

Energetický audit ZŠ Pelechovská v Železném Brodě

Vypracováno dle zákona „O hospodaření energií č.406/2000 Sb.“ §9 a vyhlášky 213/2001 Sb. a její novelizace č.425/2004 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu.



Vypracovala:

Ing. Jana Bartovičová

ENERGY BENEFIT CENTRE a.s.

08/2011

OBSAH:

1	Identifikační údaje	5
1.1	<i>Zadavatel energetického auditu</i>	<i>5</i>
1.2	<i>Zpracovatel energetického auditu</i>	<i>5</i>
1.3	<i>Předmět energetického auditu</i>	<i>5</i>
1.4	<i>Zadání energetického auditu</i>	<i>6</i>
1.5	<i>Účel energetického auditu</i>	<i>6</i>
2	Popis výchozího stavu	7
2.1	<i>Základní údaje o předmětu energetického auditu</i>	<i>7</i>
2.1.1	Název předmětu energetického auditu	7
2.1.2	Základní popis předmětu EA	7
2.1.3	Charakteristika hlavních činností v předmětu EA	8
2.1.4	Situační plán	9
2.1.5	Seznam budov v předmětu energetického auditu a jejich účel	10
2.1.6	Výrobní technologie, energeticky významné technologie v předmětu EA	10
2.2	<i>Další zdroje údajů pro zpracování energetického auditu</i>	<i>10</i>
2.3	<i>Údaje o energetických vstupech a výstupech</i>	<i>11</i>
2.3.1	Parametry primárních energetických vstupů	11
2.3.2	Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech	11
2.4	<i>Vlastní energetické zdroje</i>	<i>14</i>
2.4.1	Základní údaje o vlastních energetických zdrojích	14
2.4.2	Bilance výroby energie z vlastních zdrojů	16
2.4.3	Stávající obnovitelné zdroje energie	16
2.5	<i>Rozvody energií v předmětu EA</i>	<i>17</i>
2.5.1	Vnitřní rozvody tepla	17
2.5.2	Vnitřní rozvod el. energie	17
2.6	<i>Podstatné spotřebiče elektrické energie</i>	<i>17</i>
2.6.1	Osvětlení	17
2.6.2	Tepelné spotřebiče	18
2.6.3	Vzduchotechnika (větrání a klimatizace)	18
2.6.4	Významné energetické výrobní technologie	18
2.7	<i>Dopady na životní prostředí</i>	<i>19</i>
2.8	<i>Stavebně technické řešení předmětu EA</i>	<i>20</i>
2.9	<i>Popis míry zanedbané údržby</i>	<i>21</i>
2.10	<i>Zkušenosti získané od provozovatele objektu</i>	<i>21</i>
3	Zhodnocení výchozího stavu	22
3.1.1	Pavilony ZŠ Pelechovská v Železném Brodě	22
3.1.2	Vytápění	22
3.1.3	Příprava TV	22
3.1.4	Osvětlení	23
3.1.5	Ostatní el. spotřebiče a vzduchotechnika	23
3.2	<i>Energetická bilance předmětu EA</i>	<i>24</i>

3.3	<i>Energetické hodnocení objektu</i>	24
3.3.1	Posouzení tepelně-technických vlastností konstrukcí budovy	24
3.3.2	Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla budovy	25
3.3.3	Tepelné ztráty budovy	26
3.3.4	Model energetické potřeby budovy	27
3.3.5	Využití tepelných zisků	29
3.3.6	Výpočtová spotřeba tepla na vytápění objektu	29
3.4	<i>Energetická bilance předmětu EA</i>	30
3.4.1	Upravená energetická bilance objektu	30
3.4.2	Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje	31
3.5	<i>Vyhodnocení hospodaření s energiemi</i>	32
3.6	<i>Celkový potenciál energetických úspor</i>	32
4	Návrh opatření ke snížení spotřeby energie	33
4.1	<i>Návrh technického řešení</i>	33
4.1.1	Opatření č. 1	33
4.1.2	Opatření č. 2	35
4.1.3	Opatření č. 3	37
4.1.4	Opatření č. 4	39
4.1.5	Opatření č. 5	40
4.1.6	Opatření č. 6	41
4.1.7	Neinvestiční opatření, drobná investiční opatření do 50 000 Kč:	43
4.2	<i>Souhrn navržených opatření</i>	44
4.2.1	Varianta č. 1	45
4.2.2	Varianta č. 2	47
5	Ekonomické vyhodnocení	50
5.1	<i>Vstupní údaje</i>	50
5.2	<i>Výstupní údaje</i>	51
5.3	<i>Ukazatele ekonomické efektivity</i>	52
6	Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí	55
6.1.1	Vyhodnocení zátěže životního prostředí po realizaci variant	55
6.1.2	Posouzení využití obnovitelných zdrojů energie	56
7	Výstupy energetického auditu	57
7.1	<i>Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství</i>	57
7.2	<i>Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu</i>	59
7.3	<i>Doporučení a závěrečné stanovisko energetického auditora</i>	62

Přílohy:

- Příloha č.1 - Evidenční list energetického auditu
- Příloha č.2 - Protokoly a energetické štítky obálky budov podle ČSN 73 0540-2
- Příloha č.3 - Osvědčení o odborné způsobilosti
- Příloha č.4 – Fotodokumentace

Výchozí podklady:

- Původní projektová stavební dokumentace a dokumentace navrhovaného zateplení areálu z roku 2003
- Fakturace spotřeby zemního plynu, elektřiny a pitné vody v letech 2008 až 2010
- Revizní zprávy elektroinstalace z roku 2010 a revize plynových zařízení z roku 2011
- Fotografická dokumentace, osobní prohlídka objektu
- Údaje o režimu provozování objektu
- Zákony, normy, vyhlášky, předpisy, technická literatura

1 Identifikační údaje

1.1 Zadavatel energetického auditu

Název a adresa: Město Železný Brod
Náměstí 3. května
468 22 Železný Brod

Jméno odpovědného zástupce: André Jakubička – starosta města

Telefonní a faxové spojení: +420 483 333 977

IČO: 002 62 633

1.2 Zpracovatel energetického auditu

Název a adresa firmy: Energy Benefit Centre a.s.
Thákurova 531/4, 160 00 Praha 6

Telefonní a faxové spojení: 270 003 300

IČO: 290 29 210

Zpracovatel energetického auditu: Ing. Jana Bartovičová

Jméno energetického auditora: Ing. Jaromír Štancl

Oprávnění č.: 765

1.3 Předmět energetického auditu

Předmět: Základní škola Pelechovská

Místo stavby, adresa: Pelechovská 800, 468 22 Železný Brod

Katastrální území: Železný Brod (796221)

Vlastník: Město Železný Brod
Náměstí 3. května
468 22 Železný Brod

Provozovatel: Základní škola Železný Brod
Pelechovská 800, 468 22 Železný Brod
IČO: 70 694 982

Jméno odpovědného zástupce: Mgr. Milan Hlubuček – ředitel

1.4 Zadání energetického auditu

Zadání energetického auditu vychází z následujících podkladů:

- z požadavků zadavatele
- energetický audit budovy je zpracovaný podle vyhlášky č.213/2001Sb. a ve znění vyhlášky č.425/2004Sb. Budova je hodnocena dle ČSN 730540-2.2007.

1.5 Účel energetického auditu

Energetický audit je zpracován za účelem posouzení možností snížení energetických spotřeb budovy, posouzení vytápěcího systému a spotřeby elektrické energie. Cílem navrhovaného řešení bude nalézt a doporučit takové řešení, které z hlediska provozovatele bude nejefektivnější a nejekonomičtější ve vztahu k dlouhodobým spotřebám energií v areálu Domova pro seniory v Heřmanově Městci v souladu se stávajícími, případně připravovanými zákony a závaznými předpisy v oblasti energetiky a životního prostředí.

Samotné zpracování energetického auditu, jeho výstupy a závěrečné doporučení proto budou předpokladem pro rozhodování zadavatele energetického auditu o případných investicích do energeticky úsporných opatření.

2 Popis výchozího stavu

2.1 Základní údaje o předmětu energetického auditu

2.1.1 Název předmětu energetického auditu

Předmětem energetického auditu je ZŠ Pelechovská, Pelechovská 800, 468 22 Železný Brod stojící na parcele č. st. 1515/1 v katastrálním území Železný Brod (796221). Situace objektu je znázorněna na obrázku č. 1.

2.1.2 Základní popis předmětu EA

Základní škola Pelechovská v Železném Brodě byla postavena podle projektu z roku 1978, do provozu byla škola uvedena v roce 1982. Objekt sestává ze čtyř propojených pavilonů, které jsou uspořádány v linii ve směru východ – západ. Hlavní vstup je do čtyřpodlažního pavilonu U12, ve kterém se nachází většina učeben, družina a kabinety. Na východě k němu přiléhá třípodlažní hospodářský pavilon S2, ve kterém je kuchyň s jídelnou ve 3.NP a zázemím kuchyně se sklady ve 2.NP a kotelna s bývalou uhelnou v přízemí. Směrem na západ pokračuje dvoupodlažním pavilonem MVD2, ve kterém jsou převážně odborné učebny a dílny, bývala zde družina. Areál je zakončen tělocvičnou a víceúčelovým sportovním areálem.

Konstrukční systém pavilonů tvoří ŽB skelet MS 71 opláštěný keramickými panely tl. 300mm. Fasády jsou členěny horizontálně okenními pásy. Původní dvojitá dřevěná okna i meziokenní vložky jsou již za hranicí životnosti.

Střechy jsou ploché dvouplášťové s asfaltovou krytinou. Svrchní plášť tvoří keramické stropní panely uložené na spádových klínech, pod nimi je odvětraná vzduchová mezera. Spodní plášť je izolován shora tepelnou izolací z minerálních vláken tloušťky 80 mm položenými na stropním panelu. Podlahy na zemině jsou zatepleny 30mm Hobrexu.

Hlavní pavilon U12 byl v roce 2004 byl rekonstruován za účelem snížení jeho energetické náročnosti. Byla vybourána stará okna a meziokenní vložky, v místě nosných ŽB sloupů byly provedeny dozdivky z plynosilikátových tvárníc Ytong tl. 300mm. V poli mezi sloupy byly osazeny rámy z ocelových profilů, které tvoří nosnou konstrukci meziokenních výplní. Nové meziokenní výplně jsou tvořeny sendvičovými panely Kingspan tl. 80mm s provětrávaným opláštěním z cementovláknitých desek. Okna byla osazena nová plastová REHAU S 730 s izolačním zasklením $U_g=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$. Prosklená schodišťová stěna byla nahrazena výplněmi s plastovými rámy. Fasáda byla zateplena deskami z pěnového polystyrenu tl. 100mm. Konstrukce střechy byla shora doplněna vrstvou polystyrenu tl. 80-120mm EPS a byla provedena nová foliová hydroizolace.

Střecha spojovacího krčku k tělocvičně je plochá tvořená betonovou deskou na trapézovém plechu zateplenou 150mm EPS. Objekt tělocvičny T1 byl v roce 2004 rekonstruován. Byla osazena nová plastová okna z profilů REHAU S 730. Budova byla opláštěna stěnovými panely KINGSPAN KS 1000 TF-M tl. 70mm. Střecha je

jednoplášťová, nezateplená, skládající-se ze střešních panelů, škvárobetonu ve spádu a hydroizolace z asfaltových pásů. Podlaha tělocvičny je dvojitá sportovní podlaha s krytinou z dřevěných vlýsů bez tepelné izolace.

Vytápění základní školy Pelechovská je zajištěno z centrální kotelny umístěné v přízemí pavilonu S2. Původním zdrojem tepla byly kotle na koks, který byl skladován v sousední uhelně. Od roku 1996, kdy byla kotelná plynofikována, slouží pro vytápění a přípravu teplé vody tři stacionární plynové kotle s výkonem á 330 kW. Teplá voda pro pavilon S2 (kuchyň a jídelnu) je připravována centrálně v nepřímotopném zásobníkovém ohřivači o objemu 263 litrů topnou vodou z plynových kotlů. Teplá voda pro hygienická zázemí a úklid školy je připravována lokálně v elektrických bojlerch umístěných v každém podlaží. V kancelářích jsou dále 2 elektrické průtokové ohřivače. Celkový instalovaný příkon elektrických ohřivačů TV je 17,4 kW.

Pro nucené větrání v kuchyni je instalována vzduchotechnická jednotka s teplovodním přehřevem přívodního vzduchu topnou vodou z kotlů. Osvětlení v budovách v areálu je převážně zářivkami, v podružných prostorech jsou žárovky. Instalovaný příkon osvětlovací soustavy je 53 kW.

Stávající stav:

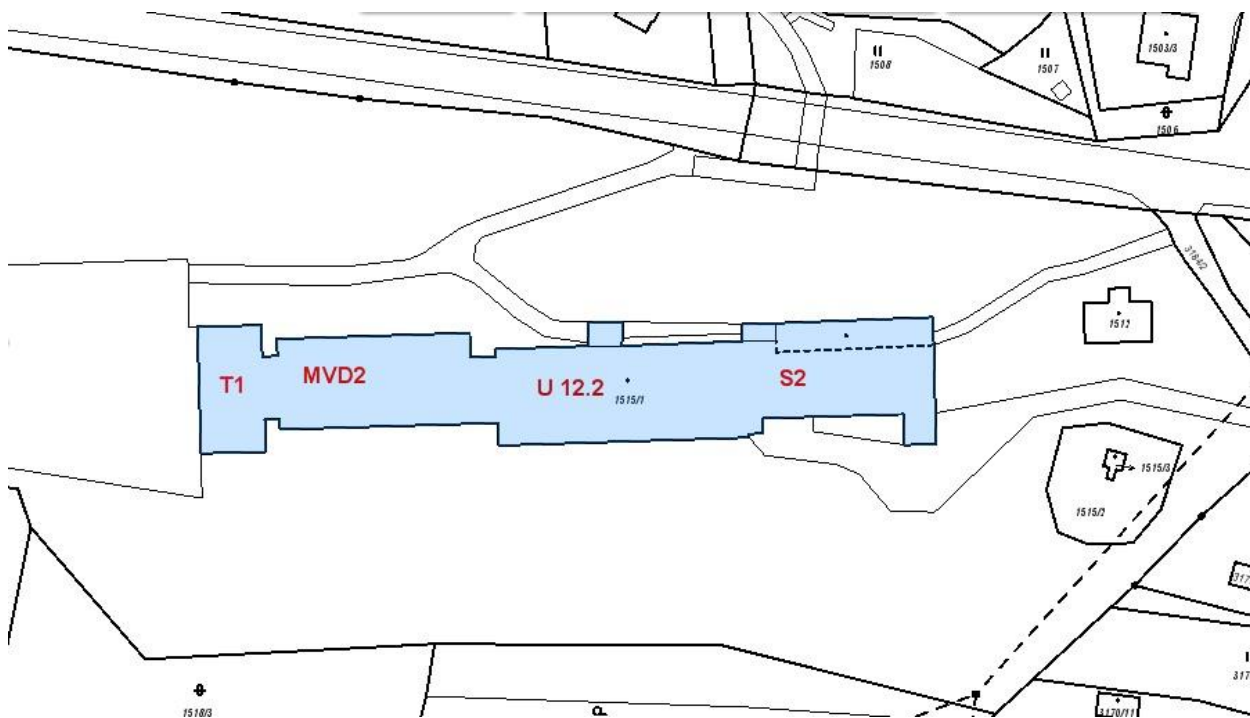
Celkový vytápěný objem objektu (vnější objem budovy): 26 364 m³

Celková vytápěná plocha objektu (z celkových vnitřních rozměrů): 9 217,9 m²

2.1.3 Charakteristika hlavních činností v předmětu EA

Základní škola slouží k výuce dětí prvního a druhého stupně. V současné době má škola 9 tříd od prvního do devátého ročníku a navštěvuje ji 175 žáků. Výuku a výchovu zajišťuje 18 pedagogických pracovníků. O provoz školy se stará 8 správních zaměstnanců a 3 kuchařky. V pavilonu S2 je vlastní kuchyně s jídelnou, kde je denně připravováno přibližně 170 obědů. Tělocvična slouží k tělesné výchově dětí, ve večerních hodinách a o víkendech je pronajímána a slouží ke sportovním aktivitám obyvatel města. V roce 2001 byl u tělocvičny vybudován víceúčelový sportovní areál.

2.1.4 Situační plán



Obr. 1 Situace areálu ZŠ Pelechovská Železný Brod (katastrální mapa)



Obr. 2 Letecký pohled na areál ZŠ Pelechovská Železný Brod

2.1.5 Seznam budov v předmětu energetického auditu a jejich účel

Předmětem EA je budova Základní školy Pelechovská v Železném Brodě čp. 800.

2.1.6 Výrobní technologie, energeticky významné technologie v předmětu EA

Nejedná se o výrobní objekt.

2.2 Další zdroje údajů pro zpracování energetického auditu

Dostupná projektová dokumentace

Původní stavební projektová dokumentace, dokumentace rekonstrukce obvodového pláště z roku 2003 a doměření projektantem na místě.

Fakturační měření:

- fakturace dodávek zemního plynu pro vytápění o přípravu TV v letech 2008, 2009 a 2010 a fakturace dodávek elektrické energie a její spotřeby v období 03/2007 až 02/2010

Provozní režim (směnnost, počet pracovních dnů v týdnu)

Objekt je v provozu ve školním roce 5 dní v týdnu od 6:30 do 16h. V současné době má škola 9 tříd od prvního do devátého ročníku a navštěvuje ji 175 žáků. Výuku a výchovu zajišťuje 18 pedagogických pracovníků. O provoz školy se stará 8 správních zaměstnanců a 3 kuchařky.

Smluvní závazky mající vztah k energetickému hospodářství

Provozovatel objektu uzavřel smlouvu o dodávce zemního plynu pro vytápění a přípravu TV, elektrické energie pro ostatní spotřebu s dodavateli:

RWE Energie, a.s.
Klíšská 940
401 17 Ústí nad Labem
IČ: 499 03 209

ČEZ Prodej, s.r.o.
Duhová 425/1
140 53 Praha 4
IČ: 272 32 433

2.3 Údaje o energetických vstupech a výstupech

Vstupní energie, které jsou fakturačně sledovány:

- Zemní plyn
- Elektrická energie



Obr. 3 Informativní tok uvažovaných energií v budově

2.3.1 Parametry primárních energetických vstupů

Zemní plyn

Objekt Základní škola Pelechovská je napojena na STL plynovod. Regulátory tlaku s plynoměrem jsou umístěny ve zděném pilířku pod podloubím pavilonu S2. Odtud vede NN plynovod DN 100 k plynové kotelně II. kategorie umístěné v přízemí pavilonu S2. V kotelně se plynovod rozšiřuje do akumulárního potrubí DN 250, odkud vedou 3 odbočky DN 40 k hořákům kotlů. V kotelně jsou tři stacionární plynové kotle s celkovým výkonem 990 kW. Kotle slouží pro vytápění pavilonů ZŠ a pro centrální přípravu TV pro pavilon kuchyně.

Zemní plyn je odebírán od RWE Energie, a.s. Výhřevnost zemního plynu je uvažována 34,05 GJ/tis. m³.

Elektrická energie

Základní škola Pelechovská je napojena na distribuční síť dodavatele ČEZ Prodej, a.s. V objektu jsou dvě odběrná místa. Odběrné místo s hlavním proudovým jističem 3 x 200 A slouží pro měření hlavní spotřeby školy (provoz kuchyně, osvětlení a ostatní spotřeba). Odběrné místo s proudovým jističem 3 x 60 A.

Objekt využívá produkt Akumulace 8 s distribuční sazbou C25d. Spotřeba v nízkém tarifu slouží pro přípravu TV v zásobníkových ohřivačích. Vysoký tarif slouží pro spotřebu kuchyňských spotřebičů, osvětlení a ostatní spotřebu.

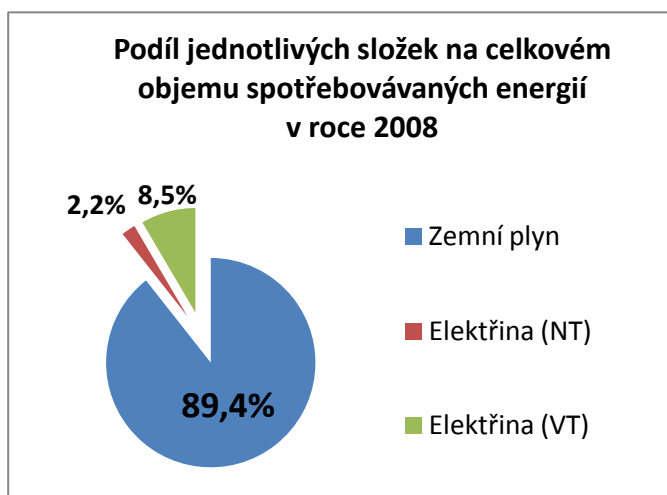
2.3.2 Soupis základních údajů o energetických vstupech a výstupech

V následujících tabulkách je přehled energetických vstupů ve formě nakupovaných a dodávaných energií. Hodnoty jsou použity z fakturačních dokladů zemního plynu v letech 2008 až 2010 a elektrické energie v období 03/2007 až 02/2010. Tabulky obsahují údaje v technických jednotkách a ročních peněžních nákladech.

