



Energetické posouzení

Gymnázium Aloise Jiráska Litomyšl, T. G. Masaryka 590

Prioritní osa 5: Energetické úspory

Specifický cíl 5.1: Snížit energetickou náročnost veřejných budov a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie

Předmět posouzení:

Realizace úspor energie - Gymnázium Aloise Jiráska Litomyšl

Místo objektu: 570 01 Litomyšl, T. G. Masaryka č. p. 590

Katastrální území: Litomyšl (685674), p. č. 875/3

Zpracovali:

Jaromír Džbánek, energetický specialista

Ing. Vladislav Schmidt, energetický specialista

Datum zpracování:

Listopad 2018

OBSAH

strana

1	Účel zpracování energetického posouzení.....	4
2	Identifikační údaje.....	4
2.1	Určení vlastníka předmětu energetického posouzení.....	4
2.2	Určení provozovatele předmětu energetického posouzení.....	5
2.3	Určení zpracovatelů energetického posouzení	5
2.4	Určení předmětu energetického posouzení	6
3	Podklady pro zpracování energetického posudku.....	9
3.1	Výchozí stav předmětu energetického posouzení	10
3.1.1	Charakteristika hlavních činností předmětu energetického posouzení	10
3.1.2	Charakteristika běžného provozního využití předmětu energetického posouzení, plánované změny ve způsobu využití či v míře využití posuzované budovy	11
3.2	Situační plán	12
3.3	Popis budovy, rozdělení do výpočtových zón.....	13
3.4	Rozdělení do výpočtových zón	14
3.5	Popis stavebních konstrukcí posuzovaného objektu	16
3.5.1	Tepelná ochrana budov a hodnocení podle ČSN 73 0540-2 (2011)	20
3.6	Popis systémů technických zařízení budovy, jednotlivé energetické systémy.....	25
3.6.1	Zařízení pro výrobu a distribuci tepla	26
3.6.2	Zařízení pro ohřev a distribuci teplé vody.....	29
3.6.3	Vzduchotechnika	31
3.6.4	Osvětlení.....	32
3.7	Klimatické podmínky lokality	40
3.8	Energetické vstupy a výstupy	43
3.8.1	Rozbor spotřeby elektřiny za roky 2015 až 2017	43
3.8.2	Rozbor spotřeby zemního plynu za roky 2015 až 2017	45
3.8.3	Energetické vstupy	52
3.9	Potřeby tepelného výkonu na vytápění a větrání, tepelné ztráty	55
3.10	Potřeba tepla na vytápění budovy.....	60
3.11	Vlastní zdroje energie.....	63
3.11.1	Energetické bilance výroby energie z vlastních zdrojů.....	63

3.11.2	Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů	63
3.12	MODEL energetické potřeby	64
3.13	Výchozí roční energetická bilance	68
3.14	Zhodnocení výchozího stavu	69
4	Doporučení energetického specialisty	71
4.1	Popis navrhovaných opatření	71
4.1.1	Opatření na stavebních konstrukcích.....	72
4.1.2	Opatření realizovaná z vlastních zdrojů nad rámec projektu	76
4.1.3	Ostatní patření na systémech TZB	78
4.2	Stanovení závazných parametrů projektu.....	78
4.2.1	Stanovení úspory energie	79
5	Ekologické vyhodnocení.....	82
6	Ekonomické vyhodnocení projektu	88
6.1	Celkové výdaje na realizaci projektu	89
6.2	Způsobilé výdaje projektu (redukováné náklady projektu).....	89
6.3	Kvantifikace jednotlivých kritérií ekonomického vyhodnocení	92
6.3.1	Prostá doba návratnosti navržených energeticky úsporných opatření projektu T _{PN EÚO} (počet roků) - hodnoceno pro úroveň cen bez DPH	92
6.3.2	Reálná doba návratnosti	94
6.3.3	Čistá současná hodnota navrženého opatření - NPV (Kč)	95
6.3.4	Vnitřní výnosové procento IRR (%).....	95
7	Management hospodaření s energiemi	98
8	Posouzení vhodnosti aplikace EPC	103
9	Okrajové podmínky.....	106
10	Stanovisko energetického specialisty (Závěr)	106
10.1	Stanovení výsledků a podmínek proveditelnosti.....	106
10.2	Opatření zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty vzduchu v obytných místnostech v letním období.....	108
10.3	Opatření k zamezení překročení koncentrace CO ₂ v učebnách.....	108
10.4	Závěrečný výrok o naplnění účelu energetického posouzení.....	109
11	Evidenční list energetického posouzení	110

