

ENERGETICKÝ AUDIT

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
STUDENTSKÁ 1402/2, 461 17 LIBEREC 1

OBJEKT S
SOKOLSKÁ 113/8, 460 01-LIBEREC

OBJEDNATEL

Technická univerzita v Liberci
Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1

ZHOTOVITEL

Energetický auditor: Ing. Plamen Penkov, CSc.
U Sokolovny 120, 252 03 Řitka, Praha - západ

Duben 2014

OBSAH:

1	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE	5
1.1	ZADAVATEL, PROVOZOVATEL, ZPRACOVATEL, PŘEDMĚT AUDITU.....	5
2	POPIS VÝCHOZÍHO STAVU	6
2.1	ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU.....	6
2.1.1	<i>Název předmětu energetického auditu.....</i>	<i>6</i>
2.1.2	<i>Popis předmětu a obsahu auditu</i>	<i>6</i>
2.2	VSTUPNÍ PODKLADOVÉ MATERIÁLY	7
2.3	ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY.....	7
2.3.1	<i>Elektrická energie.....</i>	<i>7</i>
2.3.2	<i>Teplo ze soustavy CZT.....</i>	<i>7</i>
2.3.3	<i>Balance energetických vstupů</i>	<i>8</i>
2.3.4	<i>Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie.....</i>	<i>8</i>
2.3.5	<i>Roční balance výroby energie z vlastního zdroje</i>	<i>9</i>
2.4	ROZVOD TEPLA, TEPELNÉ SPOTŘEBIČE, MĚŘENÍ A REGULACE	9
2.5	ROZVOD ELEKTRICKÉ ENERGIE A ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE	10
2.5.1	<i>Umělé osvětlení.....</i>	<i>11</i>
2.6	STAVEBNĚ – FYZIKÁLNÍ PARAMETRY OBJEKTU	12
2.6.1	<i>Popis stavebních konstrukcí a stavu tepelné ochrany budovy.....</i>	<i>12</i>
2.6.2	<i>Součinitele prostupu tepla U_j, U_N, klasifikační ukazatele prostupu tepla</i>	<i>12</i>
2.6.3	<i>Protokol energetického štítku obálky budovy – stávající stav.....</i>	<i>13</i>
2.6.4	<i>Tepelné ztráty posuzovaného objektu.....</i>	<i>14</i>
2.6.5	<i>Roční spotřeba tepla pro vytápění ve výchozím stavu.....</i>	<i>14</i>
2.6.5.1	<i>Potřeba tepla a tepelné ztráty pro stávající výchozí stav</i>	<i>15</i>
3	ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	16
3.1	VÝCHOZÍ ROČNÍ ENERGETICKÁ BALANCE STÁVAJÍCÍHO STAVU	16
3.2	ZHODNOCENÍ STAVU TEPELNÉ OCHRANY BUDOV	16
3.3	ZHODNOCENÍ STAVU TECHNOLOGIE VÝROBY, DISTRIBUCE A REGULACE DODÁVKY TEPLA.....	16
3.4	ZHODNOCENÍ MÍRY HOSPODÁRNOSTI KONEČNÉHO UŽITÍ ELEKTŘINY.....	17
4	NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE.....	18

4.1	OPATŘENÍ V OBLASTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ	18
4.1.1	<i>Popis opatření</i>	18
4.1.2	<i>Tepelně – technické charakteristiky a energetická náročnost posuzované budovy po rekonstrukci</i>	19
4.1.3	<i>Protokol energetického štítku obálky budovy – stav po rekonstrukci</i>	20
4.1.4	<i>Protokol energetického štítku obálky referenční budovy</i>	22
4.2	OBLAST ROZVODU, DISTRIBUCE A SPOTŘEBY TEPLA.....	23
4.2.1	<i>Rozvod tepla a soustavy ÚT a TV</i>	23
4.3	OBLAST SPOTŘEBY ELEKTŘINY	23
4.3.1	<i>Úsporná opatření v oblasti technologických zařízení ÚT, VZT a TUV</i>	23
4.3.2	<i>Úsporná opatření v oblasti umělého osvětlení</i>	24
4.4	OBLAST VYUŽITÍ KVET A OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE.....	24
4.4.1	<i>Kombinovaná výroba elektřiny a tepla - KVET</i>	24
4.4.2	<i>Využití energie slunečního záření</i>	24
4.5	ROZDĚLENÍ OPATŘENÍ Z POHLEDU INVESTIČNÍ NÁROČNOSTI A JEJICH SUMARIZACE PRO VYHODNOCENÍ EFEKTŮ	24
4.5.1	<i>Rozdělení opatření dle investiční náročnosti</i>	24
4.5.2	<i>Formulace souborů energeticky úsporných opatření</i>	25
4.5.2.1	<i>Soubor energeticky úsporných opatření č. 1 (SEÚO č. 1)</i>	25
4.5.2.2	<i>Soubor EÚ opatření č. 2 (SEÚO č. 2)</i>	25
5	FORMULACE VARIANT EÚP A JEJICH EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ 27	
5.1	FORMULACE VARIANT ENERGETICKY ÚSPORNÝCH PROJEKTŮ (EÚP).....	27
5.1.1	<i>Varianta EÚP č. 1</i>	27
5.1.2	<i>Varianta EÚP č. 2</i>	28
5.2	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	28
5.3	VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	30
5.3.1	<i>Původ dodávané energie a emisní faktory</i>	30
5.3.2	<i>Environmentální hodnocení posuzovaných variant</i>	30
5.4	VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY EÚP.....	31
6	VÝSTUPY AUDITU A SHRNUÍ	32
6.1	ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU	32

6.2	NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ / VARIANTY EÚP.....	32
6.3	PŘÍNOSY A EFEKTY NAVRŽENÉ K REALIZACI VEÚP	33
6.4	PODMÍNKY A PŘEDPOKLADY	33
6.5	KONEČNÉ STANOVISKO AUDITORA	33
7	EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU.....	34
	PŘÍLOHY	38
	PŘÍLOHA Č. 1 - ENERGETICKÉ VSTUPY	38
	PŘÍLOHA Č. 2 – ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY.....	40

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

1.1 ZADAVATEL, PROVOZOVATEL, ZPRACOVATEL, PŘEDMĚT AUDITU

ZADAVATEL AUDITU	
Název	Technická univerzita v Liberci
Právní forma	Veřejná vysoká škola
Adresa	Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1
Telefon	+420 485 351 111
Fax	+ 420 485 105 882
e-mail	kvestor@tul.cz
IČ	467 47 855
Zástupce	Ing. Vladimír Stach - kvestor
Kontaktní osoba	Ing. Radim Čížek, koordinátor projektu

PROVOZOVATEL PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	
Název	Technická univerzita v Liberci
Právní forma	Státní veřejná vysoká škola
Adresa	Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1
Telefon / E-mail	+420 48535 1111 / kvestor@tul.cz
IČ	467 47 855

ZPRACOVATEL ENERGETICKÉHO AUDITU	
Energetický auditor	Ing. Plamen Penkov, CSc.
Číslo oprávnění	187
Adresa	U Sokolovny 120, 252 03 - Řitka, Praha - západ
Mobil	+420 606 92 00 74
E-mail	plamen.penkov@volny.cz , plamen.penkov@meerra.eu
IČ	01857924

PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU	
Zařízení	Technická univerzita v Liberci, objekt S: energetické hospodářství a stavební konstrukce budovy.
Adresa	Sokolská 113/8, Liberec
Vztah k zadavateli auditu	Zadavatel EA je provozovatelem objektu
Zástupce	Ing. Vladimír Stach, kvestor
Tel.	+420 485 353 598
E-mail	kvestor@tul.cz

2 POPIS VÝCHOZÍHO STAVU

2.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1.1 Název předmětu energetického auditu

**Projekt snížení spotřeby energie u budovy vzdělávacího zařízení zateplením
obvodových stavebních konstrukcí**

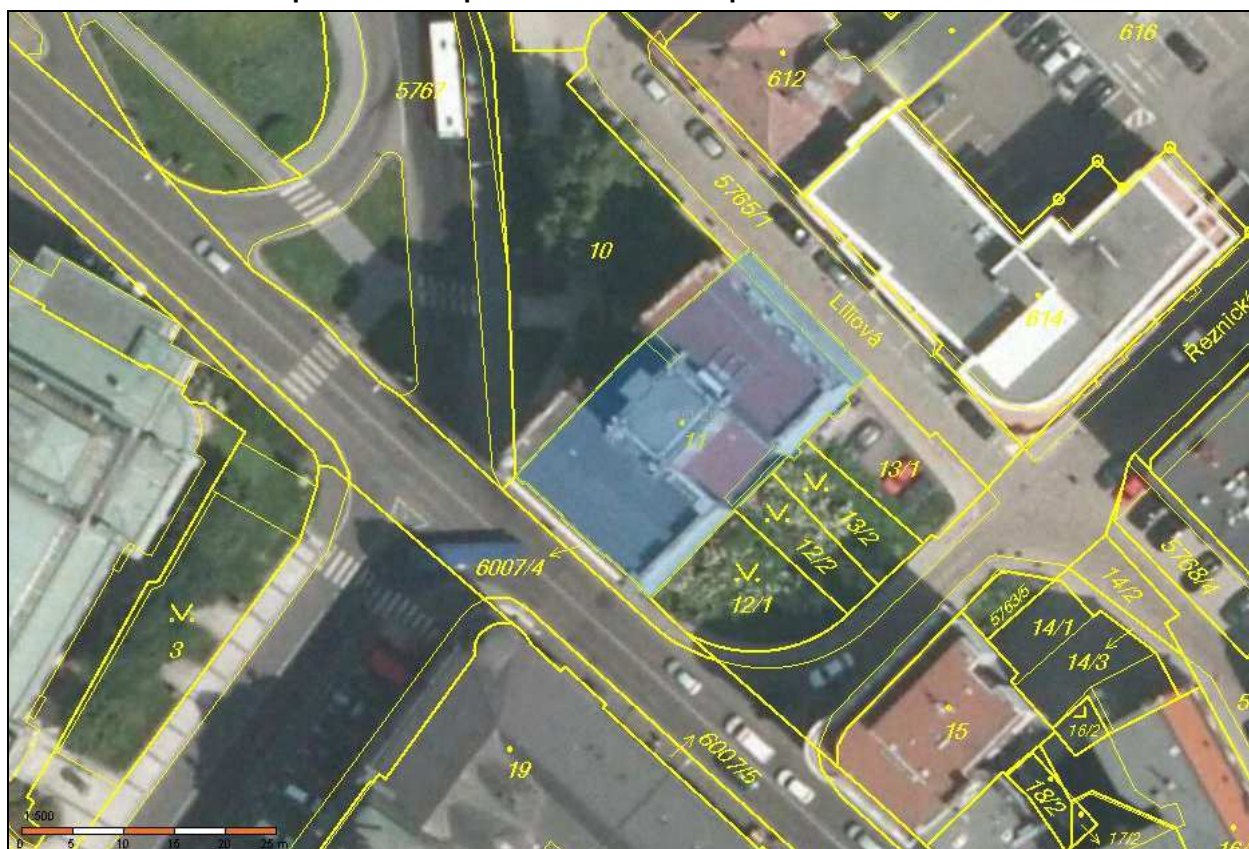
2.1.2 Popis předmětu a obsahu auditu

Předmětem auditu je analýza současného stavu spotřeby energie u posuzovaného objektu vzdělávacího zařízení s návrhem opatření vedoucích k zajištění energetických úspor.

Objekt **S - Sokolská 113/8, 460 01 Liberec**, je samostatný objekt TUL, který slouží pro výuku - jsou zde učebny kateder cizích jazyků, českého jazyka a literatury, filosofie, sociálních studií a speciální pedagogiky, historie kanceláře, oddělení informačních technologií – děkanát, byt správce, v přízemí jsou pronajaté prostory cestovní kanceláře a sdružení Tulipán.

Provoz objektu odpovídá režimu výukového objektu TU (výukové a zkouškové období – plný provoz, prázdniny – slabý provoz). Provozní doba budovy v pracovních dnech 7:00-20:00, o sobotách výjimečně. Počet osob v budově se v průběhu dne mění, odhadem se tu vystřídá denně ca 200 osob.

Obr. 1 – Katastrální mapa + ortofoto pozemku dotčeného předmětu EA



2.2 VSTUPNÍ PODKLADOVÉ MATERIÁLY

Pro zpracování energetického auditu (dále jen „EA“) byly k dispozici fragmenty projektové stavební dokumentace a řada dalších podkladů a technické dokumentace jako:

- EA, TEBODIN, 04/2007
- EA, Plamen Penkov, srpen 2009,
- PD – Návrh zateplení objektu, DEKPROJEKT, s.r.o., 2009
- PD – Návrh zateplení objektu, kancelář Ing. Radovana Novotného UNIRELAX s.r.o., Uniarch.cz, Vesecká 97, 460 06 Liberec 6, 2014
- Faktury a výpisy z faktur za spotřeby energie (elektřina a teplo ze soustavy CZT) a vody,
- Revizní zprávy o kontrolách vybraných technických zařízení,
- Vlastní fotodokumentace a výsledky šetření,
- Údaje z katastru nemovitostí.

2.3 ENERGETICKÉ VSTUPY A VÝSTUPY

Posuzovaná budova je zásobována elektřinou, teplem ze soustavy CZT a vodou z městského vodovodního řadu. Platby jsou prováděny na základě fakturačních měření.

2.3.1 Elektrická energie

Objekt **S - Sokolská 113/8, Liberec** je zásobován elektrickou energií ze sítě DS ČEZ, a.s.. Platby za elektřinu od 1.1.2014 do 31.12.2014 jsou realizovány na základě Smlouvy o dodávku elektřiny v rámci sdružených služeb dodávky elektřiny v napěťové hladině nízkého napětí pro celkem 19 odběrných míst v majetku TUL pro nízký a vysoký tarif v distribučních sazbách C01d až C03d a C25d s platbou za odebranou silovou elektřinu a za rezervovanou roční kapacitu.

Dodávka silové elektřiny pro posuzovaný objekt je v napěťové hladině nízkého napětí. Platby za odebranou elektrickou energii jsou realizovány měsíčně.

Elektrická energie je v posuzovaném objektu spotřebovávána pro kancelářské, technologické účely a pro umělé osvětlení.

Tab. 1 - Základní údaje o dodavateli el. energie, odběrném místě a podmínkách dodávky

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje
1	Dodavatel elektřiny	CENTROPOL ENEERGY, a.s.
2	Adresa dodavatele	Vaníčkova 1594/1, 400 01 Ústí nad labem
3	IČO	25458302
4	Odběratel	Technická univerzita v Liberci
5	Adresa	Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1 - Staré Město
6	Distribuční sazba	C 25d
7	Adresa odběrného místa	Sokolská 113/8, 460 01 Liberec

2.3.2 Teplo ze soustavy CZT

Teplo je ve formě topné vody dodáváno z externího zdroje, kterým je VS systému centrálního zásobování teplem města Liberec z teplárny Liberec. Cena tepla je pravidelně aktualizována v souladu s podmínkami ERÚ.

Tab. 2 - Základní údaje o dodavateli tepla, odběrném místě a podmínkách dodávky

Řádek (zdroj dat)	Popis parametru	Údaje
1	Dodavatel tepla	Teplárna Liberec, a.s.
2	Adresa dodavatele	Tř. Dr. Milady Horákové 641/34a, 46001 Liberec 4
3	IČO	62241672
4	Odběratel	Technická univerzita v Liberci
5	Adresa odběrného místa	Sokolská 113/8, 460 01 Liberec

2.3.3 Bilance energetických vstupů

Soupis základních údajů o energetických vstupech – teplo ze soustavy CZT a el. energie – průměr za poslední tři roky před realizací projektu (2011-2013) uvádí následující tabulka.