Tabulka č. 1 - Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA za rok 2008

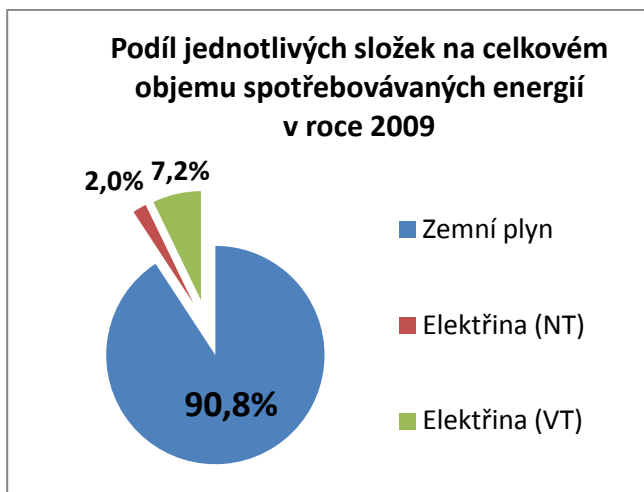
Pro rok: 2008					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v Kč
Nákup tepla	GJ	-	-	-	-
Nákup elektrické energie NT	MWh	13,87	3,60	49,9	29 886
Nákup elektrické energie VT	MWh	54,13	3,60	194,9	251 406
Zemní plyn	tis. m3	60,49	34,05	2059,8	766 356
Jiná paliva	tuny	-	-	-	-
Celkem vstupy paliv a energie				2 304,6	1 047 648
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				2 304,6	1 047 648

Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.


Tabulka č. 2 - Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA za rok 2009

Pro rok: 2009					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v Kč
Nákup tepla	GJ	-	-	-	-
Nákup elektrické energie NT	MWh	14,77	3,60	53,2	33 974
Nákup elektrické energie VT	MWh	51,75	3,60	186,3	259 772
Zemní plyn	tis. m3	69,16	34,05	2354,8	906 853
Jiná paliva	tuny	-	-	-	-
Celkem vstupy paliv a energie				2 594,3	1 200 599
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					
Celkem spotřeba paliv a energie				2 594,3	1 200 599

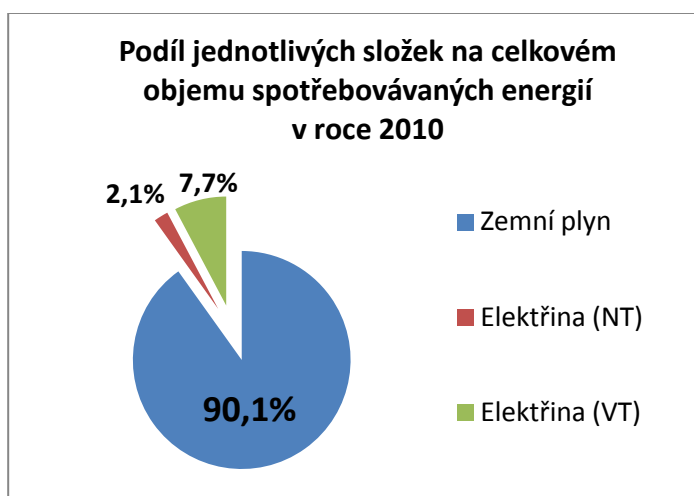
Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.



Tabulka č. 3 - Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA za rok 2010

Pro rok: 2010					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepoččet na GJ	Roční náklady v Kč
Nákup tepla	GJ	-	-	-	-
Nákup elektrické energie NT	MWh	15,51	3,60	55,8	37 240
Nákup elektrické energie VT	MWh	56,28	3,60	202,6	298 092
Zemní plyn	tis. m ³	69,21	34,05	2356,5	883 361
Jiná paliva	tuny	-	-	-	-
Celkem vstupy paliv a energie				2 615,0	1 218 693
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				-	-
Celkem spotřeba paliv a energie				2 615,0	1 218 693

Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.



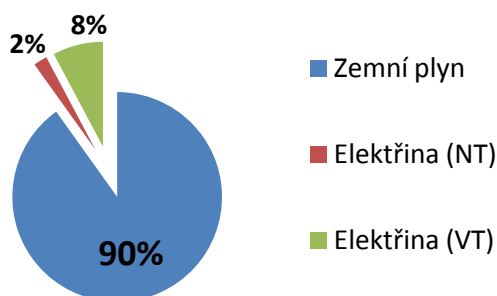
Tabulka č. 4 - Energetické vstupy a výstupy do předmětu EA za průměrné období 2008-2010

Průměr 2008- 2010					
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Roční náklady v Kč
Nákup tepla	GJ	-	-	-	-
Nákup elektrické energie NT	MWh	14,7	3,60	53,0	35 326
Nákup elektrické energie VT	MWh	54,1	3,60	194,6	286 296
Zemní plyn	tis. m ³	66,3	34,05	2257,1	846 399
Jiná paliva	tuny	-	-	-	-
Celkem vstupy paliv a energie				2 504,6	1 168 021
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)				-	-
Celkem spotřeba paliv a energie				2 504,6	1 168 021

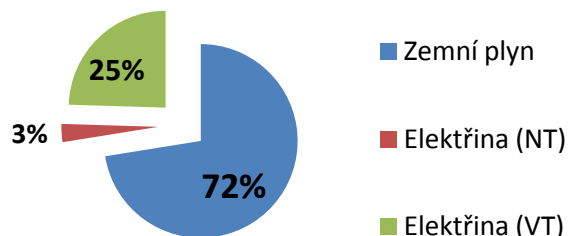
Pozn.: Ceny jsou uvedeny včetně DPH.

Spotřeby zemního plynu jsou brány průměrem za kalendářní roky 2008 až 2010, spotřeby elektrické energie průměrem za období 2007/08 až 2009/10. Ceny energií jsou uvažovány za poslední fakturační období tj. rok 2010.

Průměrná spotřeba energie v GJ/rok



Průměrné platby za energii v tis. Kč/rok



2.4 Vlastní energetické zdroje

2.4.1 Základní údaje o vlastních energetických zdrojích

Vytápění základní školy Pelechovská je zajištěno z centrální kotelny umístěné v přízemí pavilonu S2. Původním zdrojem tepla byly kotle na koks, který byl skladován v sousední uhelně. Od roku 1996, kdy byla kotelna plynofikována, slouží pro vytápění a přípravu teplé vody tři stacionární plynové kotle Hydrotherm s výkonem á 330 kW. Účinnost plynových kotlů byla odhadnuta na 86 %.

Teplá voda pro pavilon S2 (kuchyň a jídelnu) je připravována centrálně v nepřímotopném zásobníkovém ohříváči o objemu 263 litrů topnou vodou z plynových kotlů. Teplá voda pro hygienická zázemí a úklid školy je připravována lokálně v elektrických bojlerech umístěných v každém podlaží. V kancelářích jsou dále

2 elektrické průtokové ohřivače. Celkový instalovaný příkon elektrických ohřivačů TV je 17,4 kW. Účinnost výroby teplé vody v elektrických ohřivačích je uvažována 98 %.

Spotřeba energie na přípravu TV není samostatně měřena. Proto byla stanovena odborným odhadem podle informací o provozu objektu a je uvedena v následujících tabulkách.

Z letní spotřeby zemního plynu je odhadováno, že je během letních prázdnin v provozu cirkulace TV v pavilonu S2. Průměrná spotřeba plynu v tomto období je 8,4 GJ. Tato spotřeba je ve stávajících bilančních tabulkách přičtena ke ztrátě v rozvodech.

Tabulka č. 5: Stanovení spotřeby energie na centrální přípravu TV pro pavilon S2

MYTÍ OSOB		KUCHYŇ - MYTÍ NÁDOBÍ		ÚKLID	
170	osob	170	jídel denně	846	m2
0	litrů/os.den	2	litrů/jídlo	20	litrů/100m2.den
220	dnů	220	dnů	230	dnů
0,0	m3/rok	74,8	m3/rok	38,9	m3/rok
0,0	GJ/rok	15,7	GJ/rok	8,2	GJ/rok
Předpokládaná spotřeba TV				113,7	m3/rok
Měrná potřeba tepla pro ohřev vody z 10°C na 60°C				210,0	MJ/m3
Předpokládaná potřeba tepla pro přípravu TV				23,9	GJ/rok
Ztráty v rozvodech TV (teplovod a cirkulace)				50%	
Předpokládaná potřeba tepla pro přípravu TV				35,8	GJ/rok
Účinnost zdroje výroby tepla (kotle a deskový výměník)				86%	
Předpokládaná spotřeba tepla pro přípravu TV				41,7	GJ/rok

Tabulka č. 6: Stanovení spotřeby energie na přípravu TV v elektrických ohřivačích

MYTÍ OSOB		ÚKLID	
170	osob	3724	m2
2	litrů/os.den	20	litrů/100m2.den
220	dnů	220	dnů
74,8	m3/rok	163,9	m3/rok
15,7	GJ/rok	34,4	GJ/rok
Předpokládaná spotřeba TV		238,7	m3/rok
Měrná potřeba tepla pro ohřev vody z 10°C na 55°C		189,0	MJ/m3
Předpokládaná potřeba tepla pro přípravu TV		50,1	GJ/rok
Ztráty v rozvodech TV (lokální příprava bez cirkulace)		4%	
Předpokládaná potřeba tepla pro přípravu TV		51,9	GJ/rok
Účinnost zdroje výroby tepla (el. bojler)		98%	
Předpokládaná spotřeba tepla pro přípravu TV		53,0	GJ/rok

Spotřeba elektřiny na lokální přípravu TV odpovídá průměrné roční spotřebě elektřiny v nízkém tarifu.

2.4.2 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

Tabulka č. 7 - Bilance výroby energie z vlastních zdrojů – stávající stav

ř.	Ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	1,007
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh	-
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	-
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	-
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	1 970,4
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ	2 310,0
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (z ř.8 + ř.11)	GJ	2310,0

Tabulka č. 8: Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje – stávající stav

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje		
Roční energetická účinnost zdroje	85,3	%
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	-	%
Roční energetická účinnost výroby tepla	85,3	%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	-	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,17	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	543,3	hod/rok

2.4.3 Stávající obnovitelné zdroje energie

V předmětu EA nejsou instalovány obnovitelné zdroje energie.

2.5 Rozvody energií v předmětu EA

2.5.1 Vnitřní rozvody tepla

Z hlavního rozdělovače v kotelně vedou 3 topné větve. Jedna topná větev zajišťuje centrální přípravu TV pro pavilon S2 s kuchyní. Jižní větev je vedena z kotelny po jižní straně pavilonů a slouží pro vytápění jižních učeben. Severní větev zajišťuje vytápění prostorů na severní fasádě a vede až do tělocvičny. Z této větve je rovněž vytápěn pavilon S2, do kterého je topná voda rozvedena 3 větvemi od podružného rozdělovače umístěného ve 2.NP v místnosti školníka. Z tohoto rozdělovače vede čtvrtá topná větev do teplovodního ohřivače vzduchotechnické jednotky sloužící pro nucené větrání v kuchyni. Rozvody tepla uvnitř jednotlivých objektů jsou provedeny z ocelových trub bezešvých, neizolovaných.

Rozvod teplé vody pro kuchyň je opatřen cirkulací s oběhovým čerpadlem. Ztráty v cirkulaci TV 50% byly stanoveny odborným odhadem. Rozvody lokální přípravy TV vedoucí od elektrických bojlerů k místům spotřeby je krátký, je proveden v plastu a je neizolovaný. Rozvod není opatřen cirkulací. Ztráty v rozvodu 4% byly stanoveny podle teoretické potřeby TV a spotřeby elektřiny v NT, která slouží pro akumulaci ohřev vody v zásobnících.

2.5.2 Vnitřní rozvod el. energie

Elektroinstalace je provedena vodiči typu AYKY, v rekonstruovaných hygienických zázemích kabely CYKY vedenými skrytě pod omítkou. V objektu jsou dvě odběrná místa – první pro veškerou spotřebu školy, druhé pro osvětlení příjezdové komunikace pouličními lampami. Odběrné místo s proudovým jističem 3 x 60 A vykazuje zanedbatelnou roční spotřebu elektřiny, proto nebude v EA započítána.

Hlavní jistič před elektroměrem měřícím spotřebu elektřiny pro objekt školy má proudovou hodnotu 3 x 200 A. Měření odběru elektrické energie je přímé, použitý elektroměr je dvoutarifní. Objekt využívá produkt Akumulace 8 se zvýhodněnou distribuční sazbou C25d. Spotřeba v nízkém tarifu slouží pro přípravu TV v zásobníkových ohřivačích. Vysoký tarif slouží pro spotřebu kuchyňských spotřebičů, osvětlení a ostatní spotřebu.

2.6 Podstatné spotřebiče elektrické energie

Mezi nejvýznamnější elektrické spotřebiče v areálu patří kuchyňské spotřebiče a osvětlovací soustava.

2.6.1 Osvětlení

V objektu ZŠ jsou instalovány světelné zdroje o celkovém příkonu cca 53 kW. Osvětlovací soustava je tvořena převážně lineárními zářivkami 2 x 40 W, v podružných prostorech jsou žárovky. Veškeré ovládání osvětlovací soustavy je

prováděno manuálně. Svítidla jsou čištěna převážně z vnější strany, okenní plochy jsou čištěny pravidelně.

Z časových důvodů bylo provedeno pouze informativní měření osvětlenosti luxmetrem DT-8809A v učebně při zatažených žaluziích. Naměřená osvětlenost 350 lx až 480 lx splňuje požadavky ČSN EN 12464-1, která pro učebny požaduje 300 lx.

2.6.2 Tepelné spotřebiče

V následující tabulce jsou uvedeny instalované elektrické spotřebiče v kuchyni. Dále jsou v objektu instalovány osoušeče rukou na toaletách.

KUCHYNĚ	počet ks	příkon kW
Elektrický sporák Alba Hořovice	2	14
Varný kotel	3	24
Varný kotel	2	12
Smažicí pánev Lotus	1	8,7
Elektrická pec	1	9,4
Gril	2	3
Myčka nádobí	1	13,1
Mrazák Zanussi ZFC 410	3	0,1
Chladnička	2	0,1

2.6.3 Vzduchotechnika (větrání a klimatizace)

V objektu základní školy je převážně přirozené větrání. Na rekonstruovaných hygienických zázemích v každém patře hlavního pavilonu jsou instalovány odtahové ventilátory, které jsou v provozu nepřetržitě v době výuky.

V zázemí kuchyně ve 2. NP pavilonu S2 je instalována vzduchotechnická jednotka, která zajišťuje přívod čerstvého vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu z prostoru kuchyně. Přívodní vzduch je předehříván v teplovodním ohřívači topnou vodou z plynových kotlů. Vzduchotechnické potrubí je neizolované.

V prostorech zázemí kuchyně jsou také převážně nevyužívané chladicí boxy, které byly postupně nahrazeny skříňovými chladicími spotřebiči. Jako chladicí jednotky sloužily 4 kompresory s příkonem á 1,25 kW. V současné době se používá pouze jedna kompresorová jednotka a chladicí box sloužící pro skladování zeleniny. V místnosti s kompresory jsou ve fasádě umístěny axiální ventilátory.

2.6.4 Významné energetické výrobní technologie

Žádná významnější energeticky náročná výrobní technologie se v popisovaném objektu nenachází.

2.7 Dopady na životní prostředí

Zdrojem tepla pro vytápění a centrální přípravu TV pro kuchyň v základní škole Pelechovská je zemní plyn. Vytápění zajišťují tři plynové kotle se jmenovitým výkonem á 330 kW z roku 1996. Účinnost plynových kotlů je uvažována 86 %.

Lokální příprava teplé vody pro školu a úklid je realizována převážně v elektrických zásobníkových ohřivačích a průtokových ohřivačích. Účinnost výroby tepla elektrinou je uvažována 98%. Zdrojem energie pro provoz kuchyně, osvětlení a ostatní spotřebu je elektřina.

Využíváním těchto zdrojů energie vznikají emise, jejichž množství v tunách za rok je uvedeno v následující tabulce. Emise vzniklé při spotřebě elektrické energie jsou počítány z parametrů systémové hnědouhelné elektrárny.

Tabulka č. 9: Současný stav produkce emisí

Výpočet emisí	
Stávající stav (t/rok)	
Tuhé látky	0,007740
SO₂	0,121803
NO_x	0,230377
CxHy	0,011899
CO	0,030973
CO₂	205,856135
E_{ps}	0,276247

Z lokálního pohledu nemá Základní škola Pelechovská negativní vliv na životní prostředí. Z globálního pohledu je v ní však spalováno značné množství zemního plynu, který je neobnovitelným zdrojem energie.

2.8 Stavebně technické řešení předmětu EA

Základní škola Pelechovská v Železném Brodě sestává ze čtyř propojených objektů, které jsou uspořádány v linii ve směru východ – západ. Všechny budovy byly postaveny podle projektu z roku 1978, do provozu byla škola uvedena v roce 1982.

Pavilon školního stravování S2 je realizován jako ŽB skelet MS 71 opláštěný keramickými panely tl. 300mm. Štítová stěna pavilonu byla v 80. letech dodatečně zateplena 60mm minerální vaty a opláštěna hliníkovým pláštěm. Jedná se o třípodlažní budovu zastřešenou plochou dvouplášťovou střechou s odvětranou vzduchovou mezerou. Na stropní panel je položena minerální rohož 2x40mm, nad níž je vzduchová mezera min. 200mm. Střecha je zakryta keramickými stropními panely uloženými na spádových klínech a vyspárovanými k střešnímu žlabu, zakrytými hydroizolací. Fasáda je členěna horizontálně okenními pásy. Dvojitá dřevěná okna i meziokenní vložky jsou již za hranicí životnosti. Schodišťová stěna je zasklena dvojsklem do hliníkových rámu. Podlaha na zemině je tvořena podkladním betonem, hydroizolací a betonovou mazaninou.

Pavilon U12.2 je také vystavěna jako železobetonový skelet MS 71 ale jeho plášť byl již v roce 2004 byl rekonstruován za účelem snížení jeho energetické náročnosti. Byla vybourána stará okna a meziokenní vložky, v místě nosných ŽB sloupů byly provedeny dozdivky z plynosilikátových tvárníc Ytong tl. 300mm. V poli mezi sloupy byly osazeny rámy z ocelových profilů, které tvoří nosnou konstrukci meziokenních výplní. Nové meziokenní výplně jsou tvořeny sendvičovými panely Kingspan tl. 80mm s provětrávaným opláštěním z cementovláknitých desek. Okna byla osazena nová plastová REHAU S 730. Prosklená schodišťová stěna byla nahrazena výplněmi s plastovými rámy. Uvažovaný součinitel prostupu tepla plastových výplní je $U = 1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. Které byly osazeny do nově vyzděného zdiva z cihelných bloků Porotherm. Fasáda byla zateplena deskami z pěnového polystyrenu tl. 100mm. Konstrukce střechy byla z původní dvouplášťové skladby s větranou vzduchovou vrstvou přeměněna na dvouplášťovou plochou střechu s nevětranou vzduchovou mezerou. Na vrchní líc původní hydroizolace byla doplněna vrstva 80-120mm EPS a byla provedena nová foliová hydroizolace. Podlaha na zemině je zateplena 30mm Hobrexu.

Pavilon MVD je dvoupodlažní budova ze železobetonového skeletu MS 71 opláštěného keramickými panely. Konstrukce střechy i obvodového pláště jsou shodné s pavilonem S2. Podlaha na zemině je zateplena 30mm Hobrexu. Pavilon je propojen s tělocvičnou plně spojovacím krčkem, jehož obvodové zdivo je vyzděno z tvárníc Porotherm. Střecha krčku je plochá tvořená betonovou deskou na trapézovém plechu zateplenou 150mm EPS.

Objekt tělocvičny T1 byl v roce 2004 rekonstruován. Byla osazena nová plastová okna z profilů REHAU S 730. Budova byla opláštěna stěnovými panely KINGSPAN KS 1000 TF-M tl. 70mm. Střecha je jednoplášťová skládající-se ze střešních panelů, škvárobetonu ve spádu a hydroizolace z asfaltových pásů. Podlaha tělocvičny je dvojitá sportovní podlaha s krytinou z dřevěných vlýsů.

Následující tabulka specifikuje základní údaje a jednotlivé stavební konstrukce budovy ve výchozím stavu.

