

ENERGETICKÝ AUDIT BUDOVY: OBJEKT GARÁŽÍ A DÍLEN V AREÁLU SPOLEČNOSTI SILNICE LK A.S., UL. ČESKÉ MLÁDEŽE, LIBEREC

Vedeno pod č. zakázky: 13080



EnergySim.cz

energetika staveb, projekce TZB

Ing. Petr Kotek, Ph.D.

Ing. Zdeněk Ročárek

Ing. František Duda

Ing. Jan Antonín

Březen 2013

Datum vypracování: 6. 3. 2013

Energetický specialista: Ing. Zdeněk Ročárek, č. 0874

Evidenční číslo EA: nebylo přiděleno

Identifikační údaje

Název studie:	Energetický audit budovy: Objekt Garáží a dílen v areálu společnosti Silnice LK a.s., ul. České Mládeže, Liberec
Předmět EA:	Objekt Garáží a dílen v areálu společnosti Silnice LK a.s., České Mládeže, 460 06 Liberec VI-Rochlice parc. č. 451/3, k. ú. Rochlice u Liberce
Vlastník předmětu EA:	Silnice LK a.s.
Adresa:	Československé armády 4805/24, Jablonec nad Nisou, Rýnovice, 466 05
IČ, DIČ:	28746503, CZ28746503
e-mail /tel.:	info@silnicelk.cz / 488 043 235
Objednatel:	Silnice LK a.s.
Adresa:	Československé armády 4805/24, Jablonec nad Nisou, Rýnovice, 466 05
IČ, DIČ:	28746503, CZ28746503
e-mail /tel.:	info@silnicelk.cz / 488 043 235
Zhotovitel:	Ing. Petr Kotek, Ph.D. Energysim
Adresa:	U Sila 1202, 463 11 Liberec 30
IČ:	76053245
e-mail /tel.:	petr.kotek@energysim.cz / 775 665 128
Energetický specialista:	Ing. Zdeněk Ročárek
Adresa:	Stržanov 75, 591 02 Žďár nad Sázavou
IČ:	76490815
Osvědčení MPO:	č. 874
Spolupráce:	Ing. František Duda Ing. Jan Antonín

OBSAH

1. PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU.....	6
1.1. ZÁMĚR ZADAVATELE EA	6
1.2. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ	6
2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU	7
2.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU EA	7
2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ENERGETICKÝCH VSTUPECH A VÝSTUPECH	8
2.2.1. ELEKTRICKÁ ENERGIE	10
2.2.1.1. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE – AREÁL	10
2.2.1.2. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE - GARÁŽE A DÍLNY	10
2.2.2. ZEMNÍ PLYN	11
2.2.2.1. SPOTŘEBA ZEMNÍHO PLYNU – AREÁL	11
2.2.2.2. SPOTŘEBA ZEMNÍHO PLYNU - GARÁŽE A DÍLNY	11
2.3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VLASTNÍCH ENERGETICKÝCH ZDROJÍCH	12
2.3.1. KOTELNA NA ZEMNÍ PLYN	12
2.3.1.1. VLASTNÍ ZDROJE ENERGIE	13
2.3.2. REGULACE	13
2.4. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ROZVODECH ENERGIE	13
2.5. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VÝZNAMNÝCH SPOTŘEBIČÍCH ENERGIE	16
2.5.1. ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE	16
2.5.1.1. ELEKTRICKÉ OSVĚTLENÍ	16
2.5.1.2. MOTOROVÉ SPOTŘEBIČE	16
2.5.1.3. OSTATNÍ ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE	16
2.5.2. PLYNOVÉ SPOTŘEBIČE	16
2.5.2.1. VYTÁPĚNÍ	16
2.5.2.2. PŘÍPRAVA TV	17
2.6. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O BUDOVÁCH	17
2.6.1. CELKOVÝ POPIS OBJEKTŮ	17
2.6.1.1. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE A SKUTEČNÝ STAV	18
2.6.1.2. OBVODOVÝ PLÁŠŤ	18
2.6.1.3. STŘEŠNÍ PLÁŠŤ	19
2.6.1.4. PODLAHY	19
2.6.1.5. OKNA A PRŮSVITNÉ VÝPLNĚ	19
2.6.2. GEOMETRICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY	20
2.6.3. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY	20
2.7. SYSTÉM MANAGEMETU HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ	23
3. VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU EA	24
3.1. VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE	24
3.2. VYHODNOCENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ BUDOV	24
3.3. VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ	25
3.4. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BALANCE	26
3.4.1. BALANCE ELEKTRICKÉ ENERGIE	26
3.4.2. BALANCE ZEMNÍHO PLYNU	26
3.4.2.1. SKUTEČNÁ SPOTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ	27
3.4.2.2. MODEL POTŘEBY ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	27
3.4.2.3. POROVNÁNÍ TEORETICKY STANOVENÝCH POTŘEB TEPLA A SPOTŘEB MĚŘENÝCH	28

3.4.2.4. SPOTŘEBA TEPLA NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY	28
3.4.3. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE	29
4. NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE.....	30
4.1. OPATŘENÍ VE STAVEBNÍ ČÁSTI	30
4.1.1. OBVODOVÝ PLÁŠŤ	30
4.1.2. STŘEŠNÍ PLÁŠŤ	31
4.1.3. PODLAHY	32
4.1.4. OKNA A PRŮSVITNÉ VÝPLNĚ	32
4.1.5. PŘEHLED VŠECH OPATŘENÍ VE STAVEBNÍ ČÁSTI	33
4.2. OPATŘENÍ V ČÁSTI TZB	35
4.2.1. BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	35
4.2.2. NÍZKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	35
4.2.3. VYSOKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ	36
5. VARIANTY CELKOVÉHO ŘEŠENÍ.....	37
5.1. VARIANTA 1	37
5.2. VARIANTA 2	41
6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT.....	47
7. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT	48
8. STANOVENÍ OKRAJOVÝCH PODMÍNEK	50
9. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE NAVRŽENÝCH VARIANT	51
9.1. CELKOVÁ ÚSPORA ENERGIÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT	52
9.2. ÚSPORA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT	52
10. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY	53
10.1. PODMÍNKY PRO DOSAŽENÍ ENERGETICKÝCH A EKONOMICKÝCH ÚSPOR	56
10.2. EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU	56
SEZNAM TABULEK.....	57
SEZNAM OBRÁZKŮ	58
SEZNAM SOUVISEJÍCÍCH PRÁVNÍCH PŘEDPISŮ	59
PŘÍLOHY:	
SITUAČNÍ PLÁN	60
EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU.....	62
CELKOVÝ POČET STRAN.....	69

Použité zkratky:

EA	energetický audit
EPS	expandovaný polystyren
FVE	fotovoltaická elektrárna
MW	minerální vata, vlna apod.
NP	nadzemní podlaží
OZE	obnovitelné energetické zdroje
PP	podzemní podlaží
TČ	tepelné čerpadlo
TI	tepelná izolace
TRV	termoregulační ventily
TV	teplá užitková voda
TZB	technické zařízení budov
ÚT	ústřední vytápění
XPS	extrudovaný polystyren

1. PŘEDMĚT ENERGETICKÉHO AUDITU

Předmět energetického auditu:	Objekt Garáží a dílen v areálu společnosti Silnice LK a.s., ul. České Mládeže, Liberec
Adresa předmětu auditu:	Objekt Garáží a dílen v areálu společnosti Silnice LK a.s., České Mládeže, 460 06 Liberec VI-Rochlice, parc. č. 451/3, k. ú. Rochlice u Liberce
Provozovatel předmětu auditu:	Silnice LK a.s. Československé armády 4805/24, Jablonec nad Nisou, Rýnovice, 466 05 IČ: 28746503, DIČ: CZ28746503

Energetický audit bude zpracován podle následujících právních předpisů, dle zákona **č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií** a vyhlášky **č. 480/2012 Sb.**, kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetických auditů a energetických posudků.

1.1. ZÁMĚR ZADAVATELE EA

Záměrem zadavatele je pořízení EA v souladu se zákonem, zlepšení tepelně-technických a energetických vlastností objektu a případné využití energetického auditu k žádosti o dotace v rámci operačních programů.

V případě zlepšování tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí budovy, je podmínkou dotačního programu, aby hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu, na něž je žádána podpora, po realizaci splňovaly **minimálně doporučenou** hodnotu součinitele prostupu tepla U_N uvedenou v odst. 5.2 Součinitel prostupu tepla normy ČSN 730540-2 (znění říjen 2011) a současně budova splňovala **minimálně požadovanou** hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy $U_{em,N}$ uvedenou v odst. 5.3 normy ČSN 730540-2 (znění říjen 2011), nebo musí být parametry voleny tak, aby obálka budovy splňovala **minimálně doporučenou** hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy $U_{em,rec}$ uvedenou v odst. 5.3 téže technické normy.

Na základě analýzy současného stavu budou navržena možná opatření, která budou oceněna z hlediska investičních nákladů a bude vyčíslen jejich ekonomický a energetický přínos.

1.2. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ

Název dokladu: Obsah dokladu: Podklad vypracoval: sídlo (ulice, PSČ, město): IČ: tel.,email:	Pasportizace areálů, Rochlice, Garáže a dílny Stavební projektová dokumentace v rozsahu: - půdorys 1. a 2. NP, řez ATELIER 4 s.r.o. v srpnu 2010 Podhorská 377/20, 466 01 Jablonec nad Nisou 46710141 483 311 561, atelier4V@volny.cz
Název dokladu: Obsah dokladu: Podklad vypracoval: sídlo (ulice, PSČ, město): IČ:	Zpráva o revizi elektrického zařízení č. 52-011, 54-012, 55-012 Zpráva o revizi elektrického zařízení Ivo Staněk, revizní technik, v 05/2011, 06/2012 Zámečnická 561/4, Liberec 4 -

tel.,email:	-
Název dokladu:	Soupis spotřeb energií pro areál
Obsah dokladu:	Faktury za dodávku zemního plynu a elektrické energie v období let 2010 až 2012
Podklad poskytl:	Ing. Stanislav Novotný (Silnice LK a.s.)
sídlo (ulice, PSČ, město):	Československé armády 4805/24, Jablonec nad Nisou, Rýnovice, 466 05
IČ:	28746503
email, tel.:	stanislav.novotny@silnicelk.cz / 725 839 481
Název dokladu:	Studie efektivnějšího způsobu zásobování teplem a TUV v areálu Silnice LK a.s., garáží a dílen Liberec, vypracoval Ing. Břetislav Mercel v 0,1/2013
Podklad poskytl:	Ing. Stanislav Novotný (Silnice LK a.s.)
sídlo (ulice, PSČ, město):	Československé armády 4805/24, Jablonec nad Nisou, Rýnovice, 466 05
IČ:	28746503
email, tel.:	stanislav.novotny@silnicelk.cz / 725 839 481

Jako podklad pro zpracování energetického auditu dále slouží fotodokumentace a zápis z prohlídky. Materiály byly pořízeny Ing. Zdeňkem Ročárkem a Ing. Františkem Dudou při místním šetření stavby, které proběhlo dne 28. 2. 2013.

2. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU ENERGETICKÉHO AUDITU

2.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PŘEDMĚTU EA

Jedná se o halu obdélníkového tvaru s plochou střechou, hala je převážně jednopodlažní, částečně dvoupodlažní. Objekt je bez podsklepení. Budova slouží jako garáže a dílny společnosti Silnice LK a.s. Kromě garážových stání a dílenských prostorů se zde nachází rovněž sklady, šatny a zázemí pro zaměstnance. Ve východní části objektu je umístěna centrální plynová kotelná, která vytápí celý areál. Na vlastní halu navazuje zadní trakt. Umístění stavby a její orientace je patrná ze situačního plánu v Příloze 1.

V zimním období (listopad-březen) je v objektu zaveden třísměnný provoz. V letním období (duben-říjen) je pracovní doba Po – Pá od 6 do 16 hodin. Denně v objektu pracují průměrně 4 osoby.

Základní nosnou konstrukci tvoří montovaná železobetonový skelet doplněný stěnami z armaporitových tvárnic, popř. dozdvídkami z cihel. stropní konstrukci tvoří železobetonové prefabrikáty. U zadního traktu za garážemi v levé části objektu je jako nosný prvek pro svislé i vodorovné prvky použita ocelová konstrukce.

Konstrukční systém objektu je zděný stěnový. Zdivo je tvořeno tvárnicemi z plynosilikátu tl. 400 mm bez dodatečného zateplení. Stropní konstrukce tvoří skládaný systém Hurdís. Střecha objektu je pultová, pravděpodobně s uzavřenou vzduchovou dutinou mezi stropní konstrukcí a horním pláštěm. Střešní krytina je z živých pásů.

V objektu jsou osazena převážně kovová okna se zdvojeným zasklením. Některá okna jsou zasklena pouze jednoduchým sklem a některé výplně otvorů tvoří sklobetonové výplně (luxfery). Vrata v pravé části objektu byla v minulosti vyměněna za vrata sekční, zateplená. Ve zbylé části objektu jsou osazena původní plechová vrata.

Část objektu není vytápěná. Nevytápěné jsou garáže v levé části objektu a sklad značek v zadním traktu. Ostatní prostory objektu jsou uvažovány jako vytápěné. Budova je vytápěna z centrální plynové kotelny, která se nachází v levé části budovy garáží a dílen. Teplá voda je

připravována rovněž v centrální kotelně, TV je připravována v nepřímotopném akumulacním zásobníku.

Celý areál má jedno společné odběrné místo pro odběr zemního plynu a elektřiny. Spotřeba energií tak není známa pro jednotlivé budovy, ale pouze pro areál jako celek.

V areálu se nachází celkem 6 objektů, které jsou vytápěny ze společné kotelny. Elektřina je spotřebovávána ve všech objektech v areálu a také pro venkovní osvětlení areálu.

Zemní plyn i elektrická energie je nakupována od Libereckého kraje, který má smlouvu s distributorem energií a zajišťuje rozúčtování pro svá odběrná místa.

Nejvýznamnější je spotřeba zemního plynu pro vytápění budovy.

Zadavatel poskytl pro zpracování energetického auditu výkresovou a provozní dokumentaci a technicko-ekonomické podklady. Pro uvažované území jsou dostupné údaje o hydrometeorologických podmínkách, které postačují pro kvalifikovaný rozbor situace.

Situační plán je v Příloze.

2.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ENERGETICKÝCH VSTUPECH A VÝSTUPECH

Vstupy paliv a energie v následující tabulce jsou stanoveny **pro celý areál společnosti Silnice LK a.s., Rochlice** za rok před realizací projektu, konkrétně za období 01/2012 - 12/2012 (poslední dostupné vyúčtování energií).

Pro rok: před realizací projektu (01/2012-12/2012)					
Vstupy paliv a energie areál Rochlice	jednotka	množství	výhřevnost [GJ/jednotku]	přepočet [MWh]	roční náklady [tis. Kč]
Elektřina	MWh	82,9	-	82,9	303,9
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	802,0	-	802,0	900,6
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje*	GJ				
Obnovitelné zdroje**	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				884,9	1 204,5
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				-	-
Celkem spotřeba paliv a energie				884,9	1 204,5

Tabulka 1: Vstupy paliv a energie pro celý areál před realizací projektu, v období 01/2012 – 12/2012.

* Např. odpadní teplo

** Např. solární, vodní, větrná, geotermální energie

Vstupy paliv a energie pro posuzovaný objekt Garáží a dílen jsou uvedeny v následující tabulce. Spotřeby energií jsou měřeny pouze centrálně pro celý areál, podružné měření spotřeb jednotlivých objektů není zavedeno. Vstupy paliv a energie pro objekt garáží a dílen byly vyčísleny na základě měrných čísel a matematického modelu objektu.

Pro rok: před realizací projektu (1/2012-12/2012)					
Vstupy paliv a energie - objekt Garáží a dílen	jednotka	množství	výhřevnost [GJ/jednotku]	přepočet [MWh]	roční náklady [tis. Kč]
Elektřina	MWh	11,2	-	11,2	40,974
Teplo	GJ				
Zemní plyn	MWh	410,0	-	410,0	460,371
Jiné plyny	MWh				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Druhotné zdroje*	GJ				
Obnovitelné zdroje**	GJ/MWh				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				421,2	501,345
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				-	-
Celkem spotřeba paliv a energie				421,2	501,345

Tabulka 2: Vstupy paliv a energie pro objekt garáží a dílen před realizací projektu, v období 1/2011 – 12/2012.

* Např. odpadní teplo

** Např. solární, vodní, větrná, geotermální energie

2.2.1. ELEKTRICKÁ ENERGIE

Areál je napájen z distribučního vedení přes zděnou transformátorovou stanici, která je napojená na kabelovou síť 2x10 kV.

Celý areál má pouze 1 odběrné místo elektrické energie. Jednotlivé objekty nejsou podružně měřeny.

