tis. Kč)*
		(GJ)	(MWh)	
1	Vstupy paliv a energie	1069,26	297,02	702,34
2	Změna zásob paliv			
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1 + ř.2)	1069,26	297,02	702,34
4	Prodej energie cizím			
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3-ř.4)	1069,26	297,02	702,34
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	63,46	17,63	32,40
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	729,74	202,71	372,61
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)			
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	204,82	56,90	190,20
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)			
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)			
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	47,49	13,19	71,42
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	23,75	6,60	35,71

* včetně DPH

2.4.2 Legislativní požadavky a skutečnost

Základními legislativní požadavky na budovu a vytápění jsou:

- Průměrný součinitel prostupu tepla.
- Měrná potřeba tepelné energie.
- Měrná neobnovitelná primární energie.
- Součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.
- Tloušťky tepelné izolace rozvodů tepla a TV.
- Povinnost zavedení regulace topné soustavy.

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla, požadavek na měrnou potřebu tepla a měrnou neob. prim. energii jsou stanoveny vyhl. č. 78/2013 Sb.

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 112 kWh/(m².rok).

Měrná spotřeba energie budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.: 209 kWh/(m².rok).

Výpočet byl proveden pomocí SW Energie 2013.

Zatřídění budovy při hodnocení energetické náročnosti dle vyhlášky 78/2013 Sb. je do kategorie „D – méně úsporná“.

Podrobné výsledky výpočtů měrné spotřeby energie budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb. zatřídění do kategorií je uvedeno v samostatné příloze č. 3.

Celková tepelná ztráta Q: 174,53 kW.

Požadované hodnoty součinitelů prostupu tepla konstrukcí jsou uvedeny v ČSN 73 0540-2:2011. Pro řešený objekt jsou současné požadované hodnoty a skutečné hodnoty součinitelů prostupu tepla uvedeny v tabulce 2.14.

Tabulka č. 2.14 – Požadované a skutečné hodnoty součinitelů prostupu tepla použitých kcí

ř.	Veličina Konstrukce	Součinitel prostupu tepla <i>U</i> [W/m²K]			Porovnání s požadavky
		ČSN 73 0540-2:2011		Skutečná hodnota	
		Požadova ná hodnota	Doporuče ná hodnota		
1	1PP pod terénem (NK953)	0,45	0,30	1,44	nevyhovuje
2	1PP nad terénem (NK950)	0,30	0,20	1,36	nevyhovuje
3	1PP obvodové stěny vchodu a schodiště tl. 250 (NK952)	0,30	0,20	1,84	nevyhovuje
4	NP obvodové stěny tl. 375 zateplené (demontovat) (NK951)	0,30	0,20	0,52	nevyhovuje
5	NP obvodové stěny u schodiště tl. 250 (NK952)	0,30	0,20	1,84	nevyhovuje
6	NP obvodové stěny tl. 375 nezateplené (NK950)	0,30	0,20	1,36	nevyhovuje
7	1PP okna (PK001)	1,50	1,20	2,40	nevyhovuje
8	1PP boční vchod (vnitřní) (PK002)	1,70	1,20	2,30	nevyhovuje
9	1PP vchod studenti hliník (rok 2013) (PK003)	1,70	1,20	1,60	vyhovuje
8	1NP hlavní vstup (rok 1996) (PK004)	1,70	1,20	4,00	nevyhovuje
11	1NP boční vchod (PK002)	1,70	1,20	2,30	nevyhovuje
12	balkonové sestavy (PK001)	1,50	1,20	2,40	nevyhovuje
9	okna (PK001)	1,50	1,20	2,40	nevyhovuje
10	luxfery u bočního vchodu 1NP (PK002)	1,70	1,20	2,30	nevyhovuje
15	střecha nového vchodu (podlaha 1. balkonu) (ST327)	0,24	0,16	1,70	nevyhovuje
16	strop 1PP (podlaha hlavního vstupu) (ST328)	0,24	0,16	2,76	nevyhovuje
17	střecha (ST326)	0,24	0,16	0,40	nevyhovuje
21	podlaha 1PP na terénu - PVC (PO088)	0,45	0,30	2,72	nevyhovuje

Tloušťky tepelných izolací rozvodů tepla pro vytápění a TV jsou stanoveny ve Vyhlášce 193/2007 Sb. Součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace může být max. 0,040 W/(m².K). Rozvody tepla jsou původní ocelové, v prostoru kotelny opatřeny návlekovou izolací Mirelon převážně o tl. 10 mm a pátevní rozvod v suterénu je tvořen původní izolací z čedičové vaty o tl. cca 30 mm fixovaný k potrubí vlnkovou lepenkou. Rozvody TV jsou původní ocelové opatřené v prostoru kotelny návlekovou izolací typu Mirelon tl. cca 10 mm.

2.4.3 Hodnocení spotřeby energie

Měrná spotřeba energie na vytápění objektu je nad požadavkem stávající legislativy. Téměř žádná z posuzovaných konstrukcí na rozhraní vytápěného prostoru a vnějšího prostředí resp. vnitřního nevytápěného prostoru nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2 2011.

Rozvody tepla jsou původní ocelové, v prostoru kotelny opatřeny návlekovou izolací Mirelon převážně o tl. 10 mm a pátevní rozvod v suterénu je tvořen původní izolací z čedičové vaty o tl. cca 30 mm fixovaný k potrubí vlnkovou lepenkou. Rozvody TV jsou původní ocelové opatřené v prostoru kotelny návlekovou izolací typu Mirelon tl. cca 10 mm.

Není aplikován jakýkoliv systém managementu hospodaření energií, zejména ne v souladu dle ČSN EN ISO 50001.

3 ZPŮSOB NÁVRHU A POSOUZENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

3.1 POTENCIÁL ÚSPOR ENERGIE

Na základě stávajícího technického stavu objektu a na základě jeho stávající energetické náročnosti je navržen soubor technických opatření, která vedou ke zlepšení technického stavu posuzovaného objektu a která vedou především ke snížení energetické náročnosti při jeho provozování. Navrhovaná opatření se zaměřují na tyto části objektu:

- stavební část – konstrukce obálky budovy,
- vytápění,
- přípravu TV,
- elektroinstalaci.

Předpokladem realizace všech dále uvedených energeticky úsporných opatření je zpracování projektové dokumentace v souladu s tímto energetickým auditem.

V navrhovaných opatřeních nejsou zahrnuty rovněž úpravy jejichž finanční náročnost je velká a nesouvisí pouze s úsporami energie, např. střešní nástavby, zimní zahrady, zřízení výtahů apod.

3.2 NÁVRH A POSOUZENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Návrh a posouzení úsporných opatření je proveden ve dvou fázích.

V první fázi jsou navržena, energeticky a ekonomicky posouzena dílčí úsporná opatření. Tato fáze je uvedena v části 4. NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ. Dílčí úsporná opatření jsou rozdělena do následujících částí:

- zateplení obvodových stěn,
- zateplení střechy,
- úpravy výplní otvorů,
- zateplení vnitřních konstrukcí,
- úpravy vytápění,
- úpravy při přípravě TV,
- úpravy elektroinstalace.

Ve druhé fázi jsou z dílčích opatření vybrány, energeticky, ekonomicky a ekologicky posouzeny tři souhrnné varianty. Vyhodnocení je provedeno v části 5. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY. Souhrnné varianty jsou určeny podle následujících kritérií.

- Var. A – úsporná varianta splňující legislativní požadavky.
- Var. B – maximální efektivnost vložených investic.
- Var. C – maximální úspora energie.

3.3 ENERGETICKÉ POSOUZENÍ

Základním stavem pro posouzení energetické bilance objektu a stanovení úspor energií je stávající objekt s provedenou regulací otopné soustavy na patách stoupaček a jednotlivých radiátorech.

3.3.1 Potřeba tepla na vytápění objektu

Výpočtový model

Základem pro výpočet potřeby tepla na vytápění objektu je stanovení následujícího výpočtového modelu, který je podkladem pro všechna následující tepelně technická posouzení.

Při stanovení roční potřeby energie na vytápění se postupuje dle vyhlášky 78/2013 Sb.:

- je vypočtena potřeba tepla objektu za těchto předpokladů:
 - potřeba tepelné energie pro vytápění prostupem, kde příslušné součinitele prostupu tepla jsou vypočteny podle ČSN EN ISO 6946 a jsou uvažovány úniky tepla:
 - 1.1 prostupem plošnými konstrukcemi – obvodovými stěnami, střechou, výplněmi otvorů;
 - 1.2 prostupem tepelnými mosty;
 - 1.3 prostupem zeminou;
 - 1.4 prostupem přes nevytápěné prostory;
 - potřeba tepelné energie větráním – z objemu budovy;
 - tepelné zisky z vnitřních zdrojů – podle průměrných vnitřních zisků, přičemž průměr vychází z dlouhodobého sledování objektů výstavby
 - tepelné zisky ze slunečního záření – dle velikosti okenních otvorů, orientace ke světovým stranám a průměrného slunečního svitu
- z těchto údajů se stanoví potřeba a měrná potřeba tepelné energie za otopné období;
- z těchto údajů se určuje potřeba energie za topné období z měrné tepelné ztráty. Při tomto výpočtu se zohledňují:
 - klimatické podmínky lokality budovy;
 - vytápěcí provoz;
 - druh vytápěcího systému a jeho regulace;
 - regulace topné soustavy a možnost využití vnitřních a vnějších tepelných zisků.

Pro porovnání se skutečnými hodnotami spotřeby energie na vytápění je uvažován stav se zavedenou regulací soustavy.