12	Přílohová část.....	118
12.1	Příloha č. 1 - Soulad projektu s požadavky OPŽP	118
12.2	Příloha č. 2 - Indikátory (parametry) pro hodnocení a monitorování projektu	122
12.3	Další přílohy energetického posouzení	124

1 ÚČEL ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSOUZENÍ

Energetické posouzení je zpracováno pro účel podání žádosti o podporu z Operačního programu Životní prostředí 2014 - 2020 (OPŽP) a obsahově vychází z požadavků OPŽP 2014 - 2020, resp. Závazného vzoru a metodického postupu pro energetické posouzení a z §9a, odst. (1), písm. e) zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (zákon č. 103/2015 Sb.), avšak není dokumentem podle tohoto zákona.

Cílem navrhovaného řešení je nalézt a doporučit takové řešení, které z hlediska provozovatele bude nejefektivnější a nejekonomičtější ve vztahu k dlouhodobým spotřebám energie v budově v souladu se stávajícími, případně připravovanými zákony a závaznými předpisy v oblasti energetiky a životního prostředí s tím, že navrhovaná opatření budou vyhovovat obecným kritériím přijatelnosti Operačního programu Životní prostředí 2014 - 2020, Prioritní osa 5: Energetické úspory, bod B.6.5.1.

Účelem zpracování (EP) je posouzení navržených opatření ke snížení energetických spotřeb na vytápění, přípravu teplé vody a spotřeby elektrické energie, přičemž výchozím stavem je stávající stav vyplývající ze skutečných fakturačně doložených spotřeb energie.

2 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

2.1 Určení vlastníka předmětu energetického posouzení

Pardubický kraj

530 02 Pardubice, Komenského náměstí 125

Telefon: 466 026 116

IČ: 708 92 822

Statutární zástupce: JUDr. Martin Netolický, hejtman

e-mail: posta@pardubickykraj.cz

2.2 Určení provozovatele předmětu energetického posouzení

Gymnázium Aloise Jiráska Litomyšl, Litomyšl, T. G. Masaryka 590

570 01 Litomyšl, T. G. Masaryka 590

Telefon: 461 615 162

IČ: 620 32 348

Statutární zástupce: Mgr. Ivana Hynková, ředitelka školy

e-mail: hynkova@glit.cz

2.3 Určení zpracovatelů energetického posouzení

DD Energo, s.r.o.

570 01 Litomyšl, Tyršova 237

Telefon: 775 616 680

IČ: 252 76 417

Statutární zástupce: Ing. Alena Džbánková, jednatel společnosti

e-mail: dotace@ddenergo.cz

Jaromír Džbánek, energetický specialista, zapsán do seznamu energetických specialistů u MPO ČR dne 19. 3. 2004

Telefon: 775 616 681

e-mail: audit@ddenergo.cz

IVS - Energetické poradenství, s.r.o.

537 05 Chrudim, Malecká 221

IČ: 275 52 977

Statutární zástupce: Ing. Vladislav Schmidt, jednatel společnosti

Ing. Vladislav Schmidt, energetický specialista, zapsán do seznamu energetických specialistů u MPO ČR dne 10. 10. 2002

Telefon: 736 267 578

e-mail: schmidt@ivs-energetika.cz

2.4 Určení předmětu energetického posouzení

Předmětem energetického posudku je posouzení proveditelnosti projektu týkajícího se snižování energetické náročnosti budovy, zvyšování účinnosti užití energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla, financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků, nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů.