Odběrné místo

Dodavatel: Liberecký kraj
Adresa: U Jezu 642/2a, 461 80 Liberec
EAN OM: 859182400407135119
Produkt: TOP SINGLE

2.2.1.1. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE – AREÁL

V následujících tabulkách je uveden přehled spotřeby elektrické energie za předchozí 3 roky pro celý areál.

Rok	Spotřeba celkem [MWh]	Náklady za elektřinu bez DPH [Kč]	Průměrná cena [Kč/MWh]
2010	93,847	355 150	3 884
2011	91,444	381 151	4 168
2012	82,884	303 929	3 667
Průměr	89,392	346 743	-

Tabulka 3: Přehled spotřeb elektrické energie v areálu – tabulka 1.

Rok	Spotřeba celkem [GJ]	Náklady za elektřinu bez DPH [Kč]	Průměrná cena [Kč/GJ]
2010	337,8	355 150	1 051
2011	329,2	381 151	1 158
2012	298,4	303 929	1 019
Průměr	321,8	346 743	-

Tabulka 4: Přehled spotřeb elektrické energie v areálu – tabulka 2.

2.2.1.2. SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE - GARÁŽE A DÍLNY

Budova garáží a dílen není samostatně či podružně měřena z hlediska spotřeby elektrické energie. Spotřeba el. energie předmětné budovy byla stanovena na základě předpokládaného rozložení spotřeb celého areálu.

Největší část z celkové spotřeby areálu činí venkovní osvětlení, a to zhruba 75 % celkové spotřeby. Zbytek připadá na jednotlivé objekty v areálu. Pro garáže a dílny předpokládáme spotřebu cca 50 % z celkové spotřeby el. energie po odečtení venkovního osvětlení.

Průměrná spotřeba el. energie garáží a dílen tak činí **11,2 MWh/rok**.

2.2.2. ZEMNÍ PLYN

Areál je zásobován zemním plynem prostřednictvím středotlakého průmyslového rozvodu. Plynovod je přiveden do zděného přístavku umístěného na objektu dílen.

Celý areál má pouze 1 odběrné místo zemního plynu. Jednotlivé objekty nejsou podružně měřeny.

Odběrné místo

Dodavatel: Liberecký kraj
Adresa: U Jezu 642/2a, 461 80 Liberec
EIC OM: 27ZG400Z0318205C

2.2.2.1. SPOTŘEBA ZEMNÍHO PLYNU – AREÁL

V následujících tabulkách je uveden přehled spotřeby zemního plynu za předchozí 3 roky pro celý areál.

Rok	Spotřeba celkem [MWh]	Náklady za ZP bez DPH [Kč]	Průměrná cena [Kč/MWh]
2010	956,216	949 353	993
2011	788,192	840 919	1 067
2012	801,994	900 550	1 123
Průměr	848,801	896 941	-

Tabulka 5: Přehled spotřeb zemního plynu v areálu – tabulka 1.

Rok	Spotřeba celkem [GJ]	Náklady za ZP bez DPH [Kč]	Průměrná cena [Kč/GJ]
2010	3 442,4	949 353	276
2011	2 837,5	840 919	296
2012	2 887,2	900 550	312
Průměr	3 055,7	896 941	-

Tabulka 6: Přehled spotřeb zemního plynu v areálu – tabulka 2.

2.2.2.2. SPOTŘEBA ZEMNÍHO PLYNU - GARÁŽE A DÍLNY

Budova garáží a dílen není samostatně či podružně měřena z hlediska spotřeby zemního plynu, resp. tepla. Spotřeba zemního plynu pro vytápění a přípravy teplé vody pro předmětnou budovu byla stanovena na základě matematického modelu budovy a na základě předpokládaného rozložení spotřeb celého areálu.

Průměrná roční spotřeba tepla pro přípravu TV činí 19,6 GJ; průměrná roční spotřeba tepla pro vytápění činí 1 456,3 GJ (pro klimaticky normální rok).

Průměrná roční spotřeba zemního plynu pro garáže a dílny tak činí **1 476 GJ (410 MWh/rok)**.

2.3. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VLASTNÍCH ENERGETICKÝCH ZDROJÍCH

Vytápění objektu je zajištěno z centrální kotelny, která se nachází v předmětném objektu garáží a dílen. V kotelně jsou instalovány dva plynové kotle a jeden plynový ohřívač teplé vody.

2.3.1. KOTELNA NA ZEMNÍ PLYN

Centrální teplovodní plynová kotelna je situována v budově „Garáže a dílny“. Kotelna je stavebně prostorově oddělená od ostatních prostor budovy.

Jako zdroje tepla slouží dva teplovodní kotle:

Teplovodní kotel K1: typ VPP 400 S (výrobní číslo 19177) – původní parní kotel, který byl přestavěn na teplovodní.

Hořák stávající	APH 05 PS
Výkon kotle	580 kW
Výrobce	Sigma Slatina
Rok výroby	1987

Teplovodní kotel K2: Viadrus G500, 11 článků

Hořák stávající	Bentone BG 450
Výkon kotle	400 kW
Rok výroby	2001

Ohřátá teplá voda je z teplovodních paralelně řazených kotlů vedena přes hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků (ANULOID) ke společnému rozdělovači a odtud dále k jednotlivým topným větvím a topným spotřebičům. Pro vytápění garáží a dílen slouží 3 topné větve označené jako VZT, dílna, dílna radiátory.

Na rozdělovači a sběrači jsou osazeny čtyřcestné regulační armatury, které regulují topnou vodu na požadovanou teplotu na základě vypočtené ekvitermní křivky. Regulace je prováděna mícháním topné vody.

Cirkulaci topné vody zajišťují teplovodní čerpadla. Topný okruh je uzavřený, jištěný expanzomatem a pojišťovacím ventilem.



Obrázek 1: Kotel K1 - VPP 400 S.



Obrázek 2: Kotel K2 Viadrus G500.

2.3.1.1. VLASTNÍ ZDROJE ENERGIE

ř.	Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje	[%]	75
2	Roční účinnost výroby elektrické energie	[%]	-
3	Roční účinnost výroby tepla	[%]	75
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	[GJ/MWh]	-
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	[GJ]	362,7
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu	[hod]	-
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu	[hod]	310

Tabulka 7: Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie.

ř.	Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	[MW]	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	[MW]	0,98
3	Výroba elektřiny	[MWh]	-
4	Prodej elektřiny	[MWh]	-
5	Vlastní technologická spotřeba elektřiny na výrobu elektřiny	[MWh]	-
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	[GJ/rok]	-
7	Výroba tepla	[GJ/rok]	1 093,7
8	Dodávka tepla	[GJ/rok]	-
9	Prodej tepla	[GJ/rok]	-
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	[GJ/rok]	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	[GJ/rok]	1 456,3
12	Spotřeba energie v palivu celkem	[GJ/rok]	1 456,3

Tabulka 8: Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie.

Pozn.: Uvedený instalovaný tepelný výkon je výkon kotelny, která slouží pro vytápění celého areálu. Výroba a spotřeba tepla je uvedena pouze pro objekt garáže a dílen. Z tohoto důvodu vychází velmi malé využití instalovaného tepelného výkonu. Ostatní objekty v areálu nejsou předmětem tohoto EA, proto nejsou v tabulce uvedeny.

2.3.2. REGULACE

Teplovodní kotelna je regulována na kotlích ekvitermní regulací. Regulaci zajišťuje autonomní řídicí systém Sauter.

V objektu garáže a dílen jsou osazeny čtyřcestné regulační ventily, které regulují topnou vodu na požadovanou teplotu na základě vypočtené ekvitermní křivky. Regulace je prováděna mícháním topné vody.

V budově garáže a dílen jsou osazena žebrová otopná tělesa a 5 teplovzdušných jednotek (sahary), které jsou napojeny na otopnou vodu z kotelny. Otopná tělesa jsou vybavena ručními ventily.

2.4. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O ROZVODECH ENERGIE

Rozvody tepla, druh otopné soustavy:

Otopná soustava je teplovodní, dvourubková s nuceným oběhem topné vody, zajištěným oběhovými čerpadly. Teplotní spád soustavy je 90/70° C.

Otopné plochy jsou tvořeny žebrovými otopnými tělesy a teplovzdušnými jednotkami, které jsou napojeny na otopnou vodu z kotelny.

Hlavní a páteční rozvody topné vody jsou z teplovodních paralelně řazených kotlů vedeny ke společnému rozdělovači a odtud dále k jednotlivým topným větvím a topným spotřebičům.

Na rozdělovači/sběrači je teplá voda upravena na požadované parametry a je vedena dále k jednotlivým otopným plochám.

Délka rozvodů:

Délka pátečních rozvodů mezi zdrojem vytápění a rozdělovačem činí zhruba 20 m.

Kapacita rozvodů:

Údaje o kapacitě rozvodů nejsou dostupné.

Průměr rozvodů:

- pátečních rozvody vytápění: 1¹/₂" ,
- pátečních rozvody TV: 1" .

Provedení rozvodů:

Materiálové provedení: pátečních rozvody: ocelové trubky.

Stáří a technický stav rozvodů:

Otopná soustava v budově je z doby výstavby objektu, tj. stáří cca 40 let. Technický stav odpovídá době provedení. Některé rozvody jsou již na hranici životnosti, s ohledem na aktuální potřeby tepla některé části předimenzované, izolace vykazují poškození.

Tepelné izolace na rozvodech topné vody:

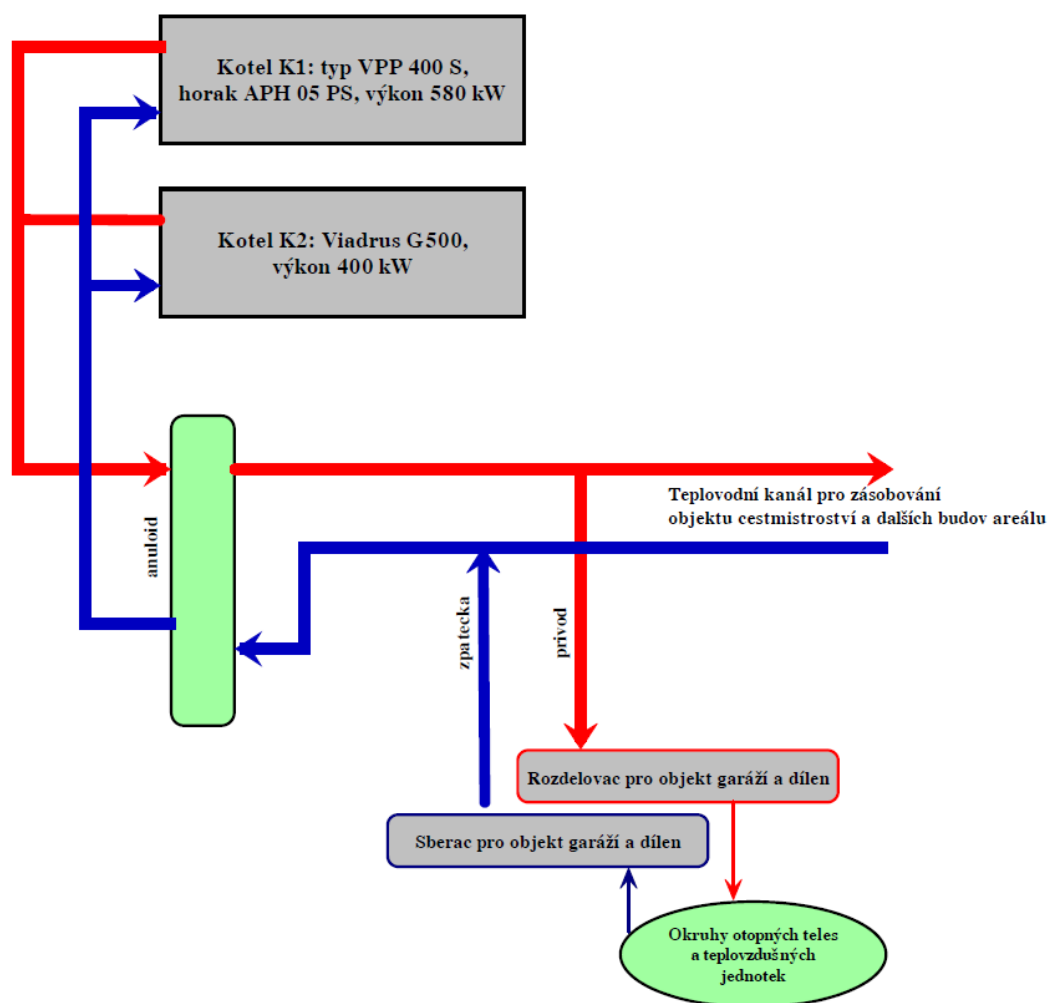
Izolace pátečních rozvodů je provedena minerální izolací s krytím hliníkovou fólií, armatury jsou bez zateplení. Tloušťka tepelné izolace je průměrně 50 mm.



Obrázek 3: Hlavní rozvody v kotelně.



Obrázek 4: Izolovaný zásobník teplé vody.



Obrázek 5: Schéma rozvodů otopné soustavy.

Technický stav rozvodů je přijatelný a odpovídá dobře provedení. Regulace plynové kotelny je ekvitermní. Spotřeba zemního plynu na vytápění není samostatně měřena. Dominantní tepelný tok tvoří energie dodávaná do okruhů vytápění budovy garáží a dílen. Budova garáží a dílen spotřebovává téměř 50 % z celkové energie na vytápění.

2.5. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O VÝZNAMNÝCH SPOTŘEBIČÍCH ENERGIE

Nejvýznamnější část z celkové spotřeby energie je spotřeba tepla na vytápění. Spotřebičem je budova.

2.5.1. ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE

Elektrické spotřebiče v budově garáží a dílen lze roztrždit do těchto základních kategorií:

1. Elektrické osvětlení
2. Motorové spotřebiče
3. Ostatní el. spotřebiče

2.5.1.1. ELEKTRICKÉ OSVĚTLENÍ

Osvětlení je provedeno převážně pomocí zářivkových a halogenových svítidel. Zářivková svítidla jsou zavěšena pod stropem, obvykle se dvěma trubicemi. Zářivková svítidla jsou s klasickými předřadníky. Ovládání osvětlení je místní pomocí vypínačů umístěných v jednotlivých prostorech. Vnitřní prostory mají dobrý přístup denního světla. Předpokládaný příkon osvětlení je cca 11 kW, počet provozních hodin 2800 hod. Regulace osvětlení je ruční, tlačítka u vstupů do jednotlivých prostor.

V prostoru haly je instalováno celkem cca 90 ks svítidel.

Vzhledem k velkému procentu prosklení bočních fasád a velkému středovému světlíku v hale, mají vnitřní prostory poměrně dobrý přístup denního světla.

Stav vnitřních povrchů místností (stěn, stropů, podlah) s ohledem na světelně odrazné vlastnosti není příliš uspokojivý, výmalba není pravidelně obnovována, okna jsou zaprášená.

2.5.1.2. MOTOROVÉ SPOTŘEBIČE

V objektu je instalováno velké množství technologického zařízení, které se využívá pro provoz dílny. Jedná se např. o obráběcí stroje, vrtačky, řezačky, svářečské stroje apod. Tyto nástroje se však využívají pouze ojediněle. Celkový příkon činí cca 45 kW.

2.5.1.3. OSTATNÍ ELEKTRICKÉ SPOTŘEBIČE

V objektu jsou instalovány zásuvkové a další obvody pro běžné elektrospotřebiče. Celkový elektrický příkon spotřebičů činí cca 8 kW.

2.5.2. PLYNOVÉ SPOTŘEBIČE

Plynové spotřebiče v budově garáží a dílen lze roztrždit do těchto základních kategorií:

1. Vytápění
2. Příprava teplé vody

2.5.2.1. VYTÁPĚNÍ

Budova je vytápěna z centrální plynové kotelny umístěné ve východní části objektu. Zdrojem tepla jsou dva plynové kotle. Podrobný popis je uveden v předchozích kapitolách.

2.5.2.2. PŘÍPRAVA TV

Teplá voda je připravována centrálně v plynové kotelně. Pro přípravu TV slouží plynový ohřívač State Industries Quantum Q 7-75-VENT-B o objemu 285 l a nepřímotopný akumulární zásobník o objemu 2,5 m³.

Příkon plynového ohřívače je 22 kW.

Spotřeba tepla na přípravu TV není samostatně měřena. Teplá voda je v zásobnících připravována nepřetržitě po celý rok. Nabíjení zásobníku je řízeno automaticky dle teploty vody v zásobníku. Roční provozní hodiny byly odhadnuty na 2700 hod.