Tabulka č. 10 - Hodnoty pro stanovení objemového faktoru tvaru objektů

Geometrické parametry objektu		
Celková plocha ochlazovaných konstrukcí na hranici vytápěného prostoru	m ²	9 217,9
Objem vytápěné části budovy (vnější rozměry)	m ³	26 364,0
Faktor tvaru budovy A / V	m ² /m ³	0,35

Tabulka č. 11 - Základní údaje budovy, specifikace podstatných stavebních kcí budov v areálu

Technické parametry objektu		
Počet nadzemních podlaží	-	4
Počet podzemních podlaží	-	0
Vytápěný objem budovy (vnější rozměry)	m ³	26 364,0
Podlahová plocha vytápěných místností	m ²	6372,2
Průměrná světlá výška vytápěných místností	m	3,3
Konstrukce svislé neprůsvitné	m ²	2592,5
Výplně otvorů	m ²	1241
Podlahy nad exteriérem	m ²	202,6
Střechy šikmé a ploché	m ²	2613,5
Konstrukce přilehlé k zemině (podlahy)	m ²	2526,0
Konstrukce přilehlé k zemině (stěny)	m ²	118,6
Konstrukce do nevytápěných prostor (podlahy)	m ²	384,9
Konstrukce do nevytápěných prostor (stěny)	m ²	38,6

2.9 Popis míry zanedbané údržby

Dle vlastního průzkumu objektu lze konstatovat, že údržba vnitřního zařízení je prováděna pravidelně. Plynové kotle jsou staré 15 let, blíží se doba jejich životnosti.

V roce 2003 byla zpracována projektová dokumentace pro kompletní zateplení pavilonů, na základě které bylo v roce 2004 realizováno zateplení hlavní budovy U12 včetně střechy a výměny oken a tělocvična dostala nový zateplený obvodový plášť. Ostatní pavilony na rekonstrukci čekají. V pavilonu MVD2 dochází k silnému zatékání střechou. Proto musel být tento pavilon z hygienických důvodů v průběhu roku 2010 opuštěn, v zimním období je pouze temperován.

2.10 Zkušenosti získané od provozovatele objektu

Dle informací provozovatele objektu je objekt vytápěn rovnoměrně, bez problémů. Průměrná vnitřní výpočtová teplota v budovách areálu byla stanovena na 18°C. Po zateplení a výměně oken v hlavní budově stačí pro vytápění učeben jedno ze tří instalovaných otopných těles.

3 Zhodnocení výchozího stavu

V souladu se zadáním energetického auditu jsou za posuzovanou soustavu považovány:

1. jednotlivé stavební části budov
2. zdroje ÚT
3. zdroje TV, rozvody a spotřebiče TV
4. osvětlení budovy
5. spotřebiče el. energie v budově

Při posuzování energetických vstupů a výstupů s následným zhodnocením výchozího stavu formou energetických bilancí se vycházelo z následujícího stavu:

3.1.1 Pavilony ZŠ Pelechovská v Železném Brodě

1. stávající venkovní svislé stavební konstrukce budov (kromě zateplené školní budovy a tělocvičny) mají nevyhovující tepelně technické vlastnosti, konstrukce nesplňují podmínky ČSN pro požadované hodnoty součinitele prostupu tepla
2. stávající střešní a stropní konstrukce nesplňují požadavky ČSN na hodnoty součinitele prostupu tepla
3. stávající podlahové konstrukce na terénu nesplňují požadavky ČSN na hodnoty součinitele prostupu tepla
4. vyměněné výplně otvorů s izolačními dvojskly splňují požadavky ČSN na součinitele prostupu tepla, ostatní výplně nesplňují současné požadavky
5. průměrný součinitel prostupu tepla objektu je v kategorii **D – nevyhovující**

3.1.2 Vytápění

1. zdrojem tepla pro vytápění jsou tři stacionární plynové kotle s celkovým instalovaným výkonem 990 kW, jejich uvažovaná účinnosti je 85 %
2. otopná soustava je teplovodní s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 75/60°C převážně s litinovými článkovými tělesy umístěnými pod okny
3. teplota v jednotlivých místnostech je regulována pouze ručními uzavíracími kohouty, na mnoha tělesech kohouty chybějí
4. v rekonstruovaném zázemí jsou nová ocelová desková tělesa s termoregulačními ventily a termostatickými hlavicemi
5. rozvody tepla v kotelně jsou izolovány minerální vatou s hliníkovým povlakem, stav izolace odpovídá době realizace plynové kotelny r. 1996
6. vnitřní rozvody tepla jsou neizolované vedené přímo ve vytápěných místnostech

3.1.3 Příprava TV

1. příprava teplé vody pro kuchyň je realizována centrálně topnou vodou z plynových kotlů v nepřímotopném zásobníkovém ohříváči o objemu 263 litrů
2. ztráty v rozvodech cirkulace byly odhadnuty na 50 %

3. příprava teplé vody pro hygienická zázemí a úklid ve škole je realizována lokálně v elektrických zásobníkových ohřivačích a průtokových ohřivačích s celkovým příkonem 17,4 kW.
4. rozvody TV jsou krátké plastové neizolované, nejsou opatřeny cirkulací
5. ztráty v rozvodech tvoří 4%

3.1.4 Osvětlení

1. osvětlení objektu je realizováno převážně zářivkami 2 x 40 W, v podružných prostorech jsou ještě žárovky, osvětlovací soustava je v dobrém stavu
2. nejsou instalována pohybová čidla ani stmívače
3. osvětlenost učeben splňuje požadavky ČSN EN 12464-1
4. osvětlované prostory jsou čisté (zdi, podlahy, stropy), svítidla jsou z vnitřní strany čistá, okna jsou čistá

3.1.5 Ostatní el. spotřebiče a vzduchotechnika

1. v celém areálu je převážně přirozené větrání
2. na hygienických zázemích jsou instalovány odtahové ventilátory, které jsou v provozu nepřetržitě po dobu výuky
3. v zázemí kuchyně je instalována vzduchotechnická jednotka s teplovodním předehevem přívodního vzduchu topnou větví z kotlů sloužící pro nucené větrání v kuchyni
4. v zázemí jsou chladicí boxy pro skladování potravin s kompresorovými chladicími jednotkami, v současné době je v provozu pouze 1 místnost pro skladování zeleniny kompresor s příkonem 1,25 kW
5. nejvyšší odhadovaná spotřeba elektrické energie připadá na provoz kuchyně a umělé osvětlení

3.2 Energetická bilance předmětu EA

V následující tabulce je základní energetická bilance stávajícího objektu, která byla sestavena pro průměrné spotřeby energií v hodnoceném období let 2008 až 2010.

Tabulka č. 12 - Energetická bilance objektu za průměrné období 2008 až 2010

Ř.		GJ	náklady Kč	pozn.
1	vstupy paliv a energie	2504,6	1 168 021	Nákup ZP + elektřiny
2	změna zásob paliv	0	0	
3	spotřeba paliv a energie	2504,6	1 168 021	
4	prodej energie cizím	0	0	
5	z ř. 3 a 4 celková spotřeba paliv a energie v objektu	2504,6	1 168 021	Nákup ZP + elektřiny
6a	z ř. 5 spotřeba energie na vytápění	2206,6	827 461	Zemní plyn pro ÚT
7a	z ř. 6a z toho ztráty ve zdroji a rozvodech ÚT	331,0	124 119	
6b	z ř. 5 spotřeba energie na přípravu TV	103,5	54 264	Zemní plyn pro TV
7b	z ř. 6b z toho ztráty ve zdroji přípravy TV	7,4	3 077	
7c	z ř. 6b z toho ztráty v rozvodech TV (cirkulace)	22,1	8 812	
8	z ř. 5 spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	194,6	286 296	ZP + EE pro ostatní spotřebu

Pozn.: Cenová hladina roku 2010

3.3 Energetické hodnocení objektu

Tepelně-technické výpočty byly provedeny podle ČSN 73 0540 „Tepelná ochrana budov“. Energetické hodnocení objektu je zpracováno podle ČSN 73 0540, ČSN EN 12831 a ČSN EN ISO 13790.

3.3.1 Posouzení tepelně-technických vlastností konstrukcí budovy

Bylo provedeno porovnání součinitelů prostupu tepla konstrukcí na systémové hranici budovy s požadovanými hodnotami normou ČSN 73 0540-2:2007, které jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka č. 13 - Normové součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce dle ČSN

Druh konstrukce	ČSN 73 0540-2:2007	
	Požadovaná	Doporučená
Konstrukce svislé neprůsvitné (těžké)	0,38	0,25
Konstrukce svislé neprůsvitné (lehké)	0,30	0,20
Konstrukce výplňové a prosklené	1,70	1,20
Konstrukce střech šikmých a plochých a strop s podlahou nad venkovním prostředím	0,24	0,16
Konstrukce k nevytápěným prostorům	0,60	0,40
Konstrukce ve styku se zemí	0,45	0,30
Konstrukce svislé lehké prostorů s návrhovou teplotou 15°C	0,45	0,30

Tabulka č. 14 - Součinitele prostupu tepla stávajících konstrukcí v budově

ZŠ Pelechovská Železný Brod	Stav	Součinitel prostupu tepla	
		U [W/(m ² K)]	
Konstrukce svislé neprůsvitné těžké	Nevyhovuje	0,476	až 2,29
Konstrukce svislé neprůsvitné těžké zateplené v r. 2004	Vyhovuje	0,38	
Konstrukce výplňové a prosklené měněné v r. 2004	Vyhovuje	1,4	až 1,7
Konstrukce výplňové původní	Nevyhovuje	2,6	až 3,6
Konstrukce svislé lehké prostor s návrhovou teplotou 15°C	Vyhovuje	0,321	
Konstrukce svislé neprůsvitné lehké	Nevyhovuje	1,29	až 1,18
Konstrukce svislé neprůsvitné lehké zateplené v r. 2004	Vyhovuje	0,28	
Konstrukce střešní nezateplené	Nevyhovuje	2,65	až 0,673
Konstrukce střešní – zateplená	Nevyhovuje	0,282	až 0,294
Konstrukce podlah nad venkovním prostředím	Nevyhovuje	1,038	až 0,335
Konstrukce k nevytápěným prostorům	Nevyhovuje	2,55	až 1,65
Konstrukce na styku s terénem	Nevyhovuje	2,95	až 1,13

Stávající obalové konstrukce budovy kromě zateplených částí budov a vyměněných výplní otvorů s izolačními dvojskly nevyhovují současným požadavkům na jejich tepelně technické vlastnosti. Součinitele prostupu tepla těchto konstrukcí nesplňují požadavky normy ČSN 73 0540-2:2007.

3.3.2 Porovnání průměrného součinitele prostupu tepla budovy

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

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

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

U_{em} - vypočtený průměrný součinitel prostupu tepla budovy W/(m²K)

$U_{em,N,rq}$ – požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla W/(m²K)

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

Tabulka č. 15 - Průměrný součinitel prostupu tepla objektu

Průměrný součinitel prostupu tepla budov v areálu (ČSN 73 0540-2:2007) – STÁVAJÍCÍ STAV		
H_t - měrná ztráta prostupem	9060,7	W/K
U_{em} - průměrný součinitel prostupu tepla	0,98	W/(m²K)
$U_{em,N,rq}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)	0,73	W/(m ² K)
$U_{em,N,rc}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)	0,55	W/(m ² K)
$U_{em,s}$ - průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu	1,33	W/(m ² K)
Klasifikační ukazatel CI	1,42	Nevyhovující

Průměrný součinitel prostupu tepla budov v základní školy Pelechovská **nevyhovuje požadované hodnotě** normy ČSN 73 0540-2:2007, hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy spadá do kategorie **D – nevyhovující**. Z Energetického štítku obálky budov, který je součástí příloh, je zřejmé, které konstrukce se nejvíce podílejí na prostupu tepla a kde je možné hledat potenciál energetických úspor.

3.3.3 Tepelné ztráty budovy

Výpočet tepelné ztráty je proveden pro:

Lokalita	Jablonec nad Nisou
Nejnižší venkovní výpočtová teplota vzduchu	-18 °C
Střední teplota venkovního vzduchu v topném období t_{es}	3,8 °C
Počet dní v topném období	260
Normální krajinná oblast, méně chráněná budova, stojící v zástavbě.	

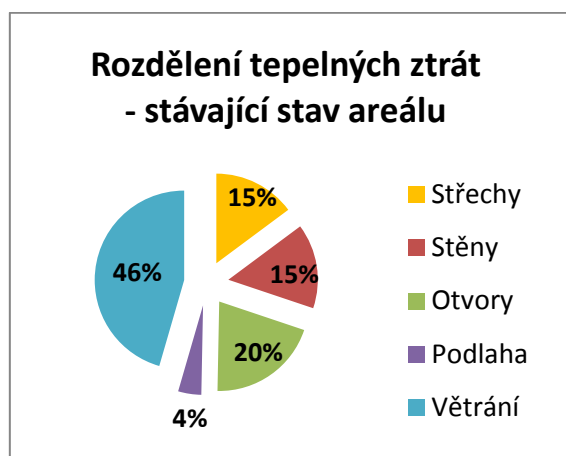
Měrná tepelná ztráta prostupem stávajícího stavu budovy ZŠ Pelechovská Železný Brod je podle teoretického výpočtu (podle ČSN 73 0540-4 v souladu s ČSN EN ISO 13789, ČSN EN ISO 13790, ČSN EN ISO 13370) **$H_T = 9\ 060,7\ W/K$** .

Celková stávající tepelná ztráta areálu 478,2 kW při návrhové venkovní teplotě a průměrné vnitřní teplotě 18°C byla vypočtena podle ČSN EN 12831 v programu společnosti Protech s.r.o. Nový Bor. Tato tepelná ztráta byla použita pro naladění modelu energetické potřeby budovy.

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

Tabulka č. 16 - Rozdělení tepelných ztrát budovy – stávající stav

Tepelné ztráty ZŠ Pelechovská - výchozí stav	H [W]	Procent. podíl
Střechy	70 910	14,8%
Stěny	73 284	15,3%
Otvory	96 392	20,2%
Podlaha	20 009	4,2%
Tepelná ztráta prostupem tepla obálkou budovy	260 595	54,5%
Tepelná ztráta větráním v budově	217 617	45,5%
Celková tepelná ztráta objektu	478 212	100,0%



Z rozdělení tepelných ztrát vyplývá, kde je možné hledat snížení potřeby tepla na vytápění objektu. Největší podíl na tepelných ztrátách stávajícího objektu má tepelná ztráta přirozeným větráním – přibližně 46 %. Největší tepelné ztráty prostupem připadají na výplně otvorů (20 %), obvodové stěny (15 %) a ploché střechy (15 %).

Vzhledem k plánovanému kompletnímu zateplení a následnému nahrazení stávajícího předdimenzovaného zdroje tepla tepelnými čerpadly vzduch/voda a k jejich umístění v nevytápěné bývalé uhelně v přízemí pavilonu S2, za které se tak stane venkovní prostředí, byla stanovena návrhová **výchozí tepelná ztráta objektu 456,3 kW**.

Tato ztráta bude sloužit jako výchozí k vyhodnocení přínosů navrhovaných opatření.

3.3.4 Model energetické potřeby budovy

Při výpočtu potřeby tepla na vytápění budovy se zpravidla zjišťuje roční potřeba energie v GJ za otopné období bilančním hodnocením na základě posouzení stavebních konstrukcí objektu. Metodika tohoto posouzení je dána vyhláškou 148/2007 Sb. a rovněž soustavou norem ČSN 060210, ČSN 730540, ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946, ČSN EN 832, ČSN EN ISO 12831, ČSN EN ISO 13370 a ČSN EN ISO 13789.

Stanovení roční potřeby tepla na vytápění budovy bylo provedeno denostupňovou metodou, která vychází z tepelných ztrát objektu (vypočtené v kapitole 3.3.3.), klimatických podmínek místa stavby a zohledňuje provozní režim vytápění v objektu.

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

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

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

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

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

Hodnoty těchto činitelů popisujících režim vytápění v hodnoceném objektu uvádí následující tabulka:

Tabulka č. 17 - Celkový opravný součinitel budovy

Celkový opravný součinitel	e	0,50
vliv nesoučasnosti ztráty prostupem a infiltrací (tepelná ztráta vypočtena s návrhovými výměnami vzduchu)	ε_i	0,70
vlivu režimu vytápění (útlumy v odpoledních hodinách a o víkendech)	ε_t	0,80
zkrácení doby vytápění (pětidenní provoz)	ε_d	0,80
účinnost rozvodu	η_o	0,95
možnost regulace systému vytápění	η_r	0,95

Klimatická data byla převzata z údajů nejbližší meteorologické stanice ČHMÚ **Jablonec nad Nisou (Liberec)**.

Tabulka č. 18 - Potřeba tepla objektu vypočtená z energetického modelu budovy

VÝPOČET POTŘEBY TEPLA NA VYTÁPĚNÍ BUDOVY - DDP		STÁVAJÍCÍ	VÝCHOZÍ
Celková ztráta objektu	kW	478,2	456,3
Výpočtová venkovní teplota	°C	-18	-18
Průměrná vnitřní teplota v objektu	°C	18,0	18,0
Průměrná venkovní teplota (t_{es})	°C	3,8	3,8
Počet topných dnů	dny	260	260
Počet denostupňů	K.dny	3692	3692
Celkový opravný součinitel	-	0,50	0,50
Potřeba tepla na vytápění budovy	GJ	2103,4	2007,0

Teoretická potřeba tepla na vytápění areálu ve stávajícím stavu po odečtení vnitřních zisků je **2 103,4 GJ/rok**.

3.3.5 Využití tepelných zisků

Vzhledem k přítomnosti termostatické regulace **nejsou** ve výpočtu **uvažovány tepelné zisky** v těchto dvou objektech. Tepelné zisky E_{VZ} a E_{VS} z vnitřních zdrojů tepla a ze slunečního záření za otopné období se stanovují pro občanské a obytné budovy za podmínky, že je instalována dynamická regulace otopného systému.

3.3.6 Výpočtová spotřeba tepla na vytápění objektu

Při uvažování účinnosti výroby tepla zdrojem (kotle na zemní plyn) 85 % je **teoretická spotřeba tepla na vytápění 2 474,5 GJ/rok**, což je 687,37 MWh/rok.

Pro verifikaci výpočtového modelu objektu byl proveden přepočtení skutečných spotřeb tepla (z faktur) za hodnocená období 2008 až 2010 na dlouhodobý průměr (DDP 30) pomocí denostupňové metody. Porovnání teoretické spotřeby tepla se skutečnou je provedeno v tabulce č. 21.

Tabulka č. 19: Skutečná spotřeba tepla objektu přepočtená na dlouhodobý průměr

Rok	2008	2009	2010	DDP
Roční spotřeba tepla v objektu [GJ/rok]	2004,4	2295,2	2295,0	2420,3
Počet denostupňů °D (20)	3 176	3 204	3 751	3692

Tabulka č. 20: Porovnání fakturované a modelové spotřeby tepla v objektu

Skutečná spotřeba tepla (ÚT) (z účetních dokladů, přepočtená na teplotně průměrný rok)	Vypočtená spotřeba tepla (z modelu energetické potřeby- obálkový výpočet) po odečtení tepelných zisků	Rozdíl (účetní doklady x model)
GJ/rok	GJ/rok	%
2420,3	2474,5	2,2%

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

Pro další výpočty a energetické bilance tedy může být použita teoretická spotřeba tepla na vytápění areálu ve výchozím stavu (bez uhelny) 2 361,2 GJ/rok, která odpovídá návrhové tepelné ztrátě 456,3 kW.

3.4 Energetická bilance předmětu EA

3.4.1 Upravená energetická bilance objektu

V následující tabulce je upravená energetická bilance sestavená z modelu energetické potřeby budovy. Cenová hladina roku 2010.

Tabulka č. 21 - Upravená energetická bilance posuzovaného objektu

Ř.		GJ	náklady Kč	pozn.
1	vstupy paliv a energie	2659,3	1 226 015	Nákup ZP + elektřiny
2	změna zásob paliv	0	0	
3	spotřeba paliv a energie	2659,3	1 226 015	
4	prodej energie cizím	0	0	
5	z ř. 3 a 4 celková spotřeba paliv a energie v objektu	2659,3	1 226 015	Nákup ZP + elektřiny
6a	z ř. 5 spotřeba energie na vytápění	2361,2	885 455	Zemní plyn pro ÚT
7a	z ř. 6a z toho ztráty ve zdroji a rozvodech ÚT	354,2	132 818	
6b	z ř. 5 spotřeba energie na přípravu TV	103,5	54 264	Zemní plyn pro TV
7b	z ř. 6b z toho ztráty ve zdroji přípravy TV	7,4	3 077	
7c	z ř. 6b z toho ztráty v rozvodech TV (cirkulace)	13,7	5 677	
8	z ř. 5 spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	194,6	286 296	ZP + EE pro ostatní spotřebu

Pozn.: ceny jsou uvedeny včetně DPH 20%

3.4.2 Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje

Tabulka č. 22 - Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	1,007
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh	-
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	-
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	-
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	2 101,9
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ	2 464,7
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (z ř.8 + ř.11)	GJ	2 464,7

Tabulka č. 23: Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje		
Roční energetická účinnost zdroje	85,3	%
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	-	%
Roční energetická účinnost výroby tepla	85,3	%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	-	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	1,17	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	579,6	hod/rok

3.5 Vyhodnocení hospodaření s energiemi

Rozborem lze tedy dojít k následujícím závěrům:

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nesplňuje požadavek normy ČSN 730540-2:2007. Budova byla vyhodnocena a zařazena do klasifikačního stupně **D – nevyhovující**.