Porovnání vypočtených a skutečných hodnot

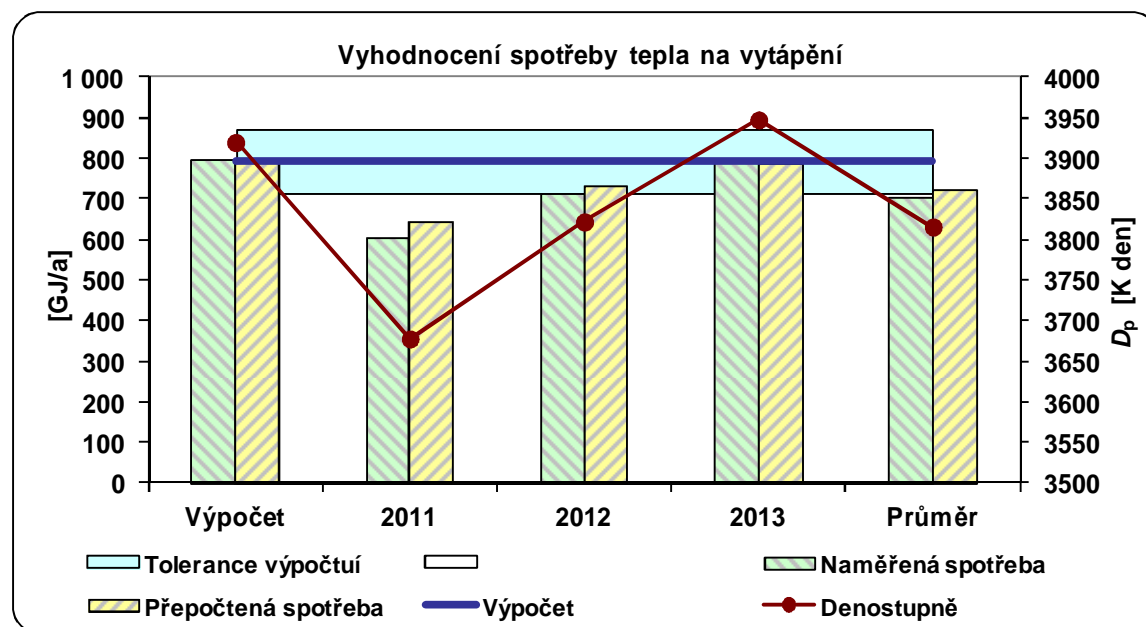
Pro ověření správnosti výpočtového modelu a případnou korekci vypočtených hodnot potřeb energie byly od vlastníka objektu získány spotřeby tepla na vytápění objektu 2011 – 2013. Skutečné hodnoty denostupňů za uvedené roky byly získány z odborné literatury.

Skutečné spotřeby tepla na vytápění objektu a porovnání s vypočtenou hodnotou jsou uvedeny v tabulce č. 3.1. Rozdíly v jednotlivých letech mohou být dány mnoha různými příčinami, např. jinou intenzitou a délkou slunečního svitu a tím i jinými solárními zisky nejen prosklenými, ale i neprůsvitnými konstrukcemi.

Tabulka č. 3.1 – Porovnání potřeby a spotřeb energie na vytápění objektu

Rok	Počet denostupňů	Rozdíl denostupňů	Teplo na vytápění objektu	Přepočtená spotřeba na norm. denostupně	Rozdíl oproti vypočtené hodnotě	
	D_p [K den]	HD_p [K den]	[GJ/a]	[GJ/a]	[GJ/a]	[%]
Výpočet	3920		793,20	793,20		
2011	3 678,00	-242,00	605,36	645,19	-148,01	-24,4%
2012	3 822,00	-98,00	712,83	731,11	-62,09	-8,7%
2013	3 948,00	28,00	793,18	787,55	-5,64	-0,7%
Průměr	3 816,00	-104,00	703,79	722,97	-71,91	-11,3%
Legenda:						
	minima	maxima	Sledované období: poslední 3 roky (2013 až 2011)			
Převládající vnitřní teplota v daném otopném období v budově:					20	°C
Tolerance výp. modelu oproti přepočteným hodnotám je ± 10 %; tj.: 713,9 až 872,5 GJ/a						

Graf č. 3-1 – Spotřeba tepla na vytápění



Pro další výpočty je možno uvažovat výpočetní model.

3.3.2 Potřeba tepla na přípravu TV

Objekt je napojen na zdroj centrálního zásobování teplem, který provozuje Tepelné hospodářství Rychnov nad Kněžnou, s.r.o. dvourubkovým přívodem. přes trojcestný směšovací ventil je regulována požadovaná teplota teplé vody, která je ohřívána přes deskový výměník a takto připravená teplá voda je akumulována ve dvou akumulčních nádržích o objemech á 540 litrů sloužící k vyrovnání odběrových špiček TV. Nabíjecí i cirkulační čerpadlo jsou s el. proměnnými otáčkami. Rozvody TV jsou původní ocelové opatřené v prostoru kotelny náplekovou izolací typu Mirelon tl. cca 10 mm. Spotřeba tepla na přípravu teplé vody není samostatně měřená, její spotřeba se součástí celkové spotřeby tepla dodávaného z CZT. Spotřeba teplé vody byla stanovena jako 50 % celkové spotřeby studené vody v objektu, která je měřená. Teplo potřebné k ohřevu teplé vody bylo odečteno od celkové spotřeby tepla dodávaného do objektu ze zdroje CZT (vč. příslušných nákladů).

Dodavatelem tepla je Tepelné hospodářství Rychnov nad Kněžnou, s.r.o., dodavatelem studené vody je Aqua servis, a.s.

3.3.3 Potřeba elektrické energie

Elektřina je v objektu využívána převážně na osvětlení, na provoz drobných elektrospotřebičů ubytovaných studentů (zejména výpočetní technika aj.), provoz studentského klubu a volnočasových aktivit, pro přípravu jednoduchých pokrmů, kancelářské spotřebiče atd.

Byt správce objektu má samostatně měřenou spotřebu elektrické energie, tato spotřeba není předmětem EA.

Osvětlovací soustavu na chodbách tvoří zářivková svítidla o příkonu 2×36 W.

Na pokojích je vždy jedno zářivkové svítidlo o příkonu 2×36 W, jedno žárovkové svítidlo o příkonu 40 W, lokální přisvětlení stolů lampičkami se žárovkami o příkonech 40 až 60 W a u nově vybavených galerek jsou halogenová bodová světla o příkonu 2×40 W.

V prostorech sociálních zařízení a v suterénu je taktéž převážně použito žárovkového osvětlení o příkonech 40 až 100 W.

3.4 EKONOMICKÉ POSOUZENÍ

Ekonomická efektivnost investičních opatření je kalkulována dle metodiky a vztahů uvedených ve vyhlášce MPO 480/2013 Sb. V ekonomickém výpočtu není v souladu s uvedenou vyhláškou uvažováno s růstem cen stavebních prací, viz níže.

Z hlediska ekonomiky jsou započítány úspory vlivem úspor energií, nejsou zde zakalkulovány další vlivy, které jsou možná z globálního pohledu podstatnější; není zakalkulováno zlepšení vnitřního mikroklimatu, které má vliv na zdravotní stav osob v objektu, není zakalkulována ochrana domu a tím celkové prodloužení jeho životnosti, není zakalkulována změna v estetice domu, čímž dojde k pozitivnějšímu vnímání estetiky životního prostředí, což výrazně ovlivňuje psychiku jedince a spolu s tím nemocnost, pracovní výkony.... Není zakalkulována celá řada dalších pozitivních vlivů, které celkové zateplení domu s sebou přináší.

Ekonomická efektivnost investičních opatření se hodnotí z hledisek:

- prostá doba návratnosti investice (N),
- reálná doba návratnosti investice (DN),
- čistá současná hodnota (NPV),
- vnitřní výnosové procento (IRR).

Ekonomická rozvaha vychází z:

- množství uspořené energie,
- ceny uspořené energie – pro další výpočty jsou uvažovány následující ceny energie (viz tabulka č. 3.4), které byly upřesněny zadavatelem jako podklad pro zpracování EA:

Tabulka č. 3.4 – Jednotkové ceny energií při cenové úrovni roku 2013

ř.	cena	bez DPH	DPH		s DPH	
1	tepla na vytápění	444,00	15%	66,60	510,60	Kč/GJ
2	tepla na přípravu TUV	807,47	15%	121,12	928,60	Kč/GJ
3	elektrické energie	1 242,86	21%	261,00	1 503,86	Kč/GJ
4		4,47	21%	0,94	5,41	Kč/kWh

- nákladů na dosažení úspor energie,
- životnosti a doby obnovy úsporných opatření,

- diskontní sazby – pro další výpočty je uvažována diskontní sazba 1 %,
- růstu cen energie – pro další výpočty je uvažován roční růst ceny energie 3 %,
- růstu cen stavebních prací – pro další výpočty je uvažován roční růst cen stavebních prací 0 %,
- projekt je hodnocen na délku trvání 20 let.

Z hlediska ekonomického je při vyhodnocení uvažováno se stávajícím stavem a cenami obvyklými. Může se stát, že změnou v cenách realizace či dodávky energií se ukáže výhodnější větší tloušťka tepelných izolací.

Výsledky ekonomických propočtů budou také jiné při uvažování rozdílné úrokové míry. Ekonomické výpočty ovlivní i uvažování oprav zanedbané údržby.

3.5 PŘÍNOS PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Přínosem stavebních úprav objektu pro životní prostředí je snížení znečištění životního prostředí při výrobě tepelné a elektrické energie. V rámci vyhodnocení jsou sledovány tyto zplodiny:

- TZL ... prach (tuhé znečišťující látky),
- SO₂ ... oxid siřičitý,
- NO_x ... oxidu dusíku,
- CO ... oxid uhelnatý,
- CO₂ ... oxid uhličitý.

Podkladem pro vyhodnocení přínosu pro životní prostředí jsou úspory energie a údaje o znečištění životního prostředí na vyrobenou jednotku energie. Emisní faktory byly převzaty z příslušné legislativy (vyhl. č. 480/2012 Sb., zák. č. 201/2012 a související předpisy).