2.6. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O BUDOVÁCH

2.6.1. CELKOVÝ POPIS OBJEKTŮ

Základní nosnou konstrukci tvoří montovaná železobetonový skelet doplněný stěnami z armoporitových tvárnic, popř. dozdívkami z cihel. stropní konstrukci tvoří železobetonové prefabrikáty. U zadního traktu za garážemi v levé části objektu je jako nosný prvek pro svislé i vodorovné prvky použita ocelová konstrukce.

Konstrukční systém objektu je zděný stěnový. Zdivo je tvořeno tvárnicemi z plynosilikátu tl. 400 mm bez dodatečného zateplení. Stropní konstrukce tvoří skládaný systém Hurdis. Střeška objektu je pultová, pravděpodobně s uzavřenou vzduchovou dutinou mezi stropní konstrukcí a horním pláštěm. Střešní krytina je z živichných pásů.

V objektu jsou osazena převážně kovová okna se zdvojeným zasklením. Některá okna jsou zasklena pouze jednoduchým sklem a některé výplně otvorů tvoří sklobetonové výplně (luxfery). Vrata v pravé části objektu byla v minulosti vyměněna za vrata sekční, zateplená. Ve zbylé části objektu jsou osazena původní plechová vrata.

Skladby všech konstrukcí jsou uvedeny níže. Objekt je uvažován jako částečně vytápěný. Nevytápěné jsou garáže v levé části objektu a sklad značek v zadním traktu. Ostatní prostory objektu jsou uvažovány jako vytápěné.



Obrázek 6: Pohled na budovu J fasádu – pravá část.



Obrázek 7: Pohled na budovu J fasádu – levá část.



Obrázek 8: Pohled na Z fasádu.



Obrázek 9: Pohled na V fasádu.

2.6.1.1. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE A SKUTEČNÝ STAV

Výkresová dokumentace stavební části je dostačující pro sestavení modelu energetické bilance. Informace o soustavě TZB jsou dostatečné pro provedení EA. U konstrukcí, u kterých nebyla známa z PD skladba, byl proveden odborný odhad na základě znalosti obvyklých skladeb a platných normových předpisů v době realizace budovy.

2.6.1.2. OBVODOVÝ PLÁŠŤ

OP1 – Stěna tl. 250 mm → hmotná konstrukce, složená od interiéru z vnitřní omítky tl. 20 mm, zdiva z plynosilikátových tvárnic tl. 250 mm vnější omítky tl. 20 mm. Konstrukce tvoří obvodové zdivo objektu.

OP2 – Stěna tl. 350 mm → hmotná konstrukce, složená od interiéru z vnitřní omítky tl. 20 mm, zdiva z plynosilikátových tvárnic tl. 350 mm vnější omítky tl. 20 mm. Konstrukce tvoří obvodové zdivo objektu.

OP3 – Vnitřní stěna tl. 150 mm → hmotná konstrukce, složená od interiéru z vnitřní omítky tl. 20 mm, zdiva z plynosilikátových tvárnic tl. 150 mm vnější omítky tl. 20 mm. Konstrukce odděluje vytápěné části objektu od nevytápěných.

OP4 – Vnitřní stěna tl. 250 mm → hmotná konstrukce, složená od interiéru z vnitřní omítky tl. 20 mm, zdiva z plynosilikátových tvárnic tl. 250 mm vnější omítky tl. 20 mm. Konstrukce odděluje vytápěné části objektu od nevytápěných.

OP5 – Vnitřní stěna tl. 350 mm → hmotná konstrukce, složená od interiéru z vnitřní omítky tl. 20 mm, zdiva z plynosilikátových tvárnic tl. 350 mm vnější omítky tl. 20 mm. Konstrukce odděluje vytápěné části objektu od nevytápěných.

2.6.1.3. STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

S1 – Střecha haly V (s TI) → střešní plášť je složen z pohledu od interiéru ze železobetonové stropní tl. cca 100 mm, zateplení minerální vatou tl. 100 mm a živičné hydroizolace. Jedná se o střechu nad východní polovinou objektu, která byla v minulosti dodatečně zateplena.

S2 – Střecha haly Z (bez TI) → střešní plášť je složen z pohledu od interiéru ze železobetonové stropní tl. cca 100 mm a živičné hydroizolace. Jedná se o střechu nad západní polovinou objektu.

S3 – Střecha přístavku V (s TI) → střešní plášť je složen z pohledu od interiéru ze železobetonové stropní tl. cca 100 mm, zateplení minerální vatou tl. 100 mm a živičné hydroizolace. Jedná se o střechu nad zadním traktem východní poloviny objektu, která byla v minulosti dodatečně zateplena.

S4 – Střecha přístavku Z (bez TI) → střešní plášť je složen z pohledu od interiéru z trapézového plechu, vzduchové dutiny tl. cca 100 mm a vnějšího trapézového plechu (krytina). Jedná se o střechu nad zadním traktem západní poloviny objektu.

2.6.1.4. PODLAHY

P1 – Podlaha na terénu → hmotná konstrukce složená z pohledu shora z nášlapné vrstvy (potěr), betonové mazaniny tl. cca 150 mm, hydroizolace, podkladních vrstev a rostlého terénu.

2.6.1.5. OKNA A PRŮSVITNÉ VÝPLNĚ

OK1 - Okna kovová → jedná se o kovová jednoduchá okna zasklená dvěma skly. Součinitel prostupu tepla celé konstrukce $U_w = 3,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

OK2 - Okna kovová jednoduchá → jedná se o ocelové jednoduché okno se zasklením jedním sklem. Součinitel prostupu tepla celého okna je $U_w = 5,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

OK3 – Sklobetonové výplně → jedná se o zasklení pomocí sklobetonových tvárnic. Součinitel prostupu tepla celého okna je $U_w = 4,00 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

OK4 – Světlík → jedná se o kovový světlík s úhlem zasklení 45° , zasklený dutinkovým polykarbonátem. Součinitel prostupu tepla celé konstrukce $U_w = 3,50 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

OK5 - Okna vnitřní → jedná se o ocelové jednoduché okno se zasklením jedním sklem. Součinitel prostupu tepla celého okna je $U_w = 5,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

DV1 - Vrata kovová → jedná se o ocelová plná vrata. Součinitel prostupu tepla celé konstrukce $U_D = 5,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

DV2 - Vrata sekční → jedná se o sekční zateplená vrata. Součinitel prostupu tepla celé konstrukce $U_D = 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

DV3 – Dveře (vrata) → jedná se o ocelové dveře s prosklením jedním sklem nebo plechové dvoukřídlé dveře (vrata). Součinitel prostupu tepla celé konstrukce $U_D = 5,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

DV4 – Dveře vnitřní → jedná se o ocelové plné dveře nebo vrata. Součinitel prostupu tepla celé konstrukce $U_D = 5,65 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

2.6.2. GEOMETRICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY

Geometrické vlastnosti budovy			
Podlahová plocha	A_f	m^2	1 130,1
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí	A	m^2	3 240,1
Objem budovy	V	m^3	6 587,9
Objemový faktor tvaru budovy	A/V	m^2/m^3	0,49

Tabulka 9: Geometrické vlastnosti budovy.

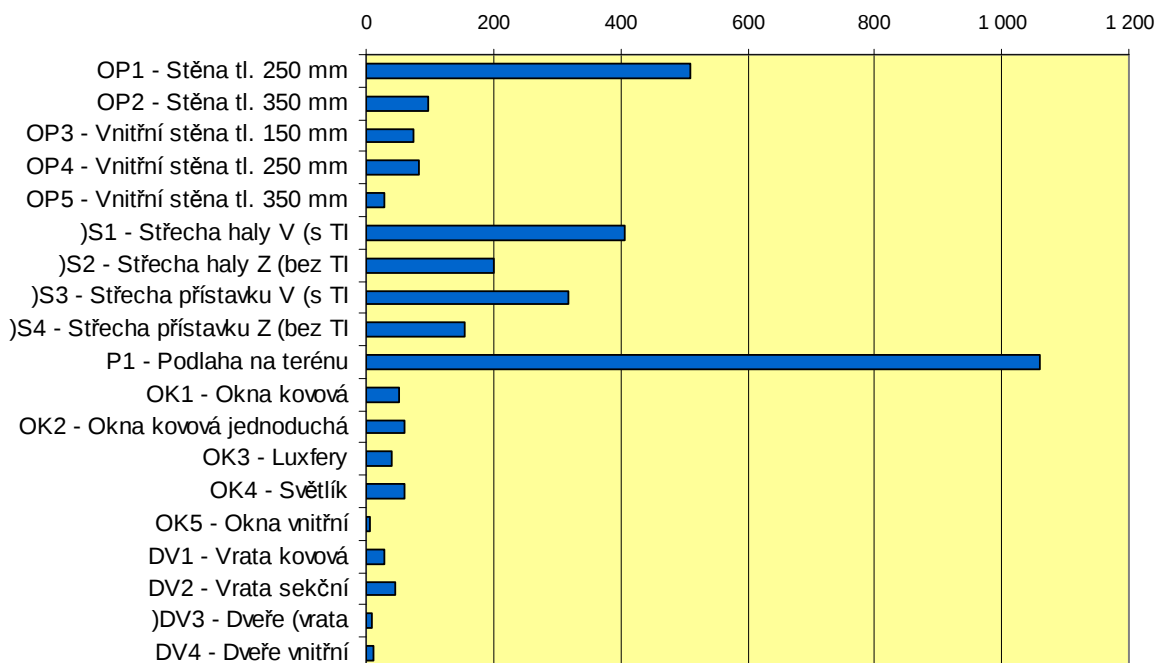
2.6.3. TEPELNĚ TECHNICKÉ VLASTNOSTI BUDOVY

Obalové konstrukce jsou posuzovány dle ČSN 73 0540:94 *Tepelná ochrana budov, části 1 a 4* platné od června 2005, *části 3* platné od prosince 2005 a dále *části 2 (Tepelná ochrana budov – požadavky)* ČSN 73 0540-2:07, platné od listopadu 2011.

Konstrukce	plocha [m ²]	U_s vypočtené [W/(m ² K)]	U_N požadované [W/(m ² K)]	U_N doporučené [W/(m ² K)]	Splnění požadavku [-]
OP1 - Stěna tl. 250 mm	511,0	0,80	0,30	0,25	Nevyhovuje
OP2 - Stěna tl. 350 mm	96,7	0,60	0,30	0,25	Nevyhovuje
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm	74,3	1,08	0,60	0,40	Nevyhovuje
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm	82,8	0,75	0,60	0,40	Nevyhovuje
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm	29,0	0,57	0,60	0,40	Nevyhovuje
S1 - Střecha haly V (s TI)	406,4	0,41	0,24	0,16	Nevyhovuje
S2 - Střecha haly Z (bez TI)	200,8	4,50	0,24	0,16	Nevyhovuje
S3 - Střecha přístavku V (s TI)	319,2	0,41	0,24	0,16	Nevyhovuje
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI)	154,1	3,22	0,24	0,16	Nevyhovuje
P1 - Podlaha na terénu	1060,6	3,50	0,45	0,30	Nevyhovuje
OK1 - Okna kovová	50,7	3,90	1,50	1,20	Nevyhovuje
OK2 - Okna kovová jednoduchá	60,4	5,65	1,50	1,20	Nevyhovuje
OK3 – Sklobetonové výplně	39,8	4,00	1,50	1,20	Nevyhovuje
OK4 - Světlík	59,7	3,50	1,40	1,10	Nevyhovuje
OK5 - Okna vnitřní	4,3	5,65	1,50	1,20	Nevyhovuje
DV1 - Vrata kovová	27,4	5,65	1,70	1,20	Nevyhovuje
DV2 - Vrata sekční	45,2	1,70	1,70	1,20	Vyhovuje
DV3 - Dveře (vrata)	7,4	5,65	1,70	1,20	Nevyhovuje
DV4 - Dveře vnitřní	10,3	5,65	1,70	1,20	Nevyhovuje

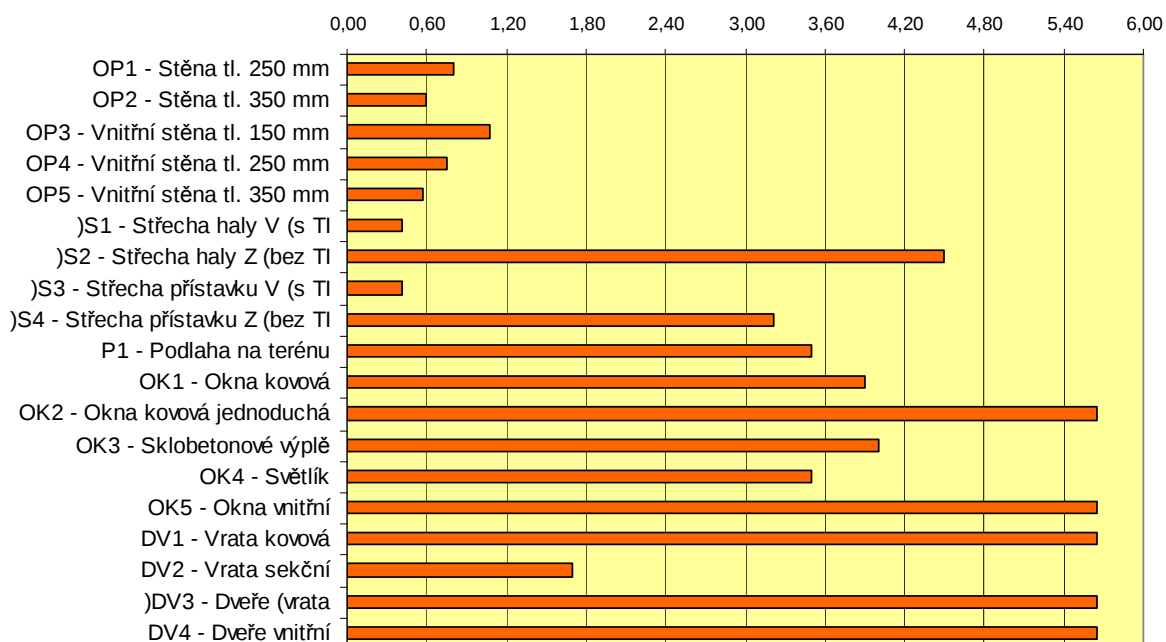
Tabulka 10: Tepelně-technické vlastnosti původních obalových konstrukcí.

Plocha obalových konstrukcí [m²]



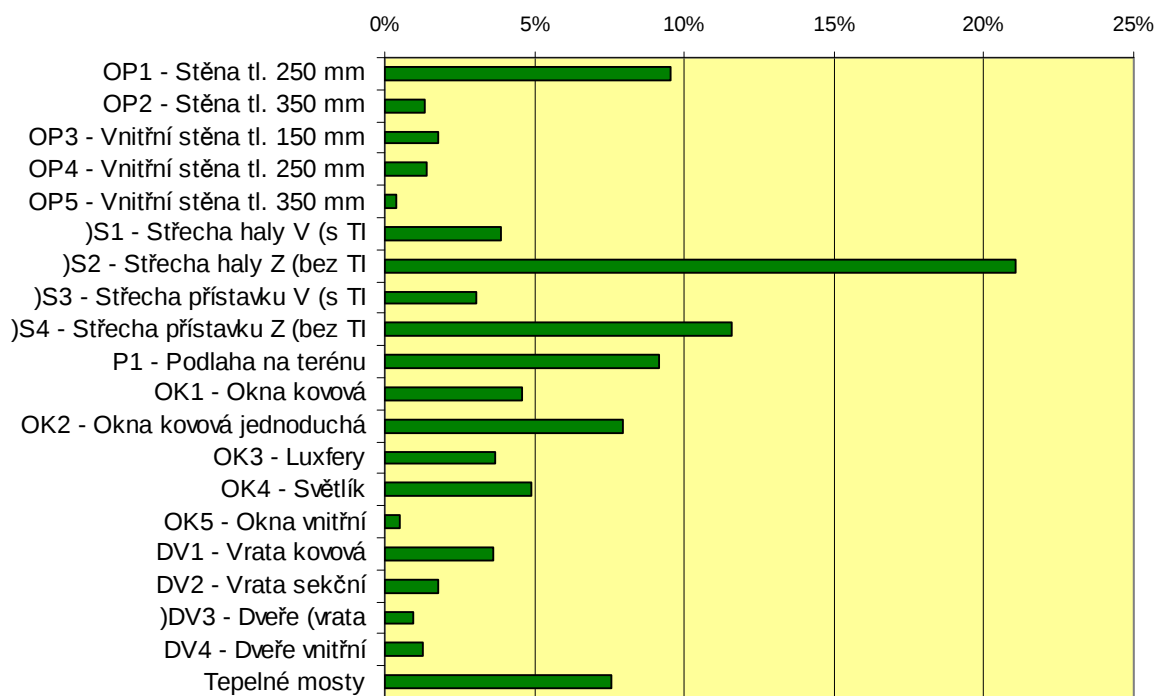
Obrázek 10: Plochy obalových konstrukcí.