Dále bylo zjištěno:

- Všechny konstrukce na systémové hranici (stěny, okna, dveře, podlahy, střechy) kromě vyměněných výplní otvorů a zateplených fasád nesplňují požadované součinitele prostupu tepla
- vytápění objektu je zajištěno z kotelny II. kategorie třemi stacionárními plynovými kotli s celkovým výkonem 990 kW z roku 1996
- otopná soustava je teplovodní s teplotním spádem 75/60°C a s nuceným oběhem topné vody, otopná tělesa jsou převážně litinová článková s ručními kohouty,
- na rekonstruovaných toaletách v hlavní budově jsou ocelová desková tělesa s termoregulačními ventily a hlavicemi
- příprava TV pro kuchyň je realizována centrálně v nepřímotopném zásobníku o objemu 263 litrů školou a úklid je lokální v elektrických zásobníkových ohřivačích
- osvětlení budov v areálu je převážně zářivkami 2x40 W, podružné prostory jsou osvětleny žárovkami, osvětlenost v objektu je vyhovující

3.6 Celkový potenciál energetických úspor

Potenciál úspor tepla je možné hledat ve snížení tepelných ztrát budov v areálu. Další úspory představuje instalace nového účinnějšího zdroje tepla pro vytápění - např. tepelného čerpadla a instalace termoregulačních ventilů s termostatickými hlavicemi na stávající otopná tělesa, což umožní využití tepelných zisků.

Tabulka 24 - potenciál energetických úspor pro jednotlivá opatření

Popis navrhovaných opatření	Potenciál energetických úspor (GJ/rok)
Výměna výplní otvorů	168,2
Zateplení střechy	252,0
Zateplení fasády	188,9
Zateplení stropu kotelny	30,0
Instalace TRV	271,3
Tepelné čerpadlo vzduch/voda	598,8
Celkový potenciál energetických úspor	1 509,2

4 Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

4.1 Návrh technického řešení

Energetický audit při návrhu technických řešení vychází ze stávajícího stavu technologií a budovy, způsobu vytápění a ze znalostí v oblasti stavebnictví, výroby a distribuce tepla a elektrické energie.

Faktory ovlivňující spotřebu tepelné energie:

- Zvolený systém zateplení a tloušťka použitého izolantu
- Prostup tepla otvorovými výplněmi - kvalita oken a ochlazovaných dveří
- Infiltrace spárami výplní - těsnění spár
- Poměr otvorových výplní a zdiva
- Způsob vytápění a ohřevu TV - volba zdroje tepla a topného média
- Regulace vytápění
- Existence zádveří
- Orientace otvorových výplní ke světovým stranám
- Využití vnitřních a vnějších zdrojů tepla – tepelné zisky
- Energetické chování uživatelů objektu

Výše uvedené faktory je vhodné posoudit v rámci "Energetického auditu". Energetický audit provádí návrh opatření, která přinesou co největší úspory při vynaložení co nejnižších investic.

4.1.1 Opatření č. 1

Název: Výměna výplní otvorů

Konstrukce – Stávající dřevěná zdvojená okna a prosklené stěny, původní dřevěné a kovové dveře

Popis:

Původní dřevěná zdvojená okna a prosklené dveře mají součinitel prostupu tepla $U=2,8 \text{ W/m}^2\text{K}$. Původní prosklená stěna do hliníkových rámců a původní kovové dveře mají uvažovaný součinitel prostupu tepla $U=3,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Uvažovaný součinitel prostupu tepla původních dřevěných dveří je $2,6 \text{ W/m}^2\text{K}$. Stávající výplně otvorů nesplňují současné tepelně technické požadavky dané normou ČSN 73 0540-2:2007.

Návrh opatření počítá s instalací nových oken s izolačním dvojsklem a celkovým součinitelem prostupu tepla oken vytápěných místností **$U_w=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Vyměněna budou i okna v nevytápěných prostorech, která se tak budou nepřímo podílet na úsporách energie. Zde jsou navržena plastová okna s izolačním dvojsklem s **$U_w=1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Všechna nová okna vytápěných prostor splní doporučený součinitel prostupu tepla normou ČSN 73 0540-2:2007.

Budou vyměněny rovněž vstupní vchodové dveře za nové plastové s izolačním dvojsklem se součinitelem prostupu tepla **$U_d=1,1 \text{ W/m}^2\text{K}$** nebo **$U_d=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$**

podle procenta prosklení. Vyměněny budou také dveře do nevytápěných prostor za nové plastové se součinitelem prostupu tepla **Ud=1,7 W/m²K**.

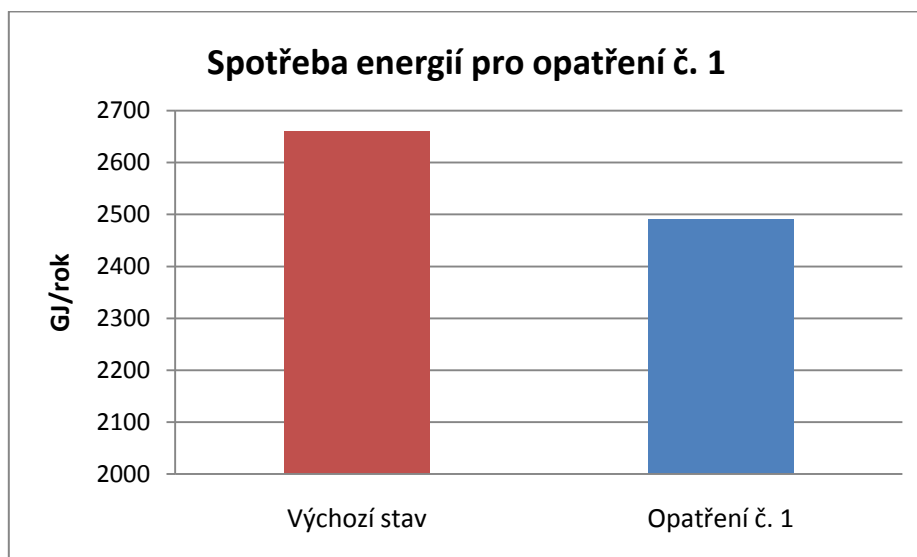
Celková plocha nových výplní otvorů vytápěných prostor je **455,1 m²**. Nad rámec této plochy bude vyměněno **11,0 m²** výplní otvorů v nevytápěných prostorech. Cena včetně instalace je přibližně **6 000 Kč/m²** včetně DPH (5 000 Kč/m² bez DPH).

Tabulka č. 25: Stanovení investičních nákladů na opatření č.1

Plocha výplňových konstrukcí	[m ²]	466,1
Měrná cena zatepované konstrukce vč. DPH	[Kč/m ²]	6 000
Investiční náklady na opatření vč. DPH	[Kč]	2 796 600

Tabulka č. 26: Energeticko - ekonomické přínosy opatření č.1

Opatření 1 - Výměna výplní otvorů	GJ/rok	Kč/rok
Investiční náklady	2 796 600	
Množství energie pro vytápění (ZP)	2 193,0	822 389
Množství energie pro přípravu TV (ZP)	50,5	18 938
Množství energie pro přípravu TV (EE)	53,0	35 326
Množství energie pro ostatní spotřebu (EE)	194,6	286 296
Množství energií celkem po realizaci	2491,1	1 162 948
Mzdy	-	-
Ztráty	-	-
Ostatní (údržba kotelny)	-	-
Celkové provozní náklady po realizaci opatření	2 491,1	1 162 948
Množství energie-prodej	0,0	0
Úspora tepelné energie	168,2	63 067
Množství energie a provozní náklady před realizací	2 659,3	1 226 015



Výměnou otvorových výplní ZŠ Pelechovská Železný Brod dojde ke snížení spotřeby energie na vytápění o **168,2 GJ/rok**. To představuje úsporu provozních nákladů **63,1 tis. Kč/rok** při stávající jednotkové ceně zemního plynu 375 Kč/GJ.

4.1.2 Opatření č. 2

Název: Zateplení střechy pavilonů S2, MVD2 a T2

Konstrukce – plochá dvouplášťová střecha pavilonů S2 a MVD2 a plochá jednoplášťová střecha tělocvičny

Popis:

Pavilony S2 a MVD2 jsou zastřešeny plochou dvouplášťovou střechou s odvětranou vzduchovou mezerou. Na stropní panel je položena minerální rohož 2x40mm, nad níž je vzduchová mezera min. 200mm. Střecha je zakryta keramickými stropními panely uloženými na spádových klínech a vyspárovanými k střešnímu žlabu, zakrytými hydroizolací. Součinitel prostupu tepla této skladby je $U = 0,673 \text{ W/m}^2\text{K}$. Střecha pavilonu T2 – tělocvičny je jednoplášťová skládající-se ze střešních panelů, škvárobetonu ve spádu a hydroizolace z asfaltových pásů. Její součinitel prostupu tepla je $U = 2,649 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Norma ČSN 73 0540-2:2007 požaduje pro ploché střechy součinitel prostupu tepla $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$. Střechy pavilonů S2, MVD2 ani T2 tento požadavek nespĺňují.

Ploché střechy pavilonů S2 a MVD2 je doporučeno zateplit shora tepelnou izolací se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$, např. **pěnovým polystyrenem tloušťky 220 mm**. Zároveň budou uzavřeny větrací otvory a z větrané skladby se tak stane skladba nevětraná. Střechu tělocvičny je doporučeno zateplit shora např. **pěnovým polystyrenem tloušťky 260 mm** se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,037 \text{ W/mK}$. Po provedení těchto opatření splní obě konstrukce doporučený součinitel prostupu tepla pro ploché střechy **$U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$** .

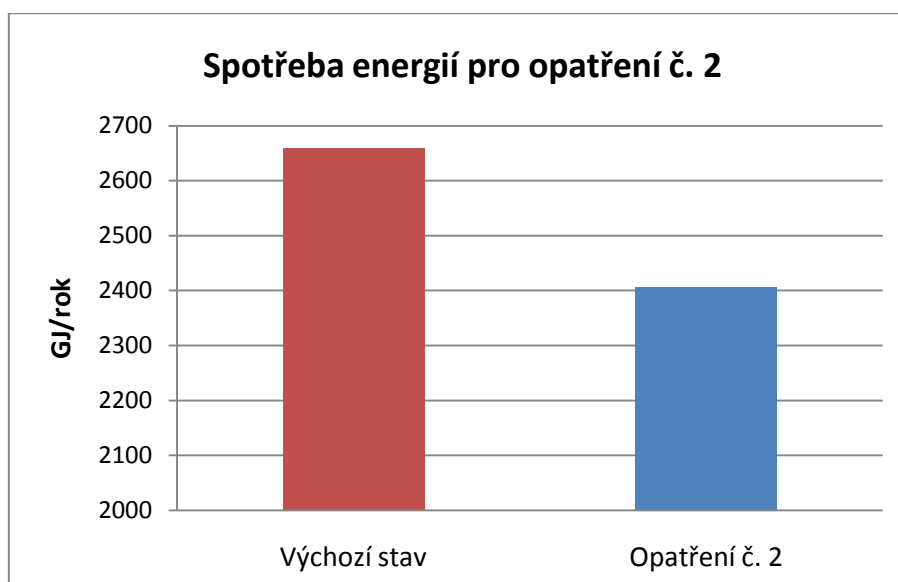
Celková zatepovaná plocha střech je **1672,9 m²**. Cena zateplení se pohybuje kolem **1 500 Kč/m²** včetně DPH (1 250 Kč/m² bez DPH).

Tabulka č. 27: Stanovení investičních nákladů na opatření č.2

Celková zatepovaná plocha fasády	[m ²]	1672,9
Měrná cena zatepované konstrukce vč. DPH	[Kč/m ²]	1 500
Investiční náklady na opatření vč. DPH	[Kč]	2 509 350

Tabulka č. 28: Energeticko - ekonomické přínosy opatření č.2

Opatření 2 - Zateplení střechy	GJ/rok	Kč/rok
Investiční náklady	2 509 350	
Množství energie pro vytápění (ZP)	2 109,2	790 952
Množství energie pro přípravu TV (ZP)	50,5	18 938
Množství energie pro přípravu TV (EE)	53,0	35 326
Množství energie pro ostatní spotřebu (EE)	194,6	286 296
Množství energií celkem po realizaci	2407,3	1 131 512
Mzdy	-	-
Ztráty	-	-
Ostatní (údržba kotelny)	-	-
Celkové provozní náklady po realizaci opatření	2 407,3	1 131 512
Množství energie-prodej	0	0
Úspora tepelné energie	252,0	94 503
Množství energie a provozní náklady před realizací	2659,3	1 226 015



Zateplením plochých střech dojde ke snížení spotřeby energie na vytápění o **252,0 GJ/rok**. To představuje úsporu provozních nákladů **94,5 tis. Kč/rok** při stávající ceně zemního plynu 375 Kč/GJ.

4.1.3 Opatření č. 3

Název: Zateplení fasády

Konstrukce – obvodové stěny pavilonů S2 a MVD2 a podlaha nad venkovním prostorem podloubí pavilonu S2

Popis:

Pavilony S2 a MVD2 jsou realizovány jako ŽB skelet MS 71 opláštěný keramickými panely tl. 300mm. Štítová stěna pavilonů byly v 80. letech dodatečně zatepleny 60mm minerální vaty a opláštěny hliníkovým pláštěm. Fasády jsou členěny pásovými okny s meziokenními vložkami. Do opatření je zahrnuta i stávající podlaha nad venkovním prostorem pavilonu S2 která je tvořena železobetonovým panelem a je tepelně izolována 2x vrstvou Hobrexu. Součinitele prostupu tepla stěn $U=2,29$ až $0,476 \text{ W/m}^2\text{K}$ nesplňují současné tepelně technické požadavky. Norma ČSN 73 0540-2:2007 předepisuje pro vnější těžkou stěnu součinitel prostupu tepla $U=0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ a pro lehkou konstrukci $U=0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Součinitel prostupu tepla stropu nad venkovním prostředím $U=1,038 \text{ W/m}^2\text{K}$ nesplňuje normový požadavek, který je pro konstrukci stropu nad venkovním prostorem $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Navrhované opatření představuje zateplení vnějšího obvodového pláště budovy. Zateplení těžkých stěn a podlahy nad venkovním prostorem je doporučeno realizovat certifikovaným kontaktním zateplovacím systémem se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda=0,039 \text{ W/mK}$, např. **pěnovým polystyrenem** v tloušťce **160 mm**. U štítových stěn je doporučena demontáž stávajícího hliníkového opláštění včetně tepelné izolace a provedení kontaktního zateplovacího systému. Zateplena bude i podlaha nad venkovním prostorem pavilonu S2. Po provedení tohoto opatření bude součinitel prostupu tepla stěn splňovat doporučenou hodnotu $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ podle ČSN 73 0540-2:2007. Podlaha nad venkovním prostorem ($191,2 \text{ m}^2$) bude po provedení opatření splňovat požadovaný součinitel tepla pro tuto konstrukci, který činí $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stávající konstrukce meziokenních vložek a lehkých stěn budou zčásti dozděny plynosilikátovými tvárniciemi a zatepleny kontaktním zateplovacím systémem. Mezi okny a v místě lehké stěny pavilonu S2 budou vložky nahrazeny lehkou konstrukcí s vloženou izolací z minerální vaty a opláštěnou kontaktním zateplovacím systémem tl. 160mm. Po provedení tohoto opatření bude součinitel prostupu tepla stěny splňovat doporučenou hodnotu $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ dle ČSN 73 0540-2:2007. Po provedení opatření bude součinitel prostupu tepla stěn splňovat doporučenou hodnotu $U=0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ pro dozděné části a $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ pro lehké konstrukce dle ČSN 73 0540-2:2007.

Celková plocha fasády určená k zateplení 160mm EPS je **902,0 m²**. Cena zateplení se pohybuje okolo **1 800 Kč/m²** včetně DPH (1 500 Kč/m² bez DPH).

Celková plocha dozdívaných a zateplovacích konstrukcí je rovna **173,6 m²**. Cena tohoto opatření se pohybuje okolo **2 100 Kč/m²** včetně DPH (1 750 Kč/m² bez DPH).

Celková plocha nových lehkých konstrukcí je **104,9 m²**. Cena opatření se pohybuje okolo **1 800 Kč/m²** včetně DPH (1 500 Kč/m² bez DPH).

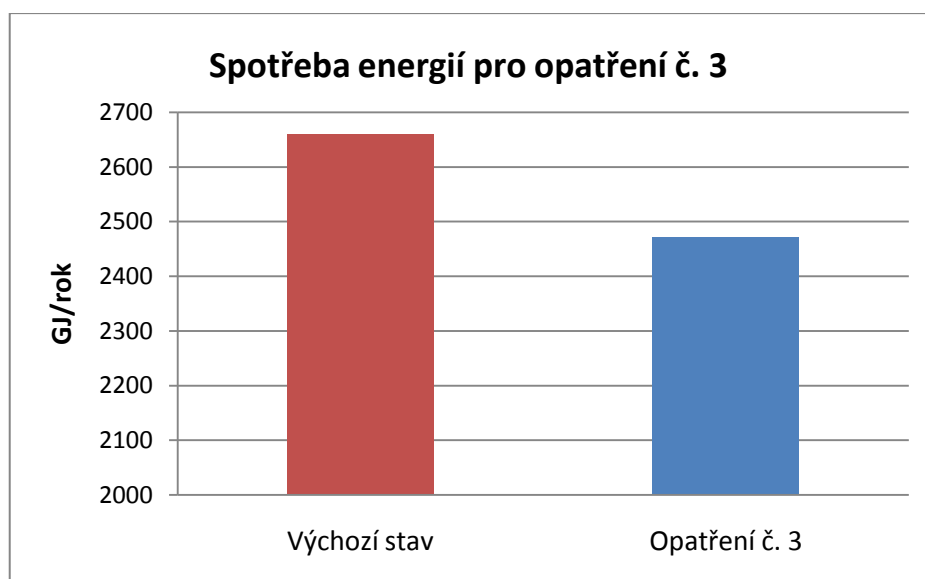
Tabulka č. 29: Stanovení investičních nákladů na opatření č. 3

Celková zateplovaná plocha fasády	[m ²]	1180,5
Investiční náklady na opatření vč. DPH	[Kč]	2 176 980

Tabulka č. 30: Energeticko - ekonomické přínosy opatření č. 3

Opatření 3 - Zateplení fasády	GJ/rok	Kč/rok
Investiční náklady	2 176 980	
Množství energie pro vytápění (ZP)	2 172,3	814 626
Množství energie pro přípravu TV (ZP)	50,5	18 938
Množství energie pro přípravu TV (EE)	53,0	35 326
Množství energie pro ostatní spotřebu (EE)	194,6	286 296
Množství energií celkem po realizaci	2470,4	1 155 186
Mzdy	-	-
Ztráty	-	-
Ostatní (údržba kotelny)	-	-
Celkové provozní náklady po realizaci opatření	2 470,4	1 155 186
Množství energie-prodej	0	0
Úspora tepelné energie	188,9	70 829
Množství energie a provozní náklady před realizací	2659,3	1 226 015

Zateplením fasády pavilonů S2 a MVD2 dojde ke snížení spotřeby tepla na vytápění o cca **188,9 GJ/rok**. To představuje úsporu provozních nákladů ve výši **70,8 tis. Kč/rok** při stávající ceně zemního plynu 375 Kč/GJ.



4.1.4 Opatření č. 4

Název: Zateplení stropu kotelny

Popis: Konstrukce – železobetonový strop

Strop nad kotelnou je tvořen železobetonovým panelem, podlaha je tvořena 30mm Hobrexu a 40mm betonové mazaniny. Součinitel prostupu tepla stropu nad kotelnou $U=1,01 \text{ W/m}^2\text{K}$ nespĺňuje současné tepelně technické požadavky. Norma ČSN 73 0540-2:2007 předepisuje pro strop nad venkovním prostorem součinitel prostupu tepla $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stávající strop nad kotelnou je doporučeno zespondu zateplit tepelnou izolací se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,039 \text{ W/mK}$, např. minerální vatou **tloušťky 160 mm**. Po provedení tohoto opatření strop nad kotelnou půdou splní požadovanou hodnotu pro konstrukci stropu nad venkovním prostorem $U=0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ výše uvedenou normou.

Celková plocha stropu nad kotelnou určená k zateplení je **217,2 m²**. Cena zateplení se pohybuje okolo **960 Kč/m²** včetně DPH (800 Kč/m² bez DPH).