Posuzovaný projekt bude realizován na částečně podsklepené dvou až tří podlažní budově gymnázia. Předmětem projektu jsou energeticky úsporná opatření na stavebních konstrukcích budovy, jejichž rozsah byl limitován souhlasem odborných pracovníků vykonávajících dozor v rámci památkové ochrany. Přestože se jedná o budovu pro výuku dětí a studentů, nebyl dán souhlas s instalací vzduchotechniky s rekuperací tepelné energie. Z tohoto důvodu bude muset být větrání jednotlivých prostorů školy zabezpečováno nadále pouze řízeným větráním pomocí otevíratelných oken.

Budova litomyšlského gymnázia je historického vzhledu, sestává z hlavní čtyřpodlažní části, na kterou navazují dvě boční křídla. K jižněji situovanému byla na přelomu 80 a 90. let dostavěna tzv. speciální škola, která byla s budovou gymnázia spojena krčkem, na severněji orientované křídlo navazuje původní jednopodlažní část budovy s tělocvičnou a šatnami. Speciální škola není součástí projektu směřujícího k úsporám energie a tedy ani předmětem tohoto energetického posudku. Stojí na samostatném pozemku p. č. st. 875/4, z hlediska zásobování energiemi má samostatně měřený přívod elektřiny a teplo je do ní dodáváno topnou větví z plynové kotelny, instalované v prvním podzemním podlaží hlavní část budovy gymnázia.

Historická budova litomyšlského gymnázia stojí na pozemku p. č. 875/3, v obci Litomyšl (578347), katastrální území Litomyšl (685674). Vlastníkem budovy je Pardubický kraj. V katastru nemovitostí je budova zapsána jako objekt občanské vybavenosti.



Obr. 1: Celkový pohled na budovu



Obr. 2: Jihozápadní fasáda centrální části budovy



Obr. 3: Napojení centrální čtyřpodlažní části na jihovýchodní křídlo



Obr. 4: Tělocvična se šatnami a sociálním zařízením

3 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSUDKU

Všechny údaje uvedené v tomto energetickém posudku byly získány z následující dokumentace:

- Projektová dokumentace (dwg), obsahující zaměření stávajícího stavu budovy (2018), zpracovatel - projekční kancelář K I P spol. s r.o., Litomyšl,
- Projektová dokumentace (dwg) navrhovaného stavu budovy (2018), zpracovatel - projekční kancelář K I P spol. s r.o., Litomyšl,
- Faktury za spotřeby elektřiny za budovu gymnázia za roky 2015 až 2017,
- Faktury za spotřeby zemního plynu v budově gymnázia za roky 2015 až 2017,
- Energetický posudek z roku 2016,
- Poznatky získané v rámci místních šetření, vlastní fotodokumentace,
- Nařízení Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřívačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřívačů (požadavky od 26. 9. 2018),
- Nařízení komise č. 2015/1189 ze dne 28. dubna 2015, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign kotlů na tuhá paliva (požadavky od 1. 1. 2020),
- Směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2015/2193 ze dne 25. listopadu 2015 o omezování emisí některých znečišťujících látek do ovzduší ze středních spalovacích zařízení (dále jen „Směrnice 2015/2193“).
- Pravidla pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí 2014 až 2020 v aktuálně platném znění, tzn. verze 19 platná od 27.9.2018
- Metodický pokyn pro návrh větrání škol,
- Metodika výpočtu kritérií solárních termických systémů,
- Zjednodušená měsíční bilance solární tepelné soustavy BILANCE 2015/v2,
- Metodika výpočtu kritérií solárních fotovoltaických systémů pro veřejné budovy,
- Metodický návod pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu v prioritní ose 5 OPŽP 2014 - 2020,
- Pokyny pro žadatele využívající kombinaci podpory z OPŽP a metody EPC,
- Další podklady a platná legislativa České republiky.