Součinitel prostupu tepla obalových konstrukcí [W/(m²K)]



Obrázek 11: Kvalita obalových konstrukcí.

Podíl konstrukce na tepelné ztrátě prostupem [%]



Obrázek 12: Podíl konstrukce na tepelné ztrátě prostupem.

Původní stav	Plocha A_i [m ²]	Součinitel prostupu tepla U_i [W/(m ² K)]	Činitel teplotní redukce b_i [-]	Měrná ztráta prostupem H_t [W/K]
OP1 - Stěna tl. 250 mm	511,0	0,80	1,00	408,8
OP2 - Stěna tl. 350 mm	96,7	0,60	1,00	58,0
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm	74,3	1,08	0,95	76,0
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm	82,8	0,75	0,95	58,8
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm	29,0	0,57	0,95	15,7
S1 - Střecha haly V (s TI)	406,4	0,41	1,00	166,6
S2 - Střecha haly Z (bez TI)	200,8	4,50	1,00	903,6
S3 - Střecha přístavku V (s TI)	319,2	0,41	1,00	130,9
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI)	154,1	3,22	1,00	496,2
P1 - Podlaha na terénu	1060,6	3,50	0,11	394,3
OK1 - Okna kovová	50,7	3,90	1,00	197,7
OK2 - Okna kovová jednoduchá	60,4	5,65	1,00	341,3
OK3 - Sklobetonové výplně	39,8	4,00	1,00	159,2
OK4 - Světlík	59,7	3,50	1,00	209,0
OK5 - Okna vnitřní	4,3	5,65	0,95	23,0
DV1 - Vrata kovová	27,4	5,65	1,00	154,8
DV2 - Vrata sekční	45,2	1,70	1,00	76,8
DV3 - Dveře (vrata)	7,4	5,65	1,00	41,8
DV4 - Dveře vnitřní	10,3	5,65	0,95	55,1
Tepelné mosty	-	0,10	1,00	324,0

Tabulka 11: Tepelná ztráta prostupem jednotlivých konstrukcí.

Vyhodnocení stavebních opatření z hlediska prostupu tepla

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy byla zpracována podle české technické normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, kapitoly 5.3 Prostup tepla obálkou budovy, kde je popsán způsob výpočtu a vyhodnocení.

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy	Stávající stav	
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² K)	0,30
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² K)	0,40
Průměrný součinitel prostupu tepla vypočtený U_{em}	W/(m ² K)	1,32
Klasifikační ukazatel CI	-	3,31
Klasifikační třída	G	
Slovní vyjádření klasifikační třídy	Mimořádně nevhodná	

Tabulka 12: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy – stávající stav.

2.7. SYSTÉM MANAGEMETU HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ

V objektu není zaveden systém managementu hospodaření energií podle ČSN EN ISO 50001 – Systém managementu hospodaření s energií.

3. VYHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU PŘEDMĚTU EA

3.1. VYHODNOCENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

Účinnost zdroje energie, kotlů na zemní uvádí výrobce pro kotel K1 - VPP 400 S 91 %; pro kotel K2 - Viadrus G500 91,5 %.

S ohledem na stáří kotlů a technický stav uvažujeme průměrnou účinnost obou zdrojů 85 %.

Účinnost rozvodů tepla byla stanovena hodnotou 95 %. Při stanovení účinnosti rozvodů bylo přihlédnuto k tepelné izolaci rozvodů, poloze v objektu a ke skutečnosti, zda rozvody procházejí vytápěnými či nevytápěnými prostory.

Mezi další významné spotřebiče lze zahrnout akumulární nádobu pro přípravu teplé vody. Nádobu je ohřívána samostatným plynovým ohřevem Quantum Q 7-75-VENT-B. Jeho účinnost byla stanovena hodnotou 89 %.

Další významné spotřebiče se v předmětném objektu nenacházejí.

3.2. VYHODNOCENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ BUDOV

Obalové konstrukce jsou posuzovány dle ČSN 73 0540:94 *Tepelná ochrana budov, části 1 a 4* platné od června 2005, *části 3* platné od prosince 2005 a dále *části 2 (Tepelná ochrana budov – požadavky)* ČSN 73 0540-2:07, platné od listopadu 2011.

Konstrukce	plocha [m ²]	U _s vypočtené [W/(m ² K)]	U _N požadované [W/(m ² K)]	U _N doporučené [W/(m ² K)]	Splnění požadavku [-]
OP1 - Stěna tl. 250 mm	511,0	0,80	0,30	0,25	Nevyhovuje
OP2 - Stěna tl. 350 mm	96,7	0,60	0,30	0,25	Nevyhovuje
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm	74,3	1,08	0,60	0,40	Nevyhovuje
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm	82,8	0,75	0,60	0,40	Nevyhovuje
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm	29,0	0,57	0,60	0,40	Nevyhovuje
S1 - Střecha haly V (s TI)	406,4	0,41	0,24	0,16	Nevyhovuje
S2 - Střecha haly Z (bez TI)	200,8	4,50	0,24	0,16	Nevyhovuje
S3 - Střecha přístavku V (s TI)	319,2	0,41	0,24	0,16	Nevyhovuje
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI)	154,1	3,22	0,24	0,16	Nevyhovuje
P1 - Podlaha na terénu	1060,6	3,50	0,45	0,30	Nevyhovuje
OK1 - Okna kovová	50,7	3,90	1,50	1,20	Nevyhovuje
OK2 - Okna kovová jednoduchá	60,4	5,65	1,50	1,20	Nevyhovuje
OK3 – Sklobetonové výplně	39,8	4,00	1,50	1,20	Nevyhovuje
OK4 - Světlík	59,7	3,50	1,40	1,10	Nevyhovuje
OK5 - Okna vnitřní	4,3	5,65	1,50	1,20	Nevyhovuje
DV1 - Vrata kovová	27,4	5,65	1,70	1,20	Nevyhovuje
DV2 - Vrata sekční	45,2	1,70	1,70	1,20	Vyhovuje
DV3 - Dveře (vrata)	7,4	5,65	1,70	1,20	Nevyhovuje
DV4 - Dveře vnitřní	10,3	5,65	1,70	1,20	Nevyhovuje

Tabulka 13: Tepelně-technické vlastnosti původních obalových konstrukcí.

3.3. VYHODNOCENÍ ÚROVNĚ SYSTÉMU MANAGEMENTU HOSPODAŘENÍ ENERGIÍ

Systém managementu hospodaření energií není v předmětu EA zaveden. Spotřeby energií měsíčně zapisuje vedoucí oddělení správy majetku. Hodnoty nejsou pravidelně vyhodnocovány. Podružné měření jednotlivých energetických systémů není zavedeno.

3.4. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE

V objektu se využívají tato energetická média: zemní plyn na vytápění a přípravu teplé, elektrická energie na osvětlení a provoz ostatních elektrospotřebičů.

Průměrné náklady na zemní plyn vycházejí na 312 Kč/GJ, na elektrickou energii 1 019 Kč/GJ. Ceny vycházejí z cen r. 2012 a jsou bez DPH.

3.4.1. BILANCE ELEKTRICKÉ ENERGIE

ř.	Energetická bilance pro stávající stav – elektrická energie	Energie [GJ]	Energie [MWh]	Náklady [tis. Kč]
1	Vstupy paliv a energie	40,2	11,2	41,0
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1+ř.2)	40,2	11,2	41,0
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř. 3 – ř. 4)	40,2	11,2	41,0
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř. 5)	0,0	0,0	0,0
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	0,0	0,0	0,0
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř. 5)	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř. 5)	0,0	0,0	0,0
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)	26,2	7,3	26,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	14,0	3,9	14,3

Tabulka 14: Energetická bilance elektrické energie.

3.4.2. BILANCE ZEMNÍHO PLYNU

ř.	Energetická bilance pro stávající stav – zemní plyn	Energie [GJ]	Energie [MWh]	Náklady [tis. Kč]
1	Vstupy paliv a energie	1476,0	410,0	460,4
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1+ř.2)	1476,0	410,0	460,4
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř. 3 – ř. 4)	1476,0	410,0	460,4
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř. 5)	362,7	100,7	113,1
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	1093,7	303,8	341,1
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř. 5)	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř. 5)	19,6	5,5	6,1
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)	0,0	0,0	0,0
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	0,0	0,0	0,0

Tabulka 15: Energetická bilance zemního plynu.

3.4.2.1. SKUTEČNÁ SPOTŘEBA TEPLA NA VYTÁPĚNÍ

Spotřeba tepla na vytápění je ovlivněna průběhem počasí konkrétního roku. Pro sestavení matematického modelu spotřeby je nutno převést spotřeby na hodnoty, které by byly naměřeny v případě, že by byly vždy stejné klimatické podmínky. Normalizovaný rok je odvozen z dlouhodobých měření.

v následující tabulce je uvedena přepočítaná spotřeba celého areálu. Objekt garáží a dílen není samostatně měřen.

období	Počet denostupňů [-]	Spotřeba fakturovaná [GJ]	oprava spotřeby - ostatní spotřeba* [GJ]	Upravená spotřeba (GJ)	Spotřeba normová [GJ]
2010	3818	3 442	216	3 226	3 115
2011	3059	2 837	216	2 621	3 159
2012	3350	2 887	216	2 671	2 940
Průměr		3 056	216	2 840	3 071
normální rok	3686				

Tabulka 16: Přepočet spotřeby tepla na vytápění na normalizované podmínky – celý areál.

*Pozn. Spotřeba tepla na vytápění není samostatně měřena. V rámci výpočtu normové spotřeby je nutné zohlednit (odečíst) ostatní spotřebu, která je tvořena zejména přípravou TV.

3.4.2.2. MODEL POTŘEBY ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

Parametry vnějšího a vnitřního prostředí			
Výpočtová teplota vnější	θ_e	°C	-18
Výpočtová teplota vnitřní	θ_i	°C	18
Průměrná teplota vnější	θ_{es}	°C	3,6
Délka otopného období	d	den	256
Počet denostupňů	D	den.K	3686
Klimatická oblast	-	-	Liberec

Tabulka 17: Parametry vnějšího a vnitřního prostředí.

Tepelná ztráta			
Tepelná ztráta větráním	H _v	W/K	896,0
Tepelná ztráta prostupem	H _t	W/K	4291,6
Celková měrná tepelná ztráta	H _c	W/K	5187,5
Základní rozdíl teplot	$\Delta\theta_{ie}$	°C	36,0
Celková tepelná ztráta	Q _c	kW	186,8
Koeficient vlivu nesoučasnosti	e _i	-	0,85
Koeficient zvýšení teploty	e _t	-	0,95
Koeficient vlivu režimu vytápění	e _d	-	0,95
Opravný součinitel	ε	-	0,767
Koeficient vlivu účinnosti regulace	η _o	-	0,93
Koeficient vlivu účinnosti rozvodů ÚT	η _r	-	0,95
Účinnost zdroje		-	0,85
Opravný součinitel		-	0,751

Tabulka 18: Tepelná ztráta objektu.

Celkové tepelné zisky			
Vnitřní tepelné zisky	Q_i	GJ	219,9
Sluneční tepelné zisky	Q_s	GJ	138,2
Celkové tepelné zisky	Q_g	GJ	358,1
Stupeň využitelnosti tepelných zisků	η	-	0,906
Koeficient reálné využitelnosti tepelných zisků	-	-	0,50
Celkové využitelné tepelné zisky*	$Q_{g,využ.}$	GJ	162,2

Tabulka 19: Tepelné zisky.

Spotřeba energie na vytápění			
Teoretická roční potřeba energie na krytí tepelné ztráty	E	GJ	1637,1
Roční potřeba energie na krytí tepelné ztráty vč. vlivu provozu	E'	GJ	1255,8
Celková využitelná energie z tepelných zisků	$Q_{g,využ.}$	GJ	162,2
Roční potřeba energie na krytí tepelné ztráty vč. vlivu provozu a energie tepelných zisků	$E_{z,v}$	GJ	1093,7
Skutečná roční potřeba energie na krytí tepelné ztráty vč. účinnosti zdroje a rozvodů	Q	GJ	1456,3

Tabulka 20: Spotřeba energie na vytápění v klimaticky normalizovaném roce.

3.4.2.3. POROVNÁNÍ TEORETICKY STANOVENÝCH POTŘEB TEPLA A SPOTŘEB MĚŘENÝCH

Přepočítaná průměrná spotřeba tepla na vytápění za období let 2010-2012 po přepočtu na klimaticky standardní podmínky, činí pro celý areál 3 071 GJ/rok (pro průměrnou vnitřní teplotu 18 °C).

Vzhledem k tomu, že budova garáží a dílen není samostatně měřena, vychází spotřeba budovy z matematického modelu. V modelu budovy vyšla spotřeba tepla 1 456,3 GJ/rok, což činí cca 47 % ze spotřeby areálu.

Z modelu dále vycházejí výpočty úspor pro navrhovaná opatření.

3.4.2.4. SPOTŘEBA TEPLA NA PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Spotřeba TV není samostatně měřená. Teplá voda je připravována v centrálním nepřímotopném akumulacním zásobníku. Jako zdroj tepla slouží plynový ohřívač.

V následující tabulce byla stanovena potřeba tepla na přípravu teplé vody dle měrných čísel, které vychází z výpočtů podle platných norem.

Celková potřeba tepla na přípravu TV dle měrných čísel		
Celkem provoz garáží a dílen (sprchování, mytí, úklid)	3 036	kWh
Tj.	10,9	GJ
Ztráty v rozvodech	38	%
Potřeba tepla na ohřev	17,5	GJ
Spotřeba tepla na ohřev (vč. účinnosti zdroje)	19,6	GJ

Tabulka 21: Spotřeby tepla na přípravu TV dle měrných čísel.

3.4.3. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE

Na základě zhodnocení výchozího stavu je sestavena roční energetická bilance stávajícího stavu předmětu EA.

ř.	Energetická bilance pro stávající stav – celková	Energie		Náklady [tis. Kč]
		[GJ]	[MWh]	
1	Vstupy paliv a energie	1516,2	421,2	501,3
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie (ř.1+ř.2)	1516,2	421,2	501,3
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř. 3 – ř. 4)	1516,2	421,2	501,3
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř. 5)	362,7	100,7	113,1
7	Spotřeba energie na vytápění (z ř. 5)	1093,7	303,8	341,1
8	Spotřeba energie na chlazení (z ř. 5)	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody (z ř. 5)	19,6	5,5	6,1
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)	26,2	7,3	26,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy (z ř. 5)	14,0	3,9	14,3

Tabulka 22: Roční energetická bilance - celková.

4. NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚČINNOSTI UŽITÍ ENERGIE

Navržená opatření jsou rozdělena na dvě části – opatření ve stavební části a opatření v části TZB.

4.1. OPATŘENÍ VE STAVEBNÍ ČÁSTI

Původní stav objektu vystihuje model energetické potřeby budovy, ke kterému se vztahují úsporná opatření. Jeho základem je výpočet potřeby tepla na vytápění obálkovou metodou.

Ve stavební části je navrženo zateplení obvodových stěn, střechy a výměna otvorových výplní. Opatření jsou zpravidla navržena ve dvou různých kvalitách tak, aby splnila minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2:2011, resp. aby splnila minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2:2011.

4.1.1. OBVODOVÝ PLÁŠŤ

OP1 – Stěna tl. 250 mm, OP2 – Stěna tl. 350 mm

a) konstrukce se z vnější strany kontaktně zateplí tepelnou izolací z expandovaného polystyrenu (EPS) tl. 100 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$.

Zároveň je doporučeno zateplení soklu tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu (XPS) s vnější povrchovou úpravou odolnou proti působení vody např. omítky z umělého kamene.

b) konstrukce se z vnější strany kontaktně zateplí tepelnou izolací z expandovaného polystyrenu (EPS) tl. 160 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$.

Zároveň je doporučeno zateplení soklu tepelnou izolací z extrudovaného polystyrenu (XPS) s vnější povrchovou úpravou odolnou proti působení vody např. omítky z umělého kamene.

OP3 – Vnitřní stěna tl. 150 mm, OP4 – Vnitřní stěna tl. 250 mm, OP5 – Vnitřní stěna tl. 350 mm

a) konstrukce se z vnější strany (ze strany nevytápěného prostoru) kontaktně zateplí tepelnou izolací z expandovaného polystyrenu (EPS) tl. 50 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$.

b) konstrukce se z vnější strany (ze strany nevytápěného prostoru) kontaktně zateplí tepelnou izolací z expandovaného polystyrenu (EPS) tl. 80 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$.