Náklady jsou uváděny bez DPH.

Tab. 3 - Soupis základních údajů o energetických vstupech - průměr za poslední tři roky před realizací projektu

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady [Kč]
1	Nákup el.energie	MWh	88,9	3,6	320,0	88,9	251 328,2
2	Nákup tepla	GJ	1 145,0	1,0	1 145,0	318,1	617 226,8
3	Zemní plyn	tis.m ³		34,05			
4	Hnědé uhlí	t					
5	Černé uhlí	t					
6	Koks	t					
7	Jiná pevná paliva	t					
8	TTO	t					
9	LTO	t					
10	Nafta	t					
11	Jiné plyny	t					
12	Druhotná energie	GJ					
13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³					
14	Jiná paliva	GJ					
15	Celkem vstupy paliv a energie				1 465,0	406,9	868 554,9
16	Změna stavu zásob (inventarizace)						
17	Celkem spotřeba paliv a energie				1 465,0	406,9	868 554,9

Soupis základních údajů o energetických vstupech za jednotlivé tři roky před realizací projektu (2011-2013) jsou uvedeny v **příloze** auditu.

2.3.4 Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

Posuzovaný objekt nemá vlastní zdroj tepla a elektřiny. Je napojen na městskou soustavu CZT pomocí mimo-objektové výměníkové stanice (VS). Proto v tabulce níže nejsou uvedeny údaje dle vzoru z prováděcí vyhlášky č. 480/2012 Sb., v platném znění.

Tab. 4 – Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie – průměr za poslední tři roky před realizací projektu

Řádek (zdroj dat)	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky 5) - (ř.3 x 3,6 + ř.7) : ř.12]	%	-
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky 5) - ř.3 x 3,6 : ř.6]	%	-
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky 5) - ř.7 : ř.11]	%	-
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky 5) - ř.6 : ř.3]	GJ/MWh	-
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky 5) - ř.11 : ř.7]	GJ/GJ	-
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky 5) - ř.3 : ř.1]	hod/rok	-
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky 5) - (ř.7 : 3,6) : ř.2]	hod/rok	-

2.3.5 Roční bilance výroby energie z vlastního zdroje

V posuzovaném objektu není výroba energie z vlastního zdroje. Proto v tabulce níže nejsou uvedeny údaje dle vzoru z prováděcí vyhlášky č. 480/2012 Sb., v platném znění.

Tab. 5 – Roční bilance výroby energie z vlastního zdroje

Řádek (zdroj dat)	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0,0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	0,0
3	Výroba elektřiny	MWh / rok	0,0
4	Prodej elektřiny	MWh / rok	0,0
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	MWh / rok	0,0
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	MWh / rok	0,0
7	Výroba tepla	GJ / rok	0,0
8	Dodávka tepla	GJ / rok	0,0
9	Prodej tepla	GJ / rok	0,0
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	GJ / rok	0,0
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ / rok	0,0
12	Spotřeba energie v palivu celkem	GJ / rok	0,0

Proto nejsou uvedeny i základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů.

2.4 ROZVOD TEPLA, TEPELNÉ SPOTŘEBIČE, MĚŘENÍ A REGULACE

Objekt **S** TUL, Sokolská 113/8, Liberec není vybaven vlastním zdrojem tepla. Teplo je ve formě topné vody dodáváno z externího zdroje, kterým je mimo-objektová VS systému CZT města Liberec teplem napájený z teplárny Liberec.

Objekt je napojen dvoutrubkovou přípojkou z výměňkové stanice v majetku dodavatele tepla. Přípojka je přivedena do strojovny vytápění v suterénu objektu. Dodávané teplo slouží pouze k vytápění, ohřev TUV je pomocí elektrických zásobníkových a průtokových ohřivačů.

Množství dodaného tepla měří dodavatel ve své výměňkové stanici pomocí fakturačního měřiče tepla.

Otopná voda z přípojky od výměňkové stanice dodavatele je přivedena do sdruženého rozdělovače umístěného ve strojovně vytápění v suterénu objektu. Z rozdělovače jsou vyvedeny čtyři otopné okruhy podle orientace fasád ke světovým stranám. Rozvod topné vody je pomocí ocelových bezešvých trubek vedené k jednotlivým OT. Každý okruh je vybaven oběhovým čerpadlem a trojcestným směšovacím ventilem se servopohonem. Rozvody ve strojovně jsou izolovány minerální vatou s povrchovou úpravou z hliníkové folie s pletivem.

Vytápěcí soustava je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem. Soustava byla rekonstruována v r. 1996. Režim vytápění a topná křivka se nastavuje na řídicí jednotce pro každý okruh zvlášť. Regulace teploty otopné vody je ekvitemní. Provádí se útlum vytápění v mimo-provozní době budovy (víkendy, noc, prázdniny a svátky). Týdenní režim je volně nastavitelný na regulátoru MaR.

Pro vytápění jsou v objektu použity litinové článkové radiátory, vybavené na přívodu topné vody ve vybraných prostorách termostatickými ventily.

Objekt není vybaven vzduchotechnickým zařízením pro větrání prostor. Větrání je přirozené přímo okny.

Teplá užitková voda je v objektu spotřebovávána pouze pro mytí rukou na sociálních zařízeních a pro úklidové práce. Ohřev je prováděn lokálně v elektrických zásobníkových a průtokových ohřivačích, které jsou umístěny v sociálních zařízeních.

V budově je instalováno celkem 4 závěsných elektrických zásobníkových ohřivačů o obsahu po 125 l a 5 průtokových ohřivačů (s malou vyrovnávací nádobou) umístěných nad umyvadly.

2.5 ROZVOD ELEKTRICKÉ ENERGIE A ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE

Objekt S TUL je zásobován elektrickou energií z DS ČEZ nn skrz transformační stanici osazenou fakturačním elektroměrem. Z rozvaděče měření umístěného v přízemí jsou napojeny rozvaděče jednotlivých podlaží.

Budova je napojena kabelovou přípojkou z distribuční sítě nn dodavatele el. energie. Z rozvaděče měření umístěného v přízemí jsou napojeny rozvaděče jednotlivých podlaží. Měření se provádí samostatně pro TUL, byt správce a pro nájemníky sídlící v přízemí budovy (cestovní kancelář a sdružení Tulipán). Ohřev TV pomocí el. bojlerů je ovládán pomocí HDO. Vnitřní rozvody elektroinstalace v jednotlivých úsecích jsou provedeny kabely typu AYKY uloženými ve stoupačkách, v lištách a pod omítkou. Jednotlivá podlaží jsou napojeny prostřednictvím patrových rozvaděčů.

Instalace je provedena dle projektové dokumentace uložené u provozovatele. Svým provedením instalace vyhovuje daným prostorům.

Mezi charakteristickými spotřebiči elektřiny patří různé stroje a zařízení pro účely výuky, kancelářská technika, umělé osvětlení, elektromotory strojů a zařízení, ohřivače TV a zařízení keramické dílny sdružení Tulipán.

Z analýzy hlavních spotřebičů a charakteru spotřeby elektrické energie je patrná nízká míra využití jednotlivých zařízení. Pozornost je účelné zaměřit na soustavu umělého osvětlení, kde je výskyt využití méně účinných svítidel a není realizovaná regulace provozu umělého osvětlení v závislosti na denním osvětlení.

Pro účely EA je posuzováno jedno odběrné místo elektřiny pro celý posuzovaný objekt.

V budově je instalováno elektrických spotřebičů:

-	8	elektromotorů	12,0 kW,
-	185	světelných spotřebičů	45,0 kW,
-	37	ostatních spotřebičů	56,0 kW,
-	celkem instalováno		113,0 kW.

Rozvody elektroinstalace všeobecně, jsou provedeny podle dokumentace kabely typu CYKY s převážným uložením pod omítkou.

Použité kabely, elektrické zařízení a materiály pro rozvody jsou značkové a odpovídající dimenze, podle dokumentace, připojených odběrů a výsledků předložených revizních zpráv. U většiny elektrických rozvodů v budově je používána soustava **TN-C** s provedením ochrany podle dříve platných požadavků a standardů. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím je provedena samočinným odpojením od zdroje.

Elektrická energie se používá především pro účelový provoz budovy, (osvětlení, kabinety, výuka, výpočetní a kancelářská technika, keramická dílna sdružení Tulipán,...), provoz VS, sociální účely, obslužná zařízení.

Podle těchto výsledků nelze u elektřiny hovořit jako o rozhodující energii v auditovaném objektu.

2.5.1 Umělé osvětlení

V případě posuzovaných prostor auditovaného objektu je osvětlení zajištěno převážně zářivkovými svítidly, ale v objektu jsou i žárovková svítidla. Osvětlení je ovládáno vypínači a přepínači místně.

Na chodbách, kde proniká denní světlo omezeně je osvětlení zářivkovými svítidly osazenými jednou zářivkovou trubicí. Do ostatních prostor proniká ve velké míře venkovní světlo, což je žádoucí z hlediska zrakové pohody. Kanceláře a učebny jsou osvětleny zářivkovými svítidly. Zářivkové světelné zdroje jsou dále umístěny ve pronajatých prostorách cestovní kanceláře a sdružení Tulipán.

Osvětlení objektu je převážně provedeno zářivkovými svítidly, jejichž účinnost je nižší než u současně vyráběných zářivkových svítidel o cca 25% až 30%.

Stávající umělé osvětlení je řešeno dle dříve platné normy ČSN 36 0450. Osvětlovací soustavy jednotlivých prostor budovy byly navrženy na základě výpočtu, který splňoval požadavky norem a hygienických předpisů na umělé osvětlení v době projektování a realizace projektu osvětlení.

Výměnou zářivkových svítidel starší konstrukce za nová svítidla dojde ke zlepšení parametrů osvětlovací soustavy po stránce intenzity osvětlení rovnoměrnosti oslnění a podání barev. Tato úprava je vyhovující pro běžné učebny, kanceláře a kabinety, je také v souladu s normou pro osvětlení ČSN EN 12464-1, která je v platnosti od března roku 2004.

U speciálních učeben je dle nové normy požadovaná vyšší hodnota intenzity osvětlení. Při rekonstrukci elektroinstalace v učebnách (výtvarná výchova, kreslárny, praktická výuka, laboratoře apod.), bude nutné navrhnout novou osvětlovací soustavu, která bude svými parametry splňovat požadavky platné ČS a EU normy.

Pro zajištění dostatečné osvětlenosti interiéru budovy je v různých prostorách nainstalováno celkem **cca 185 ks** různých svítidel.

Osazeny jsou zářivkovými, žárovkovými i výbojkovými typy světelných zdrojů, a to s následujícími jmenovitými příkony:

- Zářivková svítidla: 1x36 W, 2x36W, 4x36W, 1x40W,
- Žárovková: 40 W, 65 W, 75 W.

Svítidla zářivková jsou v posuzovaném objektu naprostou většinou – dle revizních zpráv přes **92 %** z celkového instalovaného příkonu – a zajišťují potřebné osvětlení učeben, kanceláří a komunikačních prostor.

Okruhy osvětlení jednotlivých pater jsou napájeny z podružných rozvaděčů a v jednotlivých sekcích ovládány manuálně vypínači umístěnými v blízkosti dveří, schodišť či komunikačních spojů.

V učebnách jsou stropní zářivková svítidla jsou rozdělena do sekcí (linií) souběžně s okny a tak lze během dne vyváženě ovlivňovat intenzitu osvětlení v hloubce místností.

Svítidla žárovková představují **téměř 8%** z celkového instalovaného příkonu a jsou použity jen v podružných místnostech (WC, technické zázemí, sklady).

2.6 STAVEBNĚ – FYZIKÁLNÍ PARAMETRY OBJEKTU

2.6.1 Popis stavebních konstrukcí a stavu tepelné ochrany budovy

Projektová dokumentace řeší úspory tepelné energie v objektu **S** Technické univerzity v Liberci, **Sokolská 113/8**. Stávající stav stavebních konstrukcí vykazuje nedostatky z hlediska tepelně-technických vlastností.

Technický popis stávající stavby

Budova má půdorys tvaru písmene H s podélnými osami orientovanými ve směru SZ-JV. Má jedno podzemní a osm nadzemních podlaží (1. NP částečně zapuštěné pod terén). Jedná se v podstatě o dvě zrcadlově k sobě orientované budovy propojené spojovacím krčkem, v němž se nachází schodiště a výtahová šachta. Štíty obou budov jsou zcela bez oken, objekt byl pravděpodobně součástí dnes již neexistující uliční zástavby.

Objekt byl postaven v r. 1929. V roce 2000 byla realizována rekonstrukce fasády do ulice Sokolské a k mostu. Současně bylo provedeno zateplení (kontaktním zateplovacím systémem s tepelně izolační vložkou na bázi pěnového polystyrenu) části fasády k mostu (štítové stěny bez oken).

Svislou nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový monolitický skelet (průvlaky, sloupy, stropní desky). Obvodový plášť tvoří zdivo z cihel plných tl. 450 – 600 mm a v suterénu 900 mm. Objekt je částečně zateplen (SZ štít) kontaktním systémem s PPS tl. 60 mm. Střechy jsou ploché jednoplašťové, také z části (cca 1/3) zateplené minerální vlnou tl. 100 mm. Okna jsou dřevěná dvojítá (špaletová), objevují se i luxfery (sklobetony). Výkladce v přízemí mají rámy ocelové a zasklení jednoduché. Podstřešní sklad je prosvětlen oknem s polykarbonátovým zasklením (makrolon).

2.6.2 Součinitele prostupu tepla U_j , U_N , klasifikační ukazatele prostupu tepla

Do následujícího protokolu energetického štítku obálky budovy jsou uvedeny základní parametry, stávající a požadované hodnoty součinitelů prostupů tepla jednotlivých stavebních konstrukcí posuzovaných budov dle ČSN 73 0540-2/X.2011. Objekty jsou navzájem navazující a jsou posuzovány jako jedna budova, pro kterou je uveden i klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou CI , (-) a klasifikační třída budovy dle ČSN 73 0540-2/X.2011.

Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/X.2011 je budova zařazena do klasifikační třídy **F – Velmi neehospodárná**.

Z porovnání parametrů stávajících konstrukcí a doporučených normových hodnot je zřejmé, že původní stavební konstrukce nesplňují stávající požadavky ČSN 730540-2/X.2011, týkající se součinitele prostupu tepla a následně i celkového tepelného odporu.

To znamená, že tepelné odpory konstrukcí obvodového pláště objektu jsou nedostačující.

Protokol energetického štítku obálky budovy pro výchozí stav posuzovaného objektu je uveden v následující tabulce.