Způsob ekologického vyhodnocení se provádí vždy metodou globálního hodnocení. V případě požadavku zadavatele je možné provést také ekologické vyhodnocení metodou lokálního hodnocení.

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

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

Pro vlastní výpočty byla uvažovány následující jednotková množství zplodin dle tabulky č. 3-5.

Tabulka č. 3.5 – Jednotková množství zplodin

Druh energie		Teplo	Elektřina
Zdroj energie		Dálkové teplo (zdroj publikace ČEA)	Systémové elektrárny včetně jaderných a vodních
Zplodiny			
Tuhé látky	[g/GJ]	7 152,143	25,910
SO ₂	[g/GJ]	678,571	489,376
NO _x	[g/GJ]	428,571	415,698
CO	[g/GJ]	35,714	39,300
CO ₂	[kg/GJ]	100,000	325,000

4 NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Návrh a hodnocení energeticky úsporných opatření vychází z předpokladů popsanych v části 3.

4.1 STAVEBNÍ ČÁST

Návrh zateplení obvodových konstrukcí je proveden pro každou z uvažovaných částí objektu ve dvou / třech variantách.

V první variantě jsou úpravy konstrukcí voleny tak, aby byly splněny požadavky ČSN 73 0540-2(2011) na součinitele prostupu tepla – požadované hodnoty, přitom však aby se jednalo o technicky realizovatelné dílo.

V druhé (třetí) variantě jsou úpravy konstrukcí voleny tak, aby byly splněny požadavky ČSN 73 0540-2(2011) na součinitele prostupu tepla – doporučené hodnoty.

V rámci úprav stavební části objektu je navrhováno zateplení a stavební úpravy:

- obvodových stěn – 3 varianty,
- střechy – 3 varianty,
- výplní otvorů – 3 varianty.

Skladby zateplovaných konstrukcí a výpočty jejich tepelných odporů a součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v příloze č. 2.

4.2 OBVODOVÉ STĚNY

4.2.1 Technologie zateplení obvodových stěn

Zateplení obvodových stěn je navrženo od úrovně terénu dodatečným kontaktním tepelně-izolačním systémem se šedým polystyrenem. Na zateplení obvodových stěn suterénu přilehlých k terénu je navržen extrudovaný polystyren.

Přístavek, který kryje schodiště u bočního vstupu do 1. PP není součástí vytápěné zóny. Obvodové stěny přístavku, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře netvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření. Zateplena bude nosná štítová stěna uvnitř tohoto přístavku. Je nutné ošetřit případné tepelné mosty. Toto je nutné vyřešit v příslušné projektové dokumentaci.

Předpokládaná životnost kontaktních zateplovacích systémů je 20 let.

Návaznost zateplení stěn, je nutné řešit tak, aby konstrukce splňovala veškeré požadavky dané normami a vyhláškami, tedy aby nedocházelo k riziku plísní, nadměrné kondenzaci vodní páry v konstrukci apod. Například je potřeba zvolit vhodné zateplení ostění, balkónů, lodžiových stěn apod., zejména upozorňujeme na nutnost izolovat i pod parapetním plechem, kde doporučujeme umístit jako tepelný izolant minerální vlnu. Toto je nutné vyřešit v příslušné projektové dokumentaci.

Tloušťky rozhodujících navržených tepelných izolací a součinitelů prostupu tepla konstrukcí jsou uvedeny v tabulce č. 4-1a.

Tabulka č. 4.1a – Návrh zateplení obvodových stěn

ř.	Konstrukce	Původní	Varianta A		Varianta B		Varianta C	
		U_p $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z1} $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z2} $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z3} $Wm^{-2}K^{-1}$
1	1PP pod terénem /NK953/	1,44	120	0,25	160	0,19	200	0,16
2	1PP nad terénem /NK950/	1,36	120	0,23	160	0,18	200	0,15
2	1PP obvodové stěny vchodu a schodiště tl. 250 /NK952/	1,84	120	0,24	160	0,19	200	0,16
4	NP obvodové stěny tl. 375 zateplené (demontovat) /NK951/	0,52	120	0,23	160	0,18	200	0,15
5	NP obvodové stěny u schodiště tl. 250 /NK952/	1,84	120	0,24	160	0,19	200	0,16
6	NP obvodové stěny tl. 375 nezateplené /NK950/	1,36	120	0,23	160	0,18	200	0,15

4.2.2 Hodnocení zateplení obvodových stěn

Úspory energie, náklady na zateplení a ekonomické hodnocení je uvedeno v tabulkách č. 4-1b, 4-1c a 4-1d. Nejvýhodnější výsledky výpočtů jsou vyznačeny tučně.

Tabulka č. 4.1b – Úspory energie po zateplení obvodových stěn

	Původní	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Potřeba energie na vytápění E_v [GJ/a]	793,2	537,5	523,2	514,7
Úspora energie na vytápění $\square E_v$ [GJ/a]		255,7	270,0	278,5
Úspora energie na vytápění [%]		32,23%	34,04%	35,12%
Úspora nákladů na vytápění [Kč/a]		130 547	137 873	142 223

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

Tabulka č. 4.1c – Náklady na zateplení obvodových stěn

Náklady v Kč	Varianta A	Varianta B	Varianta C
– celkové bez DPH	2 015 128	2 053 243	2 230 964
– celkové včetně DPH (21%)	2 438 305	2 484 425	2 699 466

Tabulka č. 4.1d – Ekonomické výpočty zateplení obvodových stěn

Ekonomické kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Prostá doba návratnosti investice (T_s) [roky]	19	18	19
Reálná doba návratnosti investice (T_{sd}) [roky]	17	16	17
Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]	508 442	627 702	510 840
Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]	2,87	3,24	2,71

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

4.3 STŘECHA

4.3.1 Technologie zateplení střechy

Zateplení střechy je navrženo např. položením EPS s nakaširovanou lepenkou, jeho přikotvením a následným natavením hydroizolace z modifikovaného asfaltového pásu. Nebo jiné obdobné řešení se srovnatelnými tepelně-technickými parametry.

Při zateplení střechy musí být zatepleny i přilehlé konstrukce (atika, výtahová šachta, atd). Je nutné ošetřit případné tepelné mosty. Toto je nutné vyřešit v příslušné projektové dokumentaci.

Tabulka č. 4.2a – Návrh zateplení střechy

ř.	Konstrukce	Původní	Varianta A		Varianta B		Varianta C	
		U_p $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z1} $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z2} $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z3} $Wm^{-2}K^{-1}$
1	střecha nového vchodu (podlaha 1. balkonu) /ST327/	1,70		1,70		1,70		1,70
2	strop 1PP (podlaha hlavního vstupu) /ST328/	2,76		2,76		2,76		2,76
3	střecha /ST326/	0,40	200	0,14	240	0,12	280	0,11

4.3.2 Hodnocení zateplení střechy

Úspory energie, náklady na zateplení a ekonomické hodnocení je uvedeno v tabulkách č. 4-2b, 4-2c a 4-2d.. Nejvýhodnější výsledky jsou vyznačeny tučně.

Tabulka č. 4.2b – Úspory energie po úpravách střechy

	Původní	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Potřeba energie na vytápění E_v [GJ/a]	793,2	760,2	757,7	756,4
Úspora energie na vytápění ΔE_v [GJ/a]		33,0	35,5	36,8
Úspora energie na vytápění [%]		4,16%	4,48%	4,64%
Úspora nákladů na vytápění [Kč/a]		16 848	18 144	18 792

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

Tabulka č. 4.2c – Náklady na úpravy střechy

Náklady v Kč	Varianta A	Varianta B	Varianta C
– celkové bez DPH	812 856	832 562	960 648
– celkové včetně DPH (21%)	983 556	1 007 400	1 162 384

Tabulka č. 4.2d – Ekonomické výpočty úprav střechy

Ekonomické kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Prostá doba návratnosti investice (T_s) [roky]	58	56	62
Reálná doba návratnosti investice (T_{sd}) [roky]	> Tž	> Tž	> Tž
Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]	-603 252	-597 842	-738 199
Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]	#NUM!	#NUM!	#NUM!

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

4.4 VÝPLNĚ OTVORŮ

4.4.1 Úpravy výplní otvorů

Navržené úpravy výplní otvorů spočívají ve výměně všech původních dřevěných oken za nová plastová okna a výměně všech vstupních dveří (mimo nového vstupu pro studenty v 1. PP) za nové konstrukce (plast, hliník). Variantně jsou uvažována okna i dveře s různými hodnotami součinitele prostupu tepla celých oken a dveří.

Boční vstupní dveře do 1. PP, které jsou umístěny za schodištěm v proskleném přístavku, budou vyměněny za nové. Obvodové stěny, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře přístavku netvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření. Je nutné ošetřit případné tepelné mosty. Toto je nutné vyřešit v příslušné projektové dokumentaci.

Kolem otvorů je nutné osadit parotěsné pásy kvůli kondenzaci vodní páry v konstrukci a následnému vzniku plísní. Toto je nutné vyřešit v příslušné projektové dokumentaci.

Životnost vyměněných oken a vstupních dveří je nejméně 20 let.

Úpravy výplní otvorů a součinitelů prostupu tepla jsou uvedeny v tabulce č. 4-3a.

Tabulka č. 4.3a – Návrh úprav výplní otvorů

ř.	Konstrukce	Původní	Varianta A		Varianta B		Varianta C	
		U_p $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z1} $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z2} $Wm^{-2}K^{-1}$	Tl. tep. izolace mm	U_{z3} $Wm^{-2}K^{-1}$
1	1PP okna /PK001/	2,40		1,50		1,00		0,80
2	1PP boční vchod (vnitřní) /PK002/	2,30		1,70		1,20		0,80
3	1PP vchod studenti hliník (rok 2013) /PK003/	1,60		1,60		1,60		1,60
4	1NP hlavní vstup (rok 1996) /PK004/	4,00		1,70		1,20		0,80
5	1NP boční vchod /PK002/	2,30		1,70		1,20		0,80
6	balkonové sestavy /PK001/	2,40		1,50		1,00		0,80
7	okna /PK001/	2,40		1,50		1,00		0,80
8	luxfery u bočního vchodu 1NP /PK002/	2,30		1,70		1,20		0,80

4.4.2 Hodnocení úprav výplní otvorů

Úspory energie, náklady na výměnu výplní otvorů a ekonomické hodnocení je uvedeno v tabulkách č. 4-3b, 4-3c a 4-3d. Nejvýhodnější výsledky jsou vyznačeny tučně.