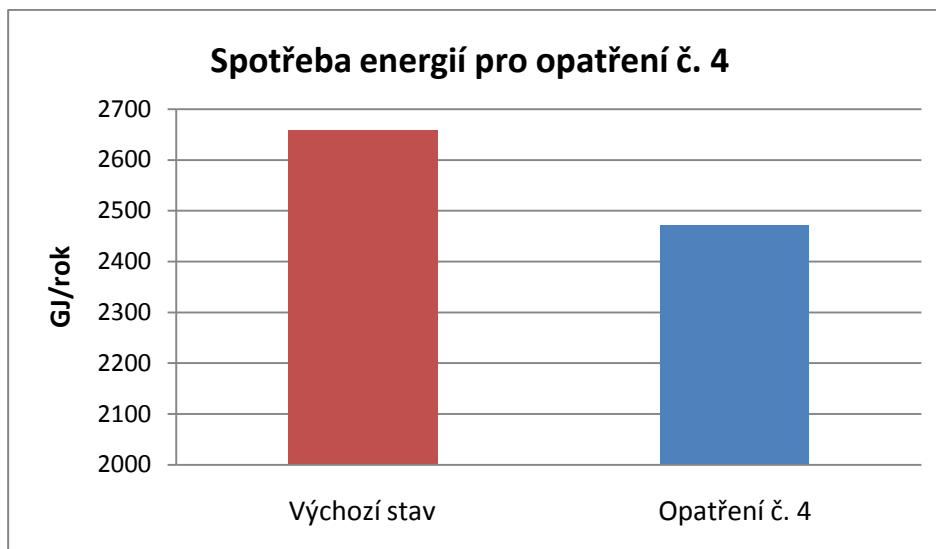
Tabulka č. 31: Stanovení investičních nákladů na opatření č. 4

Celková zateplovaná plocha stropu	[m ²]	217,2
Měrná cena zateplované konstrukce vč. DPH	[Kč/m ²]	960
Investiční náklady na opatření vč. DPH	[Kč]	208 512

Tabulka č. 32: Energeticko - ekonomické přínosy opatření č. 4

Opatření 4 - Zateplení stropu ke kotelně	GJ/rok	Kč/rok
Investiční náklady	208 512	
Množství energie pro vytápění (ZP)	2 331,2	874 200
Množství energie pro přípravu TV (ZP)	50,5	18 938
Množství energie pro přípravu TV (EE)	53,0	35 326
Množství energie pro ostatní spotřebu (EE)	194,6	286 296
Množství energií celkem po realizaci	2629,3	1 214 760
Mzdy	-	-
Ztráty	-	-
Ostatní (údržba kotelny)	-	-
Celkové provozní náklady po realizaci opatření	2 629,3	1 214 760
Množství energie-prodej	0	0
Úspora tepelné energie	30,0	11 255
Množství energie a provozní náklady před realizací	2659,3	1 226 015

Zateplením stropu nad kotelnou dojde ke snížení spotřeby energie na vytápění o **30,0 GJ/rok**. To představuje úsporu ročních provozních nákladů ve výši **11,3 tis. Kč** při stávající ceně zemního plynu 375 Kč/GJ.



4.1.5 Opatření č. 5

Název: Instalace TRV

Popis:

Na stávajících otopných tělesech jsou instalovány pouze ruční uzavíratelné kohouty, které na mnoha místech úplně chybí. V objektu tedy nejsou využívány solární a vnitřní tepelné zisky. Pouze na rekonstruovaných toaletách v hlavní budově jsou osazena nová desková otopná tělesa s termostatickými hlavicemi.

Navrhované opatření spočívá v instalaci termoregulačních ventilů na zbývajících otopná tělesa. Otopná tělesa budou osazena na přívodu termostatickými ventily, termostatickými hlavicemi a regulačními šroubeními na vratném potrubí.

Investiční náklady na instalaci TRV jsou přibližně 1,0 tis. Kč na otopné těleso. Při odhadovaném počtu těles 300 ks to je **300 tis. Kč včetně DPH**.

Výpočet tepelných zisků je v následující tabulce.

Tepelný zisk z vnitřních zdrojů	kWh	25 380
Tepelný zisk z vnitřních zdrojů	GJ	91
Tepelné zisky ze slunečního záření	kWh	72 579
Tepelné zisky ze slunečního záření	GJ	261
Celkové tepelné zisky	kWh	97 959
Celkové tepelné zisky	GJ	352,7

Možnost využití tepelných zisků představuje úsporu tepla potřebného na vytápění objektu ve výši 352,7 GJ. V závislosti na účinnosti zdroje tepla stávajícího nebo navrhovaného to představuje úsporu spotřebované energie (ZP) a úsporu provozních nákladů ve výši:

- **414,9 GJ/rok** pro stávající zdroj tepla s účinností 85 % a 155,6 tis. Kč/rok při stávající jednotkové ceně zemního plynu 375 Kč/GJ,
- **271,3 GJ** pro plynové absorpční čerpadlo vzduch/voda s účinností 130 % a 87,7 tis. Kč/rok při nové jednotkové ceně plynu 425 Kč/GJ.

Aby bylo možné vyčíslit přínos pouze tohoto opatření, je jako výchozí stav uveden stav po zateplení objektu, tzn. po realizaci všech navržených stavebních opatření č. 1 až č. 4. Tato opatření povedou ke snížení tepelné ztráty objektu na cca 330 kW.

Tabulka č. 33: Energeticko - ekonomické přínosy opatření č.5

Opatření 5 - Instalace TRV	GJ/rok	Kč/rok
Investiční náklady	300 000	
Množství energie pro vytápění (ZP)	1722,1	645 802
Množství energie pro přípravu TV (ZP)	50,5	18 938
Množství energie pro přípravu TV (EE)	53,0	35 326
Množství energie pro ostatní spotřebu (EE)	194,6	286 296
Množství energií celkem PO ZATEPLENÍ	2020,2	986 362
Mzdy	-	-
Ztráty	-	-
Ostatní (údržba kotelny)	-	-
Celkové provozní náklady PO ZATEPLENÍ	2 020,2	986 362
Množství energie-prodej	0	0
Úspora tepelné energie (pro stávající zdroj)	414,9	155 583
Úspora tepelné energie (pro TČ vzduch/voda)	271,3	87 658

4.1.6 Opatření č. 6

Název: Tepelné čerpadlo vzduch/voda

Popis:

Pro vytápění areálu byla navržena sestava 7 jednotek absorpčních plynových tepelných čerpadel typu vzduch/voda s celkovým jmenovitým výkonem 285,6 kW při parametrech A2/W35. Protože jednotky TČ jsou primárně určeny pro venkovní použití, je v případě vnitřní instalace potřeba zajistit dostatečné proudění venkovního vzduchu přes výparník (12 000 m³/h). Jednotky budou umístěny v bývalé uhelně, ve které bude při jejich provozu venkovní prostředí. Přívod i odvod vzduchu k tepelným čerpadlům bude z vnějšího prostředí stavebními otvory do podloubí, odtahy spalin budou svedeny do společného spalinovodu a vyvedeny nad střechu objektu.

Jako bivalentní zdroj tepla bude sloužit plynový kotel s max. výkonem 220 kW (průměrná roční účinnost je uvažována 90%). Bivalentní zdroj ročně vyrobí přibližně 56 GJ tepla.

V prostorech stávající kotelny bude instalována akumulční nádoba o objemu 2 000 litrů. Jedno tepelné čerpadlo bude rovněž připravovat teplou vodu pro potřeby pavilonu S2 (kuchyň) ve stávajícím zásobníkovém ohříváči o objemu 263 litrů.

Průměrná roční účinnost tepelného čerpadla 130 % byla stanovena přibližným výpočtem na základě požadované teploty výstupní vody, která je závislá na venkovní teplotě. Pro přípravu TV byla uvažována účinnost nižší 125% kvůli celoročně vysoké požadované výstupní teplotě.

Tabulka č. 34: Přibližné parametry instalovaného OZE

Tepelné čerpadlo vzduch/voda - 7 jednotek	ÚT	TV	CELKEM	
Jmenovitý výkon tepelného čerpadla	285,6			kW při A2/W35
Průměrný roční účinnost	130,0	125,0	129,8	%
Spotřeba tepla čerpadlem	811,7	28,7	840,3	GJ/rok
Množství dodaného tepla čerpadlem	1055,2	35,8	1091,0	GJ/rok
Doba využití jmenovitého výkonu OZE	1026,3	34,8	1061,1	hod/rok

Pozn: Výkon tepelného čerpadla se nenavrhuje na celou tepelnou ztrátu objektu, protože nejrychlejší návratnosti investice bude dosaženo, bude-li tepelné čerpadlo provozováno na svůj jmenovitý výkon po co nejdelší dobu.

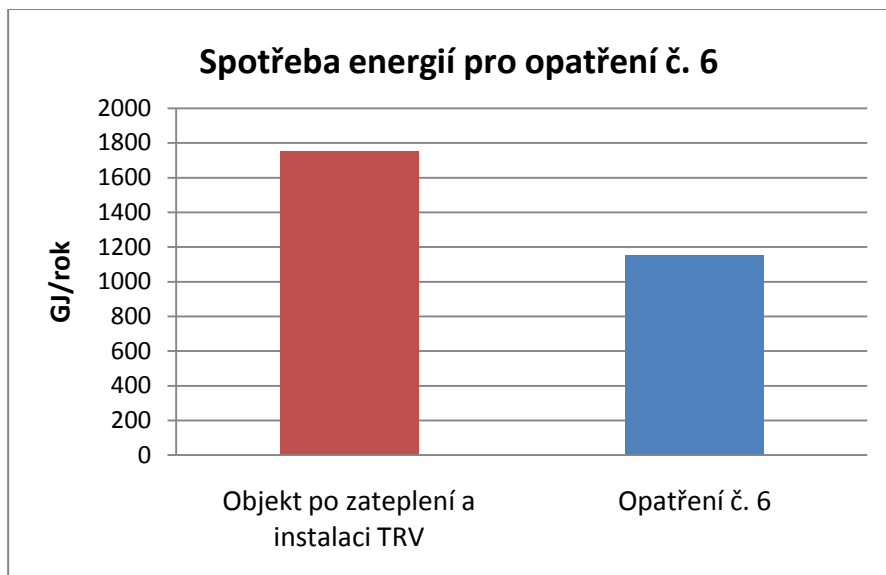
Celkové investiční náklady na realizaci opatření č. 6 byly odhadnuty na **4 200 tis. Kč včetně DPH** (3 500 tis. Kč bez DPH).

Předpokladem pro instalaci tepelného čerpadla je dosažení nízkoteplotních parametrů otopné soustavy po provedení kompletního zateplení objektu a snížení jeho **tepelné ztráty na cca 330 kW**. Předpokládaný teplotní spád otopné soustavy po zateplení je 60/50°C.

Tabulka č. 35: Energeticko - ekonomické přínosy opatření č. 6

Opatření 4 - Tepelné čerpadlo	GJ/rok	Kč/rok
Investiční náklady	4 200 000	
Množství energie pro vytápění (ZP)	873,9	371 402
Množství energie pro přípravu TV (ZP)	28,7	12 179
Množství energie pro přípravu TV (EE)	53,0	35 326
Množství energie pro ostatní spotřebu (EE)	194,6	286 296
Množství energií celkem po realizaci	1150,1	705 202
Mzdy	-	-
Ztráty	-	-
Ostatní (údržba kotelny)	-	-
Celkové provozní náklady po realizaci opatření	1 150,1	705 202
Množství energie-prodej	0	0
Úspora tepelné energie	598,8	193 502
Množství energie a provozní náklady před realizací	1748,9	898 704

Po instalaci tepelného čerpadla vzduch/voda dojde ke snížení spotřeby energie na vytápění o cca **598,8 GJ/rok**, což představuje úsporu provozních nákladů ve výši **193,5 tis. Kč/rok** při nové jednotkové ceně zemního plynu 425 Kč/GJ. Vzhledem ke značnému snížení spotřeby plynu dojde ke změně poměru stálých plateb k platbám za odebraný plyn. Proto byla stanovena nová jednotková cena zemního plynu pomocí kalkulátoru dodavatele RWE Energie.



4.1.7 Neinvestiční opatření, drobná investiční opatření do 50 000 Kč:

Auditorovi se nepodařilo nalézt čistě neinvestiční opatření, které by vedlo ke snížení energetické náročnosti budovy či výraznějším úsporám.

4.2 Souhrn navržených opatření

V následujících tabulkách je uvedeno přehledné shrnutí realizačních nákladů a předpokládaných úspor energie u jednotlivých opatření.

Tabulka č. 36: Souhrn navrhovaných opatření

Opatření	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory					
			Úspora energie		Měrné náklady	Návratnost T _s	Ostatní výdaje	celkem
			tis. Kč	GJ	tis. Kč	tis.Kč/GJ	let	tis. Kč
1	Výměna výplní otvorů	2 796,60	168,2	63,07	16,63	44,3	0,0	63,1
2	Zateplení střechy	2 509,35	252,0	94,50	9,96	26,6	0,0	94,5
3	Zateplení fasády	2 176,98	188,9	70,83	11,53	30,7	0,0	70,8
4	Zateplení stropu kotelny	208,51	30,0	11,25	6,95	18,5	0,0	11,3
5	Instalace TRV	300,00	271,3	87,66	1,11	3,4	0,0	87,7
6	TČ vzduch/voda	4 200,00	598,8	193,50	7,01	21,7	0,0	193,5

Pozn.: Ceny jsou včetně 20% DPH

Z výše uvedených opatření jsou rozpracovány dvě varianty řešení pro provedení dalšího podrobného hodnocení. Navržená opatření lze realizovat každé samostatně a přinesou příslušnou úsporu energie. V následujících tabulkách a grafech jsou shrnuty upravené energetické bilance jednotlivých energeticky úsporných opatření, a to jak v bilancích energie (GJ/rok), tak ve finančních tocích (tis.Kč/rok). Ceny energií jsou cenami roku 2010. V mezisoučtech nákladů po realizaci je v některých případech možná odchylka +/- 1 tis.Kč způsobená zaokrouhlováním.

4.2.1 Varianta č. 1

Název: Kombinace opatření č. 1, č. 2, č. 3 a č. 4

Popis:

Souhrn předcházejících opatření spočívající v kompletním zateplení objektu – tj. v provedení veškerých navržených stavebních opatření

Jedná se o tyto stavební úpravy:

- Výměna výplní otvorů (opatření č. 1)
- Zateplení střechy pavilonů S2, MVD2 a T2 (opatření č. 2)
- Zateplení fasády (opatření č. 3)
- Zateplení stropu kotelny (opatření č. 4)

Tabulka č. 37: Seznam opatření ve variantě č.1

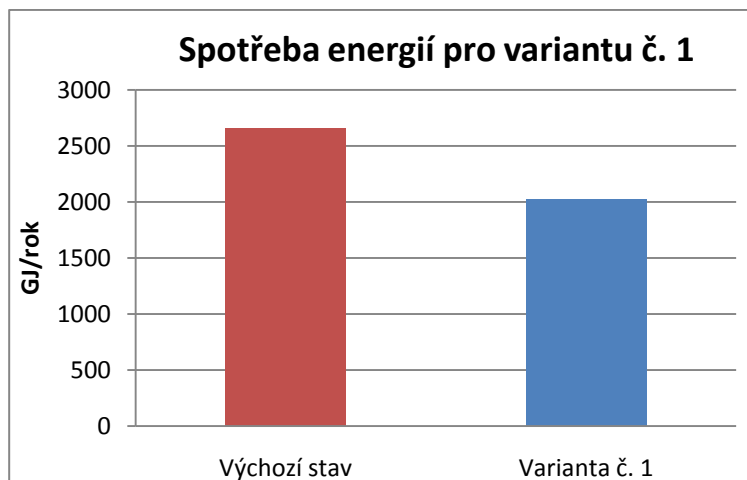
Navržená úsporná opatření			Varianta:		I			
č.	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory					
			Úspora energie	Úspora osob. výdajů	Úspora výdajů na opravy	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem	
		tis. Kč/r	GJ/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	Kč/r
1	Výměna výplní otvorů	2 796,6	168,2	63,07	0	0	0	239 653
2	Zateplení střechy	2 509,4	252,0	94,50	0	0	0	
3	Zateplení fasády	2 177,0	188,9	70,83	0	0	0	
4	Zateplení stropu kotelny	208,5	30,0	11,25	0	0	0	
Varianta celkem		7 691,44	639,1	239,65	0	0	0	

Pozn.: Ceny jsou včetně 20% DPH

Tabulka č. 38: Upravená energetická bilance pro variantu č.1

ř.	Ukazatel	GJ	Kč / rok	GJ	Kč / rok
		výchozí stav		varianta I	
1	vstupy paliv a energie	2 659,3	1 226 015	2 020,2	986 362
2	změna zásob paliv	0	0	0	0
3	spotřeba paliv a energie	2 659,3	1 226 015	2 020,2	986 362
4	prodej energie cizím	0	0	0	0
5	konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2659,3	1 226 015	2020,2	986 362
6a	spotřeba energie na vytápění	2 361,2	885 455	1 722,1	645 802
7a	z toho ztráty ve zdroji a rozvodech ÚT	354,2	132 818	258,3	96 870
6b	spotřeba energie na přípravu TV	103,5	54 264	103,5	54 264
7b	z toho ztráty ve zdroji přípravy TV	7,4	3 077	7,4	3 077
7c	z toho ztráty v rozvodech TV (cirkulace)	13,7	5 677	13,7	5 677
8	spotřeba energie na technologické a ost. procesy	194,6	286 296	194,6	286 296

Celková úspora energií: 639,1 GJ/rok
Celková úspora nákladů: 239,65 tis. Kč/rok



Po realizaci varianty č. 1 bude **klasifikační koeficient CI roven 0,73** a budova bude klasifikována jako **vyhovující doporučené úrovni**. Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} bude nižší než požadovaná hodnota normou ČSN 73 0540-2:2007.

Tabulka č. 39: Změna energetické náročnosti po variantě č.1

Varianta	$U_{em,N,rq}$	$U_{em,N,rc}$	U_{em}	Q_c	Klasifikační ukazatel CI
	W/m ² .K	W/m ² .K	W/m ² .K	kW	
Stávající stav	0,73	0,55	0,98	487,3	1,42
Varianta 1	0,73	0,55	0,53	330,00	0,73

$U_{em,N,rq}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)

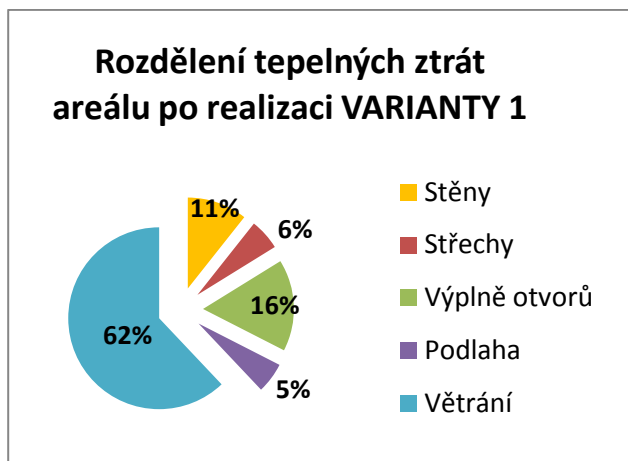
$U_{em,N,rc}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)

U_{em} - průměrný součinitel prostupu tepla (vypočtený)

Po realizaci varianty č. 1 bude tepelná návrhová tepelná ztráta objektu 330 kW. Rozdělení tepelných ztrát objektu ukazuje následující tabulka a graf.

Tabulka č. 40: Rozdělení tepelných ztrát po realizaci varianty č.1

Tepelné ztráty ZŠ Pelechovská - VARIANTA 1	H [W]	podíl
Stropy a střechy	18 219	5,5%
Stěny	35 193	10,7%
Výplně otvorů	53 879	16,3%
Podlaha	17 931	5,4%
Tepelná ztráta prostupem tepla obálkou budovy	125 222	37,9%
Tepelná ztráta větráním v budově	204 764	62,1%
Celková tepelná ztráta objektu	329 986	100,0%



Tepelná ztráta prostupem zateplenými obvodovými stěnami je 11 %, vyměněnými otvorovými výplněmi 16% a střechami po zateplení je 6 %. Největší podíl ztrát představuje tepelná ztráta přirozeným větráním, která tvoří 62 %.

4.2.2 Varianta č. 2

Název: kombinace opatření č. 1, č. 2, č. 3, č. 4. č. 5 a č. 6

Popis:

Souhrn opatření spočívající v provedení navržených stavebních opatření v objektu popsaných ve variantě č. 1.

Jedná se o tyto stavební úpravy:

- Výměna výplní otvorů (opatření č. 1)
- Zateplení střechy pavilonů S2, MVD2 a T2 (opatření č. 2)
- Zateplení fasády (opatření č. 3)
- Zateplení stropu kotelny (opatření č. 4)

Tato souhrnná varianta dále zahrnuje opatření č. 5 a č. 6. Tato opatření spočívají v osazení stávajících otopných těles termoregulačními ventily, v instalaci nového účinnějšího zdroje tepla – sestavy 7 jednotek plynových tepelných čerpadel typu vzduch/voda s celkovým instalovaným výkonem 285,6 kW při parametrech A2/W35.