4.1.2. STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

S1 – Střecha haly V (s TI), S3 – Střecha přístavku V (s TI)

a) konstrukce střechy bude zateplena tepelnou izolací z minerální vlny (MW) tak, aby celková tl. tepelné izolace v souvrství byla min. 180 mm. Pokud bude nutné demontovat stávající tepelnou izolaci, bude střecha nově zateplena minerální izolací tl. 180 mm. V případě, že bude možné stávající izolaci ponechat, střecha se doteplí minerální izolací tl. 80 mm tak, aby výsledná tl. TI byla alespoň 180 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,043 \text{ W/(m.K)}$. Hydroizolační vrstva bude tvořena povlakovou krytinou, např. fóliovou nebo z asfaltových pásů. Konkrétní navržená skladba musí být posouzena z hlediska rizika kondenzace vodních par v souvrství. V případě potřeby je nutné např. použít parozábranu apod.

b) konstrukce střechy bude zateplena tepelnou izolací z minerální vlny (MW) tak, aby celková tl. tepelné izolace v souvrství byla min. 260 mm. Pokud bude nutné demontovat stávající tepelnou izolaci, bude střecha nově zateplena minerální izolací tl. 260 mm. V případě, že bude možné stávající izolaci ponechat, střecha se doteplí minerální izolací tl. 160 mm tak, aby výsledná tl. TI byla alespoň 260 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,043 \text{ W/(m.K)}$. Hydroizolační vrstva bude tvořena povlakovou krytinou, např. fóliovou nebo z asfaltových pásů. Konkrétní navržená skladba musí být posouzena z hlediska rizika kondenzace vodních par v souvrství. V případě potřeby je nutné např. použít parozábranu apod.

S2 – Střecha haly Z (bez TI)

a) konstrukce střechy bude zateplena tepelnou izolací z minerální vlny (MW) tl. 180 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,043 \text{ W/(m.K)}$. Hydroizolační vrstva bude tvořena povlakovou krytinou, např. fóliovou nebo z asfaltových pásů. Konkrétní navržená skladba musí být posouzena z hlediska rizika kondenzace vodních par v souvrství. V případě potřeby je nutné např. použít parozábranu apod.

b) konstrukce střechy bude zateplena tepelnou izolací z minerální vlny (MW) tl. 260 mm. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,043 \text{ W/(m.K)}$. Hydroizolační vrstva bude tvořena povlakovou krytinou, např. fóliovou nebo z asfaltových pásů. Konkrétní navržená skladba musí být posouzena z hlediska rizika kondenzace vodních par v souvrství. V případě potřeby je nutné např. použít parozábranu apod.

S4 – Střecha přístavku Z (bez TI)

a) konstrukce střechy bude zateplena tepelnou izolací z minerální vlny (MW) tl. 180 mm. Zateplení bude provedeno formou podhledu z vnitřní strany konstrukce. v systému bude použita parozábrana. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,043 \text{ W/(m.K)}$.

b) konstrukce střechy bude zateplena tepelnou izolací z minerální vlny (MW) tl. 260 mm. Zateplení bude provedeno formou podhledu z vnitřní strany konstrukce. v systému bude použita parozábrana. Charakteristická hodnota součinitele tepelné vodivosti pro nezabudovaný materiál je $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$, výpočtová hodnota pro zabudovaný materiál je $\lambda = 0,043 \text{ W/(m.K)}$). Hydroizolační vrstva bude tvořena povlakovou krytinou, např. fóliovou nebo z asfaltových pásů. Konkrétní navržená skladba musí být posouzena z hlediska rizika kondenzace vodních par v souvrství. V případě potřeby je nutné např. použít parozábranu apod.

4.1.3. PODLAHY

P1 – Podlaha na terénu → konstrukce bude ponechána ve stávajícím stavu. Zateplení podlahy na terénu je technicky náročné a ekonomicky nenávratné.

4.1.4. OKNA A PRŮSVITNÉ VÝPLNĚ

OK1 - Okna kovová, OK2 - Okna kovová jednoduchá, OK3 – Sklobetonové výplně, OK5 - Okna vnitřní

- provede se kompletní výměna konstrukcí, původní okna se nahradí plastovými či kovovými okny s přerušeným tepelným mostem s tepelně izolačním dvojsklem plněným vzácným plynem. Maximální uvažovaný součinitel prostupu tepla celého okna bude $U_w = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

OK4 – Světlík

a) provede se kompletní výměna konstrukcí, původní světlík se nahradí novým světlíkem s hliníkovou nosnou konstrukcí a s tepelně izolačním dvojsklem plněným vzácným plynem. Maximální uvažovaný součinitel prostupu tepla celého světlíku bude $U_w = 1,40 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

b) provede se kompletní výměna konstrukcí, původní světlík se nahradí novým světlíkem s hliníkovou nosnou konstrukcí a s tepelně izolačním dvojsklem (případně trojsklem) plněným vzácným plynem. Maximální uvažovaný součinitel prostupu tepla celého světlíku bude $U_w = 1,10 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

DV1 - Vrata kovová

a) provede se kompletní výměna konstrukce, stávající vrata budou nahrazeny novými zateplenými. Maximální uvažovaný součinitel prostupu tepla celé konstrukce bude $U_D = 1,70 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

b) provede se kompletní výměna konstrukce, stávající vrata budou nahrazeny novými zateplenými. Maximální uvažovaný součinitel prostupu tepla celé konstrukce bude $U_D = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

DV2 - Vrata sekční → jedná se o vyhovující konstrukci. Úpravy nejsou navrženy.

DV3 – Dveře (vrata), DV4 – Dveře vnitřní

a) provede se kompletní výměna konstrukce, stávající dveře (vrata) budou nahrazeny plnými či prosklenými dveřmi (vraty) v plastovém/kovovém rámu s přerušeným tepelným mostem. Maximální uvažovaný součinitel prostupu tepla celé konstrukce bude $U_D = 1,70 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

b) provede se kompletní výměna konstrukce, stávající dveře (vrata) budou nahrazeny plnými či prosklenými dveřmi (vraty) v plastovém/kovovém rámu s přerušeným tepelným mostem. Maximální uvažovaný součinitel prostupu tepla celé konstrukce bude $U_D = 1,20 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

4.1.5. PŘEHLED VŠECH OPATŘENÍ VE STAVEBNÍ ČÁSTI

V následující tabulce je uveden přehled všech opatření ve stavební části včetně vyčíslení nákladů na realizaci navrhovaných opatření. Dále jsou uvedeny roční úspory energie a průměrné roční provozní náklady a jejich porovnání se stavem před realizací navrhovaného opatření.

Přehled navržených opatření ve stavební části	Celkové náklady	Úspora energie		Úspora nákladů	Průměrné roční náklady po provedení opatření		Prostá návrat.
Konstrukce	[tis. Kč]	[MWh /rok]	[%]	[tis. Kč/rok]	[tis. Kč/rok]	[%]	[let]
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 100 mm	587,7	17,7	4,2	19,9	481,5	96,0	29,6
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 160 mm	664,3	20,5	4,9	23,0	478,4	95,4	28,9
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 100 mm	111,2	2,2	0,5	2,5	498,8	99,5	44,4
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 160 mm	125,7	2,6	0,6	2,9	498,4	99,4	42,6
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 50 mm	70,6	2,8	0,7	3,1	498,2	99,4	22,5
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 80 mm	74,3	3,4	0,8	3,8	497,6	99,2	19,6
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 50 mm	78,7	1,8	0,4	2,0	499,3	99,6	39,0
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 80 mm	82,8	2,2	0,5	2,5	498,8	99,5	33,1
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 50 mm	27,6	0,4	0,1	0,4	500,9	99,9	63,0
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 80 mm	29,0	0,5	0,1	0,6	500,8	99,9	51,5
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 180 mm	690,9	5,0	1,2	5,6	495,8	98,9	123,9
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 260 mm	812,8	6,9	1,6	7,7	493,6	98,5	105,0
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 180 mm	341,4	58,2	13,8	65,3	436,0	87,0	5,2
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 260 mm	401,6	59,1	14,0	66,4	434,9	86,8	6,0
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 180 mm	542,6	3,9	0,9	4,4	497,0	99,1	123,9
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 260 mm	638,4	5,4	1,3	6,1	495,3	98,8	105,0
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 180 mm (podhled)	215,7	31,4	7,4	35,2	466,1	93,0	6,1
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 260 mm (podhled)	231,2	32,0	7,6	35,9	465,4	92,8	6,4
OK1 - Okna kovová + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	253,5	9,3	2,2	10,4	490,9	97,9	24,3

Přehled navržených opatření ve stavební části	Celkové náklady	Úspora energie		Úspora nákladů	Průměrné roční náklady po provedení opatření		Prostá návrat.
Konstrukce	[tis. Kč]	[MWh /rok]	[%]	[tis. Kč/rok]	[tis. Kč/rok]	[%]	[let]
OK2 - Okna kovová jednoduchá + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	302,0	18,2	4,3	20,5	480,9	95,9	14,7
OK3 – Sklobetonové výplně + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	199,0	7,6	1,8	8,5	492,9	98,3	23,4
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	358,2	8,5	2,0	9,6	491,8	98,1	37,5
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	358,2	9,7	2,3	10,9	490,4	97,8	32,8
OK5 - Okna vnitřní + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	21,5	1,2	0,3	1,4	500,0	99,7	15,7
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	137,0	7,3	1,7	8,2	493,1	98,4	16,6
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	137,0	8,3	2,0	9,3	492,1	98,1	14,7
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	37,0	2,0	0,5	2,2	499,1	99,6	16,6
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	37,0	2,2	0,5	2,5	498,8	99,5	14,7
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	51,5	2,6	0,6	2,9	498,4	99,4	17,8
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	51,5	2,9	0,7	3,3	498,1	99,3	15,7

Tabulka 23: Přehled navržených opatření ve stavební části.

4.2. OPATŘENÍ V ČÁSTI TZB

4.2.1. BEZNÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

Organizační příprava energetického manažerství

Provede se organizační příprava energetického manažerství. V rámci přípravy se určí hodnoty, které se budou sledovat – spotřeba energie v objektu, přepočet na měrnou spotřebu energie, parametry topné vody v objektu, venkovní teplota. Určí se intervaly zapisování těchto údajů do připravených formulářů a určí se osoba, která bude tyto hodnoty sledovat. Určí se systém analýzy výsledků, systém vyhodnocování a systém, jakým bude seznamován s výsledky majitel (správce) objektu.

Ostatní drobné elektrické spotřebiče

Doporučujeme vypínat všechny drobné spotřebiče, pokud nejsou používány (PC, apod.).

4.2.2. NÍZKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

Nízkonákladová opatření v oblasti TZB zahrnují zejména úpravy osvětlovací soustavy a doplnění termoregulačních ventilů a hlavíc.

Energetický management

Zkušenosti z energeticky úsporných projektů obecně ukazují, že po určité době (3 až 5 let) po realizaci úsporných energetických opatření dochází opět k nárůstu spotřeby energie, a to někdy až na původní hodnotu. Obvykle je to způsobeno provozními chybami. K odstranění tohoto nežádoucího jevu se zavádí tzv. energetické manažerství. Energetické manažerství je řídicím nástrojem pro trvalé udržování nízké spotřeby energie a je založeno na pravidelném (týdenním) sledování. Cílem energetického managementu je zabezpečit správný provoz technických zařízení, rychlé zjištění poruch, závad a provozních postupů, snížení spotřeby energie a dokumentování výsledků úspor energie vlivem realizace úsporných opatření.

V rámci energetického manažerství je vhodná pravidelná kontrola spotřeby energie v rámci otopného období. Je nutné pravidelné vysvětlování nutnosti nepřetápění jednotlivých místností, každý stupeň nad 20°C je cca 6 % energie a tím i nákladů navíc.

V souvislosti s nepřetápěním je však potřeba vysvětlit nutnost pravidelného větrání dle zásady „větrat krátce, ale intenzivně“.

Doporučujeme zavedení energetického managementu – zejména sledování spotřeb energií v jednotlivých letech a jejich tabelární zpracování. To umožní zachytit případné problémy, které nejsou na první pohled zřetelné.

V návaznosti na realizaci opatření dle energetického auditu věnovat řádnou pozornost proškolení uživatelů objektu při obsluze technického zařízení. Pravidelnou údržbou je možné se vyhnout drahým opravám a nákladům vzniklým z přerušení provozu.

Elektrické osvětlení

V současnosti je většina prostor budovy osvětlena zářivkovými, žárovkovými a halogenovými svítidly.

- V případě budoucích rekonstrukcí osvětlení doporučujeme volit zářivková svítidla s elektronickým předřadníkem, která trvale snižují energetickou náročnost a náklady na provoz osvětlovací soustavy. Dále zářivková svítidla vybavená elektronickým předřadníkem mají nesrovnatelně lepší světelný komfort (např. zářivky neblikají a nebzučí), větší účinnost a delší životnosti světelných zdrojů než zářivkové osvětlení s klasickými startéry.
- Klasické žárovky doporučujeme nahradit kompaktními zářivkami (úsporné žárovky) s vysokou hodnotou měrného toku, která trvale snižují energetickou náročnost a náklady na provoz osvětlovací soustavy.
- V prostoru haly doporučujeme v případě rekonstrukce osvětlení volit zdroje s vyšší účinností.

Pro zvýšení účinnosti osvětlovací soustavy a využití denního osvětlení doporučujeme místnost pravidelně malovat, pravidelně mýt okna a udržovat osvětlovací tělesa v čistotě. Dále je vhodné vyměňovat světelné zdroje po době doporučené výrobcem a ne až v případech, kdy již nesvítí.

Úpravy na otopné soustavě

I přes to, že je otopná soustava v pořádku, lze ji dále optimalizovat přijetím těchto opatření:

- Doplnit tepelné izolace na rozvodech topné vody v souladu s vyhláškou č.193/2007 Sb.
- Doplnit teplovodní otopná tělesa termostatickými ventily a hlavicemi.

Na všechna otopná tělesa, kde ještě nejsou TRV osazeny, budou osazeny TRV hlavice. Termostatické hlavice umožní uživatelům nastavení vnitřní požadované teploty a tím dosažení úspor tepelné energie. Doporučujeme na hlavicích nastavit omezený rozsah tak, aby bylo možno vyřadit těleso zcela z činnosti, případně nepřetápět vytápěný prostor. Rozdíl teplot mezi provozní teplotou a možným útlumem by se měl pohybovat v rozsahu max. 4K.

Výše uvedená opatření v kapitole „Nízkonákladová opatření“ jsou v EA navržena, ale nejsou součástí jednotlivých variant (není provedeno energetické a ekonomické vyhodnocení). Přesto doporučujeme jejich provedení.

4.2.3. VYSOKONÁKLADOVÁ OPATŘENÍ

Vysokonákladová opatření v části TZB nejsou navržena.

5. VARIANTY CELKOVÉHO ŘEŠENÍ

5.1. VARIANTA 1

Opatření ve stavební části

V této variantě byla vybrána ta opatření, která splňují minimálně požadované hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2:2011.

Ve stavební části je ve variantě 1 navrženo zateplení obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 100 mm, zateplení stěn k nevytápěným prostorům kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 50 mm, zateplení střechy tepelnou izolací z minerální vlny tl. 180 mm a výměna všech otvorových výplní za nové.

Stávající okna a sklobetonové výplně budou vyměněna za nová okna s tepelně izolačním dvojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Osazen bude nový světlík s tepelně izolačním dvojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,40 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vrata (vyjma stávajících sekčních vrat) a vstupní dveře budou vyměněny za nové zateplené se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Konstrukce	plocha [m ²]	U_s vypočtené [W/(m ² K)]	U_N požadované [W/(m ² K)]	U_N doporučené [W/(m ² K)]	Splnění požadavku [-]
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 100 mm	511,0	0,29	0,30	0,25	Vyhovuje
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 100 mm	96,7	0,26	0,30	0,25	Vyhovuje
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 50 mm	74,3	0,48	0,60	0,40	Vyhovuje
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 50 mm	82,8	0,40	0,60	0,40	Vyhovuje
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 50 mm	29,0	0,35	0,60	0,40	Vyhovuje
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 180 mm	406,4	0,23	0,24	0,16	Vyhovuje
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 180 mm	200,8	0,23	0,24	0,16	Vyhovuje
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 180 mm	319,2	0,23	0,24	0,16	Vyhovuje
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 180 mm (podhled)	154,1	0,22	0,24	0,16	Vyhovuje
OK1 - Okna kovová + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	50,7	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje
OK2 - Okna kovová jednoduchá + výměna za okna s tepelně- izolačním dvojsklem	60,4	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje
OK3 - Sklobetonové výplně + výměna za okna s tepelně- izolačním dvojsklem	39,8	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje

Konstrukce	plocha [m ²]	U_s vypočtené [W/(m ² K)]	U_N požadované [W/(m ² K)]	U_N doporučené [W/(m ² K)]	Splnění požadavku [-]
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	59,7	1,40	1,40	1,10	Vyhovuje
OK5 - Okna vnitřní + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	4,3	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	27,4	1,70	1,70	1,20	Vyhovuje
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	7,4	1,70	1,70	1,20	Vyhovuje
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	10,3	1,70	1,70	1,20	Vyhovuje

Tabulka 24: Tepelně-technické vlastnosti navržených obalových konstrukcí ve variantě 1.