3.1 Výchozí stav předmětu energetického posouzení

3.1.1 Charakteristika hlavních činností předmětu energetického posouzení

Budova gymnázia v Litomyšli slouží k zabezpečování výchovy a výuky středoškolské mládeže. Gymnázium poskytuje studentům střední vzdělávání v souladu s cíli středního vzdělávání uvedenými v zákoně č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání (školský zákon) v platném znění. Výchova a vzdělávání žáků plnících školní docházku se řídí podle učebních plánů a osnov schválených MŠMT ČR a školního vzdělávacího programu. Při organizaci vyučovacího procesu se vychází z vyhlášky MŠMT ČR č. 13/2005 Sb., o středním vzdělávání a vzdělávání v konzervatoři. Škola má soustavu povinných a nepovinně volitelných předmětů. Provozuje tělovýchovná zařízení, pronajímá bytové i nebytové prostory a školní hřiště. Má odborné učebny - chemickou laboratoř, jazykovou laboratoř, dvě učebny výpočetní techniky, tělocvičnu a posilovnu.

Zřizovatelem Gymnázia Aloise Jiráska v Litomyšli je Pardubický kraj, škola byla zřízena jako jeho příspěvková organizace zřizovací listinou vydanou 17. 4. 2003 čj. KH 5574.3/2003/OŠMS, která byla změněna dne 27. 10. 2005 čj. KrÚ 18385/2005 OŠMS/3.

Z hlediska oborů vzdělávání se jedná o studijní obor Prima - oktáva (osmileté studium) a 1. až 4. ročník čtyřletého studia. Vzdělávací program školy je určen rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání (nižší stupeň osmiletého gymnázia) a rámcovým vzdělávacím programem pro gymnaziální vzdělávání (vyšší stupeň osmiletého gymnázia a čtyřleté gymnázium). Podle výroční zprávy o činnosti školy za školní rok 2014/2015 sestával pedagogický sbor z celkem 38 osob, z toho sedm externích vyučujících a šesti provozních zaměstnanců, kapacita školy je 380 žáků ve 12 třídách, z toho v osmi pro osmileté studium a ve čtyřech pro čtyřleté studium, II. pololetí školního roku 2017/2018 do školy docházelo celkem 335 žáků

Budova školy obsahuje výhradně prostory související s výukou a vzděláváním. Stravování žáků (obědy) je zabezpečováno externě, v budovách jiných subjektů.

3.1.2 Charakteristika běžného provozního využití předmětu energetického posouzení, plánované změny ve způsobu využití či v míře využití posuzované budovy