2.6.3 Protokol energetického štítku obálky budovy – stávající stav

Tab. 6 – Protokol energetického štítku obálky budovy – stávající stav

Protokol k energetickému štítku obálky budovy VÝCHOZÍ STAV					
Identifikační údaje					
Druh stavby (např. rodinný dům, nemocnice, hotel...)			školský objekt - TU v Liberci, objekt S		
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)			Sokolská 113/8, 460 01-Liberec		
Katastrální území a katastrální číslo			Liberec (okres Liberec); 563889		
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel			Technická univerzita v Liberci		
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník			Technická univerzita v Liberci		
Adresa			Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1		
Telefon / E-mail			485 351 111, 485 105 882 / kvestor@tul.cz		
Charakteristika budovy					
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy, m ³					15 944,5
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²					4 367,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V, m ² / m ³					0,27
Převažující vnitřní teplota v topném období, θ _{in} °C					20
Venkovní návrhová teplota v zimním období, θ _e °C					-18
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí					
Ochlazovaná konstrukce	Plocha A _i (ΣA _i), [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U _i (Σψ _{k,i} +Σχ _j)/A _i , [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla, U _N (U _{N,rec})	Činitel teplotní redukce, b _i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ti} = A _i · U _i · b _i (Σψ _{k,i} +Σχ _j), [W/K]
obvodová stěna 1	1 259,2	1,09	0,30 (0,25)	1,00	1 372,5
obvodová stěna 2	502,6	0,44	0,30 (0,25)	1,00	221,1
obvodová stěna 3	43,2	1,13	0,30 (0,25)	1,00	48,8
obvodová stěna 4 - sokl	30,0	1,0	0,30 (0,25)	1,00	30,0
Histor. Obv. stěna 5 - bez Tep. Iz.	777,7	0,92	0,30 (0,25)	1,00	715,5
podlaha 1	492,3	1,5	0,45 (0,30)	0,40	291,7
okna 1 - k výměně	448,2	2,8	1,50 (1,20)	1,00	1 255,0
okna 2, prosklení- k repasování	27,7	2,8	1,50 (1,20)	1,00	77,6
okna 3 - střešní k výměně	4,0	2,9	1,50 (1,20)	1,00	11,5
LUXFERY k výměně za okna	20,1	3,5	0,30 (0,25)	1,00	70,4
dveře 1 k výměně	13,1	4,2	3,50 (2,30)	1,00	54,9
dveře 2 k repasování	5,1	4,2	3,50 (2,30)	1,00	21,5
střecha 1	744,8	1,2	0,24 (0,16)	1,00	901,2
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	4 367,9	0,1		1,0	436,8
Celkem	4 367,9				5 508,5
Stanovení prostupu tepla obálkou budovy					
Měrná ztráta prostupem tepla H _T			W/ K	5 508,5	
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em} = H _T / A			W/ (m ² K)	1,26	
Doporučený součinitel prostupu tepla U _{em,rec}			W/ (m ² K)	0,43	
Požadovaný součinitel prostupu tepla U _{em,N,rq}			W/ (m ² K)	0,57	
Klasifikace třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy					
Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U _{em} [W/m ² .K] pro hranice klasifikačních tříd			
		Obecně	Pro hodnocení budovy		
A - Velmi úsporná	≤ 0,5	U _{em} ≤ 0,5 · U _{em,N} ≤	0,29		
B - Úsporná	≤ 0,75	0,5 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 0,75 · U _{em,N} ≤	0,43		
C - Vyhovující	≤ 1,0	0,75 · U _{em,N} < U _{em} ≤ U _{em,N} ≤	0,57		
D - Nevhovující	≤ 1,5	U _{em,N} < U _{em} ≤ 1,5 · U _{em,N} ≤	0,86		
E - Nehospodárná	≤ 2,0	1,5 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,0 · U _{em,N} ≤	1,14		
F - Velmi nehospodárná	≤ 2,5	2,0 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,5 · U _{em,N} ≤	1,43		
G - Mimořádně nehospodárná	> 2,5	U _{em} > 2,5 · U _{em,N} >	1,43		
Klasifikace budovy:		Klasifikační ukazatel CI:			
F - Velmi nehospodárná		2,21			
Datum vystavení štítku obálky budovy: 15. duben 2014					
Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Ing. Plamen Penkov, CSc.					
Tento protokol a energetický štítek obálky budovy byly vypracovány v souladu s ČSN 73 0540-2 (X.2011) a podle projektové dokumentace stavby dodané objednavatelem.					

2.6.4 Tepelné ztráty posuzovaného objektu

Výpočet tepelných ztrát posuzovaného objektu byl proveden obálkovou metodou s přihlédnutím k účelu posuzované budovy a na základě stanovené střední vnitřní výpočtové teploty jako vážený průměr pro celý vytápěný prostor.

Tepelné ztráty byly určeny v souladu s ČSN EN 12831 (06 0206) z roku 2005 a v souladu s ČSN 73 0540-2/X.2011 pro venkovní návrhovou teplotu v zimním období $\theta_e = -18^\circ\text{C}$ a pro převažující návrhovou vnitřní teplotu pro obytné budovy $\theta_m = 20^\circ\text{C}$ a pro technicko-provozní prostory pro $\theta_m = 18^\circ\text{C}$.

2.6.5 Roční spotřeba tepla pro vytápění ve výchozím stavu

Roční spotřeba tepla pro vytápění byla stanovena podle následujícího vztahu se započtením účinností výroby, rozvodu a regulace odběru tepla pro vytápění:

$$E_{vyt} = \frac{24}{1000} Q_c \cdot 3,6 \cdot f_c \cdot \frac{d_s (\theta_{is} - \theta_{es})}{\theta_{is} - \theta_e} / \eta,$$

kde :

E_{vyt}	- potřeba tepelné energie pro vytápění	[GJ/rok],
Q_c	- celková tepelná ztráta objektu	[kW],
f_c	- celkový opravný koeficient, $f_c = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$	[-],
d_s	- počet otopných dnů v roce	[dnů],
θ_{is}	- vnitřní teplota v objektu (vážený průměr)	[°C],
θ_{es}	- průměrná venkovní teplota v otopném období	[°C],
θ_e	- výpočtová venkovní teplota	[°C],
η	- celková účinnost systému přeměny tepla, $\eta = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3$	[%],
η_1	- účinnost výroby tepla	[%],
η_2	- účinnost rozvodů	[%],
η_3	- účinnost regulace	[%].

Roční spotřeba tepla pro vytápění posuzovaného objektu pro výchozí období – průměr klimatických podmínek let 2011, 2012 a 2013, se započtením účinnosti výroby, distribuce a regulace odběru tepla včetně tepelných zisků byla stanovena na **1 145,0 GJ/rok**.

Uvedená hodnota odpovídá skutečně fakturované spotřebě tepla z CZT v uvedeném období – průměr pro roky 2011, 2012 a 2013.

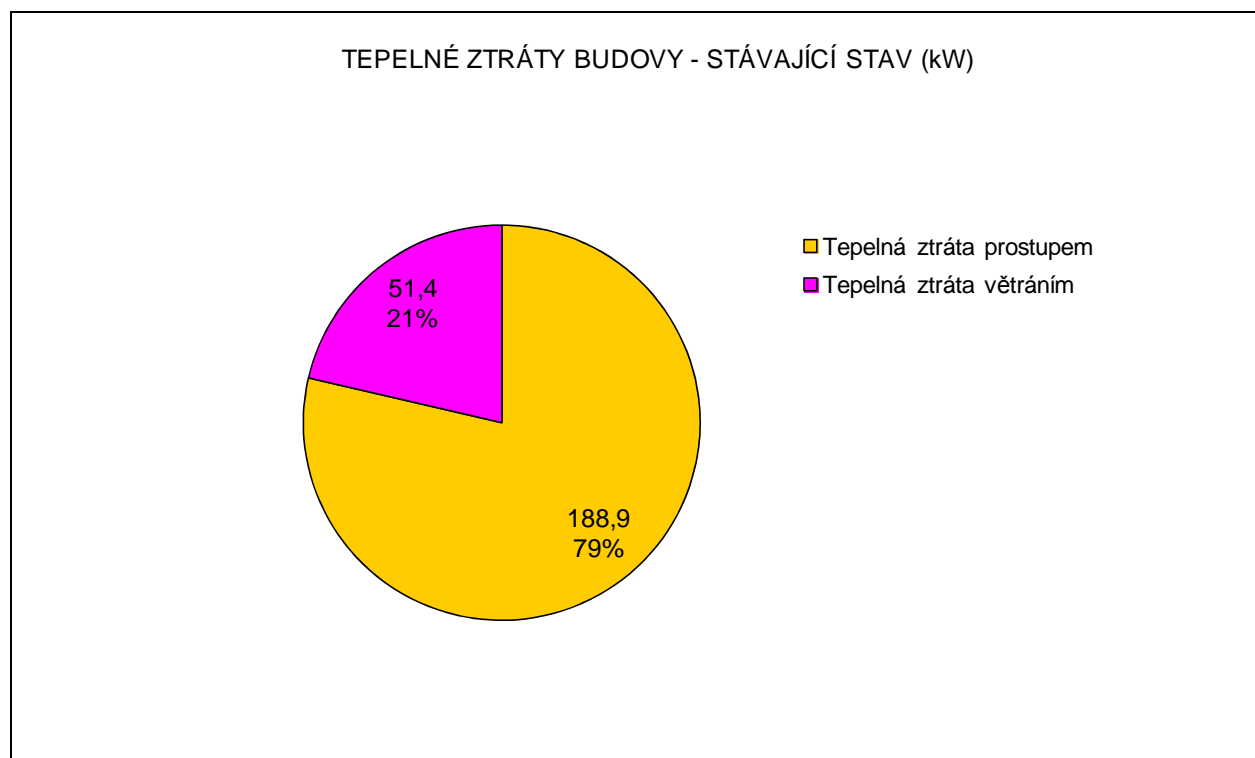
Výsledky výpočtů pro stávající výchozí stav posuzované budovy jsou uvedeny v následující tabulce a v grafu.

2.6.5.1 Potřeba tepla a tepelné ztráty pro stávající výchozí stav

Tab. 7 – Potřeba energie a tepelné ztráty pro stávající výchozí stav

POTŘEBA ENERGIE A TEPELNÉ ZTRÁTY - STÁVAJÍCÍ STAV		
školský objekt - TU v Liberci, objekt S		
POTŘEBA ENERGIE	kWh/rok	GJ/rok
Roční potřeba energie ke krytí tepelných ztrát prostupem	256 905	924,1
Roční potřeba energie ke krytí tepelných ztrát větráním	138 864	499,5
Roční potřeba energie na vytápění bez uvažování tepelných zisků	395 769	1 423,6
Využitelné tepelné zisky	83 801	301,4
Roční potřeba energie na vytápění (s uvažováním tepelných zisků)	311 969	1 122,2
Roční potřeba energie na ohřev TV	13 512	48,6
Roční potřeba energie na vytápění a ohřev TV	325 481	1 170,8
Roční spotřeba energie na vytápění (s uvažováním tepelných zisků)	318 303	1 145,0
Roční spotřeba energie na ohřev TV	16 057	57,8
Roční spotřeba energie na vytápění a ohřev TV	334 360	1 202,7
Měrná roční potřeba energie na vytápění	75,0	kWh/m²,rok
TEPELNÉ ZTRÁTY		kW
Tepelná ztráta prostupem		188,9
Tepelná ztráta větráním		51,4
Tepelná ztráta celkem		240,3

Obr. 2 – Rozdělení celkové tepelné ztráty



3 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

3.1 VÝCHOZÍ ROČNÍ ENERGETICKÁ BILANCE STÁVAJÍCÍHO STAVU

Tabulka níže uvádí výchozí roční energetickou bilanci předmětu EA ve stávajícím stavu jako průměr posledních tří let.

Tab. 8 – Výchozí roční energetická bilance předmětu EA pro posuzované období (průměr let 2011-2013)

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Energie		Náklady
		[GJ/r]	[MWh/r]	[tis. Kč/r]
1	Vstupy paliv a energie	1 465,0	406,9	868,6
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie (ř. 1 + ř. 2)	1 465,0	406,9	868,6
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 3 - ř. 4)	1 465,0	406,9	868,6
6	Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 5)	45,8	12,7	24,7
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř.5)	1 099,2	305,3	592,5
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř.5)	58,4	16,2	45,8
10	Spotřeba energie na větrání (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti (z ř.5)	0,0	0,0	0,0
12	Spotřeba energie na osvětlení (z ř.5)	48,0	13,3	37,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř.5)	213,7	59,3	167,8

3.2 ZHODNOCENÍ STAVU TEPELNÉ OCHRANY BUDOV

Původní stavební konstrukce posuzované budovy **nesplňují** požadavky současných norem a vyhlášek. Obálka budovy dle klasifikace ČSN 73 0540-2/X.2011 a budova je hodnocena jako **Velmi ne hospodárná**. Stávající stav tak skýtá značný potenciál úspor tepla v případě řádného zateplení stavby a je proto předmětem navrhovaných opatření.

3.3 ZHODNOCENÍ STAVU TECHNOLOGIE VÝROBY, DISTRIBUCE A REGULACE DODÁVKY TEPLA

Objekt **S** TUL je zásobován teplem pro vytápění z mimo-objektové VS soustavy CZT. PS je osazena rozdělovačem a sběračem, ze kterého jsou vedeny jednotlivé větve otopné vody. Topné větve mají směšovací regulační okruhy a proporcionálně řízená oběhová čerpadla. Vytápění objektu **S** je teplovodní, s nuceným oběhem a s teplotním spádem (90/67,5)°C. Otopnou plochu tvoří převážně článková litinová OT. Na OT jsou osazeny částečně ruční regulační ventily a TRV s TSH.

Vytápěcí soustava je v dobrém technickém stavu. Byla rekonstruována v r. 1996. Otopné okruhy jsou odděleny po světových stranách. Řízení je automatické ekvitermní. Provádí se útlum vytápění v mimo-provozní době budovy (noční, víkendové, prázdninové období). Oběhová čerpadla jsou vybavena regulací otáček. Otopnou plochu tvoří litinová článková tělesa, která jsou místy podle projektu vybavena termostatickými ventily.

Ohřev TV je lokální, v místě spotřeby pomocí zásobníkových a průtokových elektrických ohřevů. Provoz je hospodárný, nevznikají ztráty rozvodem. Zařízení je v dobrém technickém stavu.

Je třeba zdůraznit, že pouze na základě funkční centrální a lokální regulace distribuce a spotřeby tepla pro vytápění a VZT je možné realizovat potenciál úspor v oblasti stavebních úprav.

3.4 ZHODNOCENÍ MÍRY HOSPODÁRNOSTI KONEČNÉHO UŽITÍ ELEKTŘINY

Elektrická energie je v posuzovaném objektu spotřebovávána pro chod technických systémů s motorovými pohony (ventilátory odsávání, oběhová čerpadla), chod kancelářské techniky, kuchyňských spotřebičů, umělého osvětlení a vybavení keramické dílny sdružení Tulipán.

V případě systémů s motorovými pohony je potenciál úspor el. energie zavedením elektronické regulace otáček – dle předběžného posouzení se toto opatření jeví jako ekonomické zejména u oběhových čerpadel systému ÚT, teplé vody a u elektromotorů VZT, které mají vysoký počet provozních hodin (několik tisíc hod/rok).

Další možné úspory elektřiny lze hledat v oblasti osvětlení.

Zde však efekty při významnějších zásazích (např. instalaci nového osvětlení) mohou být do značné míry eliminovány potřebou splnit přísnější požadavky na osvětlení vnitřních prostor dle normy ČSN EN 12464-1 (oproti původní národní normě ČSN 36 0450, kterou nahrazuje, přináší nové kvalitativní normativy na osvětlení vnitřního prostředí v oblasti osvětlenosti, rovnoměrnosti, oslnění, zrakové pohody a zrakové únavy nad rámec předchozí národní normy).

To je možné kompenzovat aplikací již cenově dostupné, technicky vyspělé a kvalitní LED technologie v oblasti umělého osvětlení.