Vyhodnocení stavebních opatření z hlediska prostupu tepla

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy byla zpracována podle české technické normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, kapitoly 5.3 Prostup tepla obálkou budovy, kde je popsán způsob výpočtu a vyhodnocení.

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy		Stávající stav	Varianta 1
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² K)	0,30	0,30
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² K)	0,40	0,40
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}	W/(m ² K)	1,32	0,47
Klasifikační ukazatel CI	-	3,31	1,16
Klasifikační třída		G	D
Slovní vyjádření klasifikační třídy		Mimořádně nehospodárná	Nevyhovující

Tabulka 25: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy – Varianta 1.

Opatření v části TZB

Zpracovatel EA doporučuje realizaci beznákladových a nízkonákladových úsporných opatření. Opatření představují zavedení a dodržování zásad energetického managementu a úpravy na osvětlovací a otopné soustavě. Vyhodnocování získaných údajů poskytne cenné informace o účinnosti regulace vytápění, o případné poruše a jiných neobvyklých stavech, které se mohou vyskytnout. Nástroje energetického managementu umožní nejen lepší využití potenciálu úspor, ale zejména udržení dosažených úspor v dlouhodobé perspektivě.

Náklady na vybraná opatření ve variantě

Náklady na vysokonákladová opatření ve stavební části vycházejí z měrných nákladů na jednotkovou plochu dané úpravy. Měrné náklady vycházejí z průměrné ceny na trhu se zohledňováním pracnosti jednotlivých navržených skladeb. Náklady jsou uvažovány bez započtení DPH.

Varianta 1	Plocha	Měrné náklady	Celkové náklady
Konstrukce	[m²]	[Kč/m²]	[tis. Kč]
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 100 mm	511,0	1150	587,7
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 100 mm	96,7	1150	111,2
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 50 mm	74,3	950	70,6
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 50 mm	82,8	950	78,7
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 50 mm	29,0	950	27,6
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 180 mm	406,4	1700	690,9
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 180 mm	200,8	1700	341,4
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 180 mm	319,2	1700	542,6
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 180 mm (podhled)	154,1	1400	215,7
OK1 - Okna kovová + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	50,7	5000	253,5
OK2 - Okna kovová jednoduchá + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	60,4	5000	302,0
OK3 - Sklobetonové výplně + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	39,8	5000	199,0
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	59,7	6000	358,2
OK5 - Okna vnitřní + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	4,3	5000	21,5
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	27,4	5000	137,0
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	7,4	5000	37,0
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	10,3	5000	51,5

Tabulka 26. Náklady na stavební opatření pro variantu 1.

Přehled vybraných opatření

Varianta 1	Celkové náklady	Úspora energie	Úspora nákladů	Průměrné roční náklady po provedení opatření	Prostá návrat.		
Konstrukce	[tis. Kč]	[MWh /rok]	[%]	[tis. Kč/rok]	[tis. Kč/rok]	[%]	[let]
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 100 mm	587,7	17,7	4,2	19,9	481,5	96,0	29,6
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 100 mm	111,2	2,2	0,5	2,5	498,8	99,5	44,4
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 50 mm	70,6	2,8	0,7	3,1	498,2	99,4	22,5
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 50 mm	78,7	1,8	0,4	2,0	499,3	99,6	39,0
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 50 mm	27,6	0,4	0,1	0,4	500,9	99,9	63,0
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 180 mm	690,9	5,0	1,2	5,6	495,8	98,9	123,9
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 180 mm	341,4	58,2	13,8	65,3	436,0	87,0	5,2
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 180 mm	542,6	3,9	0,9	4,4	497,0	99,1	123,9
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 180 mm (podhled)	215,7	31,4	7,4	35,2	466,1	93,0	6,1
OK1 - Okna kovová + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	253,5	9,3	2,2	10,4	490,9	97,9	24,3
OK2 - Okna kovová jednoduchá + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	302,0	18,2	4,3	20,5	480,9	95,9	14,7
OK3 - Sklobetonové výplně + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	199,0	7,6	1,8	8,5	492,9	98,3	23,4
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	358,2	8,5	2,0	9,6	491,8	98,1	37,5
OK5 - Okna vnitřní + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	21,5	1,2	0,3	1,4	500,0	99,7	15,7
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	137,0	7,3	1,7	8,2	493,1	98,4	16,6
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	37,0	2,0	0,5	2,2	499,1	99,6	16,6
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	51,5	2,6	0,6	2,9	498,4	99,4	17,8
Celkem všechna opatření	4 025,970	246,7	58,6	277,0	224,3	44,7	13

Tabulka 27. Přehled opatření pro variantu 1.

Součet úspor jednotlivých opatření neodpovídá celkové úspoře, protože se zateplením klesá vliv tepelných mostů. Tuto úsporu však nelze jednoduše přiřadit konkrétní položce

Úspora energie po realizaci navrženého opatření činí 59 % z původní spotřeby. Úspora provozních nákladů po realizaci navrženého opatření činí 55 % z původních provozních nákladů.

5.2. VARIANTA 2

Opatření ve stavební části

V této variantě byla vybrána ta opatření, která splňují minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2:2011.

Ve stavební části je ve variantě 2 navrženo zateplení obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 160 mm, zateplení stěn k nevytápěným prostorům kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 80 mm, zateplení střechy tepelnou izolací z minerální vlny tl. 260 mm a výměna všech otvorových výplní za nové.

Stávající okna a sklobetonové výplně budou vyměněna za nová okna s tepelně izolačním dvojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Osazen bude nový světlík s tepelně izolačním dvojsklem/trojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vrata (vyjma stávajících sekčních vrat) a vstupní dveře budou vyměněny za nové zateplené se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Konstrukce	plocha	U_s vypočtené	U_N požadované	U_N doporučené	Splnění požadavku
	[m ²]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[W/(m ² K)]	[-]
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 160 mm	511,0	0,21	0,30	0,25	Vyhovuje
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 160 mm	96,7	0,20	0,30	0,25	Vyhovuje
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 80 mm	74,3	0,36	0,60	0,40	Vyhovuje
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 80 mm	82,8	0,32	0,60	0,40	Vyhovuje
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 80 mm	29,0	0,29	0,60	0,40	Vyhovuje
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 260 mm	406,4	0,16	0,24	0,16	Vyhovuje
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 260 mm	200,8	0,16	0,24	0,16	Vyhovuje
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 260 mm	319,2	0,16	0,24	0,16	Vyhovuje
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 260 mm (podhled)	154,1	0,16	0,24	0,16	Vyhovuje
OK1 - Okna kovová + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	50,7	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje
OK2 - Okna kovová jednoduchá + výměna za okna s tepelně- izolačním dvojsklem	60,4	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje
OK3 - Sklobetonové výplně + výměna za okna s tepelně- izolačním dvojsklem	39,8	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	59,7	1,10	1,40	1,10	Vyhovuje
OK5 - Okna vnitřní + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	4,3	1,20	1,50	1,20	Vyhovuje
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	27,4	1,20	1,70	1,20	Vyhovuje
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	7,4	1,20	1,70	1,20	Vyhovuje
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	10,3	1,20	1,70	1,20	Vyhovuje

Tabulka 28: Tepelně-technické vlastnosti navržených obalových konstrukcí ve variantě 2.

Vyhodnocení stavebních opatření z hlediska prostupu tepla

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy byla zpracována podle české technické normy ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, kapitoly 5.3 Prostup tepla obálkou budovy, kde je popsán způsob výpočtu a vyhodnocení.

Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy		Stávající stav	Varianta 2
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² K)	0,30	0,30
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² K)	0,40	0,40
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}	W/(m ² K)	1,32	0,39
Klasifikační ukazatel CI	-	3,31	0,98
Klasifikační třída		G	C
Slovní vyjádření klasifikační třídy		Mimořádně nehospodárná	Vyhovující

Tabulka 29: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy – Varianta 2.

Opatření v části TZB

Zpracovatel EA doporučuje realizaci beznákladových a nízkonákladových úsporných opatření. Opatření představují zavedení a dodržování zásad energetického managementu a úpravy na osvětlovací a otopné soustavě. Vyhodnocování získaných údajů poskytne cenné informace o účinnosti regulace vytápění, o případné poruše a jiných neobvyklých stavech, které se mohou vyskytnout. Nástroje energetického managementu umožní nejen lepší využití potenciálu úspor, ale zejména udržení dosažených úspor v dlouhodobé perspektivě.

Náklady na vybraná opatření ve variantě

Náklady na vysokonákladová opatření ve stavební části vycházejí z měrných nákladů na jednotkovou plochu dané úpravy. Měrné náklady vycházejí z průměrné ceny na trhu se zohledňováním pracnosti jednotlivých navržených skladeb. Náklady jsou uvažovány bez započtení DPH.

Varianta 2	Plocha	Měrné náklady	Celkové náklady
Konstrukce	[m²]	[Kč/m²]	[tis. Kč]
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 160 mm	511,0	1300	664,3
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 160 mm	96,7	1300	125,7
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 80 mm	74,3	1000	74,3
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 80 mm	82,8	1000	82,8
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 80 mm	29,0	1000	29,0
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 260 mm	406,4	2000	812,8
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 260 mm	200,8	2000	401,6
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 260 mm	319,2	2000	638,4
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 260 mm (podhled)	154,1	1500	231,2
OK1 - Okna kovová + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	50,7	5000	253,5
OK2 - Okna kovová jednoduchá + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	60,4	5000	302,0
OK3 - Sklobetonové výplně + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	39,8	5000	199,0
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	59,7	6000	358,2
OK5 - Okna vnitřní + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	4,3	5000	21,5
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	27,4	5000	137,0
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	7,4	5000	37,0
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	10,3	5000	51,5

Tabulka 30. Náklady na stavební opatření pro variantu 2.

Přehled vybraných opatření

Varianta 2	Celkové náklady	Úspora energie	Úspora nákladů	Průměrné roční náklady po provedení opatření	Prostá návrat.		
Konstrukce	[tis. Kč]	[MWh /rok]	[%]	[tis. Kč/rok]	[tis. Kč/rok]	[%]	[let]
OP1 - Stěna tl. 250 mm + KZS EPS 160 mm	664,3	20,5	4,9	23,0	478,4	95,4	28,9
OP2 - Stěna tl. 350 mm + KZS EPS 160 mm	125,7	2,6	0,6	2,9	498,4	99,4	42,6
OP3 - Vnitřní stěna tl. 150 mm + KZS EPS 80 mm	74,3	3,4	0,8	3,8	497,6	99,2	19,6
OP4 - Vnitřní stěna tl. 250 mm + KZS EPS 80 mm	82,8	2,2	0,5	2,5	498,8	99,5	33,1
OP5 - Vnitřní stěna tl. 350 mm + KZS EPS 80 mm	29,0	0,5	0,1	0,6	500,8	99,9	51,5
S1 - Střecha haly V (s TI) + MW 260 mm	812,8	6,9	1,6	7,7	493,6	98,5	105,0
S2 - Střecha haly Z (bez TI) + MW 260 mm	401,6	59,1	14,0	66,4	434,9	86,8	6,0
S3 - Střecha přístavku V (s TI) + MW 260 mm	638,4	5,4	1,3	6,1	495,3	98,8	105,0
S4 - Střecha přístavku Z (bez TI) + MW 260 mm (podhled)	231,2	32,0	7,6	35,9	465,4	92,8	6,4
OK1 - Okna kovová + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	253,5	9,3	2,2	10,4	490,9	97,9	24,3
OK2 - Okna kovová jednoduchá + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	302,0	18,2	4,3	20,5	480,9	95,9	14,7
OK3 - Sklobetonové výplně + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	199,0	7,6	1,8	8,5	492,9	98,3	23,4
OK4 - Světlík + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem/trojsklem	358,2	9,7	2,3	10,9	490,4	97,8	32,8
OK5 - Okna vnitřní + výměna za okna s tepelně-izolačním dvojsklem	21,5	1,2	0,3	1,4	500,0	99,7	15,7
DV1 - Vrata kovová + výměna za zateplená vrata	137,0	8,3	2,0	9,3	492,1	98,1	14,7
DV3 - Dveře (vrata) + výměna za plastové či kovové zateplené	37,0	2,2	0,5	2,5	498,8	99,5	14,7
DV4 - Dveře vnitřní + výměna za plastové či kovové zateplené	51,5	2,9	0,7	3,3	498,1	99,3	15,7
Celkem všechna opatření	4 419,8	267,9	63,6	300,9	200,5	40,0	13

Tabulka 31. Přehled opatření pro variantu 2.

Součet úspor jednotlivých opatření neodpovídá celkové úspoře, protože se zateplením klesá vliv tepelných mostů. Tuto úsporu však nelze jednoduše přiřadit konkrétní položce

Úspora energie po realizaci navrženého opatření činí 64 % z původní spotřeby. Úspora provozních nákladů po realizaci navrženého opatření činí 60 % z původních provozních nákladů.

6. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT

Ekonomické vyhodnocení bylo provedeno pro období 20 let, diskont 3,5 %, bez uvažování daně z příjmu a s předpokládaným růstem cen energií 3 %.

Jako výnos je uvažována vypočítaná úspora provozních nákladů spojená s provozem energetického hospodářství.

Ekonomika – souhrn	Varianta 1	Varianta 2	
Náklady	4 026,0	4 419,8	tis. Kč
Úspora	277,0	300,9	tis. Kč/rok
NPV	936,31	969,45	tis. Kč
IRR	5,85%	5,72%	-
Ts	13	13	let
Tsd	16	16	let
Diskont	3,5	3,5	%
Roční růst cen energie	3	3	%
Doba hodnocení	20	20	let

Tabulka 32: Přehled výsledků ekonomického hodnocení.

Parametr	Jednotka	Varianta 1	Varianta 2
Investiční výdaje projektu	Kč	4 025 970	4 419 760
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	Kč	-277 032	-300 864
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	0	0
– změna osobních nákladů (mzdy, pojistné), (+, -)	Kč	0	0
– změna ostatních provozních nákladů, (+, -)	Kč	0	0
– změna nákladů na emise a odpady (+, -)	Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady), (+, -)	Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	Kč	-277 032	-300 864
Doba hodnocení	roky	20	20
Roční růst cen energie	%	3	3
Diskont	%	3,5	3,5
Ts – prostá doba návratnosti	roky	13	13
Tsd – reálná doba návratnosti	roky	16	16
NPV – čistá současná hodnota	tis. Kč	936,3	969,4
IRR – vnitřní výnosové procento	%	5,85	5,72

Tabulka 33: Výsledky ekonomického vyhodnocení.

Obecně platí, že investici má smysl realizovat tehdy, jestliže návratnost se pohybuje maximálně do poloviny životnosti daného opatření.

Z výše uvedeného vyplývá, že obě varianty vycházejí ekonomicky poměrně příznivě. V obou variantách je prostá doba návratnosti 13 let, diskontovaná 16 let. Životnost stavebních opatření je minimálně 30 let. Z pohledu čisté současné hodnoty investice (NPV) vycházejí obě varianty poměrně srovnatelně. Ve vyhodnocení ekonomických ukazatelů je zohledněno roční zvýšení cen energie ve výši 3 %.

7. EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH VARIANT

Emisní koeficient pro systémovou elektřinu: Zdroj: SO₂, NO_x, - Schválený scénář Státní energetické koncepce, emisní faktory (po uvedení Temelína do provozu, scénář je zpracován po 5 letech), TL, CO - Katalog opatření pro snížení energetické náročnosti (propočty SRC International CS, s.r.o. na základě REZZO 1999); CO₂ - vyhl. č. 480/2012 Sb.

Emisní koeficient pro zemní plyn: Zdroj: Katalog opatření pro snížení energetické náročnosti (propočty SRC International CS, s.r.o. na základě REZZO 1999); CO₂ - vyhl. č. 480/2012 Sb.

Koeficienty	Elektřina	Zemní plyn (0,2-5 MW)
	t/GJ	t/GJ
Tuhé látky	0,000025910	0,000001000
SO ₂	0,000489376	0,000000000
NO _x	0,000415698	0,000056000
CO	0,000039300	0,000009000
CO ₂	0,325000000	0,055555556

Tabulka 34: Použité koeficienty emisí.

Varianta	spotřeba elektrické energie	spotřeba zemního plynu
Původní stav	40,2	1476,0
Varianta 1	40,2	587,8
Varianta 2	40,2	511,4

Tabulka 35: Spotřeba energie (GJ/rok) pro výpočet emisí.