Tabulka č. 4.3b – Úspory energie po úpravách výplní otvorů

	Původní	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Potřeba energie na vytápění E_v [GJ/a]	793,2	699,5	648,1	627,0
Úspora energie na vytápění ΔE_v [GJ/a]		93,7	145,1	166,2
Úspora energie na vytápění [%]		11,82%	18,30%	20,95%
Úspora nákladů na vytápění [Kč/a]		47 863	74 104	84 837

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

Tabulka č. 4.3c – Náklady na úpravy výplní otvorů

Náklady v Kč	Varianta A	Varianta B	Varianta C
– celkové bez DPH	1 807 897	2 454 374	3 257 650
– celkové včetně DPH (21%)	2 187 555	2 969 793	3 941 756

Tabulka č. 4.3d – Ekonomické výpočty úprav výplní otvorů

Ekonomické kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Prostá doba návratnosti investice (T_s) [roky]	46	40	46
Reálná doba návratnosti investice (T_{sd}) [roky]	> T _ž	> T _ž	> T _ž
Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]	-1 107 164	-1 297 092	-2 026 781
Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]	-5,02	-3,99	-5

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

4.5 VNITŘNÍ KONSTRUKCE

Úpravy vnitřních konstrukcí nejsou navrhovány.

4.6 VYTÁPĚNÍ

Nejsou navrženy žádné zásadní úpravy, pouze doplnění chybějících tepelných izolací; toto opatření není dále číselně vyhodnocováno.

4.7 PŘÍPRAVA TV

Nejsou navrženy žádné zásadní úpravy, pouze doplnění chybějících tepelných izolací; toto opatření není dále číselně vyhodnocováno.

4.8 ELEKTROINSTALACE

V oblasti spotřeby elektrické energie nejsou navrhována žádná úsporná opatření, jež by vedla ke snížení spotřeby elektřiny. Po dožití současných žárovkových zdrojů (na chodbách apod. prostorech) nahrazovat tyto úspornými světelnými zdroji (kompaktní zářivky, LED atp.).

Elektroinstalace bude postupně rekonstruována, dle potřeby údržby rozvodů elektrické energie.

4.9 MOŽNOSTI VYUŽITÍ OZE

Při zpracování energetického auditu, konkrétně při návrhu možných opatření, byly uvažovány i možnosti realizace úspor z oblasti využití obnovitelných zdrojů energie (OZE), ale tyto byly posléze zavrženy, neboť napojení na systém CZT se v daném případě jeví jako nejvýhodnější varianta. V úvahu přicházely:

- decentralizované systémy dodávky energie založené na energii z obnovitelných zdrojů,
- kombinovaná výroba elektřiny a tepla,
- dálkové nebo blokové ústřední vytápění, v případě potřeby chlazení,
- tepelná čerpadla,

- využití odpadního tepla.

4.9.1 Decentralizované systémy dodávky energie založené na energii z obnovitelných zdrojů

Mezi tyto zdroje lze uvažovat:

- kotelny na biomasu,
- kotelny na bioplyn,
- fototermické a fotovoltaické panely,
- využití odpadního tepla.

Kotelna na biomasu a **kotelna na bioplyn** nepřichází z prostorových důvodů a z hlediska dlouhodobého zajištění dodávky kvalitního a cenově zajímavého paliva v úvahu.

Fototermické a fotovoltaické panely teoreticky přicházejí v úvahu. Fototermický systém – pro ohřev TV solárními kolektory – je zahrnut pro nízkou ekonomickou efektivitu navrhovaného opatření (z důvodů obtížné realizace, poklesů odběrů teplé vody v letním období /prázdniny/ a vysokých investičních nákladů), zároveň výroba fotoelektřiny je též zavržena z důvodu poměrně krátké doby svítivosti slunečního světla, takže výroba elektřiny by byla málo efektivní a pomalu návratná vzhledem k výši investice (při uvažování kvalitního certifikovaného systému) a aktuální situaci s podporou výkupu takto vyrobené elektřiny.

4.9.2 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla

Kombinovaná výroba elektřiny a tepla je zajímavá tam, kde je kotelna na jakémkoliv palivo vyššího výkonu a nebo tam, kde je zemní plyn či jiné sofistikované palivo a zároveň pokud možno celoroční odběr tepla. V tomto případě toto bohužel není splněno.

V úvahu také přichází kombinovaná výroba tepla a elektřiny dieselagregátem, který jako palivo používá řepkový olej (nikoliv bionaftu či jinou směs metylesteru řepkového oleje s dalšími fosilními ropnými deriváty). Tento způsob výroby tepla a elektřiny je zajímavý v tom, že používaný agregát může sloužit zároveň jako záložní zdroj elektrické energie. V tomto případě však pro velké prostorové omezení nepřichází v úvahu.

4.9.3 Dálkové nebo blokové ústřední vytápění

Tento způsob je obecně výhodný tam, kde je využito lokálního či místního vytápění. Výhodou tohoto způsobu vytápění je, že se mohou snižovat emise i účinnost použitím kvalitnějších spalovacích kotlů, zároveň u větších výkonů je možné tento způsob vytápění spojit s kogenerační výrobou tepla (příp. i chladu) a elektřiny.

4.9.4 Tepelná čerpadla

Pro vytápění jako jeden ze zdrojů tepla přicházejí v úvahu také tepelná čerpadla. Jejich výhodou je, že s účinností obvykle 300 % čerpají nízkopotencionální teplo na vyšší potenciál. Z prostorového hlediska však není možné tepelná čerpadla využít, neboť prostor okolo budovy není dostatečný na příslušný počet vrtů. Aplikace tepelných čerpadel systému vzduch – voda se jeví pro tento případ a daný výkon jako neekonomická.

4.9.5 Využití odpadního tepla

V objektu nevzniká žádné odpadní teplo, které by bylo možné využít s výjimkou tepla v odváděném vzduchu. V objektu není realizováno nucené větrání, tudíž instalace zařízení na rekuperaci tepla z větracího vzduchu by znamenala značnou investici.

4.10 NÁKLADOVOST OPATŘENÍ

Všechny výše uvedená navržená opatření k dosažení úspory energie při provozování objektu jsou rozdělena podle výše vložených investic, resp. jejich doby návratnosti a lze je rozdělit na:

- beznákladová opatření,
- nízkonákladová opatření,
- středněnákladová opatření,
- vysokonákladová opatření.

4.10.1 Opatření beznákladová

Mezi beznákladová opatření, tedy ty, na jejichž realizaci není nutno vynaložit prostředky zadavatele, patří např.:

- změna tarifů a jiných smluvních ujednání, atp.

4.10.2 Opatření nízkonákladová

Mezi nízkonákladová opatření, tedy ty, jež je standardně hrazeny z provozních prostředků zadavatele, patří:

- energetické manažerství,
- změna tarifů,
- pravidelná kontrola stavu, provozu a funkčnosti elektrických zařízení.

4.10.3 Opatření středněnákladová

Mezi středněnákladová opatření, tedy ty, jež je standardně možno hradit z běžných prostředků zadavatele, patří:

- tepelné izolace rozvodů ÚT a TV,
- úpravy elektroinstalace.

4.10.4 Opatření vysokonákladová

Mezi vysokonákladová opatření, tedy ty, jež je nutno hradit z investičních prostředků (úvěrů), patří:

- zateplení obvodových stěn,
- zateplení střechy,
- zateplení stropů nad TP,
- výměny výplní otvorů.

4.11 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI, NAKLÁDÁNÍ S ODPADY

Veškeré práce je nutné provádět v souladu s platnými právními předpisy.

V důsledku zateplovacích prací dojde k manipulaci či dokonce k rekonstrukci jednotlivých částí ochrany objektu před bleskem (při zateplení střechy – jímače, při zateplení obvodového pláště – svody, popř. i zemniče). Upozorňujeme, že dané práce je nutno provádět dle aktuálně platných ustanovení příslušných prováděcích českých technických norem a musí být zakončeny vydáním revizní zprávy revizním technikem s platným příslušným oprávněním.

Upozorňujeme na nutnost ekologické likvidace odpadů souvisejících s rekonstrukcí objektu, zejména eternitové desky a šablony aj.

5 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

5.1 SOUHRNNÉ VARIANTY PRO DALŠÍ POSOUZENÍ

Z úsporných opatření uvedených v části 4 byly pro celkové posouzení vybrány některé varianty opatření a zahrnuty do následujících souhrnných variant. Tyto souhrnné varianty vycházejí z tepelně-technických a ekonomických výpočtů uvedených v části 4.

Po každém provedení souboru opatření se předpokládá provedení termo-hydraulické vyregulování celé otopné soustavy (tedy zejména přenastavení regulace otáček oběhových čerpadel a nastavení druhé regulace ventilů těles, vše na základě výpočtů hydrauliky jednotlivých topných větví).

Dále doporučujeme důsledné provádění energetického manažerství (pravidelné odečty spotřeb všech forem energie a rychlé operativní řešení v případě zjištění anomálií).