4 NÁVRH OPATŘENÍ KE SNÍŽENÍ SPOTŘEBY ENERGIE

4.1 OPATŘENÍ V OBLASTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Projektová dokumentace řeší úspory tepelné energie objektu S Technické univerzity v Liberci v Sokolské ulici 113/8. Stávající stav konstrukcí vykazuje výrazné nedostatky z hlediska tepelně-technických vlastností. Vnější omítka je z podstatné části degradovaná, převážná část oken vyžadují výměnu a některá okna a vchodové dveře vyžadují renovaci nebo výměnu.

Objekt se nachází v blízkosti historického centra Liberce a spadá do památkové zóny. Budova má půdorys tvaru písmene H s podélnými osami orientovanými ve směru SZ-JV. Má jedno podzemní a osm nadzemních podlaží (1. NP částečně zapuštěné pod terén). Jedná se v podstatě o dvě zrcadlově k sobě orientované budovy propojené spojovacím krčkem, v němž se nachází schodiště a výtahová šachta. Štíty obou budov jsou zcela bez oken, objekt byl pravděpodobně součástí dnes již neexistující uliční zástavby.

Svislou nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový monolitický skelet (průvlaky, sloupy, stropní desky). Obvodový plášť tvoří zdivo z cihel plných o tl. (450 – 600) mm a v suterénu 900 mm. Objekt je částečně zateplen (SZ štít) kontaktním systémem s tepelným izolantem z EPS o tl. 60 mm. Střechy jsou ploché jednoplášťové, také z části (cca 1/3) zateplené minerální vlnou o tl. 120 mm. Okna jsou dřevěná dvojitá (špaletová), některé otvory jsou vyzděny ze sklobetonu (luxfery). Výkladce v přízemí mají rámy ocelové a zasklení jednoduché. Podstřešní sklad je prosvětlen oknem s polykarbonátovým zasklením.

V současné době je objekt využíván k výuce studentů TU. V posledním patře je byt správce objektu. Vnitřní dispozice objektu se nemění.

Návrh stavebních úprav, které povedou ke zlepšení tepelně-technických vlastností objektu a tím následně k možným energetickým úsporám u posuzovaného objektu vzdělávacího zařízení, zahrnuje:

- **výměnu a repasování otvorových výplní,**
- **částečné zateplení obvodového pláště (mimo historickou fasádu),**
- **zateplení stropních a střešních konstrukcí.**

4.1.1 Popis opatření

Navrhovaná opatření v oblasti stavebních úprav ke zlepšení tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí budovy jsou navržena zateplovací systémy a otvorové výplně tak, aby hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu po realizaci opatření splňovaly minimálně doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla U_N dle ČSN 73 0540-2 (X.2011) a současně budova bude splňovat minimálně požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy $U_{em,N}$ dle ČSN 730540-2 (X.2011), nebo parametry stavebních konstrukcí jsou voleny tak, aby obálka budovy splňovala minimálně doporučenou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy $U_{em,rec}$ uvedenou v ČSN 730540-2 (X.2011).

Dle projektové dokumentace a zadání objednatele je projekt zaměřen na zlepšení tepelně-technických parametrů mimořádně ne hospodárného objektu v oblasti vytápění, čehož bude dosaženo několika opatřeními. Jedná se zejména o zateplení severní a jižní fasády minerální vatou. Na západní a východní fasádě bude provedena pouze výměna starých dřevěných oken za nová dřevěná eurookna. Vstupní dveře budou repasovány. Výkladce pak budou vyměněny za nové s dřevěným rámem. Toto rozhodnutí je podmíněno požadavkem památkářů vzhledem k památkové ochraně objektu.

Stávající nevyhovující zateplení střechy bude demontováno a střecha bude kompletně izolována.

Zateplení vnějšího pláště bude provedeno kontaktním zateplovacím systémem ETICS – fasádními minerálními deskami s podélným vláknem tl. 160 mm, $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$, s konečnou úpravou minerální omítkou, zrnitost 1,5 mm.

Zateplení vnějšího pláště v oblasti soklu bude provedeno kontaktním zateplovacím systémem ETICS – fasádními minerálními deskami s podélným vláknem tl. 140 mm, $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$, s konečnou úpravou marmolitovou omítkou, zrnitost 2 mm. Do 0,5 m nad terén a 0,5 m pod terén je nutno použít desky extrudovaného polystyrenu tl. 140 mm, $\lambda = 0,032 \text{ W/m.K}$

Zateplení střešního pláště objektu je navrženo na stávající konstrukci. Zateplení bude provedeno pomocí desek minerální vaty s podélným vláknem v celkové tl. 300 mm, $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$.

Okenní výplně otvorů v obvodovém plášti budou z dřevěných europrofilů, zasklená izolačním dvojsklem $U = \max 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vstupní dveře budou repasovány. Výkladce pak budou vyměněny za nové s dřevěným rámem, zasklená izolačním dvojsklem.

Vnitřní dispozice objektu se nemění. Vnější tvar staveb se po provedení zateplení nezmění, i když dojde ke zvětšení půdorysných rozměrů stavby, vždy o tloušťku zateplení. Nezmění se užitečná plocha objektu, ale dojde k navýšení vnějšího objemu stavby (o objem zateplovacího systému). Navržené stavební práce nezasahují do izolací spodní stavby objektu.

4.1.2 Tepelně – technické charakteristiky a energetická náročnost posuzované budovy po rekonstrukci

V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky výpočtů stavu po rekonstrukci posuzovaného objektu. V následujícím protokolu energetického štítku obálky budovy jsou uvedeny základní parametry po rekonstrukci a požadované hodnoty součinitelů prostupů tepla jednotlivých stavebních konstrukcí posuzované budovy dle ČSN 73 0540-2/X.2011. Pro posuzovanou budovu je uveden i klasifikační ukazatel prostupu tepla obálkou CI , (-) a klasifikační třída budovy dle ČSN 73 0540-2/X.2011. Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/X.2011 je budova po rekonstrukci zařazena do klasifikační třídy **C – Vyhovující**.

Z porovnání parametrů navržených konstrukcí a doporučených normových hodnot je zřejmé, že nové a zateplené stavební konstrukce splňují stávající požadavky ČSN 73 0540-2/X.2011, týkající se požadovaného průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,rq}$. To znamená, že tepelné odpory konstrukcí obvodového pláště objektu jsou z hlediska tepelně-technických vlastností po zateplení vyhovující. Objekt je posuzován jako typické školské zařízení.

Z uvedeného hodnocení je zřejmé, že stavební konstrukce posuzované budovy po rekonstrukci již vyhovují požadavkům ČSN.

Protokol energetického štítku obálky budovy pro stav po rekonstrukci a samotný štítek pro výchozí stav a stav po rekonstrukci posuzovaného objektu a pro referenční budovu jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Energetický štítek obálky budovy je uveden i v příloze EA.

4.1.3 Protokol energetického štítku obálky budovy – stav po rekonstrukci

Tab. 9 – Protokol energetického štítku obálky budovy – stav po rekonstrukci

Protokol k energetickému štítku obálky budovy PO REKONSTRUKCI					
Identifikační údaje					
Druh stavby (např. rodinný dům, nemocnice, hotel...)		Školský objekt - TU v Liberci, objekt S			
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)		Sokolská 113/8, 460 01-Liberec			
Katastrální území a katastrální číslo		Liberec (okres Liberec); 563889			
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel		Technická univerzita v Liberci			
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník		Technická univerzita v Liberci			
Adresa		Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1			
Telefon / E-mail		485 351 111, 485 105 882 / kvestor@tul.cz			
Charakteristika budovy					
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m^3					15 944,5
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m^2					4 367,9
Objemový faktor tvaru budovy $A / V \text{ m}^2 / m^3$					0,27
Převažující vnitřní teplota v topném období $\theta_{in} \text{ } ^\circ\text{C}$					20
Venkovní návrhová teplota v zimním období $\theta_e \text{ } ^\circ\text{C}$					-18
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí					
Ochlazovaná konstrukce	Plocha A_i ($\sum A_i$), $[m^2]$	Součinitel (činitel) prostupu tepla U_i ($\sum \psi_{k,i} + \sum \chi_j$) / A_i , $[W/(m^2K)]$	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla, $U_{N,rq}$ ($U_{N,rec}$)	Činitel teplotní redukce, b_i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla $H_{ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$ ($\sum \psi_{k,i} + \sum \chi_j$), $[W/K]$
obvodová stěna 1	1 259,2	0,18	0,30 (0,25)	1,00	226,7
obvodová stěna 2	502,6	0,18	0,30 (0,25)	1,00	90,5
obvodová stěna 3	43,2	0,19	0,30 (0,25)	1,00	8,2
obvodová stěna 4 - sokl	30,0	0,20	0,30 (0,25)	1,00	6,0
Histor. Obv. stěna 5 - bez Tep. Iz.	777,7	0,92	0,30 (0,25)	1,00	715,5
podlaha 1	492,3	1,50	0,45 (0,30)	0,40	291,7
okna 1 - nová	448,2	1,10	1,50 (1,20)	1,00	493,1
okna 2 - prosklení, repasovaná	27,7	1,70	1,50 (1,20)	1,00	47,1
okna 3 - střešní nová	4,0	1,40	1,50 (1,20)	1,00	5,5
LUXFERY výměna za okna	20,1	1,10	0,30 (0,25)	1,00	22,1
dveře 1 nová	13,1	1,20	3,50 (2,30)	1,00	15,7
dveře 2 repasovaná	5,1	2,00	3,50 (2,30)	1,00	10,3
střecha 1	744,8	0,15	0,24 (0,16)	1,00	111,7
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	4 367,9	0,02		1,00	87,4
Celkem	4 367,9				2 131,3
Stanovení prostupu tepla obálkou budovy					
Měrná ztráta prostupem tepla H_T				W/ K	2 131,3
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$				W/ (m^2K)	0,49
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rec}$				W/ (m^2K)	0,43
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,N,rq}$				W/ (m^2K)	0,57
Klasifikace třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy					
Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C_i pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/ m^2K] pro hranice klasifikačních tříd			
		Obecně	Pro hodnocení budovy		
A - Velmi úsporná	$\leq 0,5$	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,N} \leq$	0,29		
B - Úsporná	$\leq 0,75$	$0,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,N} \leq$	0,43		
C - Vyhovující	$\leq 1,0$	$0,75 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq U_{em,N} \leq$	0,57		
D - Nevhovující	$\leq 1,5$	$U_{em,N} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,N} \leq$	0,86		
E - Nehospodárná	$\leq 2,0$	$1,5 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,N} \leq$	1,14		
F - Velmi nehospodárná	$\leq 2,5$	$2,0 \cdot U_{em,N} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,N} \leq$	1,43		
G - Mimořádně nehospodárná	$> 2,5$	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,N} >$	1,43		
Klasifikace budovy:		Klasifikační ukazatel C_i :			
C - Vyhovující		0,85			
Datum vystavení štítku obálky budovy:				15. duben 2014	
Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:				Ing. Plamen Penkov, CSc.	
Tento protokol a energetický štítek obálky budovy byly vypracovány v souladu s ČSN 73 0540-2 (X.2011) a podle projektové dokumentace stavby dodané objednavatelem.					

Tab. 10 – Energetický štítek obálky budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy, místní označení: školský objekt - TU v Liberci, objekt S				Hodnocení obálky budovy		
Adresa budovy: Sokolská 113/8, 460 01-Liberec						
Celková podlahová plocha Ac = 4 161,0 m²				stávající	doporučení	
<div>CI Velmi úsporná</div> <div><div>A</div><div>B</div><div>C</div><div>D</div><div>E</div><div>F</div><div>G</div></div> <div>Mimořádně ne hospodárná</div>					0,85	
				2,21		
KLASIFIKACE:				F - Velmi ne hospodárná		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em} ve W/(m²K) U _{em} = H _T / A				1,26	0,49	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 U _{em,N} ve W/(m²K)				0,57	0,57	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U _{em} pro A / V = m² / m³						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U _{em}	0,29	0,43	0,57	0,86	1,14	1,43
Platnost štítku do: 15.4.2024			Datum: 15.4.2014			
Štítek vypracoval:			Jméno a příjmení: Ing. Plamen Penkov, CSc.			

4.1.4 Protokol energetického štítu obálky referenční budovy

Tab. 11 – Protokol energetického štítu obálky referenční budovy

Protokol k energetickému štítku obálky REFERENČNÍ BUDOVY					
Identifikační údaje					
Druh stavby (např. rodinný dům , nemocnice, hotel...)			školský objekt - TU v Liberci, objekt S		
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)			Sokolská 113/8, 460 01-Liberec		
Katastrální území a katastrální číslo			Liberec (okres Liberec); 563889		
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel			Technická univerzita v Liberci		
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník			Technická univerzita v Liberci		
Adresa			Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1		
Telefon / E-mail			485 351 111, 485 105 882 / kvestor@tul.cz		
Charakteristika budovy					
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m ³					15 944,5
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²					4 367,9
Objemový faktor tvaru budovy A / V m ² / m ³					0,27
Převažující vnitřní teplota v topném období θ _m °C					20
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ _e °C					-18
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí					
Ochlazovaná konstrukce	Plocha A _i (ΣA _i), [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U _i (Σ ψ _{k,ik} +Σ χ _j)/ A _i , [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla, U _{N,rq} (U _{N,rec})	Činitel teplotní redukce, b _i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{Ti} = A _i ·U _i ·b _i (Σ ψ _{k,ik} +Σ χ _j), [W/K]
obvodová stěna 1	1 259,2	0,30	0,30 (0,25)	1,00	377,8
obvodová stěna 2	502,6	0,30	0,30 (0,25)	1,00	150,8
obvodová stěna 3	43,2	0,30	0,30 (0,25)	1,00	12,9
obvodová stěna 4 - sokl	30,0	0,30	0,30 (0,25)	1,00	9,0
Histor. Obv. stěna 5 - bez Tep. Iz.	777,7	1,00	0,30 (0,25)	1,00	777,7
podlaha 1	492,3	0,45	0,45 (0,30)	0,40	87,5
okna 1 - nová	448,2	1,50	1,50 (1,20)	1,00	672,3
okna 2 - repasovaná	27,7	1,50	1,50 (1,20)	1,00	41,6
okna 3 - střešní nová	4,0	1,50	1,50 (1,20)	1,00	5,9
LUXFERY výměna za okna	20,1	1,50	1,50 (1,20)	1,00	30,2
dveře 1 nová	13,1	3,50	3,50 (2,30)	1,00	45,8
dveře 2 repasovaná	5,1	3,50	3,50 (2,30)	1,00	18,0
střecha 1	744,8	0,24	0,24 (0,16)	1,00	178,8
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	4 367,9	0,02		1,00	87,4
Celkem	4 367,9				2 495,5
Stanovení prostupu tepla obálkou budovy					
Měrná ztráta prostupem tepla H _T				W/ K	2 495,5
Průměrný součinitel prostupu tepla U _{em} = H _T / A				W/ (m ² K)	0,57
Doporučený součinitel prostupu tepla U _{em,rec}				W/ (m ² K)	0,43
Požadovaný součinitel prostupu tepla U _{em,N}				W/ (m ² K)	0,57
Klasifikace třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy					
Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U _{em} [W/m ² .K] pro hranice klasifikačních tříd			
		Obecně		Pro hodnocení budovy	
A - Velmi úsporná	≤ 0,5	U _{em} ≤0,5·U _{em,N} ≤		0,29	
B - Úsporná	≤ 0,75	0,5·U _{em,N} < U _{em} ≤0,75·U _{em,N} ≤		0,43	
C - Vyhovující	≤ 1,0	0,75·U _{em,N} < U _{em} ≤ U _{em,N} ≤		0,57	
D - Nevhovující	≤ 1,5	U _{em,N} < U _{em} ≤1,5·U _{em,N} ≤		0,86	
E - Nehospodárná	≤ 2,0	1,5·U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,0·U _{em,N} ≤		1,14	
F - Velmi nehospodárná	≤ 2,5	2,0·U _{em,N} < U _{em} ≤2,5·U _{em,N} ≤		1,43	
G - Mimořádně nehospodárná	> 2,5	U _{em} > 2,5·U _{em,N} >		1,43	
Klasifikace budovy:	Klasifikační ukazatel CI:				
C - Vyhovující	1,00				
Datum vystavení štítku obálky budovy:				15. duben 2014	
Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:				Ing. Plamen Penkov, CSc.	
Tento protokol a energetický štítek obálky budovy byly vypracovány v souladu s ČSN 73 0540-2 (X.2011) a podle projektové dokumentace stavby dodané zadavatelem.					