Celková úspora energií: 1 509,2 GJ/rok
Celková úspora nákladů: 520,81 tis. Kč/rok

Tabulka č. 41: Seznam opatření ve variantě č.2

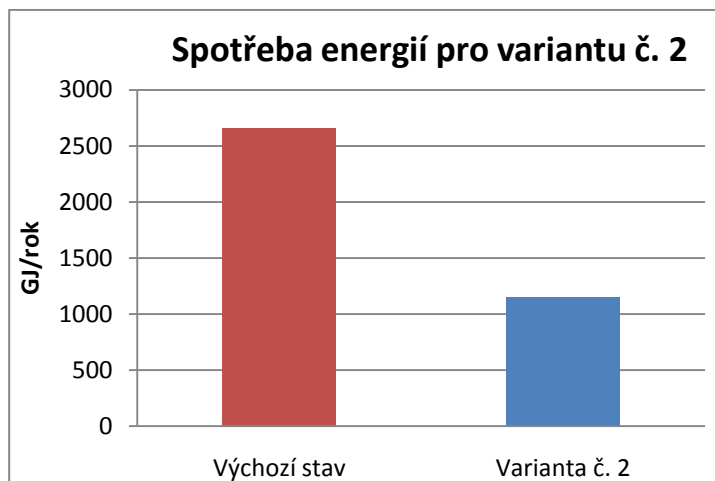
Navržená úsporná opatření				Variantá:	II			
Opatření		Pořizovací výdaje	Roční úspory					
č.	Název opatření		Úspora energie		Úspora osob. výdajů	Úspora výdajů na opravy	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
			tis. Kč/r	GJ/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r	tis. Kč/r
1	Výměna výplní otvorů	2796,60	168,2	63,07	0	0	0	520 813
2	Zateplení střechy	2509,35	252,0	94,50	0	0	0	
3	Zateplení fasády	2176,98	188,9	70,8	0	0	0	
4	Zateplení stropu kotelny	208,51	30,0	11,3	0	0	0	
5	Instalace TRV	300,00	271,3	87,66	0	0	0	
6	TČ vzduch/voda	4200,00	598,8	193,50	0	0	0	
Variantá celkem		12 191,44	1 509,2	520,81	0	0	0	

Pozn.: Ceny jsou včetně 20% DPH

Energetickou bilanci a technické ukazatele nového vlastního zdroje tepla **po realizaci varianty č. 2** ukazují následující tabulky.

Tabulka č. 42: Upravená energetická bilance pro variantu č.2

ř.	Ukazatel	GJ	Kč / rok	GJ	Kč / rok
		výchozí stav		varianta II	
1	vstupy paliv a energie	2 659,3	1 226 015	1 150,1	705 202
2	změna zásob paliv	0	0	0	0
3	spotřeba paliv a energie	2 659,3	1 226 015	1 150,1	705 202
4	prodej energie cizím	0	0	0	0
5	konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2659,3	1 226 015	1150,1	705 202
6a	spotřeba energie na vytápění	2 361,2	885 455	873,9	371 402
7a	z toho ztráty ve zdroji a rozvodech ÚT	354,2	132 818	0,0	0
6b	spotřeba energie na přípravu TV	103,5	54 264	81,6	47 505
7b	z toho ztráty ve zdroji přípravy TV	7,4	3 077	0,0	0
7c	z toho ztráty v rozvodech TV (cirkulace)	13,7	5 677	11,4	5 259
6c	spotřeba energie vyrobena z OZE na přípravu TV	0,0	0	147,8	0
8	spotřeba energie na technologické a ost. procesy	194,6	286 296	194,6	286 296



Tabulka č. 43 - Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	0,523
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh	-
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	-
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	1 147,0
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ	902,5
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (z ř.8 + ř.11)	GJ	902,5

Tabulka č. 44: Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje		
Roční energetická účinnost zdroje	127,1	%
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	-	%
Roční energetická účinnost výroby tepla	127,1	%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	-	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	0,79	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	609,2	hod/rok

5 Ekonomické vyhodnocení

Ekonomické vyhodnocení je prováděno bez uvažování dotací či úvěru, tedy s vlastními investičními prostředky. Ekonomická analýza se zabývá vyhodnocením energetických a stavebních opatření na úsporu energie v objektu. Cílem ekonomické analýzy je zjistit vhodnost realizace jednotlivých opatření z ekonomického hlediska. Ekonomická analýza byla provedena na základě několika kritérií, z nichž nejdůležitější je současná hodnota v podobě diskontovaného toku hotovosti za dobu životnosti.

Vstupní údaje pro ekonomickou analýzu jsou získávány takto:

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

Úspory jsou chápány jako rozdíl výdajů za energie v případě, že k realizaci navrhovaných opatření nedojde a v případě, že opatření realizována budou. Jako základ pro výpočet úspor tedy slouží současný stav a příslušné provozní výdaje, tak jak je uvedeno v energetických bilancích jednotlivých variant.

5.1 Vstupní údaje

Diskontní míra

Pro ocenění hodnoty prostředků vydaných nebo přijatých v budoucnu se často pracuje s převodem na současnou hodnotu. Diskontní míra je prostředek, který tento převod umožňuje. Jde o určitou formu vyjádření meziroční hodnotové změny úrokové míry a dalších faktorů. Zvolená diskontní míra je 3 %.

Doba porovnání

Doba porovnání se obvykle stanovuje na základě životnosti zařízení. Vzhledem k tomu, že u navrhovaných opatření na úsporu energie se doby životnosti v jednotlivých variantách liší, je uvažována pro danou variantu doba životnosti části s nejnižší dobou životnosti.

Cenový vývoj

Během doby provozování zařízení se může významně měnit inflace a tím i ceny. V obvyklém případě pak především změny cen energie výrazně ovlivňují ekonomické výsledky energetických projektů. Ve výpočtu je zahrnut meziroční vzrůst ceny zemního plynu a elektrické energie o 3 %.

5.2 Výstupní údaje

Prostá doba návratnosti investice

Prostá návratnost investic je pomocným kritériem pro investiční rozhodování. Prostá návratnost nezohledňuje skutečnou časovou hodnotu peněz (ocenění toků hotovosti prostřednictvím diskontní míry), proto je její vypovídací schopnost omezená a slouží jen jako orientační kritérium. Kritérium určuje, za jak dlouho pokryjí příjmy z projektu jeho investiční náklady.

$$T_s = \frac{IN}{CF}$$

kde: IN Investiční výdaje projektu

CF Roční přínosy projektu (cash-flow, změna peněžních toků po realizaci projektu)

Reálná doba návratnosti investice

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

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

kde: T_{sd} reálná doba návratnosti

R diskont

t hodnocené období (1 až n let)

Čistá současná hodnota

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

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

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

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

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

Cash Flow

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

$$\text{Cash Flow (CF)} = \text{Úspory (U)} - \text{Investiční náklady (IN)}$$

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

Investiční náklady (IN) – náklady spojené s pořízením energetických zařízení a stavebních konstrukcí.

5.3 Ukazatele ekonomické efektivity

Hodnocení ekonomické efektivity je provedeno pomocí více ukazatelů. Nejvýznamnější je ukazatel čistá současná hodnota (NPV), který v praxi ukazuje vždy na nejlepší variantu z posuzovaných alternativ. Základním pravidlem ukazatele NPV je, že nejlepší varianta je taková, která má nejvyšší hodnotu NPV. Zároveň platí, že všechny varianty, které mají NPV větší než nula jsou ekonomicky efektivní.

Ostatní ukazatele jsou: vnitřní výnosové procento (IRR), prostá doba návratnosti (Ts) a reálná doba návratnosti (Tsd).

Upozornění zpracovatele energetického auditu:

Návratnosti uvedené v auditu jsou vztaženy k ceně technických a jiných opatření bez prostředků potřebných pro projektování, technického dozoru na investiční akci, sledování a vyhodnocování účinnosti zavedených opatření. V neposlední řadě není uvažována cena finančních zdrojů (úroků).

Tabulka č. 45: Ekonomické vyhodnocení jednotlivých investičních variant

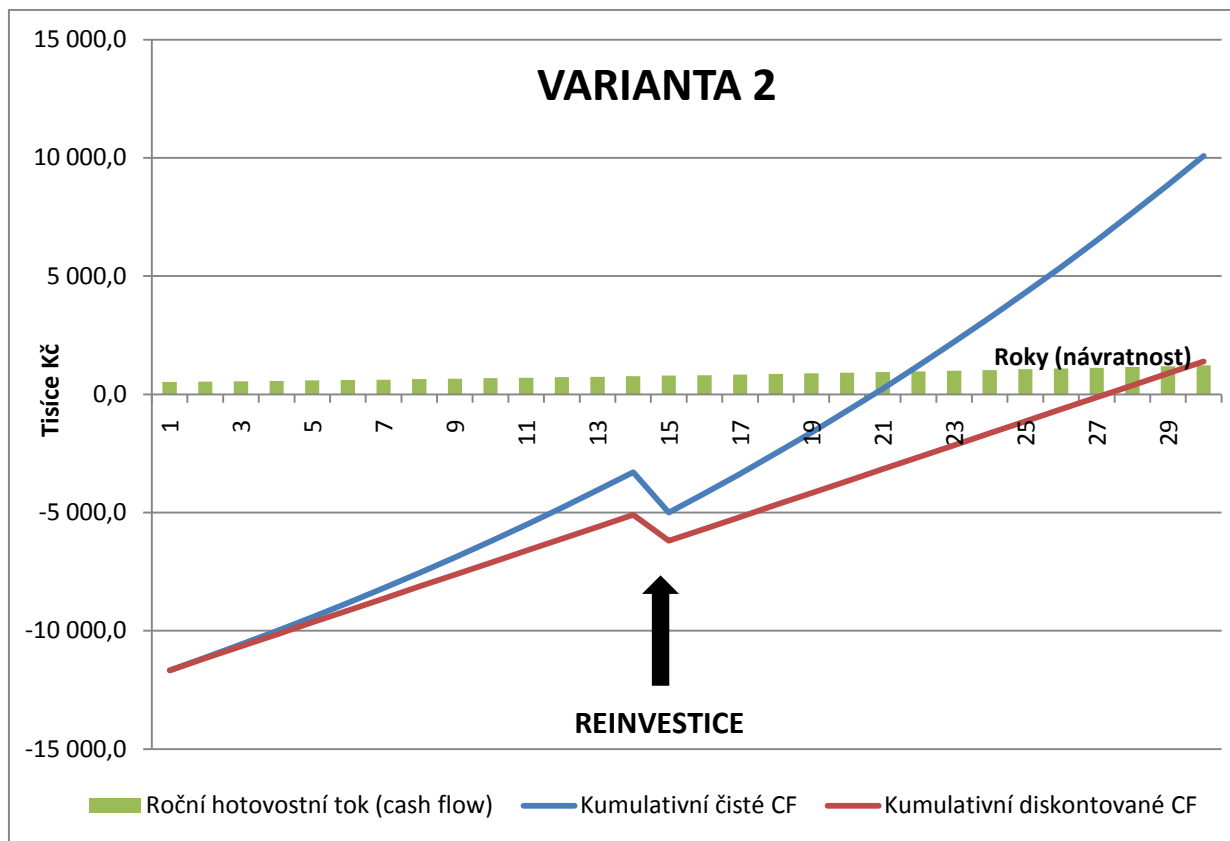
Varianta		Varianta 1	Varianta 2
Investice	tis. Kč	7 691,44	12 191,44
z toho investice do EÚP	tis. Kč	7 691,44	12 191,44
Změna nákladů na energie	tis. Kč	-239,65	-520,81
Změna osobních nákladů (mzdy, pojistné...)	tis. Kč	0	0
Změna provozních nákladů (údržba, opravy...)	tis. Kč	0	0
Změna tržeb (za teplo, el. energii...)	tis. Kč	0	0
Přínosy projektu celkem	tis. Kč	239,65	520,81
Doba hodnocení	let	30	30
Diskont	%	3	3
Růst cen energií	%	3	3
Prostá doba návratnosti T_s	let	22,81	20,74
Reálná doba návratnosti T_{sd}	let	>30	27,25
Čistá současná hodnota NPV	tis. Kč	-704,27	1 388,37
Vnitřní výnosové procento IRR	%	2,37	3,73
Daň z příjmů (včetně sazby a dopadů na úspory)	-	neurčeno	neurčeno

Ve výpočtech bylo uvažováno:

- diskontní sazba 3 %
- meziroční růst ceny energií 3 %
- hodnocení je provedeno s DPH 20%
- ceny energií jsou aktuální z roku 2011
- u varianty č. 2 je uvažována reinvestice po 15 letech ve výši 2 500 tis. Kč (kompletní výměna jednotek TČ)

Jak ukazuje výše uvedená tabulka, **z ekonomického hlediska je nejvýhodnější realizace varianty č. 2**, která má kladnou hodnotu NPV a vyšší vnitřní výnosové procento a zároveň nejkratší dobu návratnosti – 27 let.

V následujícím grafu je znázorněn předpokládaný průběh hotovostních toků po realizaci doporučené varianty č. 2 v hodnoceném období 30 let.



6 Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí

6.1.1 Vyhodnocení zátěže životního prostředí po realizaci variant

Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí je provedeno v souladu s vyhláškou č. 352/2002 Sb. MŽP a vyhláškou č. 425/2004 Sb. MPO, kterou se stanovují emisní limity a další podmínky provozování stacionárních zdrojů znečišťování a ochrany ovzduší. Vzhledem k povaze předmětu tohoto auditu jsou hodnoty znečištění zjištěny výpočtem a emisní faktory jsou použity z těchto vyhlášek.

V níže uvedené tabulce je kvantifikováno snížení zátěže životního prostředí vyplývající z jednotlivých opatření a variant a porovnání se stávajícím stavem. Provádí se vyhodnocení pro požadované znečišťující látky a to:

SO₂, CO, CO₂, NO_x, C_xH_y, tuhé látky

Emise vzniklé při spotřebě el. energie jsou počítány z parametrů systémové hnědouhelné elektrárny.

Tabulka č.46: Emise znečišťujících látek výchozího stavu a varianty č. 1

Znečišťující látky	Varianta 1		
	před	po	rozdíl
Tuhé látky	0,007831	0,007455	0,000376
SO₂	0,121847	0,121666	0,000180
NO_x	0,239110	0,203021	0,036089
C_xH_y	0,012190	0,010987	0,001203
CO	0,032428	0,026414	0,006015
CO₂	214,447844	178,943682	35,504162
E_{ps}	0,284047	0,251816	0,032232

Tabulka č.47: Emise znečišťujících látek výchozího stavu a varianty č. 2

Znečišťující látky	Varianta 2		
	před	po	rozdíl
Tuhé látky	0,007831	0,006943	0,000888
SO₂	0,121847	0,121421	0,000426
NO_x	0,239110	0,153886	0,085224
C_xH_y	0,012190	0,009349	0,002841
CO	0,032428	0,018224	0,014204
CO₂	214,447844	130,604919	83,842925
E_{ps}	0,284047	0,207932	0,076115

Z hlediska vlivu na životní prostředí jsou největší úspory u varianty č. 2.

6.1.2 Posouzení využití obnovitelných zdrojů energie

Posouzení technické, ekologické a ekonomické proveditelnosti alternativních systémů vytápění podle odst. 4, § 6a, zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů:

Větrná energie: Předmět EA se nenachází ve větrné oblasti. Objekt je umístěn v obytné zástavbě, hluk rotorů větrných elektráren by zatěžoval okolí. Proto není využití větrné energie v energetickém auditu posuzováno.

Energie vody: V blízkosti objektu se nenachází vodní tok s odpovídajícími parametry, využití energie tekoucí vody není reálné a není proto posuzováno.

Energie z biomasy: Instalace zdroje na biomasu nebyla v EA posuzována, protože v hodnoceném objektu je spalován zemní plyn, který je z lokálního pohledu považován za ekologický zdroj vytápění. Přechod ze zemního plynu na biomasu by rovněž znamenal zvýšení emisní zátěže okolí tuhými látkami.

Solární energie: Vzhledem k malé spotřebě teplé vody ve škole a k její lokální přípravě nebyla navržena instalace solárního systému pro přehřev TV. V letních měsících, kdy je slunečního záření nejvíce, je škola uzavřena, nebyl by tak využit potenciál solární energie a docházelo by k přehřívání systému vedoucímu k nízké životnosti.

Tepelné čerpadlo: V opatření č. 6 energetického auditu byla navržena a ve variantě č. 2 byla posouzena instalace sestavy plynových tepelných čerpadla vzduch/voda.

Kogenerace: Charakter provozu základní školy není vhodný pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla. Takový zdroj by rovněž znamenal zvýšení hlukového zatížení samotného objektu i jeho okolí.

7 Výstupy energetického auditu

7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Při posuzování úrovně energetického hospodářství je nutné provést posouzení z hlediska stávajícího stavu systému vytápění objektu, stavebních konstrukcí budovy ve vztahu k měrné spotřebě elektrické energie za otopné období v návaznosti na komplexní posouzení stavu úrovně energetického hospodářství vzhledem k celkovým spotřebám všech energií v objektu a jejich využívání.

Hlediska výchozího stavu vytápění a hospodaření s energiemi

Průměrný součinitel prostupu tepla budov v základní školy Pelechovská je nad vymezenou hranicí, tzn. budova byla vyhodnocena podle ČSN 730540-2:2007 a zařazena do klasifikačního stupně **D- nevyhovující**.

Tabulka č.48: Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (ČSN 73 0540-2:2007) – STÁVAJÍCÍ STAV		
H_t - měrná ztráta prostupem	9060,7	W/K
U_{em} - průměrný součinitel prostupu tepla	0,98	W/(m ² K)
$U_{em,N,rq}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)	0,73	W/(m ² K)
$U_{em,N,rc}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)	0,55	W/(m ² K)
$U_{em,s}$ - průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu	1,33	W/(m ² K)
Klasifikační ukazatel CI	1,42	Nevyhovující

Stavební konstrukce

Stávající venkovní svíslé konstrukce (kromě konstrukcí zateplovaných v roce 2004) mají nevyhovující tepelně technické vlastnosti, konstrukce nesplňují podmínky ČSN 73 0540-2:2007 na požadované hodnoty součinitele prostupu tepla. Střechy a stropy nad nevytápěnými prostory a exteriérem nesplňují požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla. Podlahové konstrukce objektu ve styku se zemí nesplňují požadované hodnoty součinitele prostupu tepla. Výplně otvorů, které nebyly v roce 2004 vyměněny za nové s izolačním dvojsklem nesplňují požadavky ČSN 73 0540-2:2007.

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy ZŠ Pelechovská v Železném Brodě je nevyhovující.

Vytápění

- zdrojem tepla pro vytápění jsou tři stacionární plynové kotle s celkovým instalovaným výkonem 990 kW, jejich uvažovaná účinnosti je 85 %
- otopná soustava je teplovodní s nuceným oběhem topné vody s teplotním spádem 75/60°C převážně s litinovými článkovými tělesy umístěnými pod okny
- teplota v jednotlivých místnostech je regulována pouze ručními uzavíracími kohouty, na mnoha tělesech kohouty chybějí
- v rekonstruovaném zázemí jsou nová ocelová desková tělesa s termoregulačními ventily a termostatickými hlavicemi
- rozvody tepla v kotelně jsou izolovány minerální vatou s hliníkovým povlakem, stav izolace odpovídá době realizace plynové kotelny r. 1996
- vnitřní rozvody tepla jsou neizolované vedené přímo ve vytápěných místnostech

Příprava TV

- příprava teplé vody pro kuchyň je realizována centrálně topnou vodou z plynových kotlů v nepřímotopném zásobníkovém ohřivači o objemu 263 litrů
- ztráty v rozvodech cirkulace byly odhadnuty na 50 %
- příprava teplé vody pro hygienická zázemí a úklid ve škole je realizována lokálně v elektrických zásobníkových ohřivačích a průtokových ohřivačích s celkovým příkonem 17,4 kW.
- rozvody TV jsou krátké plastové neizolované, nejsou opatřeny cirkulací
- ztráty v rozvodech tvoří 4%

Osvětlení

- osvětlení objektu je realizováno převážně zářivkami 2 x 40 W, v podružných prostorech jsou ještě žárovky, osvětlovací soustava je v dobrém stavu
- nejsou instalována pohybová čidla ani stmívače
- osvětlenost učeben splňuje požadavky ČSN EN 12464-1
- osvětlované prostory jsou čisté (zdi, podlahy, stropy), svítidla jsou z vnitřní strany čistá, okna jsou čistá

Ostatní el. spotřebiče a vzduchotechnika

- v celém areálu je převážně přirozené větrání
- na hygienických zázemích jsou instalovány odtahové ventilátory, které jsou v provozu nepřetržitě po dobu výuky
- v zázemí kuchyně je instalována vzduchotechnická jednotka s teplovodním přehřevem přívodního vzduchu topnou větví z kotlů sloužící pro nucené větrání v kuchyni
- v zázemí jsou chladicí boxy pro skladování potravin s kompresorovými chladicími jednotkami, v současné době je v provozu pouze 1 místnost pro skladování zeleniny kompresor s příkonem 1,25 kW
- nejvyšší odhadovaná spotřeba elektrické energie připadá na provoz kuchyně a umělé osvětlení

7.2 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu

Doporučenou variantu č. 2 je možno shrnout v těchto základních bodech:

- realizací doporučené varianty se docílí úspory energie **1 509,2 GJ/rok**
- investiční náklady do EÚP činí cca **12 191,44 tis. Kč s DPH**
- celkové investiční náklady činí **12 191,44 tis. Kč s DPH**
- celkové investiční náklady na uspořenoou jednotku energie jsou **8 078 Kč/GJ**
- roční finanční úspora energií představuje cca **520,81 tis. Kč** (při cenách energií roku 2011).