5.1.1 Souhrnná varianta A – úsporná varianta

- Zateplení objektu – souhrnně označené jako var. A:
 - zateplení obvodových stěn vč. lodžiových stěn od úrovně terénu kontaktním zateplovacím systémem se šedým EPS v tl. 120 mm (stávající zateplení štítů v tl. 50 mm bude demontováno),
 - zateplení obvodových stěn suterénu pod úrovní terénu (stěny přilehlé k zemině) kontaktním zateplovacím systémem s XPS v tl. 120 mm,
 - přístavek, který kryje schodiště u bočního vstupu do 1. PP není součástí vytápěné zóny. Obvodové stěny přístavku, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře tvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření. Zateplena bude nosná štítová stěna uvnitř tohoto přístavku,
 - zateplení střechy tepelným izolantem v tl. 200 mm,
 - výměna veškerých původních dřevěných oken za nová plastová o celkovém součiniteli prostupu tepla $U_w = 1,5 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$.
 - výměna veškerých vstupních dveří (mimo nového vstupu pro studenty v 1. PP) za nové konstrukce (plast, hliník) o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 1,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$,
 - boční vstupní dveře do 1. PP, které jsou umístěny za schodištěm v proskleném přístavku budou vyměněny za nové o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 1,7 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$ (obvodové stěny, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře přístavku tvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření).
- Úpravy ÚT:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy při přípravě TV:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy na elektrických zařízeních:
 - ponechání současného stavu.

5.1.2 Souhrnná varianta B – maximální efektivnost vložených investic

- Zateplení objektu – souhrnně označené jako var. B:
 - zateplení obvodových stěn vč. lodžiových stěn od úrovně terénu kontaktním zateplovacím systémem se šedým EPS v tl. 160 mm (stávající zateplení štítů v tl. 50 mm bude demontováno),
 - zateplení obvodových stěn suterénu pod úrovní terénu (stěny přilehlé k zemině) kontaktním zateplovacím systémem s XPS v tl. 160 mm,
 - přístavek, který kryje schodiště u bočního vstupu do 1. PP není součástí vytápěné zóny. Obvodové stěny přístavku, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře tvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření. Zateplena bude nosná štítová stěna uvnitř tohoto přístavku,
 - zateplení střechy tepelným izolantem v tl. 240 mm,
 - výměna veškerých původních dřevěných oken za nová plastová o celkovém součiniteli prostupu tepla $U_w = 1,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$.
 - výměna veškerých vstupních dveří (mimo nového vstupu pro studenty v 1. PP) za nové konstrukce (plast, hliník) o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$,
 - boční vstupní dveře do 1. PP, které jsou umístěny za schodištěm v proskleném přístavku budou vyměněny za nové o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$ (obvodové stěny, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře přístavku tvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření).
- Úpravy ÚT:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy při přípravě TV:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy na elektrických zařízeních:
 - ponechání současného stavu.

5.1.3 Souhrnná varianta C – maximální úspora energie

- Zateplení objektu – souhrnně označené jako var. C:
 - zateplení obvodových stěn vč. lodžiových stěn od úrovně terénu kontaktním zateplovacím systémem se šedým EPS v tl. 200 mm (stávající zateplení štítů v tl. 50 mm bude demontováno),
 - zateplení obvodových stěn suterénu pod úrovní terénu (stěny přilehlé k zemině) kontaktním zateplovacím systémem s XPS v tl. 200 mm,
 - přístavek, který kryje schodiště u bočního vstupu do 1. PP není součástí vytápěné zóny. Obvodové stěny přístavku, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře tvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření. Zateplena bude nosná štítová stěna uvnitř tohoto přístavku,
 - zateplení střechy tepelným izolantem v tl. 280 mm,
 - výměna veškerých původních dřevěných oken za nová plastová o celkovém součiniteli prostupu tepla $U_w = 0,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$.
 - výměna veškerých vstupních dveří (mimo nového vstupu pro studenty v 1. PP) za nové konstrukce (plast, hliník) o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 0,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$,

- boční vstupní dveře do 1. PP, které jsou umístěny za schodištěm v proskleném přístavku budou vyměněny za nové o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 0,8 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$ (obvodové stěny, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře přístavku netvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření).
- Úpravy ÚT:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy při přípravě TV:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy na elektrických zařízeních:
 - ponechání současného stavu.

5.2 ENERGETICKÁ BILANCE OBJEKTU

Základním stavem pro posouzení energetické bilance objektu a stanovení úspor energií je stávající objekt včetně již provedené regulace a měření ÚT.

Tabulka č. 5.7 – Upravené energetické bilance – komplexní varianty A, B, C

Příloha č. 4 k vyhl. č. 480/2012 Sb.													
Upravená roční energetická bilance													
ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu var. A			Po realizaci projektu var. B			Po realizaci projektu var. C		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)*	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)*	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)*	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)*
1	Vstupy paliv a energie	1069,26	297,02	702,34	686,85	190,79	507,08	618,57	171,83	472,22	587,76	163,27	456,49
2	Změna zásob paliv												
3	Spotřeba paliv a energie	1069,26	297,02	702,34	686,85	190,79	507,08	618,57	171,83	472,22	587,76	163,27	456,49
4	Prodej energie cizím												
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1069,26	297,02	702,34	686,85	190,79	507,08	618,57	171,83	472,22	587,76	163,27	456,49
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie	63,46	17,63	32,40	32,86	9,13	16,78	27,40	7,61	13,99	24,94	6,93	12,73
7	Spotřeba energie na vytápění	729,74	202,71	372,61	377,92	104,98	192,97	315,11	87,53	160,89	286,76	79,66	146,42
8	Spotřeba energie na chlazení												
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	204,82	56,90	190,20	204,82	56,90	190,20	204,82	56,90	190,20	204,82	56,90	190,20
10	Spotřeba energie na větrání												
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti												
12	Spotřeba energie na osvětlení	47,49	13,19	71,42	47,49	13,19	71,42	47,49	13,19	71,42	47,49	13,19	71,42
13	technologické a ostatní procesy	23,75	6,60	35,71	23,75	6,60	35,71	23,75	6,60	35,71	23,75	6,60	35,71

* včetně DPH

5.3 EKONOMICKÁ ROZVAHA

Pro celkové ekonomické hodnocení úprav objektu byly vybrány tři souhrnné varianty shodné s výběrem pro celkové energetické posouzení. Podrobný popis variant je uveden v části 5.1.

Tabulka č. 5.3 – Celkové náklady na úsporná opatření

Konstr. část	varianta A		varianta B		varianta C	
	dílní var.	Náklady [Kč]	dílní var.	Náklady [Kč]	dílní var.	Náklady [Kč]
		Celkové		Celkové		Celkové
Zateplení objektu	A	5 609 416	B	6 461 617	C	7 803 607
Úprava ÚT	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Příprava TV	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Elektřina	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)	(0)
Celkem		5 627 566		6 479 767		7 821 757

Pozn.1: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

Pozn.2: K celkovým nákladům na opatření byly přičteny náklady na termo-hydraulické vyregulování celé otopné soustavy ve výši 15 000,- Kč + DPH, tedy celkem 18 150,-

Základní výsledky ekonomických výpočtů úprav celého objektu jsou uvedeny v tabulkách č. 5.4 a 5.4a a podrobné výpočty jsou uvedeny v příloze č. 5. Jako ekonomicky nejvýhodnější vychází varianta B.

Tabulka č. 5.4 – Ekonomické výpočty komplexních úprav

Ekonomické kritérium	Varianta A	Varianta B	Varianta C
Prostá doba návratnosti investice (T_s) [roky]	29	28	32
Reálná doba návratnosti investice (T_{sd}) [roky]	> Tž	> Tž	> Tž
Čistá současná hodnota (NPV) [Kč]	-1 220 124	-1 285 382	-2 272 290
Vnitřní výnosové procento (IRR) [%]	-1,24	-1,03	-2,09

Tabulka č. 5.4a – Závěrečná tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení
(výsledky ekonomického vyhodnocení)

Údaje	Příloha č. 5 k vyhl. č. 480/2012 Sb.			
	Jednotka	Komplexní varianta A	Komplexní varianta B	Komplexní varianta C
Investiční výdaje projektu	Kč	5 627 566	6 479 767	7 821 757
Změna nákladů na energie	Kč	-195 258	-230 122	-245 852
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	0	0	0
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0	0	0
- změna ostatních provozních nákladů	Kč	0	0	0
- změna nákladů na emise, odpady	Kč	0	0	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	0	0	0
Přínosy projektu celkem	Kč	-195 258	-230 122	-245 852
Doba hodnocení	roky	20	20	20
Roční růst cen energie	%	3,00	3,00	3,00
Diskont	%	1,00	1,00	1,00
Ts - prostá doba návratnosti	roky	28,8	28,2	31,8
Tsd - reálná doba návratnosti	roky	> Tž	> Tž	> Tž
NPV - čistá současná hodnota	tis. Kč	-1 220	-1 285	-2 272
IRR - vnitřní výnosové procento	%	-1,2	-1,03	-2,09

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

Poznámka1: K celkovým nákladům na opatření byly přičteny náklady na termo-hydraulické vyregulování celé otopné soustavy ve výši 15 000,- Kč + DPH, tedy celkem 18 150,-.

Poznámka2: Výše DPH byla uvažována 21%, viz údaje v přílohách, avšak je nutno upozornit, že v době realizace může být zákonem stanovena jiná výše.

Ekonomické výpočty prokázaly ekonomickou výhodnost úprav pro snížení spotřeby energie a byly uvažovány z hlediska financování vlastními zdroji; v případě využití jakýchkoliv dotačních titulů budou přirozeně daná opatření z hlediska rychlosti návratnosti investice výhodnější.

5.4 PŘÍNOS PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Snížení znečištění životního prostředí vlivem všech úsporných opatření pro jednotlivé výše popsané komplexní varianty úprav je uvedeno v tabulce č. 5-5. Nejvyšší snížení zatížení životního prostředí bude dosaženo v případě maximální úspory energie, tj. v souhrnné variantě C.