4.2 OBLAST ROZVODU, DISTRIBUCE A SPOTŘEBY TEPLA

4.2.1 Rozvod tepla a soustavy ÚT a TV

Stávající stav tepelného hospodářství posuzovaného objektu nevyžaduje generální rekonstrukci v oblasti distribuce tepla, soustav ÚT, MaR a přípravy a odběru teplé vody.

Navrženo je proto modernizovat stávající PS, vyměnit zastaralá oběhová čerpadla, modernizovat MaR a instalovat centrální dispečink, pomocí kterého bude prováděna kvalitativní regulace parametrů topné vody dle skutečných potřeb objektu **S TUL**. Na základě toho bude možné zavést Monitoring a Targeting a Energetický Management.

V oblasti lokální regulace výkonu otopných těles je navržena výměna stávajících ručních regulačních ventilů za TRV s TSH a po zateplení provést hydraulické vyregulování otopné soustavy s přednastavením TRV.

Modernizací dále projde odběr teplé vody. Zachována bude lokální příprava, a změny proběhnou v oblasti rozvodu a konečné spotřeby teplé vody u jednotlivých výtokových míst.

Je navrženo termostatické směšování teplé a studené vody před výtokem, s úspornými výtokovými armaturami s tlačítkovým ovládáním a lokálním (pomocí perlátorů) omezeným průtokem TV v místě odběru.

Je třeba zdůraznit, že po provedení stavebních úprav bude potřeba tepla pro vytápění nižší a pouze funkční centrální a lokální regulace parametrů topné vody a výkonu otopné soustavy umožní realizace potenciálu úspor z důvodu komplexních stavebních úprav a využití vnitřních a vnějších tepelných zisků.

Stávající otopná tělesa a vnitřní rozvody topné vody v objektu budou ponechána a napojena na rekonstruované rozvody.

Jejich výkonové dimenzování je dostačující a v případě realizace zateplení budou schopna vytápět jednotlivé místnosti posuzovaného objektu i při nižších teplotách topné vody, která bude centrálně regulována.

Moderní centrální a lokální regulace rozvodu a spotřeby tepla umožňuje řízení parametrů topné vody dle skutečných potřeb a nastavení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, využití vnitřních a vnějších tepelných zisků a zavedení energetického managementu - systému managementu hospodaření energií dle ČSN EN ISO 50001, požadavky s návodem na použití z Ledna 2012 a Monitoring a Targetingu (M&T).

4.3 OBLAST SPOTŘEBY ELEKTŘINY

4.3.1 Úsporná opatření v oblasti technologických zařízení ÚT, VZT a TUV

Pro snížení spotřeby elektrické energie je vhodné aplikovat automatické časové spínání a regulace otáček elektromotorů VZT dle skutečných potřeb a podle pokynů čidel kvality ovzduší. V tomto případě ventilátor při nízké potřebě větracího vzduchu se zpomalí na 30% - 50% maximálních provozních otáček. Příkon elektromotorů rotačních strojů je přímo úměrný třetí mocnině otáček. Ventilátor, který pracuje jen na 50% výkonu, spotřebuje pouze 13% energie a dodá 50% upraveného vzduchu. Z toho je zřejmý potenciál energetických úspor a nákladů na elektřinu.

4.3.2 Úsporná opatření v oblasti umělého osvětlení

Snížení spotřeby elektrické energie na umělé osvětlení je možné docílit pomocí aplikace úspornějších světelných zdrojů, výměnou stávajících zastaralých typů osvětlovacích těles za modernější s nižším příkonem při zachování světelného výkonu, regulací osvětlení ve vztahu k dennímu osvětlení či k nepřítomnosti osob a zkrácením intervalu čištění osvětlovacích těles a oken.

Výše uvedená opatření s ohledem na nové požadavky na míru osvětlenosti školských zařízení, zavedené kmenovou normou ČSN EN 12464-1, mohou být **předmětem návrhu energeticky úsporných opatření**, ale rekonstrukce osvětlovací soustavy by si pro jejich splnění vyžadovala v některých prostorách navýšení světelného výkonu. To lze docílit i při snížení stávajícího instalovaného elektrického příkonu umělého osvětlení aplikací LED technologií.

4.4 OBLAST VYUŽITÍ KVET A OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE

4.4.1 Kombinovaná výroba elektřiny a tepla - KVET

Zákon č. 86/2002 Sb., § 3 ukládá povinnost posouzení možnosti kombinované výroby elektrické energie a tepla (KVET). Kogenerace představuje efektivní způsob kombinované výroby tepla a elektrické energie. Kogenerační jednotka pracuje díky využití odpadního tepla s účinností využití primárního paliva 85% až 90%.

Hlavním předpokladem pro implementaci KVET je využití tepelného výkonu pro ohřev TUV hlavně v přechodném a letním období a dostatečný odběr elektrické energie.

V průběhu zpracování EA nebyly k dispozici denní a roční odběrové diagramy elektrické energie v posuzovaných objektech a z hlediska typu provozu a instalovaného elektrického příkonu je třeba konstatovat, že **není možné hospodárně** (není možnost celoročního využití odpadního tepla) **provozovat kogenerační jednotku**.

4.4.2 Využití energie slunečního záření

Opatření definované v návaznosti na požadavky posouzení možnosti využití netradičních a obnovitelných zdrojů energie předpokládá instalaci teplovodních slunečních kolektorů pro foto-termickou přeměnu a využití energie slunečního záření na ohřev část TV vyráběné elektrickými boilerů v přechodném období.

Opatření je investičního charakteru. Uvažovaná životnost nových zařízení je 15 let a doba hodnocení je rovněž 12-15 let.

Z provedených propočtů však vyplývá, že toto opatření **není** vzhledem k nákladovosti přípravy teplé vody současným způsobem za předpokládanou dobu životnosti **návratnou investicí**.

Ekonomiku provozu navíc zhoršuje možnost efektivního využití solárních zisků převážně v průběhu školního roku, tj. mimo letní měsíce prázdnin.

4.5 ROZDĚLENÍ OPATŘENÍ Z POHLEDU INVESTIČNÍ NÁROČNOSTI A JEJICH SUMARIZACE PRO VYHODNOCENÍ EFEKTŮ

4.5.1 Rozdělení opatření dle investiční náročnosti

Výše uvedená úsporná opatření zahrnují nejen úpravy či změny technického charakteru, ale také řadu opatření organizačního charakteru. Jejich úplný výčet v členění na opatření **beznákladová**, **nízkonákladová** a **vysokonákladová** uvádí tabulka níže.

Tab. 12 - Rozdělení energeticky úsporných opatření z pohledu investiční náročnosti

Řádek (zdroj dat)	Nákladovost opatření	Popis opatření
1	Beznákladová	- průběžná kontrola funkčnosti všech regulačních prvků OS a OT, - průběžná kontrola nastavení termostatu ohřívače TV, - důsledná kontrola stavu uzavíracích armatur odběrných míst TV, - důsledná kontrola stavu umělého osvětlení.
2	Nízkonákladová - v rámci provozu a údržby	- pravidelná výměna nefunkčních regulačních prvků, - oprava nebo výměna uzavíracích výtokových armatur TV, - postupná výměna stávajících starších typů osvětlovacích těles za úspornější, - energetický management, - cílová analýza spotřeb energie (Monitoring & Targeting).
3	Vysokonákladová - investice	<u>Komplexní stavební úpravy:</u> - výměna a repase původních výplní otvorů a prosklení, - částečné zateplení obvodového pláště, - zateplení střešních a stropních konstrukcí. <u>Rekonstrukce tepelného hospodářství objektu v oblasti distribuce a spotřeby tepla:</u> do-osazení TRV s TS hlavice pro veřejné prostory, modernizace soustavy TV s možností TS směšování před výtokem a osazení úsporných výtokových armatur.

4.5.2 Formulace souborů energeticky úsporných opatření

Výše uvedená opatření je nutné s ohledem na potřebu vyhodnotit jejich možné efekty sumarizovat do ucelených souborů, které pojí stejný či podobný věcný charakter a možnost či smysluplnost jejich společné realizace.

Definovány jsou tak soubory energeticky úsporných opatření (**SEÚO**).

4.5.2.1 Soubor energeticky úsporných opatření č. 1 (SEÚO č. 1)

Soubor EÚ opatření č. 1 zahrnuje opatření v oblasti komplexních stavebních úprav:

- výměnu a repase otvorových výplní,
- částečné zateplení obvodového pláště,
- zateplení vybraných stropních a střešních konstrukcí.

Investiční náročnost **SEÚO č. 1** je cca **11 530 000,- Kč bez DPH**.

Realizací těchto opatření lze docílit snížení roční spotřeby tepla z CZT pro ÚT o **cca 575,4 GJ/r**, čemuž odpovídá při průměrné ceně tepla z CZT finanční úspora cca **310,2 tis. Kč/rok**.

Je třeba zdůraznit, že pouze na základě funkční centrální a lokální regulace výroby, distribuce a spotřeby tepla by bylo možné definovaný potenciál úspor v rámci stavebních úprav realizovat.

Další úspory lze očekávat v oblasti nákladů na opravu a údržbu, které by bylo nutné vynaložit na prodloužení životnosti a zachování funkčnosti obvodových konstrukcí.

4.5.2.2 Soubor EÚ opatření č. 2 (SEÚO č. 2)

Soubor EÚ opatření č. 2 zahrnuje opatření v oblasti částečné rekonstrukce a modernizace zařízení tepelného hospodářství posuzované budovy: modernizace MaR PS, instalace centrálního dispečinku, výměna stávajících ručních a zastaralých TRV s TSH za nové termoregulační ventily s termostatickými hlavice, hydraulické vyvážení OS, modernizace soustavy TV s možností časového omezování cirkulace vody, TS směšování před výtokem a osazení úsporných výtokových armatur, zavedení M&T a EM. Moderní centrální a lokální

regulace výroby, rozvodu a spotřeby tepla umožňuje řízení parametrů topné vody dle skutečných potřeb a nastavení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, využití vnitřních a vnějších tepelných zisků a zavedení M&T a energetického managementu.

Dle návrhu rekonstrukce je teplá užitková voda (TV) připravována centrálně s termostatickým směřováním před výtokem, s úspornými výtokovými armaturami s tlačítkovým ovládáním a s časovým omezeným průtokem teplé vody užitkové.

Investiční náročnost **SEÚO č. 2 je cca 1 250 000,- Kč bez DPH.**

Realizací těchto opatření lze docílit snížení roční spotřeby tepla z CZT o cca **40,1 GJ/rok.**

Opatření přinese úsporu nákladů za teplo z CZT (v průměrných cenách za poslední tři roky) **cca 21,6 tis. Kč/rok.**

5 FORMULACE VARIANT EÚP A JEJICH EKONOMICKÉ A ENVIRONMENTÁLNÍ VYHODNOCENÍ

5.1 FORMULACE VARIANT ENERGETICKY ÚSPORNÝCH PROJEKTŮ (EÚP)

S ohledem na způsob financování respektive možnost získat na realizaci některých z navrhovaných opatření veřejnou podporu bylo rozhodnuto definovat z výše uvedených souborů energeticky úsporných opatření **dvě varianty energeticky úsporných projektů (EÚP)**.

Jelikož opatření v oblasti zlepšení tepelně-technických parametrů staveb sloužící pro vzdělávací účely jsou předmětem možné dotace z operačního programu SFŽP, **první variantou EÚP je realizace souboru opatření č. 1** v navrhovaném rozsahu. Soubor opatření je vyhodnocen jak po stránce ekonomické efektivity, tak i z hlediska environmentálních přínosů v podobě nižších emisí relevantních škodlivin.

Druhá varianta EÚP č. 2 pak demonstuje efekt současné realizace opatření jak ve stavební části, tak i v oblasti rozvodu a spotřeby tepla včetně dalších ekonomicky efektivních opatření (např. modernizace MaR, soustavu přípravy a odběru teplé vody,...).

Smyslem této varianty je ukázat, jak takto komplexně pojatá renovace budov může díky synergickému efektu dosáhnout větších efektů v podobě úspor energie a návazných emisí, než pokud by byla opatření realizována samostatně. A to za celkově lepších ekonomických výsledků.

5.1.1 Varianta EÚP č. 1

První varianta energeticky úsporného projektu - **EÚP č. 1** zahrnuje navrhované komplexní stavební úpravy, tj.:

- výměnu nebo repase původních výplní otvorů,
- částečné zateplení obvodového pláště,
- zateplení vybraných stropních a střešních konstrukcí.

Investiční náročnost navrhovaných opatření v rámci VEÚP č. 1 je cca **11,530 mil. Kč**, roční úspora tepla z CZT ~ **575,4 GJ/r**, ve finančním vyjádření (v průměrných cenách tepla z CZT za poslední tři roky) ~ **310,2 tis. Kč/r**.

V následující tabulce je uvedena upravená roční energetická bilance varianty EÚP č. 1.

Tab. 13 - Upravená roční energetická bilance VEÚP č. 1

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu			Úspory		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		[GJ/r]	[MWh/r]	[tis. Kč/r]	[GJ/r]	[MWh/r]	[tis. Kč/r]	[GJ/r]	[MWh/r]	[tis. Kč/r]
1	Vstupy paliv a energie	1 465,0	406,9	868,6	889,6	247,1	558,4	575,4	159,8	310,2
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	1 465,0	406,9	868,6	889,6	247,1	558,4	575,4	159,8	310,2
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 6 - ř. 7)	1 465,0	406,9	868,6	889,6	247,1	558,4	575,4	159,8	310,2
6	Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 8)	45,8	12,7	24,7	45,8	12,7	24,7	0,0	0,0	0,0
7	Spotřeba energie na vytápění	1 099,2	305,3	592,5	523,8	145,5	282,4	575,4	159,8	310,2
8	Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	58,4	16,2	45,8	58,4	16,2	45,8	0,0	0,0	0,0
10	Spotřeba energie na větrání	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Spotřeba energie na osvětlení	48,0	13,3	37,7	48,0	13,3	37,7	0,0	0,0	0,0
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	213,7	59,3	167,8	213,7	59,3	167,8	0,0	0,0	0,0

5.1.2 Varianta EÚP č. 2

Posuzovaná varianta **EÚP č. 2** zahrnuje opatření ve stavební části, jež jsou součástí první varianty, ke kterým navíc přistupuje částečná rekonstrukce technického zařízení budovy v oblasti modernizace MaR PS, instalace centrálního dispečinku, výměna zastaralých ručních a TR ventilů s TSH za nové TRV s TSH, hydraulické vyvážení OS a přednastavení TR ventilů s TS hlavicemi, zavedení moderní regulace dodávky topné vody do míst konečné spotřeby, která povede k další redukci potřeby tepla z CZT a elektřiny pro přípravu TV.