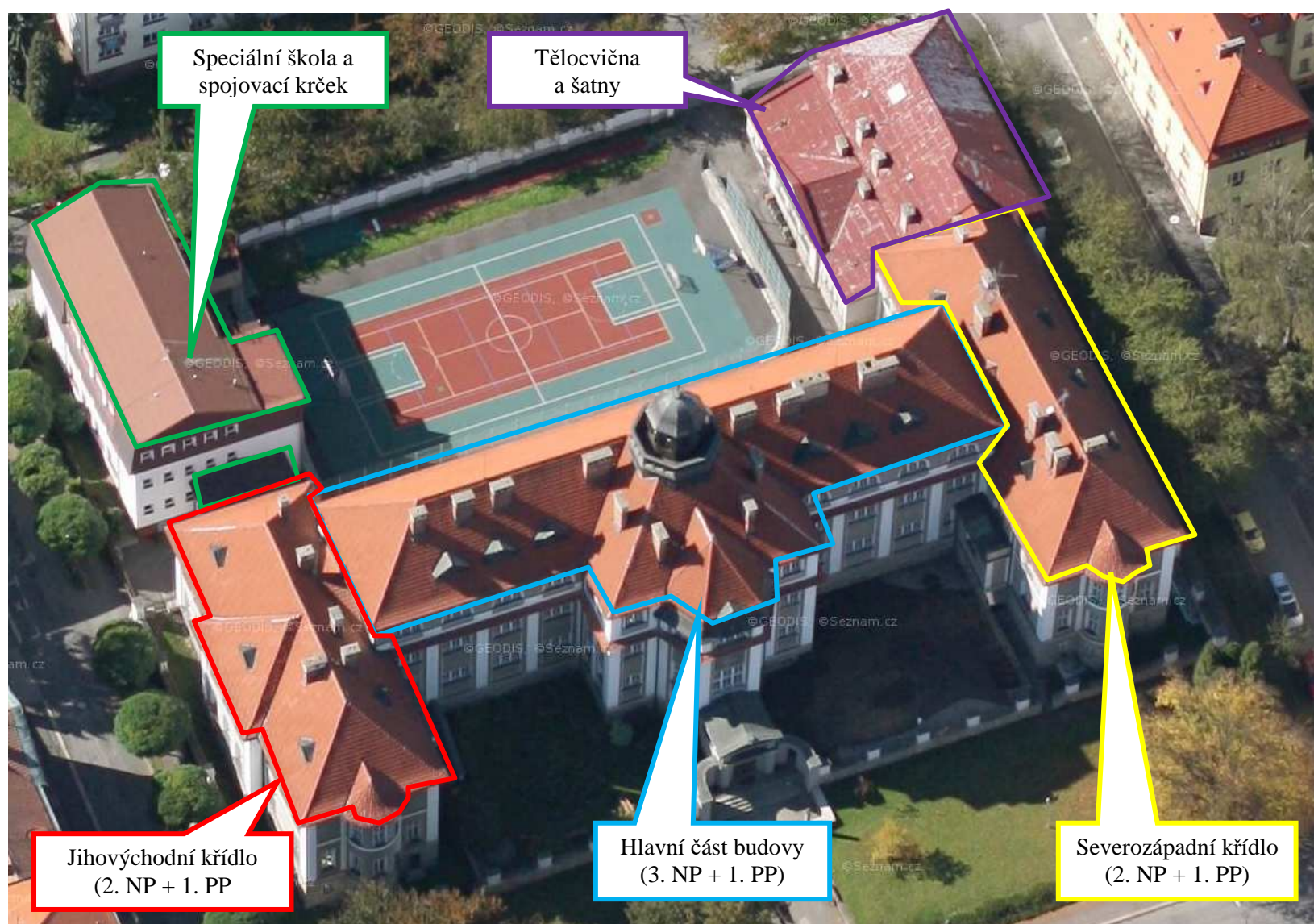
Charakteristika běžného provozního využití budovy se odvíjí od učebního plánu a zejména od rozvrhu hodin. Obecně lze konstatovat, že výuka probíhá ve školní rok denně, v pondělí až pátek, přičemž první vyučovací hodina začíná v 7⁵⁵ hodin a poslední vyučovací hodina končí v 16⁰⁰ hodin s tím, že výuka v odpoledních hodinách není denní, využití učeben se v tuto dobu řídí aktuálním rozvrhem a tedy nemusí být rok od roku realizována z hlediska jednotlivých učeben ve stejném rozsahu. Tělocvična (včetně šaten a sociálních zařízení) je podle informací školníka v provozu navíc přibližně po tři dny v týdnu až do 20⁰⁰ hodin.

Z hlediska spotřeby energie na vytápění lze však uvažovat provozní dobu učeben obdobnou, a to v intervalu nejméně od 7³⁰ hodin do 16⁰⁰ hodin, ve většině prostorů školy lze vytápění řídit individuálně, pomocí instalovaných termoelektrických hlavíc, vytápění prostorů chodeb řízením intenzity a doby vytápění pro samostatnou topnou větev.

Teplá voda je ve škole používána k osobní hygieně žáků (studentů) a zaměstnanců, dále potom pro denní úklid.

Elektrina odebíraná pro školu z NN sítě je spotřebovávána především na osvětlení, výpočetní a audiovizuální techniku a případně pro drobné spotřebiče, žádná energeticky náročná technologická zařízení či stroje nejsou ve škole instalovány.