Tabulka č. 5.5a – Vyhodnocení z hlediska ochrany živ. prostředí – komplexní varianty A, B, C

Příloha č. 6 k vyhl. č. 480/2012 Sb.								
Ekologické vyhodnocení – komplexní varianty A, B, C								
a) globální hodnocení								
ř.	Znečišťující látka	Výchozí stav	Var. A	Rozdíl	Var. B	Rozdíl	Var. C	Rozdíl
		t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
1	Tuhé znečišťující látky	7,140	4,405	2,735	3,916	3,223	3,696	3,444
2	SO ₂	0,712	0,453	0,259	0,406	0,306	0,385	0,327
3	NO _x	0,457	0,293	0,164	0,264	0,193	0,251	0,206
4	CO	0,038	0,025	0,014	0,022	0,016	0,021	0,017
5	CO ₂	122,955	84,714	38,241	77,886	45,069	74,805	48,150

Tabulka č. 5.5b – Vyhodnocení z hlediska ochrany živ. prostředí – komplexní varianty A, B, C

Příloha č. 6 k vyhl. č. 480/2012 Sb.								
Ekologické vyhodnocení – komplexní varianty A, B, C								
b) lokální hodnocení								
ř.	Znečišťující látka	Výchozí stav	Var. A	Rozdíl	Var. B	Rozdíl	Var. C	Rozdíl
		t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
1	Tuhé znečišťující látky	7,138	4,403	2,735	3,915	3,223	3,694	3,444
2	SO ₂	0,677	0,418	0,259	0,371	0,306	0,350	0,327
3	NO _x	0,428	0,264	0,164	0,235	0,193	0,221	0,206
4	CO	0,036	0,022	0,014	0,020	0,016	0,018	0,017
5	CO ₂	99,802	61,561	38,241	54,733	45,069	51,652	48,150

5.5 SOUHRNNÉ STANOVISKO K VÝBĚRU OPTIMÁLNÍ VARIANTY

5.5.1 Kritéria výběru

Pro výběr optimální varianty je nutné stanovit kritéria a vliv jednotlivých kritérií na výběr nejvýhodnější varianty.

Kritéria a pořadí jejich důležitosti pro výběr optimální varianty jsou (v pořadí podle důležitosti pro výběr nejvhodnější varianty):

1. **Ekonomické hledisko** – maximální zhodnocení vložených investic do stavebních úprav objektu, nejvýhodnější je varianta s nejvyšším vnitřním výnosovým procentem.
2. **Úspora energie** (energetické hledisko) – maximalizace úspor energie na provozování objektu, nejvýhodnější varianta je varianta s nejvyšší úsporou energie.
3. **Technické hledisko** – technická a funkční návaznost jednotlivých opatření, uživatelský komfort a technická a morální životnost stávajících zařízení – nejvýhodnější varianta je technicky vhodná varianta bez ohledu na ekonomiku a úspory energií.

4. **Snížení vlivu na životní prostředí** (ekologické hledisko) – hodnocení pouze snížení zatížení životního prostředí snížením spotřeby energie, není hodnoceno zatížení životního prostředí při výrobě stavebních materiálů a realizaci úsporných opatření.

Protože se jedná o energetický audit zpracovaný pro potřeby dotačního titulu Operačního programu Životního prostředí byla optimální varianta vybrána podle kritérií dotačního titulu na základě §5 odst. 3, b vyhlášky 480/2012 Sb.

5.5.2 Optimální varianta

Podle výše uvedených kritérií výběru optimální varianty technických a organizačních opatření ke snížení nákladů na provozování předmětu energetického auditu je nejvhodnější:

varianta B

Tato varianta zahrnuje následující opatření, přičemž při realizaci všech opatření musí být dodrženy příslušné normy a vyhlášky týkající se tepelných izolací, povrchových teplot, kondenzace vodní páry a další tak, aby opatření řešila všechna dotčená místa a dále nedošlo ke zhoršení stavu objektu. Toto je nutné vyřešit v příslušné projektové dokumentaci.

- Zateplení objektu – souhrnně označené jako var. B:
 - zateplení obvodových stěn vč. lodžiových stěn od úrovně terénu kontaktním zateplovacím systémem se šedým EPS v tl. 160 mm (stávající zateplení štítů v tl. 50 mm bude demontováno),
 - zateplení obvodových stěn suterénu pod úrovní terénu (stěny přilehlé k zemině) kontaktním zateplovacím systémem s XPS v tl. 160 mm,
 - přístavek, který kryje schodiště u bočního vstupu do 1. PP není součástí vytápěné zóny. Obvodové stěny přístavku, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře netvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření. Zateplena bude nosná štítová stěna uvnitř tohoto přístavku,
 - zateplení střechy tepelným izolantem v tl. 240 mm,
 - výměna veškerých původních dřevěných oken za nová plastová o celkovém součiniteli prostupu tepla $U_w = 1,0 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$.
 - výměna veškerých vstupních dveří (mimo nového vstupu pro studenty v 1. PP) za nové konstrukce (plast, hliník) o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$,
 - boční vstupní dveře do 1. PP, které jsou umístěny za schodištěm v proskleném přístavku budou vyměněny za nové o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 1,2 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \text{K}^{-1}$ (obvodové stěny, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře přístavku netvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření).
- Úpravy ÚT:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy při přípravě TV:
 - ponechání současného stavu.
- Úpravy na elektrických zařízeních:
 - ponechání současného stavu.

Po provedení souboru opatření se předpokládá provedení termo-hydraulické vyregulování celé otopné soustavy (tedy zejména přenastavení regulace otáček oběhových čerpadel a nastavení druhé regulace ventilů těles, vše na základě výpočtů hydrauliky jednotlivých topných větví).

Provedením následujících úprav dojde k roční úspoře energie:

450,7 GJ

a k roční úspoře nákladů na nákup energií:

230 122 Kč

Náklady vč. DPH na provedení opatření jsou:

6 479 767 Kč

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy:

Měrná ztráta prostupem tepla H_t	W/K	1 017,4
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_t / A$	W/m ² K	0,40
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$	W/m ² K	0,36
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N}$	W/m ² K	0,48

Požadavek ČSN 73 0540-2:2011 je splněn

Požadavek na průměrný součinitel prostupu tepla, požadavek na měrnou potřebu tepla a měrnou neob. prim. energii jsou stanoveny vyhl. č. 78/2013 Sb.

Měrná potřeba tepla na vytápění budovy: 39 kWh/(m².rok).

Měrná spotřeba energie budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.: 113 kWh/(m².rok).

Výpočet byl proveden pomocí SW Energie 2013.

Zatřídění budovy při hodnocení energetické náročnosti dle vyhlášky 78/2013 Sb. je do kategorie „C – úsporná“.

Podrobné výsledky výpočtů měrné spotřeby energie budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb. zatřídění do kategorií je uvedeno v samostatné příloze č. 3.

Celková tepelná ztráta Q: 72,25 kW.

Přehled ekonomického hodnocení je uvedeno v tabulce 5-6a:

Tabulka č. 5.6a – Závěrečná tabulka vstupních hodnot a výsledků ek. hodnocení vybrané varianty

Údaje	Jednotka	Komplexní varianta B
Investiční výdaje projektu	Kč	6 479 767
Změna nákladů na energie	Kč	-230 122
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	0
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné)	Kč	0
- změna ostatních provozních nákladů	Kč	0
- změna nákladů na emise, odpady	Kč	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady)	Kč	0
Přínosy projektu celkem	Kč	-230 122
Doba hodnocení	roky	20
Roční růst cen energie	%	3,00
Diskont	%	1,00
Ts - prostá doba návratnosti	roky	28,2
Tsd - reálná doba návratnosti	roky	> Tž
NPV - čistá současná hodnota	tis.	-1 285
IRR - vnitřní výnosové procento	%	-1,03

Pozn.: Všechny ceny uvažovány včetně příslušných sazeb DPH!

Poznámka: K celkovým nákladům na opatření byly přičteny náklady na termo-hydraulické vyregulování celé otopné soustavy ve výši 15 000,- Kč + DPH, tedy celkem 18 150,-.

Upravená energetická bilance je uvedena v tabulce 5-7b.

Tabulka č. 5.7b – Upravená energetická bilance – komplexní varianta B

Příloha č. 4 k vyhl. č. 480/2012 Sb.							
Upravená roční energetická bilance							
ř.	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu var. B		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
		(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)*	(GJ)	(MWh)	(tis. Kč)*
1	Vstupy paliv a energie	1069,26	297,02	702,34	618,57	171,83	472,22
2	Změna zásob paliv						
3	Spotřeba paliv a energie (ř. 1 + ř.2)	1069,26	297,02	702,34	618,57	171,83	472,22
4	Prodej energie cizím						
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř.3-ř.4)	1069,26	297,02	702,34	618,57	171,83	472,22
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	63,46	17,63	32,40	27,40	7,61	13,99
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	729,74	202,71	372,61	315,11	87,53	160,89
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)						
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	204,82	56,90	190,20	204,82	56,90	190,20
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)						
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)						
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	47,49	13,19	71,42	47,49	13,19	71,42
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	23,75	6,60	35,71	23,75	6,60	35,71

* včetně DPH

Vlivem provedených opatření dojde ke **snížení zatížení životního prostředí**. Snížení zatížení životního prostředí je uvedeno v tabulce 5.8.

Tabulka č. 5.8 – Snížení zatížení životního prostředí

ř.	Znečišťující látka	Jednotka	Množství	
1	Tuhé látky	[kg/a]	3 223,389	45,15%
2	SO ₂	[kg/a]	305,824	42,95%
3	NO _x	[kg/a]	193,152	42,23%
4	CO	[kg/a]	16,096	41,87%
5	CO ₂	[t/a]	45,069	36,65%

5.5.3 Rizika navržených opatření – popis okrajových podmínek

Navrhovaná opatření ke snížení spotřeby energie na provozování objektu, jejich technické a ekonomické vyhodnocení vychází ze současných technických možností a finančních informací.