Je navržena i rekonstrukce v oblasti přípravy, termostatického směšování a odběru teplé užitkové vody s aplikací úsporných armatur v místě odběru.

Investiční náročnost varianty EÚP č. 2 je cca **12,780 mil. Kč** (bez DPH). Realizací uvedených opatření bude možné docílit snížení roční spotřeby tepla z CZT ca o **~ 589,1 GJ/rok**, ve finančním vyjádření pro průměrné ceny tepla z CZT **~ 317,6 tis. Kč/rok**. Realizací uvedených opatření bude možné docílit snížení roční spotřeby elektřiny na přípravu TV ca o **~ 26,3 GJ/rok = 7,3 MWh/rok**, ve finančním vyjádření pro průměrné ceny elektřiny **~ 14,2 tis. Kč/rok**.

V následující tabulce je uvedena upravená roční energetická bilance varianty EÚP č. 2.

Tab. 14 - Upravená energetická bilance Varianty EÚP č. 2

Řádek (zdroj dat)	Ukazatel	Před realizací projektu			Po realizaci projektu			Úspory		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		[GJ/r]	[MWh/r]	[tis. Kč/r]	[GJ/r]	[MWh/r]	[tis. Kč/r]	[GJ/r]	[MWh/r]	[tis. Kč/r]
1	Vstupy paliv a energie	1 465,0	406,9	868,6	849,6	236,0	536,8	615,4	171,0	331,8
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	1 465,0	406,9	868,6	849,6	236,0	536,8	615,4	171,0	331,8
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie (ř. 6 - ř. 7)	1 465,0	406,9	868,6	849,6	236,0	536,8	615,4	171,0	331,8
6	Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech (z ř. 8)	45,8	12,7	24,7	32,1	8,9	17,3	13,7	3,8	7,4
7	Spotřeba energie na vytápění	1 099,2	305,3	592,5	523,8	145,5	282,4	575,4	159,8	310,2
8	Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	58,4	16,2	45,8	32,0	8,9	31,6	26,3	7,3	14,2
10	Spotřeba energie na větrání	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	Spotřeba energie na osvětlení	48,0	13,3	37,7	48,0	13,3	37,7	0,0	0,0	0,0
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	213,7	59,3	167,8	213,7	59,3	167,8	0,0	0,0	0,0

5.2 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

Cílem ekonomické analýzy je podrobněji ověřit vhodnost realizace definovaných variant energeticky úsporného projektu z ekonomického hlediska při zohlednění časového hlediska peněz a předpokládané limitované životnosti navrhovaných stavebních či technologických úprav.

K hodnocení jsou používány standardní ukazatele – **prostá doba návratnosti**, **reálná doba návratnosti**, **čistá současná hodnota (NPV)** a **vnitřní výnosové procento (IRR)**.

Pro každou z variant se počítá se stejnou diskontní mírou, a to ve výši **3,5%**, hodnocení je prováděno ve **stálých cenách**, tj. bez růstu cen, doba hodnocení je uvažována jednotně **20 let**.

Výsledky ekonomického posouzení obou variant energeticky úsporných projektů jsou shrnuty v následující tabulce.

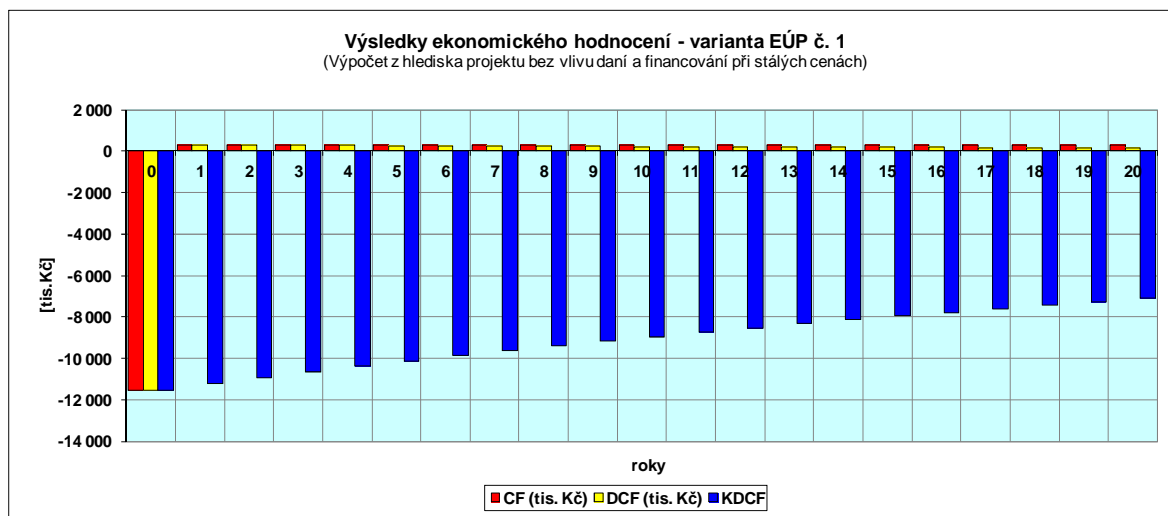
Tab. 15 – Výsledky ekonomického hodnocení navržených variant EÚP

Řádek (zdroj dat)	Údaje	Varianta EÚP č. 1 [Kč / ostatní jednotky]	Varianta EÚP č. 2 [Kč / ostatní jednotky]
1	Investiční výdaje projektu (počáteční, jednorázové výdaje na realizaci opatření v navržených variantách)	11 530 000	12 780 000
2	Změna nákladů za energii (- snížení, + zvýšení)	-310 156	-331 759
3	Změna ostatních nákladů v tom:	0	0
4	- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (-+)	0	0
5	- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojištění majetku, ...) (-+)	0	0
6	- samostatně lze uvést i změnu nákladů na emise resp. i odpady (-+)		
7	Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití teplo) (+ zvýšení, - snížení)		
8	Přínosy projektu celkem (roční hodnota CF)	310 156	331 759
9	Doba hodnocení	20	20
10	Diskont (%)	3,5	3,5
11	Hodnoty ekonomických ukazatelů	Prostá doba návratnosti - T_S (roky)	37,2
12		Diskontovaná doba návratnosti - T_{SD} (roky)	NE
13		Čistá současná hodnota - NPV (tis. Kč)	-7 122
14		Vnitřní výnosové procento - IRR (%)	-5,3%

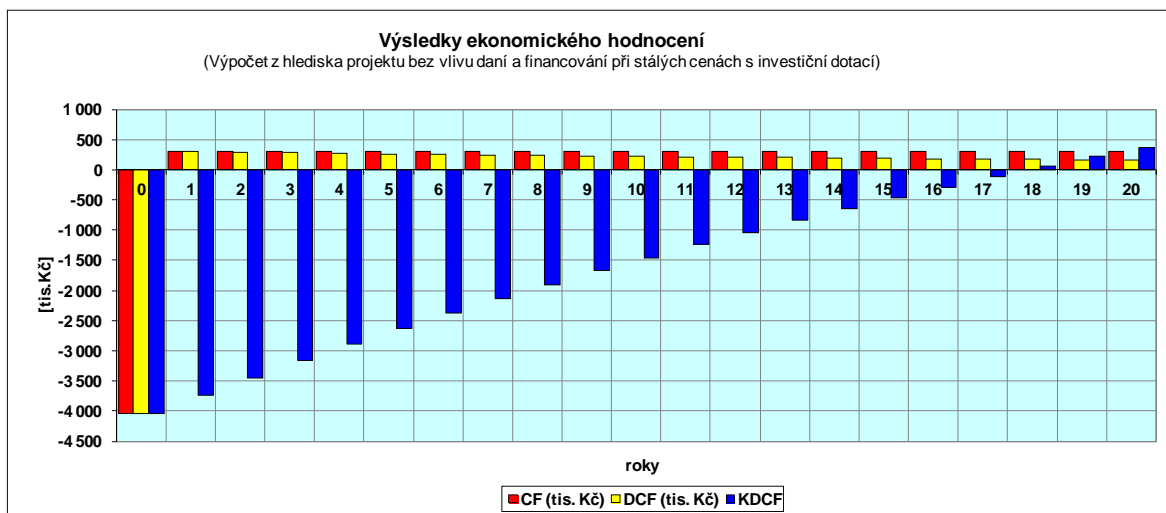
Obě varianty EÚP č. 1 a č. 2 nemají reálnou dobu návratnosti za sledované období 20 let a nedosahují kladné hodnoty NPV.

Varianta EÚP č. 1 je koncipována dle parametrů OP SFŽP, v rámci kterého je možné částečně financovat projekt z vlastních zdrojů a částečně z dotačních programů SFŽP.

Obr. 3 – Výsledky ekonomického hodnocení varianty EÚP projektu č. 1 (z hlediska projektu bez vlivu daní a způsobu financování při stálých cenách)



Obr. 4 – Výsledky ekonomického hodnocení varianty EÚP projektu č. 1 (z hlediska projektu bez vlivu daní při stálých cenách a se 65% dotací)



5.3 VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

5.3.1 Původ dodávané energie a emisní faktory

Základem pro environmentální hodnocení je znalost původu dodávané a uspořené energie. Posuzovaný objekt spotřebovává teplo ze soustavy CZT – veřejné sítě. Dále je v posuzovaném objektu spotřebovávána elektřina, která je odebírána z místní distribuční soustavy.

Navržená úsporná opatření a jejich efekty v podobě úspor obou forem energie tak mají z hlediska životního prostředí dopad zejména na globální emise, které jsou emitovány do ovzduší při výrobě tepla a elektřiny, následně spotřebované v posuzovaném objektu vzdělávacího zařízení před a po realizaci dané varianty EÚP.

V následující tabulce jsou uvedeny emisní faktory pro primární energie dle jednotlivých znečišťujících látek.

Tab. 16 - Emisní faktory pro primární energie dle znečišťujících látek

Řádek (zdroj dat)	Znečišťující látka	Primární energie / Emisní faktory	
		Teplo - CZT z veřejné sítě, [kg/GJ]	Elektřina [kg/GJ]
1	Tuhé látky	4,7270	0,0259
2	SO ₂	0,8303	0,4894
3	NO _x	0,3405	0,4157
4	CO	0,0284	0,0393
5	VOC (mimo I. a II. třídu)	0,0079	0,0309
6	CO ₂	99,0100	325,0000

5.3.2 Environmentální hodnocení posuzovaných variant

Výsledky hodnocení obou variant energeticky úsporných projektů z pohledu úspor emisí uvádí následující tabulky.

Tab. 17 – Balance emisí znečišťujících látek před a po realizaci varianty EÚP č. 1

Řádek (zdroj dat)	Znečišťující látka	Výchozí stav [t/rok]	Stav po realizaci [t/rok]	Rozdíl [t/rok]
1	Tuhé látky	5,421	2,701	2,720
2	SO ₂	1,107	0,630	0,478
3	NO _x	0,523	0,327	0,196
4	CO	0,045	0,029	0,016
5	VOC (mimo I. a II. třídu)	0,019	0,014	0,005
6	CO ₂	217,368	160,401	56,967

Tab. 18 – Balance emisí znečišťujících látek před a po realizaci varianty EÚP č. 2

Řádek (zdroj dat)	Znečišťující látka	Výchozí stav [t/rok]	Stav po realizaci [t/rok]	Rozdíl [t/rok]
1	Tuhé látky	5,421	2,635	2,785
2	SO ₂	1,107	0,605	0,502
3	NO _x	0,523	0,311	0,212
4	CO	0,045	0,027	0,018
5	VOC (mimo I. a II. třídu)	0,019	0,013	0,005
6	CO ₂	217,368	150,482	66,886

Z uvedeného porovnání je zřejmé, že z ekologického hlediska má varianta EÚP č. 2 vyšší přínosy v podobě úspor emisí sledovaných škodlivin bez ohledu na vynaložených investičních prostředků. Přínosy jsou dosaženy kombinací celkově nižší energetické náročností budovy po modernizaci soustavy přípravy a odběru teplé vody a po částečné zateplení a výměně oken, tak i použitím účinnější moderní měřicí a regulační techniky, bez které není možné realizovat potenciál energetických úspor v důsledku komplexních stavebních úprav.

5.4 VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY EÚP

Předkládaný energetický audit může jenom doporučit řešení vhodné, z hlediska energetického auditora. Konečné rozhodnutí pak bude záviset na investorovi, který vkládá do projektu finanční prostředky a nese za to patřičnou zodpovědnost a riziko.

Detailně byly posuzovány dvě varianty EÚP, které z hlediska ekonomického nemají reálnou dobu návratnosti pro sledované období posouzení EÚ projektu, ale **vhodnější k realizaci se jeví varianta EÚP č. 1, která je koncipována tak, aby bylo možné ji částečně spolufinancovat z OP SFŽP na zateplování budov. Varianta má značné ekologické přínosy s celospolečenským dopadem.**

Proto je **doporučeno hledat pro realizaci možné podpůrné zdroje v rámci OP SFŽP**, které by umožnily krýt část potřebných počátečních investic a tak docílit reálnou dobu návratnosti na přijatelnou úroveň. Potenciální environmentální přínosy k tomu opravňují.

6 VÝSTUPY AUDITU A SHRNUÍ

6.1 ZHODNOCENÍ VÝCHOZÍHO STAVU

Předmětem auditu je analýza současného stavu spotřeby energie u vzdělávacího zařízení s návrhem opatření vedoucích k zajištění energetických úspor.

Posuzovaný objekt tvoří komplex s učebnami a administrativním a technickým zázemím. Budova je napojena na soustavu CZT.

Stav tepelného hospodářství posuzovaného objektu nevyžaduje nutně generální rekonstrukci ale po provedení stavebních úprav je třeba provést modernizaci soustav ÚT, TV a MaR.

Doporučeno je instalace centrálního dispečinku MaR, modernizace MaR PS, výměna stávajících zastaralých ručních regulačních ventilů za TRV s termostatickými hlaviciemi, vyregulování OS a přednastavení TRV, zavedení M&T a EM.

Moderní centrální a lokální regulace rozvodu a spotřeby tepla umožňuje řízení parametrů TV dle skutečných potřeb a nastavení nočních, víkendových a prázdninových útlumů, využití vnitřních a vnějších tepelných zisků a zavedení M&T na základě energetického managementu - systému managementu hospodaření energií dle ČSN EN ISO 50001 – Požadavky s návodem na použití z Ledna 2012.

V případě, že bude provedeno zateplení obvodového pláště a budou vyměněny původní otvorové výplně posuzované budovy, je třeba přizpůsobit výkon otopné soustavy objektu a systém MaR novému stavu.

Teplá voda je připravována lokálně pomocí elektrických boilerů a průtokových ohříváčů. Je navrženo instalace termostatického směšování před výtokem, s úspornými výtokovými armaturami s tlačítkovým ovládáním a s časovým omezeným průtokem teplé vody.

S ohledem na stáří a stávající technický stav posuzovaného objektu je v auditu hlavní pozornost věnována oblasti stavebních konstrukcí z hlediska jejich tepelně – technických parametrů.

Původní stavební konstrukce posuzované budovy **nesplňují** požadavky současných norem a vyhlášek a posuzovaná budova je dle klasifikace ČSN 73 0540-2/X.2011 hodnocena jako **Velmi neehospodárná (klasifikační třída F)**.