3.2 Situační plán



3.3 Popis budovy, rozdělení do výpočtových zón

Ze situačního plánu je zřejmé, že budova litomyšlského gymnázia, postavená po roce 1923, sestává ze čtyř základních, objemově i situačně odlišných částí.

Základní z nich je centrální část, situovaná souběžně s ulicí T. G. Masaryka. Podélná osa této části budovy je orientována takřka ve směru jihovýchod - severozápad. Byla postavena v mírném svahu, takže východní část prvního podzemního podlaží vystupuje nad okolní terén, zatímco západní část je částečně zapuštěna pod úroveň terénu. Základní dispozice centrální budovy je de facto stejná ve všech čtyřech podlažích. Podél severovýchodní obvodové zdi vede po celé její délce chodba, přičemž ve střední části z této fasády vystupuje prostor schodiště spojující první až čtvrté nadzemní podlaží, ke schodišti z obou stran (jihovýchodní a severozápadní) přiléhají prostory sociálních zařízení žáků a studentů. V prvním podzemním podlaží jsou vedle schodiště namísto WC sklad a bufet. Při jihozápadní obvodové zdi byly v prvním podzemním podlaží zřízeny technické prostory (dílny, kotelna a tepelná strojovna) a dvě šatny, v nadzemních podlažích učebny a případně kabinety.

Stavba jihovýchodního křídla sestává z podzemního podlaží (pouze ve většině zastavěné plochy) a dvou nadzemních podlaží. Základním půdorysným tvarem je obdélník s podélnou osou orientovanou takřka ve směru jihozápad - severovýchod. V prostoru navazujícím na centrální budovu je na každém podlaží vždy chodba, ze které se vstupuje v prvním podzemním podlaží do šaten či dvou učeben, v nadzemních podlažích do učeben (knihovny) a kabinetů. Na jihozápadní obvodovou zeď navazuje spojovací krček do dodatečně postavené speciální školy.

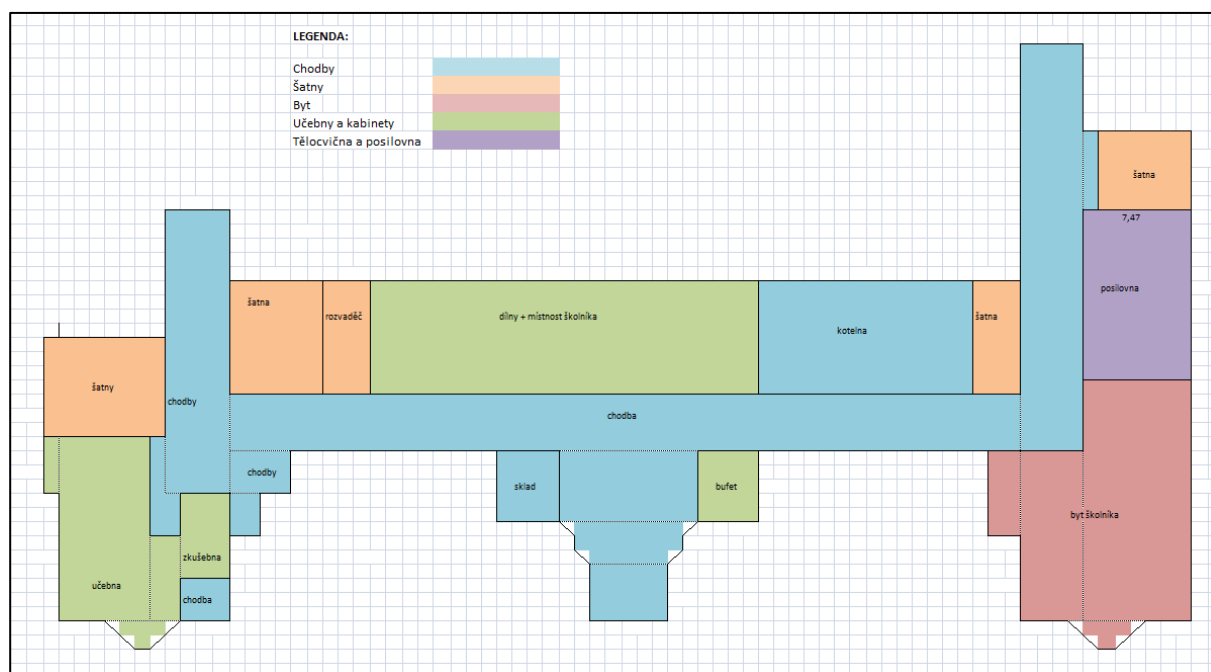
Stavba severozápadního křídla sestává z podzemního podlaží (v tomto případě v celé zastavěné ploše) a dvou nadzemních podlaží. Základním půdorysným tvarem je též obdélník s podélnou osou orientovanou takřka ve směru jihozápad - severovýchod. V prostoru navazujícím na centrální budovu je na každém podlaží chodba, ze které se vstupuje v prvním podzemním podlaží do bytu školníka, komory, posilovny, herny stolního tenisu nebo sociálních zařízení, v prvním nadzemním podlaží do učeben (včetně auly) a kabinetů, v druhém nadzemním podlaží do sborovny, ředitelny či studovny. Na jihozápadní obvodovou zeď navazuje původní jednopodlažní stavba tělocvičny.