V případě změn některých vstupních údajů a nevhodného chování vlastníka objektu může být ohroženo dosažení předpokládaných úspor energie a ekonomické návratnosti vložených finančních prostředků.

Rizika navržených opatření jsou zejména:

- ekonomická:
 - neočekávané změny úrokových sazeb, cen energie a inflace,
 - výrazné změny cen stavebních prací a stavebních materiálů,
 - náhlé daňové změny způsobené politickými rozhodnutími,
- technická:
 - neprovedení technických opatření v souladu s energetickým auditem,
 - použití nekvalitních materiálů s nižší než předpokládanou životností,
 - vysoká poruchovost nainstalovaných technických zařízení,
- organizační:
 - neprovádění energetického manažerství,
 - neprovádění běžné údržby a kontroly zařízení,
 - odkládání oprav a výměn dožilých zařízení.

5.5.4 Návrh vhodné koncepce systému managementu hospodaření

Vzhledem k charakteru odběru energií a způsobu jejich měření lze doporučit pouze kontrolu správnosti nastavení termostatických hlavice pro dosažení navrhované teplotní úrovně jednotlivých místností.

Doporučujeme instalovat podružný měřič tepla pro ohřev teplé vody.

Doporučujeme zavést energetické manažerství spočívající v denní evidenci spotřeby tepla na vytápění, včetně klimatických dat, způsobu využití objektu atp. a následně tato data porovnávat se srovnatelnými obdobími z předchozích srovnatelných období a příp. odchylky ihned analyzovat a příp. řešit.

Jediná oblast, kde lze systém managementu nasadit v hospodaření s elektřinou, je v oblasti umělého osvětlení, kdy je nutné sledovat účelnost jeho užití a regulaci. Automaticky se předpokládá pořízení

nových elektrospotřebičů již s ohledem na provozní náklady (např. dle energetických štítků či jiných relevantních údajů o provozu spotřebiče).

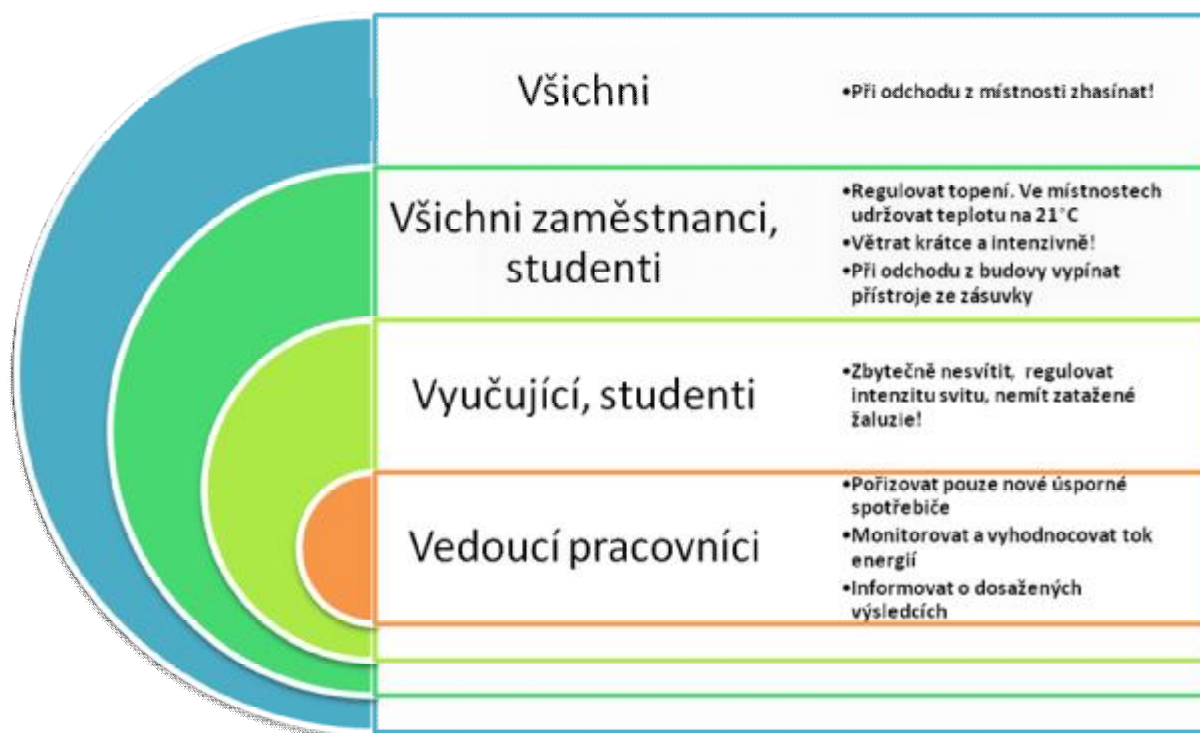
Vzhledem k charakteru provozu (domov mládeže) je aplikovatelnost normy ČSN EN ISO 50001:2012 - systémy managementu hospodaření s energií (nahrazuje ČSN EN 16001:2010), založené na Demingově cyklu (PDCA Cyklus), tedy metodě postupného zlepšování například kvality výrobků, služeb, procesů, aplikací, dat, probíhající formou opakovaného provádění čtyř základních činností:

- P /Plan/ - naplánování zamýšleného zlepšení (záměr),
- D /Do/ - realizace plánu,
- C /Check/ - ověření výsledku realizace oproti původnímu záměru,
- A /Act/ - úpravy záměru i vlastního provedení na základě ověření a plošná implementace zlepšení do praxe,

v plném rozsahu diskutabilní, zejména z důvodů využívání energií (zejména pouze na otop, přípravu teplé vody, osvětlování, administrativní činnost a přípravu pokrmů) a omezenému počtu zainteresovaných pracovníků.

Přesto doporučujeme zejména pečlivé a pravidelné monitorování spotřeby všech forem energií, např. v týdenním intervalu. Tyto naměřené hodnoty srovnávat s očekávanými hodnotami (na základě znalosti spotřeb ze srovnatelných období z minulosti atp.) a v případě nesrovnalostí ihned zjišťovat příčiny a vyvozovat závěry vedoucí k nápravě. V souvislosti s tím, lze doporučit instalovat i podružná měření k různým významným spotřebičům aj. Aby daná měření nebyla zásadně zkreslena, tak např. doporučujeme používat i podružné měření při servisních zásazích subdodavatelů (stavební fy při rekonstrukcích aj.) atp.

Z hlediska spoření energií je nutno působit na všechny uživatele budovy, zaměřit se zejména na následující oblasti a dle skupin zainteresovaných osob, viz následující diagram. Též je nutné zdůraznit, že při nákupu nových spotřebičů je nutné vybírat ty, jež jsou energeticky úsporné, tedy zaříděny do kategorie A (popř. A++ atp.) a označeny štítky v souladu s vyhl. 442/2004 Sb.



Těž je vhodné působit psychologicky různými informačními sděleními (vhodně graficky ztvárněnými) na všechny uživatele budovy, a to jak typu motivujícímu k nějaké úsporné činnosti (např. nad vypínače osvětlení použít „Nesvíť zbytečně? Při odchodu zhasni!“ a mnohé jiné), tak i informující o dosažených pozitivních výsledcích (např. typu „V období roku 2013 bylo oproti předchozímu roku uspořeno X kWh, což v penězích činilo Y tis. Kč. Uspořené prostředky byly použity k...“ atp.).

5.5.5 Záruka dosažitelných úspor

Navržené snížení spotřeby energie je reálné a splnitelné. Zpracovatelé energetického auditu zaručují splnění požadavků Vyhl. 78/2013 Sb. a ČSN 73 0540-2 (2011) v případě provedení sanace objektu podle zpracovaného energetického auditu. Podmínkou dosažení úspor energie je:

- realizace opatření navržených v tomto energetickém auditu dle vybrané alternativy,
- energeticky vědomé chování vlastníka objektu, přiměřené užívání objektu,
- důsledný provádění energetického manažerství (regulace a měření spotřeby energie).

Na dosažení předpokládaných úspor tepla má vliv:

- podrobnost a přesnost výpočtů úspor energií
 - výpočty potřeb energie na vytápění objektu a možných úspor tepla byly provedeny s přesností $\pm 10 - 20 \%$,
 - výpočty úspor tepla na přípravu TV jsou provedeny s přesností $\pm 10 - 15 \%$,
 - úspora na vytápění objektu je závislá na klimatických podmínkách otopné sezóny roku.
- chování vlastníka objektu a nájemníků:
 - dodržování předepsaných teplot vnitřního prostředí (nepřetápění objektu),
 - provádění energetického manažerství,
 - údržba spotřebičů energie v dobrém technickém stavu,
 - okamžité opravy případných poruch a havárií,
 - úspora TV je ovlivněna proměnlivým počtem osob v objektu.

6 ZÁVĚR

Energetický audit byl zpracován podle zákona 406/2000 Sb. v platném znění a v souladu s jeho prováděcí Vyhláškou 480/2012 Sb. s využitím podkladů uvedených v části 3 získaných z větší části od vlastníka objektu. Všechny výpočty byly provedeny podle platných předpisů, vyhlášek a norem.

Po provedených tepelně-technických, ekonomických a ekologických výpočtech byla vlastníku objektu doporučena k realizaci jako optimální varianta B.

Z provedených tepelně-technických a ekonomických výpočtů a technického posouzení navržených opatření je možné učinit tyto závěry:

- z hlediska celkové energetické bilance je nejvýznamnější spotřeba tepla na vytápění, spotřeba elektrické energie má na celkovou energetickou bilanci vliv nejnižší,
- ekonomické výpočty prokázaly ekonomickou výhodnost úprav pro snížení spotřeby energie a byly uvažovány z hlediska financování vlastními zdroji; v případě využití jakýchkoliv dotačních titulů budou přirozeně daná opatření z hlediska rychlosti návratnosti investice výhodnější,
- navržené tloušťky tepelných izolací jsou energeticky, technicky a ekonomicky výhodné,

Při případné realizaci stavebních úprav je nutné postupovat podle zpracované projektové dokumentace. Opatření je vhodné provádět s výhledem na další postup prací tak, aby nedocházelo k případným ekonomickým ztrátám způsobeným nevhodným pořadím prováděných úprav.