Po realizaci varianty č. 2 bude **klasifikační koeficient CI roven 0,73** a průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} bude nižší než doporučená hodnota ČSN 73 0540-2.

Tabulka č. 49: Součinitel prostupu tepla budovy po realizaci varianty č. 2

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy (ČSN 73 0540-2:2007) – VARIANTA č. 2		
U_{em} - průměrný součinitel prostupu tepla	0,53	W/(m².K)
$U_{em,N,rq}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný)	0,73	W/(m ² .K)
$U_{em,N,rc}$ - průměrný součinitel prostupu tepla (doporučený)	0,55	W/(m ² .K)
$U_{em,s}$ - průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu	1,33	W/(m ² .K)
Klasifikační ukazatel CI	0,73	Vyhovující Doporučené úrovni

Úsporu emisí znečišťujících látek po realizaci doporučené varianty č. 2 ukazuje následující tabulka.

Tabulka č.50: Emise znečišťujících látek výchozího stavu a varianty č. 2

Znečišťující látky	Varianta 2		
	před	po	rozdíl
Tuhé látky	0,007831	0,006943	0,000888
SO₂	0,121847	0,121421	0,000426
NO_x	0,239110	0,153886	0,085224
CxHy	0,012190	0,009349	0,002841
CO	0,032428	0,018224	0,014204
CO₂	214,447844	130,604919	83,842925
E_{ps}	0,284047	0,207932	0,076115

Z důvodu prokázání ekologického vlivu výměny zdroje jsou v následující tabulce porovnány produkce emisí vzhledem ke stavu objektu po realizaci kompletního zateplení navrženého ve variantě č. 1.

Tabulka č.51: Úspora emisí znečišťujících látek vzniklá instalací TČ a TRV

Znečišťující látky	Tepelné čerpadlo		
	V1	V2	rozdíl
Tuhé látky	0,007455	0,006943	0,000512
SO₂	0,121666	0,121421	0,000246
NO_x	0,203021	0,153886	0,049135
CxHy	0,010987	0,009349	0,001638
CO	0,026414	0,018224	0,008189
CO₂	178,943682	130,604919	48,338763
E_{ps}	0,251816	0,207932	0,043883

Úspora emisí CO₂ tepelnými čerpadly a termoregulací otopné soustavy je 48,3 tun/rok.

Energetickou bilanci a technické ukazatele nového zdroje tepla **po realizaci varianty č. 2** ukazují následující tabulky.

Tabulka č.52: Energetická bilance objektu po realizaci V2 vztažená k zateplenému objektu

ř.	Ukazatel	GJ	Kč / rok	GJ	Kč / rok
		V1 - zateplení		V2 - zateplení + TČ	
1	vstupy paliv a energie	2 020,2	986 362	1 150,1	705 202
2	změna zásob paliv	0	0	0	0
3	spotřeba paliv a energie	2 020,2	986 362	1 150,1	705 202
4	prodej energie cizím	0	0	0	0
5	konečná spotřeba paliv a energie v objektu	2020,2	986 362	1150,1	705 202
6a	spotřeba energie na vytápění	1 722,1	645 802	873,9	371 402
7a	z toho ztráty ve zdroji a rozvodech ÚT	258,3	96 870	0,0	0
6b	spotřeba energie na přípravu TV	103,5	54 264	81,6	47 505
7b	z toho ztráty ve zdroji přípravy TV	7,4	3 077	0,0	0
7c	z toho ztráty v rozvodech TV (cirkulace)	13,7	5 677	11,4	5 259
8	spotřeba energie na technologické a ost. procesy	194,6	286 296	194,6	286 296

Tabulka č. 53 - Bilance výroby energie z vlastních zdrojů

ř.	Ukazatel	jednotka	roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	-
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	0,523
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	-
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	-
5	Výroba elektřiny	MWh	-
6	Prodej elektřiny (z ř.5)	MWh	-
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	-
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	1 147,0
10	Prodej tepla (z ř.9)	GJ	-
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	GJ	902,5
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (z ř.8 + ř.11)	GJ	902,5

Tabulka č. 54: Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje

Základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje		
Roční energetická účinnost zdroje	127,1	%
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	-	%
Roční energetická účinnost výroby tepla	127,1	%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	-	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla	0,79	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití pohotového elektrického výkonu	-	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu	609,2	hod/rok

7.3 Doporučení a závěrečné stanovisko energetického auditora

Objekt ZŠ Pelechovská v Železném Brodě nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2:2007 na průměrný součinitel prostupu tepla a v energetickém štítku budovy je hodnocena jako **nevyhovující požadované úrovni**.

Bylo provedeno komplexní hodnocení jednotlivých opatření a variant s majitelem a provozovatelem objektu a to včetně pohledu na budoucí a současný vývoj provozu budovy. Z energetického a ekonomického hlediska je nejvýhodnější realizace **varianty č. 2**. Ta představuje kompletní zateplení pavilonů MVD2 a S2 (zateplení střech, zateplení fasády a výměnu výplní otvorů) v kombinaci s instalací nového účinnějšího zdroje tepla pro vytápění – plynových tepelných čerpadel vzduch/voda a instalací termoregulačních ventilů na stávající otopná tělesa.

Celková investice na realizaci varianty č. 2 je **12 191,44 tis. Kč** (cena včetně DPH 20%) – investice do EÚP.

Po kompletní realizaci varianty č. 2 bude budova zařazena v energetickém štítku budovy do kategorie **C1 - vyhovující doporučené úrovni** dle ČSN 73 0540-2: 2007.

Zpracovatel energetického auditu doporučuje realizovat variantu č. 2.

Úspory energií jednotlivých opatření a variant v tomto energetickém auditu jsou definovány okrajovými podmínkami, tzn. dodržením stanovených postupů a technologických předpisů, použití materiálů shodných se stejnými parametry jaké byly uvažovány při výpočtu, zachování stávajících stavebních a technických dispozic a současného příkonu všech energetických zařízení se stávající dobou provozu a využitím budov. Ekonomické výpočty vychází z platných ekonomických parametrů a reálných cen materiálu, práce a energie v době zpracování EA.

V průběhu práce na projektové dokumentaci a při samotné realizaci jednotlivých opatření je nutno řešit problematika místa, detaily v konstrukci, současný a budoucí provoz objektu. Kvalita předepsaných opatření bude záviset na úrovni a stupni preciznosti zpracované projektové dokumentace, technických a technologických možnostech dodavatele. V případě vzniku problémů ve fázi projektu nebo realizace, je nutno veškerá nestandardní řešení v detailech jednotlivých opatření konzultovat se zpracovatelem energetického auditu.

Datum zpracování energetického auditu: 17. 8. 2011

PŘÍLOHY

ENERGETICKÝ AUDIT

ZŠ Pelechovská v Železném Brodě

Vypracoval: Ing. Jana Bartovičová

Datum vydání: 08/2011

Příloha č.1 - Evidenční list energetického auditu

Příloha č.2 - Protokoly a energetické štítky obálky budov podle ČSN 73 0540-2:2007

Příloha č.3 - Osvědčení o odborné způsobilosti

Příloha č.4 - Fotodokumentace

PŘÍLOHA Č. 1: EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO AUDITU

Předmět EA	Základní škola Pelechovská		
Adresa	Pelechovská 800, 46822 Železný Brod		
Zadavatel EA	Město Železný Brod		
Adresa zadavatele	Náměstí 3. května, 468 22 Železný Brod		
Odpovědný zástupce	André Jakubička – starosta města		
Telefon	420 483 333 977	E-mail	-
Charakteristika předmětu EA	<p>Základní škola Pelechovská v Železném Brodě byla postavena podle projektu z roku 1978, do provozu byla škola uvedena v roce 1982. Objekt sestává ze čtyř propojených pavilonů, které jsou uspořádány v linii ve směru východ – západ. Pavilony jsou nepodsklepené s plochými střechami. Hlavní vstup je do čtyřpodlažního pavilonu U12, ve kterém se nachází většina učeben, družina a kabinety. Na východě k němu přiléhá třípodlažní hospodářský pavilon S2, ve kterém je kuchyň s jídelnou ve 3.NP a zázemím kuchyně se sklady ve 2.NP a kotelna s bývalou uhelnou v přízemí. Směrem na západ pokračuje dvoupodlažním pavilonem MVD2, ve kterém jsou převážně odborné učebny a dílny, bývala zde družina. Areál je zakončen tělocvičnou a víceúčelovým sportovním areálem.</p> <p>Základní škola je v provozu ve školním roce 5 dní v týdnu od 6:30 do 16h. Ve škole je 9 tříd od prvního do devátého ročníku a navštěvuje ji přibližně 175 žáků. Výuku a výchovu zajišťuje 18 pedagogických pracovníků. O provoz školy se stará 8 správních zaměstnanců a 3 kuchařky.</p>		
1. Výchozí stav			
Stručný popis energetického hospodářství (včetně budov)	<p>Konstrukční systém pavilonů tvoří ŽB skelet MS 71 opláštěný keramickými panely tl. 300mm. Fasády jsou členěny horizontálně okenními pásy. Původní dvojitá dřevěná okna i meziokenní vložky jsou již za hranicí životnosti. Střechy jsou ploché dvouplášťové s asfaltovou krytinou. Svrchní plášť tvoří keramické stropní panely uložené na spádových klínech, pod nimi je odvětraná vzduchová mezera. Spodní plášť je izolován shora tepelnou izolací z minerálních vláken tloušťky 80 mm položenými na stropním panelu. Podlahy na zemině jsou zatepleny 30mm Hobrexu.</p> <p>Hlavní pavilon U12 byl v roce 2004 byl rekonstruován za účelem snížení jeho energetické náročnosti. Byla vybourána stará okna a meziokenní vložky, v místě nosných ŽB sloupů byly provedeny dozdivky z plynosilikátových tvárníc Ytong tl. 300mm. V poli mezi sloupy byly osazeny rámy z ocelových profilů, které tvoří nosnou konstrukci meziokenních výplní. Nové meziokenní výplně jsou tvořeny sendvičovými panely Kingspan tl. 80mm s provětrávaným opláštěním z cementovláknitých desek. Okna byla osazena nová plastová REHAU S 730 s izolačním zasklením $U_g=1,1W/m^2K$. Prosklená schodišťová stěna byla nahrazena výplněmi s plastovými rámy. Fasáda byla zateplena deskami z pěnového polystyrenu tl. 100mm. Konstrukce střechy byla shora doplněna vrstvou polystyrenu tl. 80-120mm EPS a byla provedena nová foliová hydroizolace.</p> <p>Střecha spojovacího krčku k tělocvičně je plochá tvořená betonovou deskou na trapézovém plechu zateplenou 150mm EPS. Objekt tělocvičny T1 byl v roce 2004 rekonstruován. Byla osazena nová plastová okna z profilů REHAU S 730. Budova byla opláštěna stěnovými panely KINGSPAN KS 1000 TF-M tl. 70mm. Střecha je jednoplášťová, nezateplená, skládající-se ze střešních panelů, škvárobetonu ve spádu a hydroizolace z asfaltových pásů. Podlaha tělocvičny je dvojitá sportovní podlaha s krytinou z dřevěných vlysů bez tepelné izolace.</p>		

	<p>Vytápění základní školy Pelechovská je zajištěno z centrální kotelny umístěné v přízemí pavilonu S2. Původním zdrojem tepla byly kotle na koks, který byl skladován v sousední uhelně. Od roku 1996, kdy byla kotelna plynofikována, slouží pro vytápění a přípravu teplé vody tři stacionární plynové kotle s výkonem á 330 kW. Teplá voda pro pavilon S2 (kuchyň a jídelnu) je připravována centrálně v nepřímotopném zásobníkovém ohřivači o objemu 263 litrů topnou vodou z plynových kotlů. Teplá voda pro hygienická zázemí a úklid školy je připravována lokálně v elektrických bojlerch umístěných v každém podlaží. V kancelářích jsou dále 2 elektrické průtokové ohřivače. Celkový instalovaný příkon elektrických ohřivačů TV je 17,4 kW.</p> <p>Pro nucené větrání v kuchyni je instalována vzduchotechnická jednotka s teplovodním předehřevem přírodního vzduchu topnou vodou z kotlů. Osvětlení v budovách v areálu je převážně zářivkami, v podružných prostorech jsou žárovky. Instalovaný příkon osvětlovací soustavy je 53 kW.</p>		
Vlastní energetický zdroj	Instalovaný tepelný výkon (MW)	Instalovaný elektrický výkon (MW)	
	1,007	-	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)			-
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)	2101,9	
	Nákup (GJ/r)	-	
	Prodej (GJ/r)	-	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)	-	
	Nákup (MWh/r)	68,77	
	Prodej (MWh/r)	-	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	2659,3	z toho přímá technologická spotřeba (GJ/r)	-
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta) (kW)	Spotřeba energie (GJ/r)	Nositel energie
Vytápění	478,20	2361,2	Zemní plyn
Příprava TV - kuchyň	-	50,5	Zemní plyn
Příprava TV - škola	-	53,0	Elektrická energie
Provoz kuchyně a ostatní spotřeba	-	194,6	Elektrická energie

2. Energeticky úsporný projekt				
Stručný popis doporučené varianty	Doporučená varianta V2 zahrnuje: - Výměna výplní otvorů (opatření č.1) - Zateplení střechy (opatření č.2) - Zateplení fasády (opatření č.3) - Zateplení stropu kotelny (opatření č.4) - Instalace termostatických regulačních ventilů (opatření č.5) - Instalace plynových tepelných čerpadel vzduch/voda (opatření č.6)			
Investiční náklady (tis. Kč)	12 191,4	z toho technologie (tis. Kč)		4 500,0
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu	
	Energie (GJ/r)	Náklady (tis.Kč/r)	Energie (GJ/r)	Náklady (tis.Kč/r)
	2659,3	1 226,0	1150,1	705,2
Potenciál energetických úspor (teoretický)	GJ/r		MWh/r	
	1509,2		419,21	
Přínosy z hlediska ochrany životního prostředí				
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)	Stav po realizaci (t/r)		Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	0,007831	0,006943		0,000888
SO ₂	0,121847	0,121421		0,000426
NO _x	0,239110	0,153886		0,085224
C _x H _y	0,012190	0,009349		0,002841
CO	0,032428	0,018224		0,014204
CO ₂	214,447844	130,604919		83,842925
Ekonomická efektivnost				
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	520,81	Doba hodnocení (roky)		30
Prostá doba návratnosti (roky)	20,7	Diskont (%)		3
Reálná doba návratnosti (roky)	27,3	IRR (%)	3,7	NPV (tis.Kč)
				1 388,4
Energetický auditor	Ing. Jaromír Štancí		Č. osvědčení	765
Podpis			Datum	08/2011

**PŘÍLOHA Č. 2: PROTOKOLY A ENERGETICKÉ ŠTÍTKY OBÁLKY BUDOVY
PODLE ČSN 73 0540-2:2007**

Hodnocení podle ČSN 73 0540-2:2007

Firma:

Stavba: ZŠ Pelechovská Železný Brod
Místo: Pelechovská 800, 468 22 Železný Brod Investor: město Železný Brod
Zakázka: ZŠ Pelechovská v Železném Brodě Archiv: OPŽP 2011
Projektant: Energy Benefit Centre Datum: 13.8.2011
E-mail: kontakt@energy-benefit.cz Telefon:

Zóna 1 - ZŠ Železný Brod

Použitý systém rozměrů		E - vnější
Plocha systémové hranice zóny	A	9 217,9 m ²
Objem zóny	V	26 364,0 m ³
Faktor tvaru budovy	A/V	0,35 m ⁻¹
Převažující vnitřní teplota v otopném období	Θ_{im}	19,0 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období	Θ_e	-16,00 °C

Typ budovy nebytová budova s převažující návrhovou teplotou 20°C
a s plochou průsvitných konstrukcí $f_w \leq 0,50$

Stávající stav

Měrná ztráta prostupem tepla H_T 9 060,7 W.K⁻¹

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy

- požadovaná hodnota	$U_{em,N,rq}$	0,73	W.m ⁻² .K ⁻¹
- doporučená hodnota	$U_{em,N,rc}$	0,55	W.m ⁻² .K ⁻¹
- vypočítaná hodnota	U_{em}	0,98	W.m ⁻² .K ⁻¹
- hodnota pro stavební fond	$U_{em,s}$	1,33	W.m ⁻² .K ⁻¹

Klasifikační ukazatel CI 1,42

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)
	Stávající stav	Stávající stav
A	Velmi úsporná	0,30
B	Úsporná	0,60
C1	Vyhovující doporučené úrovni	0,75
C2	Vyhovující požadované úrovni	1,00
D	Nevyhovující	1,50
E	Nehospodárná	2,00
F	Velmi nehospodárná	2,50
G	Mimofádně nehospodárná	>2,50

Seznam konstrukcí systémové hranice zóny

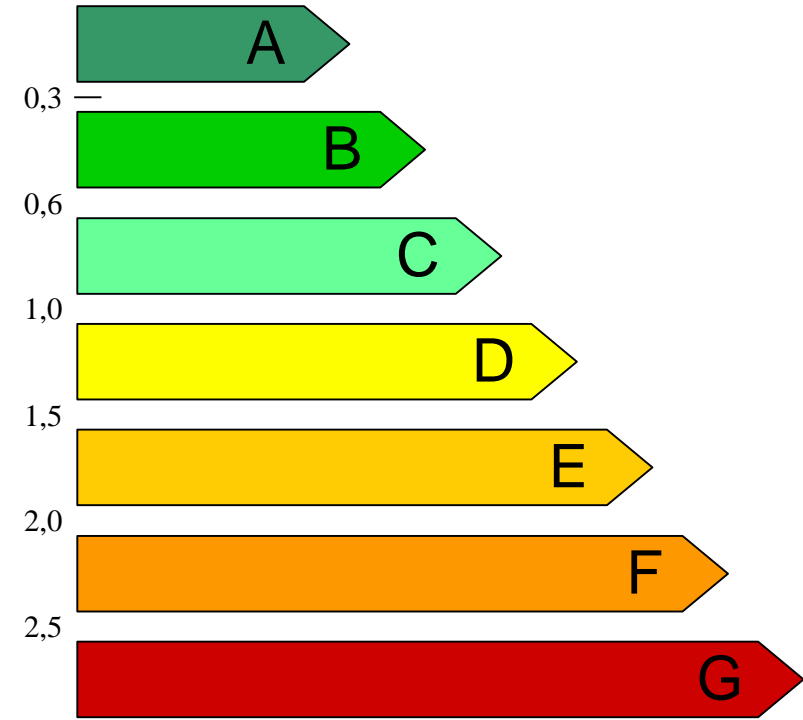
OK	Typ	b	Stávající stav			
			U W.m ⁻² .K ⁻¹	U _{NP} /U _{ND}	A m ²	H W.K ⁻¹
S02	j	1,00	1,931	0.38/0.25	33,9	65,5
W24	o	1,15	6,000	1.70/1.20	1,1	7,5
S03	z	0,57	1,185	0.85/0.60	20,8	14,0
S04	j	1,00	0,821	0.38/0.25	270,6	222,1
W15	o	1,15	2,800	1.70/1.20	9,6	30,9
S05	j	1,00	1,167	0.30/0.20	56,9	66,4
S06	j	1,00	1,288	0.30/0.20	47,4	61,1
W17	o	1,15	3,600	3.50/2.30	15,8	65,6
W14	o	1,15	2,800	1.70/1.20	23,8	76,5
W16	o	1,15	2,800	1.70/1.20	12,3	39,7
S07	j	1,00	2,290	0.38/0.25	12,2	28,0
W26	o	1,15	6,000	0.00/0.00	0,5	3,7
W25	o	1,15	2,800	1.70/1.20	0,5	1,7
W13	o	1,15	2,800	1.70/1.20	18,4	59,1
S08	j	1,00	1,470	0.38/0.25	422,2	620,5
D02	o	1,15	2,600	1.70/1.20	3,9	11,7
D06	o	1,15	3,600	1.70/1.20	5,8	23,8
S09	z	0,57	1,507	0.85/0.60	74,9	64,3
S10	z	0,57	1,441	0.85/0.60	22,9	18,8
S11	j	1,00	1,227	0.38/0.25	44,2	54,3
S12	j	1,00	0,379	0.38/0.25	1 061,6	402,2
W05	o	1,15	1,400	1.70/1.20	16,3	26,2
D01	o	1,15	1,700	1.70/1.20	17,3	33,8
W06	o	1,15	1,400	1.70/1.20	25,2	40,5
W01	o	1,15	1,400	1.70/1.20	14,4	23,2
W07	o	1,15	1,400	1.70/1.20	11,7	18,8
S13	j	1,00	0,277	0.00/0.00	134,2	37,2
W01	o	1,15	1,400	1.70/1.20	446,4	718,7
W04	o	1,15	1,400	1.70/1.20	4,5	7,2
W02	o	1,15	1,400	1.70/1.20	42,0	67,6
W03	o	1,15	1,400	1.70/1.20	24,3	39,1
S14	j	1,00	0,476	0.38/0.25	18,3	8,7
W10	o	1,15	1,400	1.70/1.20	3,2	5,2
S15	j	1,00	0,321	0.45/0.30	396,5	127,3
W09	o	1,15	1,400	2.60/1.80	27,0	43,5