Objekt tělocvičny tvoří jednopodlažní budova se zvýšeným výškovým profilem, obsahuje vlastní tělocvičnu a k ní přiléhající (z jihovýchodní strany) šatny a sociální zařízení. Prostor mezi tělocvičnou a severozápadním křídlem vyplňuje nářad'ovna.

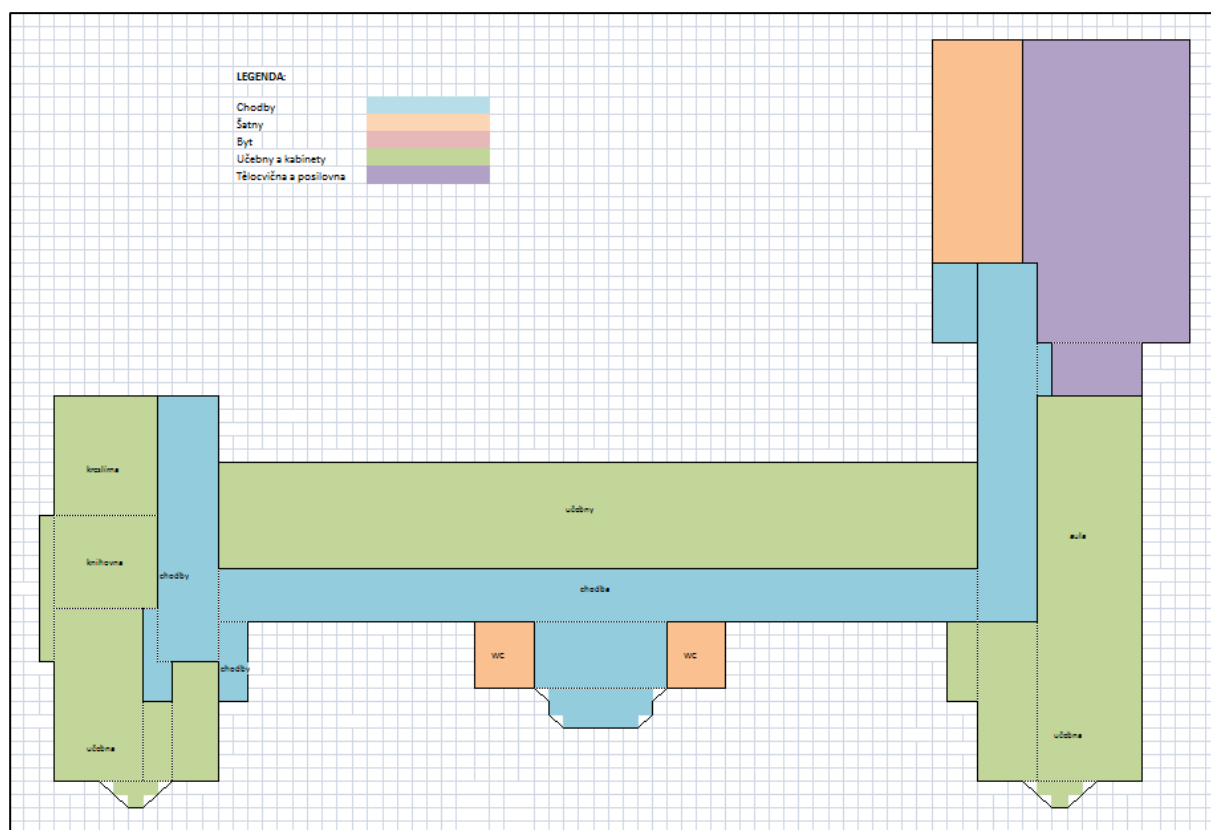
3.4 Rozdělení do výpočtových zón

Výpočtově je budova rozdělena do pěti základních zón, které různě prostupují budovou, a jsou charakterizovány různým způsobem provozování jak z hlediska doby či intenzity