Výsledky a závěry tohoto energetického auditu nelze bez souhlasu energetického specialisty převzít pro jiný objekt.

V Českých Budějovicích, březen 2014

Vypracovali:

Ing. Aneta Finková

Tel.: 734 449 909, E-mail: aneta.finkova@ecservice.cz

Ing. Martin Škopek, Ph.D. – energetický specialista

Tel.: 603 320 822, E-mail: martin@ecservice.cz

7 ZÁVAZNÉ VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

Evidenční list energetického auditu
podle zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů

Evidenční číslo

/

1. Část - Identifikační údaje**1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA**

Královéhradecký kraj

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

a) ulice

Pivovarské náměstí

b) č.p./č.o.

1245/2

c) část obce

d) obec

Hradec Králové

e) PSČ

50003

f) email

g) telefon

0

3. Identifikační číslo

70889546

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

0

b) kontakt

0

5. Předmět energetického auditu

a) název

Domov mládeže

b) adresa

Javornická 1209, 51601 Rychnov nad Kněžnou

c) popis předmětu EA

Jedná se o objekt domova mládeže, soužící k ubytování studentů VOŠ a SPŠ v Rychnově nad Kněžnou. Půdorys objektu je obdélníkový o rozměrech 35,55 m × 13,75 m, budova je pětipodlažní, suterén a 4 NP. Svislé nosné obvodové konstrukce tvoří zdivo z CDm tl. 375 mm. Štíty jsou zateplené EPS v tl. 50 mm. Střecha je plochá, tvořená z panelů T0B, škváry, pěnositilátovými deskami a asfaltovou krytinou. Střecha byla v roce 1995 dodatečně zateplena tepelným izolantem v tl. 50 mm. Okna v objektu jsou původní dřevěná zdvojená s jednoduchým zasklením. Vchodové dveře pro studenty v 1. PP jsou nové se zasklením izolačním dvojsklem. Hlavní vstupní portál do 1. NP je dřevěný s jednoduchým zasklením. Boční dveře v 1. NP a 1. PP za zádveřím jsou dřevěné plné. Objekt je napojen na zdroj CZT, který provozuje Tepelné hospodářství Rychnov nad Kněžnou, s.r.o. pomocí dvoutrubkové přípojky. Z tohoto rozvodu je zajištěn otop objektu a zároveň příprava teplé vody. Radiátory jsou převážně původní litinové žebrové s TRH. Rozvody jsou původní ocelové, v prostoru kotelny s izolací Mirelon o páteřní rozvod v suterénu je s původní izolací z čedičové vaty. Teplá voda je ohřívána přes deskový výměník a akumulována ve dvou akumulacích nádrží o objemech á 540 litrů sloužící k vyrovnání odběrových špiček TV. Rozvody TV jsou původní ocelové opatřené v prostoru kotelny náplekovou izolací typu Mirelon tl. cca 10 mm. Elektřina je v objektu využívána převážně na osvětlení, na provoz drobných elektrospotřebičů. Byt správce objektu má samostatně měřenou spotřebu elektrické energie, tato spotřeba není předmětem EA. Osvětlovací soustavu na chodbách tvoří zářivková svítidla o příkonu 2 × 36 W. Na pokojích je vždy jedno zářivkové svítidlo o příkonu 2 × 36 W, jedno žárovkové svítidlo o příkonu 40 W, lokální přisvícení stolů lampičkami se žárovkami o příkonech 40 až 60 W a u nově vybavených galerek jsou halogenová bodová světla o příkonu 2 × 40 W. V prostorech sociálních zařízení a v suterénu je taktéž převážně použito žárovkového osvětlení o příkonech 40 až 100 W.

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA**1. Charakteristika hlavních činností**

Domov mládeže

2. Vlastní zdroje energie**a) zdroje tepla**počet ksinstalovaný výkon MWroční výroba MWhroční spotřeba paliva GJ/r**b) zdroje elektřiny**počet ksinstalovaný výkon MWroční výroba MWhroční spotřeba paliva GJ/r**c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla**počet ksinstal. výkon elektrický MWinstal. výkon tepelný MWroční výroba elektřiny MWhroční výroba tepla MWhroční spotřeba paliva GJ/r**d) druhy primárního zdroje energie**druh OZE druh DEZ fosilní zdroje **3. Spotřeba energie****Druhy spotřeby****Příkon****Spotřeba energie****Energonositel**Vytápění MW 220,33 MWh/r CZTChlazení MW MWh/rVětrání MW MWh/rÚprava vlhkosti MW MWh/rPříprava TV MW 56,90 MWh/r CZTOsvětlení 0,008 MW 13,19 MWh/r ElektřinaTechnologie 0,033 MW 6,60 MWh/r ElektřinaCelkem 0,211 MW 297,02 MWh/r

3. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

Zateplení obvodových stěn vč. lodžiových stěn od úrovně terénu kontaktním zateplovacím systémem se šedým EPS v tl. 160 mm (stávající zateplení štítů v tl. 50 mm bude demontováno). Zateplení obvodových stěn suterénu pod úrovní terénu (stěny přilehlé k zemině) kontaktním zateplovacím systémem s XPS v tl. 160 mm, Zateplení střechy tepelným izolačním v tl. 240 mm. Výměna veškerých původních dřevěných oken za nová plastová o celkovém součiniteli prostupu tepla $U_w = 1,0 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Výměna veškerých vstupních dveří (mimo nového vstupu pro studenty v 1. PP) za nové konstrukce (plast, hliník) o celkovém součiniteli prostupu tepla celých dveří $U_w = 1,2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$. Boční vstupní dveře do 1. PP, které jsou umístěny za schodištěm v proskleném přístavku, budou vyměněny za nové. Obvodové stěny, výplně okenních otvorů a vstupní prosklené dveře přístavku netvoří obálku vytápěné zóny, nevstupují do výpočtů a nejsou tedy zahrnuty do navrhovaných opatření. Energetické manažerství.

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Energie	297,02 MWh/r	171,83 MWh/r	125,19 MWh/r
Náklady	702,34 tis.Kč/r	472,22 tis.Kč/r	230,12 tis.Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Vytápění	220,33 MWh/r	95,14 MWh/r	125,19 MWh/r
Chlazení			
Větrání			
Úprava vlhkosti			
Příprava TV	56,90 MWh/r	56,90 MWh/r	0,00 MWh/r
Osvětlení	13,19 MWh/r	13,19 MWh/r	0,00 MWh/r
Technologie	6,60 MWh/r	6,60 MWh/r	0,00 MWh/r

3. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20 roků	diskontní míra	1,00 %
reálná doba návratnosti	> TŽ roků	investiční náklady	6 480 tis.Kč
prostá doba návratnosti	28 roků	cash flow	230,1 tis.Kč/r
IRR	-1,03 %	NPV	-1 285 tis.Kč
rok realizace	2014		

4. Ekologické hodnocení

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Efekt	
látky	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně
Tuhé látky	7,138 t/r	7,140	3,915 t/r	3,916	3,223 t/r	3,223 t/r
SO ₂	0,677 t/r	0,712	0,371 t/r	0,406	0,306 t/r	0,306 t/r
NO _x	0,428 t/r	0,457	0,235 t/r	0,264	0,193 t/r	0,193 t/r
CO	0,036 t/r	0,038	0,020 t/r	0,022	0,016 t/r	0,016 t/r
CO ₂	99,802 t/r	122,955	54,733 t/r	77,886	45,069 t/r	45,069 t/r

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení

Martin Škopek

Titul

Ing., Ph.D.

2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů

0628

3. Datum vydání oprávnění

26.6.2009

4. Datum posledního průběžného vzdělávání

16.8.2012

5. Podpis

6. Datum

18.3.2014



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

Na Františku 32, 110 15 Praha 1

Ing. Martin Škopek, Ph.D.

r. č. 750713/1214

je oprávněn

provádět energetický audit

s platností od 26.6.2009

vypracovávat průkazy energetické náročnosti budovy

s platností od 16.8.2012

provádět kontroly kotlů

s platností od 16.8.2012

provádět kontroly klimatizace

s platností od 16.8.2012



podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií ve znění pozdějších předpisů.

Číslo oprávnění: 0628

V Praze dne 16. srpna 2012

Ing. Pavel Šolc

náměstek ministra průmyslu a obchodu

PŘÍLOHY:

Příloha č. 1 – Geometrická charakteristika objektu.

Příloha č. 2 – Tepelně technické vlastnosti konstrukcí.

Příloha č. 3 – Výsledky výpočtů měrné spotřeby energie budovy dle vyhlášky 78/2013 Sb.

Příloha č. 4 – Rozpočty.

Příloha č. 5 – Ekonomické výpočty.

Příloha č. 6 – Environmentální posouzení vybrané varianty.

Příloha č. 7 – Protokol energetického štítku obálky referenční budovy.

Příloha č. 8 – Protokol a energetický štítek obálky budovy.

Příloha č. 1**Geometrická charakteristika objektu****Tabulka č. P 1.1 – Geometrická charakteristika objektu**

Varianta	Vytápěný objem budovy $V [m^3]$	Vnější plocha konstrukcí ohraničující vytápěný prostor budovy				Geometrická charakteristika (Faktor tvaru) $A/V [m^{-1}]$
		vnější $A_e [m^2]$		vnitřní $A_i [m^2]$	celkem $A [m^2]$	
Původní	7 537,0	2 548,5	100,0%		2 548,5	0,34
Navrhovaná	7 537,0	2 548,5	100,0%		2 548,5	0,34