OK	Typ	b	Stávající stav			
			U W.m ⁻² .K ⁻¹	U _{NP} /U _{ND}	A m ²	H W.K ⁻¹
W08	o	1,15	1,400	2,60/1,80	63,0	101,4
S16	j	1,00	0,600	0.38/0.25	7,7	4,6
S17	j	1,00	1,167	0.30/0.20	41,0	47,9
W11	o	1,15	2,800	1.70/1.20	299,5	964,5
W12	o	1,15	2,800	1.70/1.20	17,3	55,6
W22	o	1,15	2,800	1.70/1.20	23,0	74,2
W23	o	1,15	1,167	1.70/1.20	10,8	14,5
W20	o	1,15	2,800	1.70/1.20	60,5	194,7
S18	j	1,00	1,288	0.30/0.20	45,8	59,0
D07	o	1,15	3,600	1.70/1.20	5,7	23,8
D08	o	1,15	2,800	1.70/1.20	14,4	46,4
W16	o	1,15	2,800	1.70/1.20	6,2	19,8
W21	o	1,15	2,800	1.70/1.20	13,0	41,7
S20	n	0,57	1,651	0.60/0.40	24,4	23,0
D21	n	0,57	2,600	3.50/2.30	1,8	2,7
S22	n	0,57	2,552	0.60/0.40	14,2	20,7
D21	n	0,57	2,600	3.50/2.30	1,8	2,7
R01	j	1,00	0,673	0.24/0.16	1 364,8	918,5
R02	j	1,00	0,282	0.24/0.16	890,4	250,7
R03	j	1,00	0,294	0.24/0.16	36,7	10,8
R04	j	1,00	2,649	0,36/0,24	308,1	816,0
R05	j	1,00	0,731	0.24/0.16	13,5	9,9
F01	z	0,43	2,949	0.45/0.30	78,8	99,9
F02	j	1,00	1,038	0.24/0.16	191,2	198,5
F03	n	0,57	1,012	0.60/0.40	167,7	96,7
F04	n	0,57	1,012	0.60/0.40	217,2	125,2
F05	z	0,43	1,130	0.45/0.30	1 639,1	796,5
F06	j	1,00	0,335	0.24/0.16	11,4	3,8
F07	z	0,43	1,246	0,70/0,45	308,1	165,1
LV		1,00	0,080		9 217,9	737,4
suma					9 217,9	9 060,7

Legenda:

typ konstrukce	i	odděluje vnitřní prostor od vnějšího vzduchu
	n	odděluje vnitřní prostor od nevytápěných prostorů
	z	odděluje vnitřní prostor od přilehlé zeminy
	s	střecha nad vytápěným prostorem
	o	výplně otvorů
b		činitel teplotní redukce
A		plocha konstrukce
H		měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
L		délka lineární vazby
U_{NP}/U_{ND}		součinitel prostupu tepla (požadovaný / doporučený)
Ψ_{NP}/Ψ_{ND}		lineární součinitel prostupu tepla (požadovaný / doporučený)

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: ZŠ Pelechovská Železný Brod		Hodnocení obálky budovy					
Adresa budovy: Pelechovská 800, Železný Brod		budovy					
Celková podlahová plocha $A_c = 6372.2 \text{ m}^2$		Stávající stav	doporučení				
<p>CI Velmi úsporná</p>  <p style="text-align: center;">Mimořádně neekonomická</p>		1,42	1,00				
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$		0,98	--				
Klasifikační ukazatel CI		1,42	1,00				
Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy		D	C				
Hodnoty U_{em} na hranicích klasifikačních tříd KT pro $A/V = 0.35 \text{ m}^2/m^3$							
Hranice KT	A-B	B-C	C1-C2	C-D	D-E	E-F	F-G
U_{em}	0,22	0,44	0,55	0,73	1,03	1,33	1,99
Platnost štítku do		Datum: 08/2021					
Štítek vypracoval		Jméno a příjmení: Ing. Jaromír Štancl					
		Osvědčení číslo: 765					

Hodnocení podle ČSN 73 0540-2:2007

Firma:

Stavba: ZŠ Pelechovská Železný Brod
Místo: Pelechovská 800, 468 22 Železný Brod Investor: město Železný Brod
Zakázka: ZŠ Pelechovská v Železném Brodě Archiv: OPŽP 2011
Projektant: Energy Benefit Centre Datum: 17.8.2011
E-mail: kontakt@energy-benefit.cz Telefon:

Zóna 1 - ZŠ Železný Brod

Použitý systém rozměrů		E - vnější
Plocha systémové hranice zóny	A	9 217,9 m ²
Objem zóny	V	26 364,0 m ³
Faktor tvaru budovy	A/V	0,35 m ⁻¹
Převažující vnitřní teplota v otopném období	Θ_{im}	18,0 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období	Θ_e	-16,00 °C

Typ budovy nebytová budova s převažující návrhovou teplotou 20°C
a s plochou průsvitných konstrukcí $f_w \leq 0,50$

		Výchozí stav	Varianta 1
Měrná ztráta prostupem tepla	H_T	9 155,2	4 924,3 W.K ⁻¹

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy

- požadovaná hodnota	$U_{em,N,rq}$	0,73	0,73 W.m ⁻² .K ⁻¹
- doporučená hodnota	$U_{em,N,rc}$	0,55	0,55 W.m ⁻² .K ⁻¹
- vypočítaná hodnota	U_{em}	0,99	0,53 W.m ⁻² .K ⁻¹
- hodnota pro stavební fond	$U_{em,s}$	1,33	1,33 W.m ⁻² .K ⁻¹

Klasifikační ukazatel	CI	1,44	0,73
-----------------------	----	------	------

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)
	Výchozí stav	Výchozí stav	Varianta 1	Varianta 1
A	Velmi úsporná	0,30	Velmi úsporná	0,30
B	Úsporná	0,60	Úsporná	0,60
C1	Vyhovující doporučené úrovni	0,75	Vyhovující doporučené úrovni	0,75
C2	Vyhovující požadované úrovni	1,00	Vyhovující požadované úrovni	1,00
D	Nevyhovující	1,50	Nevyhovující	1,50
E	Nehospodárná	2,00	Nehospodárná	2,00
F	Velmi nehospodárná	2,50	Velmi nehospodárná	2,50
G	Mimořádně nehospodárná	>2,50	Mimořádně nehospodárná	>2,50

Seznam konstrukcí systémové hranice zóny

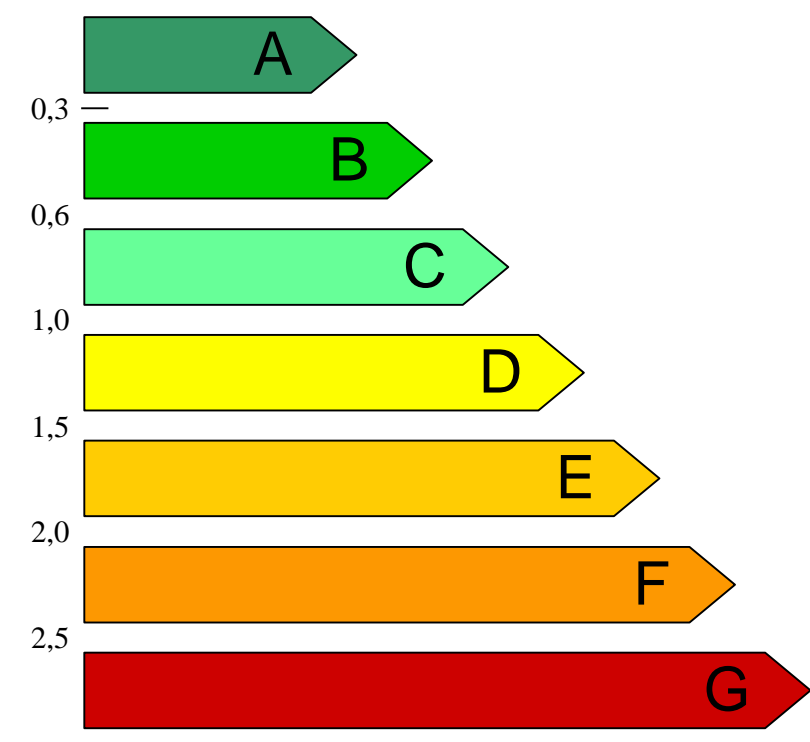


OK	Typ	b	Výchozí stav				varianta 1			
			U W.m ⁻² .K ⁻¹	U _{NP} /U _{ND}	A m ²	H W.K ⁻¹	U W.m ⁻² .K ⁻¹	U _{NP} /U _{ND}	A m ²	H W.K ⁻¹
S02	j	1,00	1,931	0.38/0.25	33,9	65,5	1,931	0.38/0.25	33,9	65,5
W24	o	1,15	6,000	1.70/1.20	1,1	7,5	6,000	1.70/1.20	1,1	7,5
S03	z	0,57	1,185	0.85/0.60	20,8	14,0	1,185	0.85/0.60	20,8	14,0
S04	j	1,00	0,821	0.38/0.25	270,6	222,1	0,230	0.38/0.25	268,7	61,9
W15	o	1,15	2,800	1.70/1.20	9,6	30,9	1,100	1.70/1.20	11,5	14,6
S05	j	1,00	1,167	0.30/0.20	56,9	66,4	0,199	0.30/0.20	56,9	11,3
S06	j	1,00	1,288	0.30/0.20	47,4	61,1	0,199	0.30/0.20	48,0	9,6
W17	o	1,15	3,600	3.50/2.30	15,8	65,6	1,700	3.50/2.30	12,2	23,9
W14	o	1,15	2,800	1.70/1.20	23,8	76,5	1,100	1.70/1.20	24,4	30,9
W16	o	1,15	2,800	1.70/1.20	12,3	39,7	1,100	1.70/1.20	14,7	18,6
S07	j	1,00	2,290	0.38/0.25	12,2	28,0	0,163	0.38/0.25	12,2	2,0
Mřížka VZT	o	1,15	6,000	-	0,5	3,7	6,000	-	0,5	3,7
W25	o	1,15	2,800	1.70/1.20	0,5	1,7	1,100	1.70/1.20	0,5	0,7
W13	o	1,15	2,800	1.70/1.20	18,4	59,1	1,100	1.70/1.20	18,4	23,2
S08	j	1,00	1,470	0.38/0.25	422,2	620,5	0,230	0.38/0.25	422,2	97,3
D02	o	1,15	2,600	1.70/1.20	3,9	11,7	1,200	1.70/1.20	3,9	5,4
D06	o	1,15	3,600	1.70/1.20	5,8	23,8	1,100	1.70/1.20	5,8	7,3
S09	z	0,57	1,507	0.85/0.60	74,9	64,3	1,507	0.85/0.60	74,9	64,3
S10	z	0,57	1,441	0.85/0.60	22,9	18,8	1,441	0.85/0.60	22,9	18,8
S11	j	1,00	1,227	0.38/0.25	44,2	54,3	1,227	0.38/0.25	44,2	54,3
S12	j	1,00	0,379	0.38/0.25	1 061,6	402,2	0,379	0.38/0.25	1 061,6	402,2
W05	o	1,15	1,400	1.70/1.20	16,3	26,2	1,400	1.70/1.20	16,3	26,2
D01	o	1,15	1,700	1.70/1.20	17,3	33,8	1,700	1.70/1.20	17,3	33,8
W06	o	1,15	1,400	1.70/1.20	25,2	40,5	1,400	1.70/1.20	25,2	40,5
W01	o	1,15	1,400	1.70/1.20	14,4	23,2	1,400	1.70/1.20	14,4	23,2
W07	o	1,15	1,400	1.70/1.20	11,7	18,8	1,400	1.70/1.20	11,7	18,8
S13	j	1,00	0,277	0.30/0.20	134,2	37,2	0,277	0.30/0.20	134,2	37,2
W01	o	1,15	1,400	1.70/1.20	446,4	718,7	1,400	1.70/1.20	446,4	718,7
W04	o	1,15	1,400	1.70/1.20	4,5	7,2	1,400	1.70/1.20	4,5	7,2
W02	o	1,15	1,400	1.70/1.20	42,0	67,6	1,400	1.70/1.20	42,0	67,6
W03	o	1,15	1,400	1.70/1.20	24,3	39,1	1,400	1.70/1.20	24,3	39,1
S14	j	1,00	0,476	0.38/0.25	18,3	8,7	0,476	0.38/0.25	18,3	8,7
W10	o	1,15	1,400	1.70/1.20	3,2	5,2	1,400	1.70/1.20	3,2	5,2
S15	j	1,00	0,321	0.45/0.30	396,5	127,3	0,321	0.45/0.30	396,5	127,3

OK	Typ	b	Výchozí stav				varianta 1			
			U W.m ⁻² .K ⁻¹	U _{NP} /U _{ND}	A m ²	H W.K ⁻¹	U W.m ⁻² .K ⁻¹	U _{NP} /U _{ND}	A m ²	H W.K ⁻¹
W09	o	1,15	1,400	2,60/1,80	27,0	43,5	1,400	2,60/1,80	27,0	43,5
W08	o	1,15	1,400	2,60/1,80	63,0	101,4	1,400	2,60/1,80	63,0	101,4
S16	j	1,00	0,600	0.38/0.25	7,7	4,6	0,186	0.38/0.25	7,7	1,4
S17	j	1,00	1,167	0.30/0.20	41,0	47,9	0,169	0.30/0.20	130,6	22,1
W11	o	1,15	2,800	1.70/1.20	299,5	964,5	1,100	1.70/1.20	249,6	315,7
W12	o	1,15	2,800	1.70/1.20	17,3	55,6	1,100	1.70/1.20	10,8	13,7
W22	o	1,15	2,800	1.70/1.20	23,0	74,2	0,050	1.70/1.20	0,0	0,0
W23	o	1,15	1,167	1.70/1.20	10,8	14,5	1,100	1.70/1.20	10,8	13,7
W20	o	1,15	2,800	1.70/1.20	60,5	194,7	1,100	1.70/1.20	50,4	63,8
S18	j	1,00	1,288	0.30/0.20	45,8	59,0	0,169	0.30/0.20	43,0	7,3
D07	o	1,15	3,600	1.70/1.20	5,7	23,8	1,100	1.70/1.20	7,4	9,3
D08	o	1,15	2,800	1.70/1.20	14,4	46,4	1,100	1.70/1.20	15,5	19,7
W16	o	1,15	2,800	1.70/1.20	6,2	19,8	1,100	1.70/1.20	7,4	9,3
W21	o	1,15	2,800	1.70/1.20	13,0	41,7	1,100	1.70/1.20	11,8	15,0
S20	n	0,57	1,651	0.60/0.40	24,4	23,0	1,651	0.60/0.40	24,4	23,0
D21	n	0,57	2,600	3.50/2.30	1,8	2,7	2,600	3.50/2.30	1,8	2,7
S22	n	0,57	2,552	0.60/0.40	14,2	20,7	2,552	0.60/0.40	14,2	20,7
D21	n	0,57	2,600	3.50/2.30	1,8	2,7	2,600	3.50/2.30	1,8	2,7
R01	j	1,00	0,673	0.24/0.16	1 364,8	918,5	0,152	0.24/0.16	1 364,8	207,5
R02	j	1,00	0,282	0.24/0.16	890,4	250,7	0,282	0.24/0.16	890,4	250,7
R03	j	1,00	0,294	0.24/0.16	36,7	10,8	0,294	0.24/0.16	36,7	10,8
R04	j	1,00	2,649	0,36/0,24	308,1	816,0	0,157	0,36/0,24	308,1	48,5
R05	j	1,00	0,731	0.24/0.16	13,5	9,9	0,731	0.24/0.16	13,5	9,9
F01	z	0,43	2,949	0.45/0.30	78,8	99,9	2,949	0.45/0.30	78,8	99,9
F02	j	1,00	1,038	0.24/0.16	191,2	198,5	0,217	0.24/0.16	191,2	41,4
F03	n	0,57	1,012	0.60/0.40	167,7	96,7	1,012	0.60/0.40	167,7	96,7
F04	z	1,00	1,012	0.60/0.40	217,2	219,7	0,228	0.60/0.40	217,2	49,6
F05	z	0,43	1,130	0.45/0.30	1 639,1	796,5	1,130	0.45/0.30	1 639,1	796,5
F06	j	1,00	0,335	0.24/0.16	11,4	3,8	0,335	0.24/0.16	11,4	3,8
F07	z	0,43	1,246	0,70/0,45	308,1	165,1	1,246	0,70/0,45	308,1	165,1
LV		1,00	0,080		9 217,9	737,4	0,040		9 217,9	368,7
suma					9 217,9	9 155,2			9 217,9	4 924,3

Legenda:

typ konstrukce	i	odděluje vnitřní prostor od vnějšího vzduchu
	n	odděluje vnitřní prostor od nevytápěných prostorů
	z	odděluje vnitřní prostor od přilehlé zeminy
	s	střecha nad vytápěným prostorem
	o	výplně otvorů
b		činitel teplotní redukce
A		plocha konstrukce
H		měrná ztráta konstrukce prostupem tepla
L		délka lineární vazby
U_{NF}/U_{ND}		součinitel prostupu tepla (požadovaný / doporučený)
Ψ_{NF}/Ψ_{ND}		lineární součinitel prostupu tepla (požadovaný / doporučený)

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Typ budovy, místní označení: ZŠ Pelechovská Železný Brod		Hodnocení obálky budovy					
Adresa budovy: Pelechovská 800, Železný Brod		budovy					
Celková podlahová plocha $A_c = 6372.2 \text{ m}^2$		Výchozí stav	varianta 1				
<p>CI Velmi úsporná</p>  <p style="text-align: center;">Mimořádně nevhodná</p>							
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$		0,99	0,53				
Klasifikační ukazatel CI		1,44	0,73				
Klasifikační třída prostupu tepla obálkou budovy		D	C1				
Hodnoty U_{em} na hranicích klasifikačních tříd KT pro $A/V = 0.35 \text{ m}^2/m^3$							
Hranice KT	A-B	B-C	C1-C2	C-D	D-E	E-F	F-G
U_{em}	0,22	0,44	0,55	0,73	1,03	1,33	1,99
Platnost štítku do		Datum: 08/2021					
Štítek vypracoval		Jméno a příjmení: Ing. Jaromír Štancl					
		Osvědčení číslo: 765					

PŘÍLOHA Č. 3: OSVĚDČENÍ O ODBORNÉ ZPŮSOBILOSTI



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU

Na Františku 32, 110 15 Praha 1

Ing. Jaromír Štancl

r. č. 821231/4055

je oprávněn

provádět energetický audit

s platností od 20.11.2009

~~~~~

~~~~~

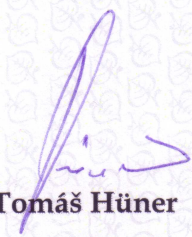
~~~~~



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

**Číslo oprávnění: 0765**

V Praze dne 20. listopadu 2009

  
Ing. Tomáš Hüner

náměstek ministra průmyslu a obchodu

**PŘÍLOHA Č. 4: FOTODOKUMENTACE**





*Severní vstupní fasáda ZŠ Pelechovská Železný Brod (pavilon U12.2 a vzadu S2)*



*Jižní fasáda ZŠ Pelechovská Železný Brod (pavilon MVD2 a vzadu U12.2)*



*Jižní fasáda ZŠ Pelechovská Železný Brod (pavilon S2) – dole vrata uhelny, ve 3.NP jídelna a kuchyně*



*Jižní fasáda ZŠ Pelechovská Železný Brod (pavilon S2 a U12.2) – zásobování stravovacího pavilonu*





*Tělocvična*



*Teplovodní otopné těleso s TRV na rekonstruovaném hygienickém zázemí v pavilonu U12*



*Lokální příprava TV v elektrických bojlerech s celkovým příkonem 17,4 kW*



*Elektrické varné kotle v kuchyni, vzduchotechnické potrubí*





*Pohled na kotelnu zvenku*



*Stacionární plynové kotle s výkonem á 330 kW z roku 1996*



*Nepřímotopný zásobníkový ohřivač TV pro potřeby pavilonu S2 (kuchyně)*



*Kompresorové chlazení pro chladicí boxy sloužící ke skladování potravin, v současné době je v provozu pouze 1 kompresor s příkonem 1,25kW*