6.2 NAVRHOVANÁ OPATŘENÍ / VARIANTY EÚP

Audit k využití identifikovaného potenciálu úspor navrhuje následující **opatření**, které s ohledem na komplexnost sumarizuje do **souborů energeticky úsporných opatření č. 1 (SEÚO č. 1)**:

- **výměna a částečná repase otvorových výplní,**
- **částečné zateplení obvodového pláště a**
- **zateplení střešních konstrukcí.**

Opatření v oblasti stavebních úprav jsou navrhována tak, aby byly dosaženy u jednotlivých stavebních konstrukcí **doporučené hodnoty** součinitelů prostupu tepla (např. u svislých neprůsvitných konstrukcí - stěna vnější, těžká po zateplení) $U_{max} \leq 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$.

V rámci druhého souboru energeticky úsporných opatření (**SEÚO č. 2**) se předpokládá částečná rekonstrukce tepelného hospodářství zahrnující:

- Modernizace MaR PS a instalace centrálního dispečinku, pro zajištění kvalitativní

ekvitermní regulace parametrů topné vody a časového nastavení provozu vytápění dle skutečných potřeb, výměna stávajících zastaralých ručních RV za TRV s TSH, hydraulické vyvážení OS a přednastavení TRV pro zajištění lokální regulace výkonu OT dle skutečných potřeb,

- racionalizace přípravy a odběru teplé vody (termostatické směšování teplé vody před výtokem, úsporné výtokové armatury s tlačítkovým ovládáním) a
- doprovodná beznákladová a nízkonákladová opatření mající povahu tzv. „energetického managementu“ a „monitoringu a targetingu“.

Tento druhý soubor energeticky úsporných opatření byl současně definován tak, aby potenciálně reprezentoval soubor dílčích technických a organizačních opatření, které by bylo možné financovat z uspořené nákladů za nespotřebovaná paliva a energie metodou EPC ze zaručených úspor.

Výše uvedené soubory byly následně zahrnuty do dvou variant energeticky úsporného projektu (**EÚP**) pro detailní ekonomické a environmentální vyhodnocení.

Ve variantě **EÚP č. 1** bylo posuzováno pouze zlepšení tepelně-technických vlastností obvodových konstrukcí budovy, tj. – realizace **SEÚO č. 1**.

V druhé variantě – **EÚP č. 2** pak byla k opatřením ve stavební části **SEÚO č. 1** rovněž přiřazena i opatření v oblasti tepelného hospodářství, jak byly navrženy souborem opatření **SEÚO č. 2**.

6.3 PŘÍNOSY A EFEKTY NAVRŽENÉ K REALIZACI VEÚP

Investiční náročnost navrhovaných opatření v rámci VEÚP č. 1 je cca **11,530 mil. Kč**.

Roční úspora tepla z CZT ~ **575,4 GJ/r = 159,8 MWh/rok**, ve finančním vyjádření (v průměrných cenách tepla z CZT za poslední tři roky) ~ **310,2 tis. Kč/rok**.

6.4 PODMÍNKY A PŘEDPOKLADY

Podmínkou dosažení potenciálu stanovených energetických úspor u doporučené **k realizaci varianty EÚP č. 1** je funkční měření a regulace v oblasti rozvodu a spotřeby tepla pro vytápění.

6.5 KONEČNÉ STANOVISKO AUDITORA

Na základě výše uvedených zjištění auditor doporučuje realizaci navrhovaných úsporných opatření dle **varianty energeticky úsporného projektu č. 1**.

Dle této varianty je možné dosáhnout značných environmentálních přínosů a dosáhnout reálnou dobu návratnosti při spolufinancování z OP SFŽP.

Návratnost vložených prostředků do takto komplexního řešení je delší než 20 let, období pro které byl projekt posuzován a proto je doporučeno tuto variantu realizovat **s podmínkou nalezení podpůrných zdrojů**, které by umožnily krýt část potřebných investičních nákladů a tak snížit reálnou dobu návratnosti na přijatelnou úroveň. Potenciální environmentální přínosy k tomu opravňují.

Vhodné by přitom bylo využít dotačních titulů OP SFŽP.

7 EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Předmět EA		Technická univerzita v Liberci, objekt S : energetické hospodářství a stavební konstrukce budovy.			
Adresa		Sokolská 113/8, 460 01 - Liberec			
Zadavatel EA		Technická univerzita v Liberci	Zástupce	Ing. Vladimír Stach - kvestor	
Adresa zadavatele		Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1			
Telefon	485 351 111	Fax	485 105 882	E-mail	kvestor@tul.cz
Charakteristika předmětu EA		Technická univerzita v Liberci, objekt S : energetické hospodářství a stavební konstrukce budovy.			
Výchozí stav					
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)		<p>Objekt S - Sokolská 113/8, Liberec, je samostatný objekt TUL, který slouží pro výuku - jsou zde učebny, kanceláře, byt správce, v přízemí jsou pronajaté prostory. Provozní doba budovy v pracovních dnech 7:00-20:00, o sobotách výjimečně. Počet osob v budově se v průběhu dne mění, odhadem se tu vystřídá denně ca 200 osob.</p> <p>Objekt je napojen kabelovou přípojkou z distribuční sítě nn. Měření se provádí samostatně pro školu, byt správce, a pro pronajaté prostory - cestovní kancelář a sdružení Tulipán sídlící v přízemí objektu.</p> <p>Ohřev TV pomocí el. bojlerů je ovládán pomocí HDO.</p> <p>Objekt není vybaven vlastním zdrojem tepla. Teplo je ve formě topné vody dodáváno z externího zdroje, kterým je mimo-objektová VS systému CZT. Objekt je napojen dvoutrubkovou přípojkou z VS dodavatele. Dodávané teplo slouží pouze k vytápění, ohřev TUV je lokální pomocí elektřiny. Množství dodaného tepla měří dodavatel ve své výměňkové stanici. Otopná voda z přípojky od VS dodavatele je přivedena do sdruženého rozdělovače / sběrače umístěného ve strojovně vytápění v suterénu objektu. Z rozdělovače jsou vyvedeny čtyři otopné okruhy podle orientace fasád. Každý okruh je vybaven oběhovým čerpadlem a trojcestným směšovacím ventilem se servopohonem. Vytápěcí soustava je teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem.</p> <p>Soustava byla rekonstruována v r. 1996.</p> <p>Režim vytápění a topná křivka se nastavuje na řídicí jednotce MaR pro každý okruh zvlášť. Regulace teploty otopné vody je ekvitermní. Provádí se útlum vytápění v mimo-provozní době budovy (víkendy, noc a svátky). Týdenní režim je nastavitelný na programovatelném regulátoru.</p> <p>Otopnou plochu v objektu tvoří litinové článkové radiátory, vybavené na přívodu TV ve vybraných prostorách termostatickými ventily.</p> <p>Budova má půdorys tvaru písmene H s podélnými osami orientovanými ve směru SZ-JV. Má jedno podzemní a osm nadzemních podlaží (1. NP částečně zapuštěné pod terén).</p> <p>Jedná se v o dvě zrcadlově k sobě orientované budovy propojené spojovacím krčkem, v němž se nachází schodiště a výtahová šachta. Štíty obou budov jsou zcela bez oken. Svislou nosnou konstrukci objektu tvoří železobetonový monolitický skelet (průvlaky, sloupky, stropní desky).</p> <p>Obvodový plášť tvoří zdívo z cihel plných tl. 450 – 600 mm a v suterénu 900 mm. Je částečně zateplen (SZ štít) kontaktním systémem s tepelným izolantem z EPS tl. 60 mm. Střechy jsou ploché jednoplašťové, také z části (cca 1/3) zateplené minerální vlnou tl. 120 mm. Okna jsou dřevěná dvojitá (špaletová), některé otvory jsou vyzděny ze sklobetonu (luxfery). Výklade v přízemí mají rámy ocelové a zasklení jednoduché. Podstřešní sklad je prosvětlen oknem s polykarbonátovým zasklením.</p> <p>Podle klasifikace ČSN 73 0540-2/X.2011 je budova zařazena do klasifikační třídy F – Velmi nevhodná.</p> <p>Z porovnání parametrů stávajících konstrukcí a doporučených normových hodnot je zřejmé, že původní stavební konstrukce nesplňují stávající požadavky ČSN 730540-2/X.2011, týkající se součinitele prostupu tepla a následně i celkového tepelného odporu.</p>			

Vlastní energetický zdroj			Instal. Tep. Výkon, [MW]		Instal. El. Výkon, [MW]	
			0,0		0,0	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)						
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji [GJ/r]				0	
	Nákup, [GJ/r]				1 145	
	Prodej, [GJ/r]				0	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji, [MWh/r]				0	
	Nákup, [MWh/r]				88,9	
	Prodej, [MWh/r]				0	
Spotřeba paliv a energie, [GJ/r]	1 465	z toho přímá technologická spotřeba, [GJ/r]			213,7	
Spotřebiče energie	Příkon (tep. ztráta), [kW]		Spotřeba energie, [GJ/r]		Nositel energie	
Objekt I - koleje Vesec	235,7		1 145,0		CZT (TV)	
Energeticky úsporný projekt						
Stručný popis doporučené varianty						
Doporučená k realizaci varianta energeticky úsporného projektu - EÚP č. 1 zahrnuje komplexní stavební úpravy: - výměna nebo repase otvorových výplní, - částečné zateplení obvodového pláště a - zateplení střešních konstrukcí.						
Investiční náklady, [tis.Kč]		11 530,0		z toho technologie, [tis.Kč]		-
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu		potenciál úspor	
	energie [GJ/r]	náklady [tis.Kč/r]	energie [GJ/r]	náklady [tis.Kč/r]	energie [GJ/r]	náklady [tis.Kč/r]
	1 465,0	898,6	889,6	558,4	575,4	310,2
Potenciál energetických úspor		GJ/r celkem		MWh/r		
		575,4		159,8		
Enviromentální přínosy						
Znečišťující látka	Výchozí stav , [t/r]		Stav po realizaci, [t/r]		Rozdíl, [t/r]	
Tuhé látky	5,421		2,701		2,720	
SO ₂	1,107		0,630		0,478	
NO _x	0,523		0,327		0,196	
CO	0,045		0,029		0,016	
VOC	0,019		0,014		0,005	
CO ₂	217,368		160,401		56,967	
Ekonomická efektivnost						
Cash - Flow projektu, [tis. Kč/r]	310,16		Doba hodnocení, [roky]			20
Prostá doba návratnosti, [roky]	37,2		Diskont, [%]			3,5
Reálná doba návratnosti, [roky]	NE	NPV, [tis.Kč]	-7 122	IRR, [%]	-5,3%	
Energetický sypecialista	Ing. Plamen Penkov, CSc		Č. osvědčení		187	
Podpis			Datum		Duben / 2014	

Seznam tabulek

Tab. 1 - Základní údaje o dodavateli el. energie, odběrném místě a podmínkách dodávky	7
Tab. 2 - Základní údaje o dodavateli tepla, odběrném místě a podmínkách dodávky	8
Tab. 3 - Soupis základních údajů o energetických vstupech - průměr za poslední tři roky před realizací projektu	8
Tab. 4 – Základní technické ukazatelé vlastního zdroje energie – průměr za poslední tři roky před realizací projektu	8
Tab. 5 – Roční bilance výroby energie z vlastního zdroje	9
Tab. 6 – Protokol energetického štítku obálky budovy – stávající stav.....	13
Tab. 7 – Potřeba energie a tepelné ztráty pro stávající výchozí stav	15
Tab. 8 – Výchozí roční energetická bilance předmětu EA pro posuzované období (průměr let 2011-2013).....	16
Tab. 9 – Protokol energetického štítku obálky budovy – stav po rekonstrukci.....	20
Tab. 10 – Energetický štítek obálky budovy.....	21
Tab. 11 – Protokol energetického štítku obálky referenční budovy	22
Tab. 12 - Rozdělení energeticky úsporných opatření z pohledu investiční náročnosti	25
Tab. 13 - Upravená roční energetická bilance VEÚP č. 1	27
Tab. 14 - Upravená energetická bilance Varianty EÚP č. 2	28
Tab. 15 – Výsledky ekonomického hodnocení navržených variant EÚP	29
Tab. 16 - Emisní faktory pro primární energie dle znečišťujících látek	30
Tab. 17 – Bilance emisí znečišťujících látek před a po realizaci varianty EÚP č. 1	31
Tab. 18 – Bilance emisí znečišťujících látek před a po realizaci varianty EÚP č. 2	31

Seznam obrázků

Obr. 1 – Katastrální mapa + ortofoto pozemku dotčeného předmětu EA	6
Obr. 2 – Rozdělení celkové tepelné ztráty	15
Obr. 3 – Výsledky ekonomického hodnocení varianty EÚP projektu č. 1 (z hlediska projektu bez vlivu daní a způsobu financování při stálých cenách)	29
Obr. 4 – Výsledky ekonomického hodnocení varianty EÚP projektu č. 1 (z hlediska projektu bez vlivu daní při stálých cenách a se 65% dotací)	30

PŘÍLOHY

PŘÍLOHA Č. 1 - ENERGETICKÉ VSTUPY

Tab. 1 - Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2011

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady [Kč]
2011.1	Nákup el.energie	MWh	85,8	3,6	308,8	85,8	218 288,5
2011.2	Nákup tepla	GJ	1 157	1,0	1 157	321,4	578 355,8
2011.3	Zemní plyn	tis.m ³		34,05	0,0		
2011.4	Hnědé uhlí	t		16,4	0,0		
2011.5	Černé uhlí	t		23,1	0,0		
2011.6	Koks	t		28,9	0,0		
2011.7	Jiná pevná paliva	t		14,0	0,0		
2011.8	TTO	t			0,0		
2011.9	LTO	t		35,7	0,0		
2011.10	Nafta	t			0,0		
2011.11	Jiné plyny	t			0,0		
2011.12	Druhotná energie	GJ			0,0		
2011.13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³			0,0		
2011.14	Jiná paliva	GJ		1,0	0,0		
2011.15	Celkem vstupy paliv a energie				1 465,8	407,2	796 644,3
2011.16	Změna stavu zásob (inventarizace)				0,0		0,0
2011.17	Celkem spotřeba paliv a energie				1 466	407,2	796 644

Tab. 2 - Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2012

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady [Kč]
2012.1	Nákup el.energie	MWh	89,4	3,6	321,7	89,4	265 806,2
2012.2	Nákup tepla	GJ	1 153	1,0	1 153,0	320,3	575 696,8
2012.3	Zemní plyn	tis.m ³		34,1	0,0		
2012.4	Hnědé uhlí	t		16,4	0,0		
2012.5	Černé uhlí	t		23,1	0,0		
2012.6	Koks	t		28,9	0,0		
2012.7	Jiná pevná paliva	t		14,0	0,0		
2012.8	TTO	t			0,0		
2012.9	LTO	t		35,7	0,0		
2012.10	Nafta	t			0,0		
2012.11	Jiné plyny	t			0,0		
2012.12	Druhotná energie	GJ			0,0		
2012.13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³			0,0		
2012.14	Jiná paliva	GJ		1,0	0,0		
2012.15	Celkem vstupy paliv a energie				1 474,7	409,6	575 696,8
2012.16	Změna stavu zásob (inventarizace)						
2012.17	Celkem spotřeba paliv a energie				1 474,7	409,6	575 696,8