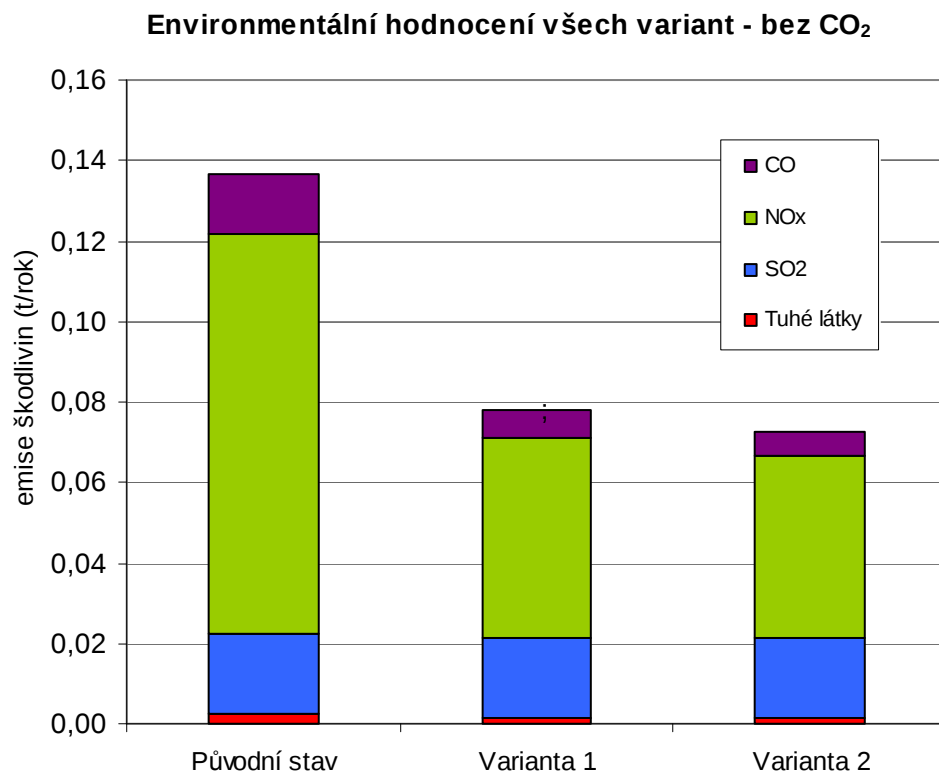
a) globální hodnocení

Znečišťující látka	Původní stav [t/rok]	Varianta 1 [t/rok]	Rozdíl [t/rok]	Varianta 2 [t/rok]	Rozdíl [t/rok]
Tuhé znečišťující látky	0,00252	0,00163	0,00089	0,00155	0,00096
SO ₂	0,01969	0,01969	0,00000	0,01969	0,00000
NO _x	0,09938	0,04964	0,04974	0,04536	0,05402
CO	0,01486	0,00687	0,00799	0,00618	0,00868
CO ₂	95,07111	45,72833	49,34278	41,48362	53,58749

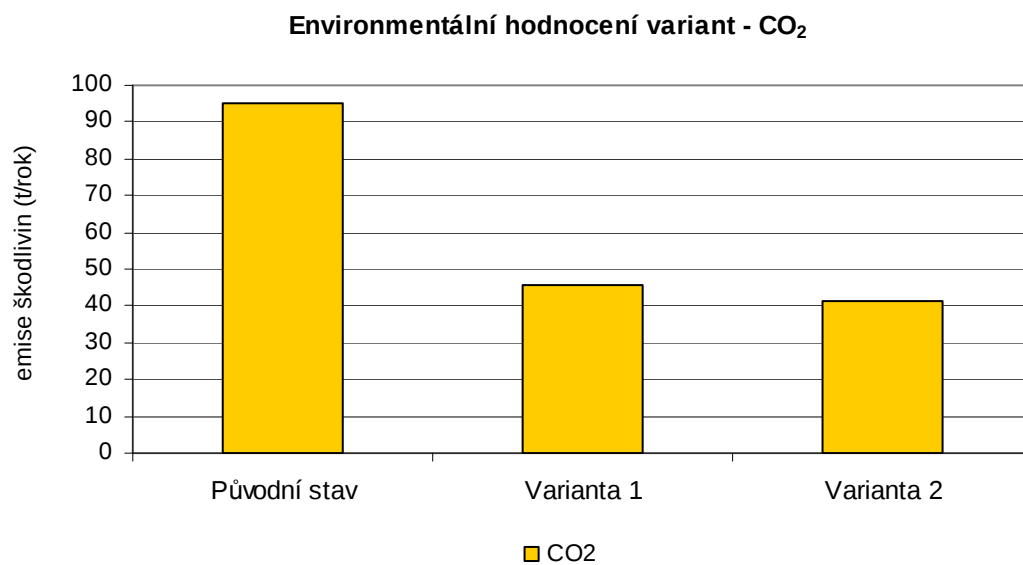
Tabulka 36: Ekologické vyhodnocení variant.

b) lokální hodnocení

Lokální hodnocení není provedeno, zadavatel toto vyhodnocení nepožaduje.



Obrázek 13: Environmentální hodnocení variant bez CO₂.



Obrázek 14: Environmentální hodnocení variant – CO₂.

8. STANOVENÍ OKRAJOVÝCH PODMÍNEK

Úspory energie jsou stanoveny pro $t_e = -18^\circ\text{C}$, $t_{is} = 18^\circ\text{C}$, $t_{es} = 3,6^\circ\text{C}$, délku otopného období 256 dní a současné ceny energie s předpokládaným růstem 3 % ročně.

Současná cena energie vychází z posledního předloženého vyúčtování za energii. Průměrná cena elektrické energie vychází v cenách roku 2012 na 1 019 Kč/GJ bez DPH (3,67 Kč/kWh bez DPH). Průměrná cena zemního plynu vychází v cenách roku 2012 na 312 Kč/GJ bez DPH (1,12 Kč/kWh bez DPH).

9. CELKOVÁ ENERGETICKÁ BILANCE NAVRŽENÝCH VARIANT

Energetické bilance hodnocených variant byly shrnuty v následujících tabulkách. Průměrné náklady na zemní plyn vycházejí na 312 Kč/GJ, na elektrickou energii 1 019 Kč/GJ. Ceny vycházejí z cen r. 2012 a jsou bez DPH.

ř.	Ukazatel	Původní stav			Varianta 1		
		Energie [GJ]	Náklady [MWh]	Náklady [tis. Kč]	Energie [GJ]	Náklady [MWh]	Náklady [tis. Kč]
1	Vstupy paliv a energie	1516,2	421,2	501,3	628,0	174,4	224,3
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	1516,2	421,2	501,3	628,0	174,4	224,3
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1516,2	421,2	501,3	628,0	174,4	224,3
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	362,7	100,7	113,1	141,5	39,3	44,1
7	Spotřeba energie na vytápění	1093,7	303,8	341,1	426,7	118,5	133,1
8	Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	19,6	5,5	6,1	19,6	5,5	6,1
10	Spotřeba energie na větrání	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
12	Spotřeba energie na osvětlení	26,2	7,3	26,7	26,2	7,3	26,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	14,0	3,9	14,3	14,0	3,9	14,3

Tabulka 37: Roční upravené energetické bilance varianta 1.

ř.	Ukazatel	Původní stav			Varianta 2		
		Energie [GJ]	Náklady [MWh]	Náklady [tis. Kč]	Energie [GJ]	Náklady [MWh]	Náklady [tis. Kč]
1	Vstupy paliv a energie	1516,2	421,2	501,3	551,6	153,2	200,5
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	1516,2	421,2	501,3	551,6	153,2	200,5
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1516,2	421,2	501,3	551,6	153,2	200,5
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	362,7	100,7	113,1	122,5	34,0	38,2
7	Spotřeba energie na vytápění	1093,7	303,8	341,1	369,3	102,6	115,2
8	Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	19,6	5,5	6,1	19,6	5,5	6,1
10	Spotřeba energie na větrání	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
12	Spotřeba energie na osvětlení	26,2	7,3	26,7	26,2	7,3	26,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	14,0	3,9	14,3	14,0	3,9	14,3

Tabulka 38: Roční upravené energetické bilance varianta 2.

9.1. CELKOVÁ ÚSPORA ENERGIÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

varianta	spotřeba energie	investiční náklady bez DPH	úspora od stávajícího stavu		úspora ročních provozních nákladů bez DPH
	[GJ]	[tis. Kč]	[GJ]	[%]	[tis. Kč]
Původní stav	1516,2	0,0	0,0	0	0,0
Varianta 1	628,0	4 026,0	888,2	58,6	277,0
Varianta 2	551,6	4 419,8	964,6	63,6	300,9

Tabulka 39. Úspora energií pro jednotlivé varianty – celková.

9.2. ÚSPORA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ JEDNOTLIVÝCH VARIANT

varianta	nákup energie bez DPH		úspora paliv a energií		úspora nákladů bez DPH	
	[GJ/rok]	[Kč/rok]	[GJ/rok]	[%]	[Kč/rok]	[%]
Původní stav	1 456,3	454 242	0,0			
Varianta 1	568,1	177 210	888,2	61,0	277 032	61,0
Varianta 2	491,7	153 378	964,6	66,2	300 864	66,2

Tabulka 40: Úspory energie pro jednotlivé varianty – vytápění.

10. VÝBĚR OPTIMÁLNÍ VARIANTY

Na základě výsledků ekonomického vyhodnocení, s ohledem na velikost úspory energie, ekologického vyhodnocení a na základě kritérií dotačního programu OPŽP je k realizaci doporučena **Varianta 2**.

Doporučená Varianta 2 zahrnuje tato opatření:

V této variantě byla vybrána ta opatření, která splňují minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2:2011.

Ve stavební části je ve variantě 2 navrženo zateplení obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 160 mm, zateplení stěn k nevytápěným prostorům kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 80 mm, zateplení střechy tepelnou izolací z minerální vlny tl. 260 mm a výměna všech otvorových výplní za nové.

Stávající okna a sklobetonové výplně budou vyměněna za nová okna s tepelně izolačním dvojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Osazen bude nový světlík s tepelně izolačním dvojsklem/trojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vrata (vyjma stávajících sekčních vrat) a vstupní dveře budou vyměněny za nové zateplené se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Zpracovatel EA doporučuje realizaci beznákladových a nízkonákladových úsporných opatření. Opatření představují zavedení a dodržování zásad energetického managementu a úpravy na osvětlovací a otopné soustavě. Vyhodnocování získaných údajů poskytne cenné informace o účinnosti regulace vytápění, o případné poruše a jiných neobvyklých stavech, které se mohou vyskytnout. Nástroje energetického managementu umožní nejen lepší využití potenciálu úspor, ale zejména udržení dosažených úspor v dlouhodobé perspektivě.

Varianta 2		
úspora energie po realizaci optimální varianty	267,9	MWh/r
investiční náklady na realizaci optimální varianty	4 419,8	tis. Kč
průměrné roční provozní náklady v případě realizace optimální varianty	200,5	tis. Kč/r
úspora ročních provozních nákladů v případě realizace optimální varianty	300,9	tis. Kč/r

Tabulka 41. Shrnutí výsledné varianty.

Úspora energie po realizaci navrženého opatření činí 64 % z původní spotřeby. Úspora provozních nákladů po realizaci navrženého opatření činí 60 % z původních provozních nákladů.

Upravená energetická bilance optimální varianty

Energetické bilance hodnocených variant byly shrnuty v následujících tabulkách. Průměrné náklady na zemní plyn vycházejí na 312 Kč/GJ, na elektrickou energii 1 019 Kč/GJ. Ceny vycházejí z cen r. 2012 a jsou bez DPH.

ř.	Ukazatel	Původní stav			Varianta 2		
		Energie [GJ]	Náklady [MWh]	Náklady [tis. Kč]	Energie [GJ]	Náklady [MWh]	Náklady [tis. Kč]
1	Vstupy paliv a energie	1516,2	421,2	501,3	551,6	153,2	200,5
2	Změna zásob paliv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Spotřeba paliv a energie	1516,2	421,2	501,3	551,6	153,2	200,5
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1516,2	421,2	501,3	551,6	153,2	200,5
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	362,7	100,7	113,1	122,5	34,0	38,2
7	Spotřeba energie na vytápění	1093,7	303,8	341,1	369,3	102,6	115,2
8	Spotřeba energie na chlazení	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	19,6	5,5	6,1	19,6	5,5	6,1
10	Spotřeba energie na větrání	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
12	Spotřeba energie na osvětlení	26,2	7,3	26,7	26,2	7,3	26,7
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	14,0	3,9	14,3	14,0	3,9	14,3

Tabulka 42: Roční upravené energetické bilance- varianta 2.

Ekonomické vyhodnocení optimální varianty

Parametr	Jednotka	Varianta 2
Investiční výdaje projektu	Kč	4 419 760
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	Kč	-300 864
Změna ostatních provozních nákladů	Kč	0
– změna osobních nákladů (mzdy, pojistné), (+, -)	Kč	0
– změna ostatních provozních nákladů, (+, -)	Kč	0
– změna nákladů na emise a odpady (+, -)	Kč	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady), (+, -)	Kč	0
Přínosy projektu celkem	Kč	-300 864
Doba hodnocení	roky	20
Roční růst cen energie	%	3
Diskont	%	3,5
Ts – prostá doba návratnosti	roky	13
Tsd – reálná doba návratnosti	roky	16
NPV – čistá současná hodnota	tis. Kč	969,4
IRR – vnitřní výnosové procento	%	5,72

Tabulka 43: Přehled výsledků ekonomického hodnocení – optimální varianta.

Ekologické vyhodnocení optimální varianty

Znečišťující látka	Původní stav [t/rok]	Varianta 2 [t/rok]	Rozdíl [t/rok]
Tuhé znečišťující látky	0,00252	0,00155	0,00096
SO ₂	0,01969	0,01969	0,00000
NO _x	0,09938	0,04536	0,05402
CO	0,01486	0,00618	0,00868
CO ₂	95,07111	41,48362	53,58749

Tabulka 44: Ekologické vyhodnocení optimální varianty.

Návrh koncepce systému managementu hospodaření s energií

Doporučujeme zavést systém managementu hospodaření s energií v budově. V rámci energetického managementu budou sledovány spotřeby elektrické energie pro vytápění, přípravu teplé vody a ostatní spotřeby. Doporučujeme sledovat spotřebu vody. Spotřeby doporučujeme zapisovat v pravidelných intervalech (každý měsíc) a tabelárně a graficky zpracovat. Zjištěné hodnoty budou pravidelně vyhodnocovány. Spotřebu energie na vytápění doporučujeme porovnávat s venkovní teplotou v daném období (např. denostupňovou metodou).

Doporučujeme zavést podružné měření jednotlivých objektů jak z hlediska elektrické energie, tak zemního plynu, resp. dodaného tepla z centrální kotelny. Rovněž doporučujeme samostatně měřit a vyhodnocovat spotřebu venkovního osvětlení areálu.

Doporučujeme osadit armatury šetřící spotřebu vody.

Popis okrajových podmínek pro optimální variantu

Úspory energie jsou stanoveny pro $t_e = -18\text{ °C}$, $t_{is} = 18\text{ °C}$, $t_{es} = 3,6\text{ °C}$, délku otopného období 256 dní a současné ceny energie s předpokládaným růstem 3 % ročně.

Současná cena energie vychází z posledního předloženého vyúčtování za energii. Průměrná cena elektrické energie vychází v cenách roku 2012 na 1 019 Kč/GJ bez DPH (3,67 Kč/kWh bez DPH). Průměrná cena zemního plynu vychází v cenách roku 2012 na 312 Kč/GJ bez DPH (1,12 Kč/kWh bez DPH).

10.1. PODMÍNKY PRO DOSAŽENÍ ENERGETICKÝCH A EKONOMICKÝCH ÚSPOR

Všechna opatření navržená v tomto auditu jsou navrhována rámcově na základě matematického modelu. Na základě stavu podkladů a použitých metod jsou hodnoty energetických úspor (energetické výroby) garantovány ve výši nejméně 70 % výpočtu. Zbytek je rezerva na odchylky způsobené přesností podkladů a použitými výpočetními metodami. Záruka platí za předpokladu, že doporučená opatření jsou realizována a provozována bezchybným způsobem tak, jak byla navržena, a že se nevyskytnou další nezávislé vlivy zvyšující spotřebu nebo snižující výrobu energie.

Podmínkou dosažení úspor je realizace úsporných opatření v navrženém rozsahu na základě správně vypracované projektové dokumentace a dodržení technologických postupů. Energetickým auditem nelze nahradit projektovou dokumentaci ani její dílčí části. Zhotovením projektu, jakož i realizací díla by měla být pověřena renomovaná firma, výběry materiálů, technologií a systémů je třeba podložit příslušnými certifikáty a prohlášeními o shodě. Zodpovědnost za správné provedení navržených opatření a jejich dopad na snížení provozních nákladů nese projektant a realizační firma.