Tab. 3 - Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2013

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady [Kč]
2013.1	Nákup el.energie	MWh	91,5	3,6	329,5	91,5	269 889,7
2013.2	Nákup tepla	GJ	1 125	1,0	1 125,0	312,5	697 627,7
2013.3	Zemní plyn	tis.m ³		34,1	0,0		0,00
2013.4	Hnědé uhlí	t		16,4	0,0		0,00
2013.5	Černé uhlí	t		23,1	0,0		0,00
2013.6	Koks	t		28,9	0,0		0,00
2013.7	Jiná pevná paliva	t		14,0	0,0		0,00
2013.8	TTO	t			0,0		0,00
2013.9	LTO	t		35,7	0,0		0,00
2013.10	Nafta	t			0,0		0,00
2013.11	Jiné plyny	t			0,0		0,00
2013.12	Druhotná energie	GJ			0,0		0,00
2013.13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³			0,0		0,00
2013.14	Jiná paliva	GJ		1,0	0,0		0,00
2013.15	Celkem vstupy paliv a energie				1 454,5	404,0	967 517,4
2013.16	Změna stavu zásob (inventarizace)				0,0		0,0
2013.17	Celkem spotřeba paliv a energie				1 454,5	404,0	967 517,4

Tab. 4 - Soupis základních údajů o energetických vstupech – průměr za období 2011-2013

Řádek (zdroj dat)	Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost [GJ/jednotku]	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady [Kč]
1	Nákup el.energie	MWh	88,9	3,6	320,0	88,9	251 328,2
2	Nákup tepla	GJ	1 145,0	1,0	1 145,0	318,1	617 226,8
3	Zemní plyn	tis.m ³		34,05			
4	Hnědé uhlí	t					
5	Černé uhlí	t					
6	Koks	t					
7	Jiná pevná paliva	t					
8	TTO	t					
9	LTO	t					
10	Nafta	t					
11	Jiné plyny	t					
12	Druhotná energie	GJ					
13	Obnovitelné zdroje např. bioplyn (ekvivalent vstupních surovin)	tis.m ³					
14	Jiná paliva	GJ					
15	Celkem vstupy paliv a energie				1 465,0	406,9	868 554,9
16	Změna stavu zásob (inventarizace)						
17	Celkem spotřeba paliv a energie				1 465,0	406,9	868 554,9

PŘÍLOHA Č. 2 – ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Protokol k energetickému štítku obálky budovy VÝCHOZÍ STAV	
Identifikační údaje	
Druh stavby (např. rodinný dům, nemocnice, hotel...)	školský objekt - TU v Liberci, objekt S
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Sokolská 113/8, 460 01-Liberec
Katastrální území a katastrální číslo	Liberec (okres Liberec); 563889
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Technická univerzita v Liberci
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Technická univerzita v Liberci
Adresa	Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1
Telefon / E-mail	485 351 111, 485 105 882 / kvestor@tul.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy, m ³	15 944,5
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²	4 367,9
Objemový faktor tvaru budovy A/V, m ² / m ³	0,27
Převažující vnitřní teplota v topném období, θ _{in} °C	20
Venkovní návrhová teplota v zimním období, θ _e °C	-18

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A _i (ΣA _i), [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U _i (Σψ _{k,i} + Σχ _j)/A _i , [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla, U _N (U _{N,rec})	Činitel teplotní redukce, b _i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ti} = A _i · U _i · b _i (Σψ _{k,i} + Σχ _j), [W/K]
obvodová stěna 1	1 259,2	1,09	0,30 (0,25)	1,00	1 372,5
obvodová stěna 2	502,6	0,44	0,30 (0,25)	1,00	221,1
obvodová stěna 3	43,2	1,13	0,30 (0,25)	1,00	48,8
obvodová stěna 4 - sokl	30,0	1,0	0,30 (0,25)	1,00	30,0
Histor. Obv. stěna 5 - bez Tep. Iz.	777,7	0,92	0,30 (0,25)	1,00	715,5
podlaha 1	492,3	1,5	0,45 (0,30)	0,40	291,7
okna 1 - k výměně	448,2	2,8	1,50 (1,20)	1,00	1 255,0
okna 2, prosklení- k repasování	27,7	2,8	1,50 (1,20)	1,00	77,6
okna 3 - střešní k výměně	4,0	2,9	1,50 (1,20)	1,00	11,5
LUXFERY k výměně za okna	20,1	3,5	0,30 (0,25)	1,00	70,4
dveře 1 k výměně	13,1	4,2	3,50 (2,30)	1,00	54,9
dveře 2 k repasování	5,1	4,2	3,50 (2,30)	1,00	21,5
střecha 1	744,8	1,2	0,24 (0,16)	1,00	901,2
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	4 367,9	0,1		1,0	436,8
Celkem	4 367,9				5 508,5

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H _T	W/ K	5 508,5
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = H_T / A	W/ (m²K)	1,26
Doporučený součinitel prostupu tepla U _{em,rec}	W/ (m ² K)	0,43
Požadovaný součinitel prostupu tepla U_{em,N,rq}	W/ (m²K)	0,57

Klasifikace třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel CI pro hranice klasifikačních tříd	U _{em} [W/m ² .K] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocení budovy
A - Velmi úsporná	≤ 0,5	U _{em} ≤ 0,5 · U _{em,N} ≤	0,29
B - Úsporná	≤ 0,75	0,5 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 0,75 · U _{em,N} ≤	0,43
C - Vyhovující	≤ 1,0	0,75 · U _{em,N} < U _{em} ≤ U _{em,N} ≤	0,57
D - Nevhovující	≤ 1,5	U _{em,N} < U _{em} ≤ 1,5 · U _{em,N} ≤	0,86
E - Nehospodárná	≤ 2,0	1,5 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,0 · U _{em,N} ≤	1,14
F - Velmi nehospodárná	≤ 2,5	2,0 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,5 · U _{em,N} ≤	1,43
G - Mimořádně nehospodárná	> 2,5	U _{em} > 2,5 · U _{em,N} >	1,43
Klasifikace budovy:	Klasifikační ukazatel CI:		
F - Velmi nehospodárná	2,21		

Datum vystavení štítku obálky budovy:	15. duben 2014
---------------------------------------	----------------

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:	Ing. Plamen Penkov, CSc.
---	--------------------------

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy byly vypracovány v souladu s ČSN 73 0540-2 (X.2011) a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.
--

Protokol k energetickému štítku obálky budovy PO REKONSTRUKCI

Identifikační údaje

Druh stavby (např. rodinný dům, nemocnice, hotel...)	školský objekt - TU v Liberci, objekt S
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Sokolská 113/8, 460 01-Liberec
Katastrální území a katastrální číslo	Liberec (okres Liberec); 563889
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Technická univerzita v Liberci
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Technická univerzita v Liberci
Adresa	Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1
Telefon / E-mail	485 351 111, 485 105 882 / kvestor@tul.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m ³	15 944,5
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²	4 367,9
Objemový faktor tvaru budovy A / V m ² / m ³	0,27
Převažující vnitřní teplota v topném období θ _{in} °C	20
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ _e °C	-18

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A _i (ΣA _i), [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U _i (Σψ _{k,ik} +Σχ _j)/A _i , [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla, U _{N,rq} (U _{N,rec})	Činitel teplotní redukce, b _i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ii} = A _i · U _i · b _i (Σψ _{k,ik} +Σχ _j), [W/K]
obvodová stěna 1	1 259,2	0,18	0,30 (0,25)	1,00	226,7
obvodová stěna 2	502,6	0,18	0,30 (0,25)	1,00	90,5
obvodová stěna 3	43,2	0,19	0,30 (0,25)	1,00	8,2
obvodová stěna 4 - sokl	30,0	0,20	0,30 (0,25)	1,00	6,0
Histor. Obv. stěna 5 - bez Tep. Iz.	777,7	0,92	0,30 (0,25)	1,00	715,5
podlaha 1	492,3	1,50	0,45 (0,30)	0,40	291,7
okna 1 - nová	448,2	1,10	1,50 (1,20)	1,00	493,1
okna 2 - prosklení, repasovaná	27,7	1,70	1,50 (1,20)	1,00	47,1
okna 3 - střešní nová	4,0	1,40	1,50 (1,20)	1,00	5,5
LUXFERY výměna za okna	20,1	1,10	0,30 (0,25)	1,00	22,1
dveře 1 nová	13,1	1,20	3,50 (2,30)	1,00	15,7
dveře 2 repasovaná	5,1	2,00	3,50 (2,30)	1,00	10,3
střecha 1	744,8	0,15	0,24 (0,16)	1,00	111,7
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	4 367,9	0,02		1,00	87,4
Celkem	4 367,9				2 131,3

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H _T	W/ K	2 131,3
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = H_T / A	W/ (m²K)	0,49
Doporučený součinitel prostupu tepla U _{em,rec}	W/ (m ² K)	0,43
Požadovaný součinitel prostupu tepla U_{em,N,rq}	W/ (m²K)	0,57

Klasifikace třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C _i pro hranice klasifikačních tříd	U _{em} [W/m ² .K] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocení budovy
A - Velmi úsporná	≤ 0,5	U _{em} ≤ 0,5 · U _{em,N} ≤	0,29
B - Úsporná	≤ 0,75	0,5 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 0,75 · U _{em,N} ≤	0,43
C - Vyhovující	≤ 1,0	0,75 · U _{em,N} < U _{em} ≤ U _{em,N} ≤	0,57
D - Nevhodující	≤ 1,5	U _{em,N} < U _{em} ≤ 1,5 · U _{em,N} ≤	0,86
E - Nehospodárná	≤ 2,0	1,5 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,0 · U _{em,N} ≤	1,14
F - Velmi nehospodárná	≤ 2,5	2,0 · U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,5 · U _{em,N} ≤	1,43
G - Mimořádně nehospodárná	> 2,5	U _{em} > 2,5 · U _{em,N} >	1,43
Klasifikace budovy:	Klasifikační ukazatel C_i:		
C - Vyhovující	0,85		

Datum vystavení štítku obálky budovy: 15. duben 2014

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy: Ing. Plamen Penkov, CSc.

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy byly vypracovány v souladu s ČSN 73 0540-2 (X.2011) a podle projektové dokumentace stavby dodané objednavatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: školský objekt - TU v Liberci, objekt S		Hodnocení obálky budovy				
Adresa budovy: Sokolská 113/8, 460 01-Liberec						
Celková podlahová plocha Ac = 4 161,0 m²		stávající	doporučení			
<div>CI Velmi úsporná</div> <div><div><div>A</div><div>0,5</div><div>B</div><div>0,75</div><div>C</div><div>1,0</div><div>D</div><div>1,5</div><div>E</div><div>2,0</div><div>F</div><div>2,5</div><div>G</div></div><div>Mimořádně ne hospodárná</div></div>			0,85			
KLASIFIKACE:		F - Velmi ne hospodárná				
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U _{em} ve W/(m²K) U _{em} = H _T / A		1,26	0,49			
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2 U _{em,N} ve W/(m²K)		0,57	0,57			
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U _{em} pro A / V = m² / m³						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U _{em}	0,29	0,43	0,57	0,86	1,14	1,43
Platnost štítku do: 15.4.2024		Datum: 15.4.2014				
Štítek vypracoval:		Jméno a příjmení: Ing. Plamen Penkov, CSc.				

Protokol k energetickému štítku obálky REFERENČNÍ BUDOVY	
Identifikační údaje	
Druh stavby (např. rodinný dům, nemocnice, hotel...)	školský objekt - TU v Liberci, objekt S
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Sokolská 113/8, 460 01-Liberec
Katastrální území a katastrální číslo	Liberec (okres Liberec); 563889
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Technická univerzita v Liberci
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Technická univerzita v Liberci
Adresa	Studentská 1402/2, 461 17 Liberec 1
Telefon / E-mail	485 351 111, 485 105 882 / kvestor@tul.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy m ³	15 944,5
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy m ²	4 367,9
Objemový faktor tvaru budovy A / V m ² / m ³	0,27
Převažující vnitřní teplota v topném období θ _{in} °C	20
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ _e °C	-18

Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha A _i (ΣA _i), [m ²]	Součinitel (činitel) prostupu tepla U _i (Σψ _{k,i} +Σχ _j)/A _i , [W/(m ² K)]	Požadovaný (doporučený) součinitel prostupu tepla, U _{N,rq} (U _{N,rec})	Činitel teplotní redukce, b _i [-]	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{tr} =A _i ·U _i ·b _i (Σψ _{k,i} +Σχ _j), [W/K]
obvodová stěna 1	1 259,2	0,30	0,30 (0,25)	1,00	377,8
obvodová stěna 2	502,6	0,30	0,30 (0,25)	1,00	150,8
obvodová stěna 3	43,2	0,30	0,30 (0,25)	1,00	12,9
obvodová stěna 4 - sokl	30,0	0,30	0,30 (0,25)	1,00	9,0
Histor. Obv. stěna 5 - bez Tep. Iz.	777,7	1,00	0,30 (0,25)	1,00	777,7
podlaha 1	492,3	0,45	0,45 (0,30)	0,40	87,5
okna 1 - nová	448,2	1,50	1,50 (1,20)	1,00	672,3
okna 2 - repasovaná	27,7	1,50	1,50 (1,20)	1,00	41,6
okna 3 - střešní nová	4,0	1,50	1,50 (1,20)	1,00	5,9
LUXFERY výměna za okna	20,1	1,50	1,50 (1,20)	1,00	30,2
dveře 1 nová	13,1	3,50	3,50 (2,30)	1,00	45,8
dveře 2 repasovaná	5,1	3,50	3,50 (2,30)	1,00	18,0
střecha 1	744,8	0,24	0,24 (0,16)	1,00	178,8
Tepelné vazby mezi konstrukcemi	4 367,9	0,02		1,00	87,4
Celkem	4 367,9				2 495,5

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H _{tr}	W/ K	2 495,5
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} = H_{tr} / A	W/ (m²K)	0,57
Doporučený součinitel prostupu tepla U _{em,rec}	W/ (m ² K)	0,43
Požadovaný součinitel prostupu tepla U_{em,N}	W/ (m²K)	0,57

Klasifikace třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C _i pro hranice klasifikačních tříd	U _{em} [W/m ² .K] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocení budovy
A - Velmi úsporná	≤ 0,5	U _{em} ≤ 0,5, U _{em,N} ≤	0,29
B - Úsporná	≤ 0,75	0,5·U _{em,N} < U _{em} ≤ 0,75·U _{em,N} ≤	0,43
C - Vyhovující	≤ 1,0	0,75·U _{em,N} < U _{em} ≤ U _{em,N} ≤	0,57
D - Nevhodující	≤ 1,5	U _{em,N} < U _{em} ≤ 1,5·U _{em,N} ≤	0,86
E - Nehospodárná	≤ 2,0	1,5·U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,0·U _{em,N} ≤	1,14
F - Velmi nehospodárná	≤ 2,5	2,0·U _{em,N} < U _{em} ≤ 2,5·U _{em,N} ≤	1,43
G - Mimořádně nehospodárná	> 2,5	U _{em} > 2,5·U _{em,N} >	1,43
Klasifikace budovy:		Klasifikační ukazatel C_i:	
C - Vyhovující		1,00	

Datum vystavení štítku obálky budovy:	15. duben 2014
---------------------------------------	----------------

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:	Ing. Plamen Penkov, CSc.
Tento protokol a energetický štítek obálky budovy byly vypracovány v souladu s ČSN 73 0540-2 (X.2011) a podle projektové dokumentace stavby dodané zadavatelem.	