Po jakémkoli zásahu měnícím tepelnou ztrátu budovy musí následovat nastavení regulace otopných těles. Po každé otopné sezóně by měla být kontrolována spotřeba tepla a vyhodnocena v souvislosti s chodem teplot. Tím je možno včas zjistit nepřesnosti regulace otopné soustavy a další závady.

Na výtokových místech je vhodné instalovat úsporné armatury šetřící vodu.

Ze systémového hlediska je vhodné vést uživatele objektu také k efektivnímu využívání elektrické energie.

Plochy konstrukcí, které jsou uvedeny ve výčtu opatření ve stavební části, jsou stanoveny podle postupů používaných v tepelně-technických výpočtech. Proto neodpovídají velikostem ploch uváděným v rozpočtech zpracovávaných projektanty pro účely stanovení nákladů na práci a materiál. Tepelně-technické výpočty uvažují konstrukce z hlediska průmětu obálky budovy chránící interiér proti externím klimatickým podmínkám, zatímco rozpočet musí zohlednit plochu všech tvarových detailů, které jsou přičítány z hlediska spotřeby materiálu, jako jsou např. ostění, nadpraží a parapety oken, atiky a jiné vynesené konstrukce, které přímo neobalují interiér, ale které je nutno zateplit stejně jako okolí. Proto je plocha konstrukce uvedená v auditu vždy menší než plocha téže konstrukce v detailním rozpočtu. Tento rozpor není důvodem k reklamaci díla.

Ekonomické hodnocení bylo provedeno pro současné ceny a současné legislativní podmínky. Energetický auditor nenese zodpovědnost za změny cen prací, materiálů, energií a služeb.

10.2. EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Evidenční list energetického auditu je uveden v Příloze č. 2.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Vstupy paliv a energie pro celý areál před realizací projektu, v období 01/2012 – 12/2012.	8
Tabulka 2: Vstupy paliv a energie pro objekt garáží a dílen před realizací projektu, v období 1/2011 – 12/2012.	9
Tabulka 3: Přehled spotřeb elektrické energie v areálu – tabulka 1.....	10
Tabulka 4: Přehled spotřeb elektrické energie v areálu – tabulka 2.....	10
Tabulka 5: Přehled spotřeb zemního plynu v areálu – tabulka 1.	11
Tabulka 6: Přehled spotřeb zemního plynu v areálu – tabulka 2.	11
Tabulka 7: Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie.....	13
Tabulka 8: Roční bilance výroby z vlastního zdroje energie.	13
Tabulka 9: Geometrické vlastnosti budovy.	20
Tabulka 10: Tepelně-technické vlastnosti původních obalových konstrukcí.	20
Tabulka 11: Tepelná ztráta prostupem jednotlivých konstrukcí.	23
Tabulka 12: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy – stávající stav.	23
Tabulka 13: Tepelně-technické vlastnosti původních obalových konstrukcí.	24
Tabulka 14: Energetická bilance elektrické energie.....	26
Tabulka 15: Energetická bilance zemního plynu.	26
Tabulka 16: Přepočet spotřeby tepla na vytápění na normalizované podmínky – celý areál.....	27
Tabulka 17: Parametry vnějšího a vnitřního prostředí.	27
Tabulka 18: Tepelná ztráta objektu.....	27
Tabulka 19: Tepelné zisky.	28
Tabulka 20: Spotřeba energie na vytápění v klimaticky normalizovaném roce.	28
Tabulka 21: Spotřeby tepla na přípravu TV dle měrných čísel.....	28
Tabulka 22: Roční energetická bilance - celková.	29
Tabulka 23: Přehled navržených opatření ve stavební části.	34
Tabulka 24: Tepelně-technické vlastnosti navržených obalových konstrukcí ve variantě 1.....	38
Tabulka 25: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy – Varianta 1.	38
Tabulka 26. Náklady na stavební opatření pro variantu 1.	39
Tabulka 27. Přehled opatření pro variantu 1.	40
Tabulka 28: Tepelně-technické vlastnosti navržených obalových konstrukcí ve variantě 2.....	42
Tabulka 29: Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy – Varianta 2.	43
Tabulka 30. Náklady na stavební opatření pro variantu 2.	44
Tabulka 31. Přehled opatření pro variantu 2.	45
Tabulka 32: Přehled výsledků ekonomického hodnocení.....	47
Tabulka 33: Výsledky ekonomického vyhodnocení.	47
Tabulka 34: Použité koeficienty emisí.	48
Tabulka 35: Spotřeba energie (GJ/rok) pro výpočet emisí.....	48
Tabulka 36: Ekologické vyhodnocení variant.....	48
Tabulka 37: Roční upravené energetické bilance varianta 1.....	51
Tabulka 38: Roční upravené energetické bilance varianta 2.....	51
Tabulka 39. Úspora energií pro jednotlivé varianty – celková.....	52

Tabulka 40: Úspory energie pro jednotlivé varianty – vytápění.	52
Tabulka 41. Shrnutí výsledné varianty.	53
Tabulka 42: Roční upravené energetické bilance- varianta 2.	54
Tabulka 43: Přehled výsledků ekonomického hodnocení – optimální varianta.	54
Tabulka 44: Ekologické vyhodnocení optimální varianty.	55

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Kotel K1 - VPP 400 S	12
Obrázek 2: Kotel K2 Viadrus G500.	12
Obrázek 3: Hlavní rozvody v kotelně.	14
Obrázek 4: Izolovaný zásobník teplé vody.....	14
Obrázek 5: Schéma rozvodů otopné soustavy.	15
Obrázek 6: Pohled na budovu J fasádu – pravá část.	17
Obrázek 7: Pohled na budovu J fasádu – levá část.	17
Obrázek 8: Pohled na Z fasádu.	18
Obrázek 9: Pohled na V fasádu.	18
Obrázek 10: Plochy obalových konstrukcí.	21
Obrázek 11: Kvalita obalových konstrukcí.....	21
Obrázek 12: Podíl konstrukce na tepelné ztrátě prostupem.....	22
Obrázek 13: Environmentální hodnocení variant bez CO ₂	49
Obrázek 14: Environmentální hodnocení variant – CO ₂	49

SEZNAM SOUVISEJÍCÍCH PŘEDPISŮ

- [1] ČSN 730540 Tepelná ochrana budov, ČNI 2002 – 2011
- [2] ČSN 730542 Způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště budov, ČNI Praha 1995
- [3] ČSN EN ISO 6949 Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda, ČNI Praha 1998
- [4] ČSN EN ISO 13370 Tepelné chování budov – Přenos tepla zeminou – Výpočtové metody, ČNI Praha 1999
- [5] ČSN EN ISO 13789 Tepelné chování budov – Měrná tepelná ztráta – Výpočetní metoda, ČNI 2000
- [6] ČSN EN ISO 13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění, ČNI Praha 2005
- [7] ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby tepla na vytápění – Obytné budovy, ČNI 2000
- [8] ČSN EN ISO 14683 Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích – Lineární činitel prostupu tepla – Zjednodušená metoda a orientační hodnoty, ČNI Praha 2000
- [9] ČSN 060320 Ohřívání užitkové vody – Navrhování a projektování
- [10] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií v platném znění pozdějších předpisů
- [11] Vyhláška MPO č. 480/2012 Sb.
- [12] Vyhláška MPO č. 148/2007 Sb. (nahradila původní vyhlášku 291/2001 Sb.)
- [13] Vyhláška MPO č. 441/2012 Sb.
- [14] Vyhláška MPO č. 193/2007 Sb. (nahradila původní vyhlášky 151/2001 Sb. a 153/2001 Sb.)
- [15] Vyhláška MPO č. 194/2007 Sb. (nahradila původní vyhlášku 152/2001 Sb.) Sb.

PŘÍLOHA Č. 1

SITUAČNÍ PLÁN



PŘÍLOHA Č. 2

EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Evidenční list energetického auditu

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

Evidenční číslo	nebylo přiděleno
------------------------	------------------

1. Část – Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA			
Silnice LK a.s.			
2. Adresa trvalého bydliště/sídlo, případně adresa pro doručování			
a) ulice	b) č.p./č.o.	c) část obce	
Československé armády	4805/24	Rýnovice	
d) obec	e) PSČ	f) email	g) telefon
Jablonec nad Nisou	466 05	info@silnicelk.cz	488 043 235
3. Identifikační číslo			
28746503			
4. Údaje o statutárním orgánu			
a) jméno		b) kontakt	
Ing. Petr Šén		Tel.: +420 488 043 235	
		E-mail: petr.sen@silnicelk.cz	
5. Předmět energetického auditu			
a) název			
Objekt Garáží a dílen v areálu společnosti Silnice LK a.s., České Mládeže, 460 06 Liberec VI-Rochlice			
b) adresa			
České Mládeže, 460 06 Liberec VI-Rochlice, parc. č. 451/3, k. ú. Rochlice u Liberce			
c) popis předmětu EA			
Jedná se o halu obdélníkového tvaru s plochou střechou, hala je převážně jednopodlažní, částečně dvoupodlažní. Objekt je bez podsklepení. Budova slouží jako garáže a dílny společnosti Silnice LK a.s. Kromě garážových stání a dílenských prostorů se zde nachází rovněž sklady, šatny a zázemí pro zaměstnance. Ve východní části objektu je umístěna centrální plynová kotelna, která vytápí celý areál. Na vlastní halu navazuje zadní trakt. Umístění stavby a její orientace je patrná ze situačního plánu v Příloze 1. V zimním období (listopad-březen) je v objektu zaveden třisměnný provoz. V letním období (duben-říjen) je pracovní doba Po – Pá od 6 do 16 hodin. Denně v objektu pracují průměrně 4 osoby. Základní nosnou konstrukci tvoří montovaná železobetonový skelet doplněný stěnami z armoporitových tvárnic, popř. dozdívkami z cihel. stropní konstrukci tvoří železobetonové prefabrikáty. U zadního traktu za garážemi v levé části objektu je jako nosný prvek pro svislé i vodorovné prvky použita ocelová konstrukce.			

Konstrukční systém objektu je zděný stěnový. Zdivo je tvořeno tvárnicemi z plynosilikátu tl. 400 mm bez dodatečného zateplení. Stropní konstrukce tvoří skládaný systém Hurdis. Střecha objektu je pultová, pravděpodobně s uzavřenou vzduchovou dutinou mezi stropní konstrukcí a horním pláštěm. Střešní krytina je z živých pásů.

V objektu jsou osazena převážně kovová okna se zdvojeným zasklením. Některá okna jsou zasklena pouze jednoduchým sklem a některé výplně otvorů tvoří sklobetonové výplně (luxfery). Vrata v pravé části objektu byla v minulosti vyměněna za vrata sekční, zateplená. Ve zbylé části objektu jsou osazena původní plechová vrata.

Část objektu není vytápěná. Nevytápěné jsou garáže v levé části objektu a sklad značek v zadním traktu. Ostatní prostory objektu jsou uvažovány jako vytápěné. Budova je vytápěna z centrální plynové kotelny, která se nachází v levé části budovy garáží a dílen. Teplá voda je připravována rovněž v centrální kotelně, TV je připravována v nepřímotopném akumulacním zásobníku.

Celý areál má jedno společné odběrné místo pro odběr zemního plynu a elektřiny. Spotřeba energií tak není známa pro jednotlivé budovy, ale pouze pro areál jako celek.

V areálu se nachází celkem 6 objektů, které jsou vytápěny ze společné kotelny. Elektřina je spotřebovávána ve všech objektech v areálu a také pro venkovní osvětlení areálu.

2. Část – Popis stávajícího stavu předmětu EA

1. Charakteristika hlavních činností

Jedná se o objekt garáží a dílen v areálu společnosti Silnice LK a.s. v Liberci - Rochlicích. Předmět EA slouží zejména jako servisní dílny pro údržbu cestářských vozidel.

2. Vlastní zdroje

a) zdroje tepla

počet	3	ks
instalovaný výkon	1,002	MW
roční výroba	309,2	MWh
roční spotřeba paliva	1 476,0	GJ/r

b) zdroje elektřiny

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

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla

počet	-	ks
instal. výkon tepelný	-	MW
instal. výkon elektřiny	-	MW
roční výroba tepla	-	MWh
roční spotřeba paliva	-	MWh

d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE	-
druh DEZ	-
fosilní zdroje	elektřina (energetický mix), zemní plyn

3. Spotřeba energie

Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Vytápění	0,98	MW	404,5	MWh/r	zemní plyn
Chlazení	-	MW	-	MWh/r	-
Větrání	-	MW	-	MWh/r	-
Úprava vlhkosti	-	MW	-	MWh/r	-
Příprava TV	0,022	MW	5,5	MWh/r	zemní plyn
Osvětlení	0,012	MW	7,3	MWh/r	elektřina
Technologie	0,059	MW	3,9	MWh/r	elektřina
Celkem	1,073	MW	421,2	MWh/r	zemní plyn, elektřina

3. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

Doporučená **Varianta 2** zahrnuje tato opatření:

V této variantě byla vybrána ta opatření, která splňují minimálně doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2:2011.

Ve stavební části je ve variantě 2 navrženo zateplení obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 160 mm, zateplení stěn k nevytápěným prostorům kontaktním zateplovacím systémem s tepelnou izolací z pěnového polystyrénu (EPS) tl. 80 mm, zateplení střechy tepelnou izolací z minerální vlny tl. 260 mm a výměna všech otvorových výplní za nové.

Stávající okna a sklobetonové výplně budou vyměněna za nová okna s tepelně izolačním dvojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Osazen bude nový světlík s tepelně izolačním dvojsklem/trojsklem a se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,10 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Vrata (vyjma stávajících sekčních vrat) a vstupní dveře budou vyměněny za nové zateplené se součinitelem prostupu tepla celé výplně menším, nebo rovným $1,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Zpracovatel EA doporučuje realizaci beznákladových a nízkonákladových úsporných opatření. Opatření představují zavedení a dodržování zásad energetického managementu a úpravy na osvětlovací a otopné soustavě. Vyhodnocování získaných údajů poskytne cenné informace o účinnosti regulace vytápění, o případné poruše a jiných neobvyklých stavech, které se mohou vyskytnout. Nástroje energetického managementu umožní nejen lepší využití potenciálu úspor, ale zejména udržení dosažených úspor v dlouhodobé perspektivě.

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	421,2	MWh/r	153,2	MWh/r	267,9	MWh/r
Náklady	501,3	tis. Kč/r	200,5	tis. Kč/r	300,9	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Vytápění	404,5	MWh/r	136,6	MWh/r	267,9	MWh/r
Chlazení	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Větrání	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Úprava vlhkosti	0	MWh/r	0	MWh/r	0	MWh/r
Příprava TV	5,5	MWh/r	5,5	MWh/r	0	MWh/r
Osvětlení	7,3	MWh/r	7,3	MWh/r	0	MWh/r
Technologie	3,9	MWh/r	3,9	MWh/r	0	MWh/r

3. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	roků	diskontní míra	3,5	%
reálná doba návratnosti	16	roků	investiční náklady	4 419,8	tis. Kč
prostá doba návratnosti	13	roků	cash flow	300,9	tis. Kč/r
IRR	5,72	%	NPV	969,4	tis. Kč
rok realizace	2013				

4. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	Stávající stav		Navrhovaný stav		Efekt	
	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně
Tuhé látky	- t/r	0,00252 t/r	- t/r	0,00155 t/r	- t/r	0,00096 t/r
SO ₂	- t/r	0,01969 t/r	- t/r	0,01969 t/r	- t/r	0,00000 t/r
NO _x	- t/r	0,09938 t/r	- t/r	0,04536 t/r	- t/r	0,05402 t/r
CO	- t/r	0,01486 t/r	- t/r	0,00618 t/r	- t/r	0,00868 t/r
CO ₂	- t/r	95,07111 t/r	- t/r	41,48362 t/r	- t/r	53,58749 t/r

4. Část – Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a příjmení	Titul
Zdeněk Ročárek	Ing.
2. Číslo oprávnění v seznamu energ. specialistů	3. Datum vydání oprávnění
0874	26. 10. 2010
4. Datum posledního průběžného vzdělávání	
-	
5. Podpis	6. Datum
	6. 3. 2013

PŘÍLOHA Č. 3

KOPIE OPRÁVNĚNÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

Na Františku 32, 110 15 Praha 1

Ing. Zdeněk Ročárek

r. č. 830101/4788

je oprávněn

provádět energetický audit

s platností od 26.10.2010

vypracovávat průkazy energetické náročnosti budovy

s platností od 10.4.2012

~~~~~

~~~~~



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

Číslo oprávnění: 0874

V Praze dne 10. dubna 2012

Ing. František Pazdera, CSc.
náměstek ministra průmyslu a obchodu