vytápění, tak i z hlediska větrání. První z těchto zón jsou komunikační prostory, druhou šatny, třetí byt školníka v prvním podzemním podlaží, čtvrtou učebny a kabinety a pátou tělocvična a posilovna. Všechny zóny jsou větrány pouze přirozeným způsobem, intenzity větrání a střední výpočtové (návrhové) teploty vnitřního vzduchu jsou uvedeny v dalších částech tohoto energetického posudku.

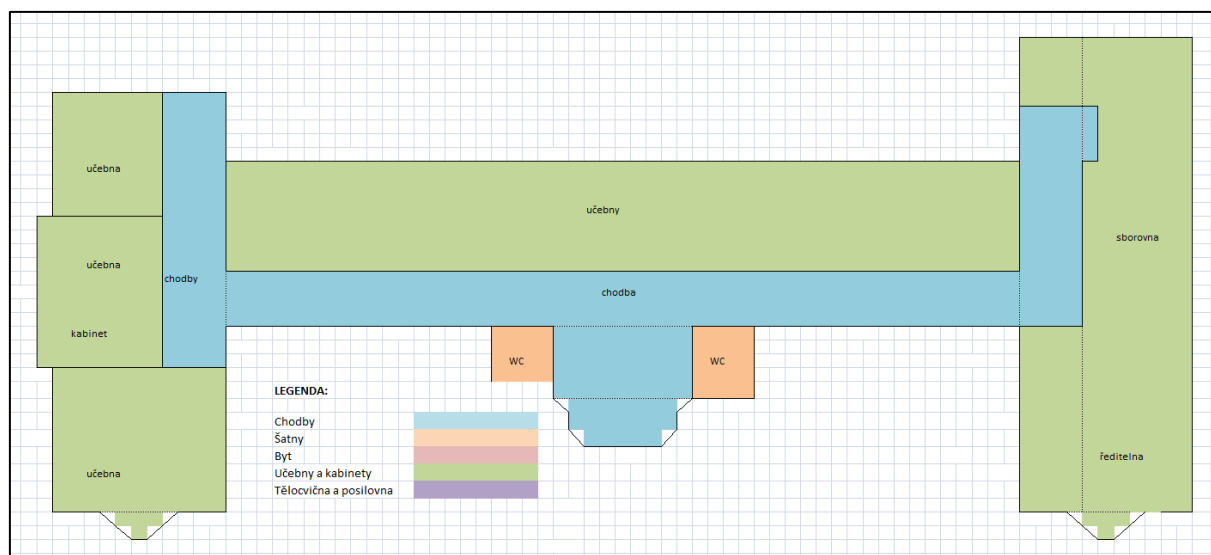
První podzemní podlaží - schéma výpočtových zón:



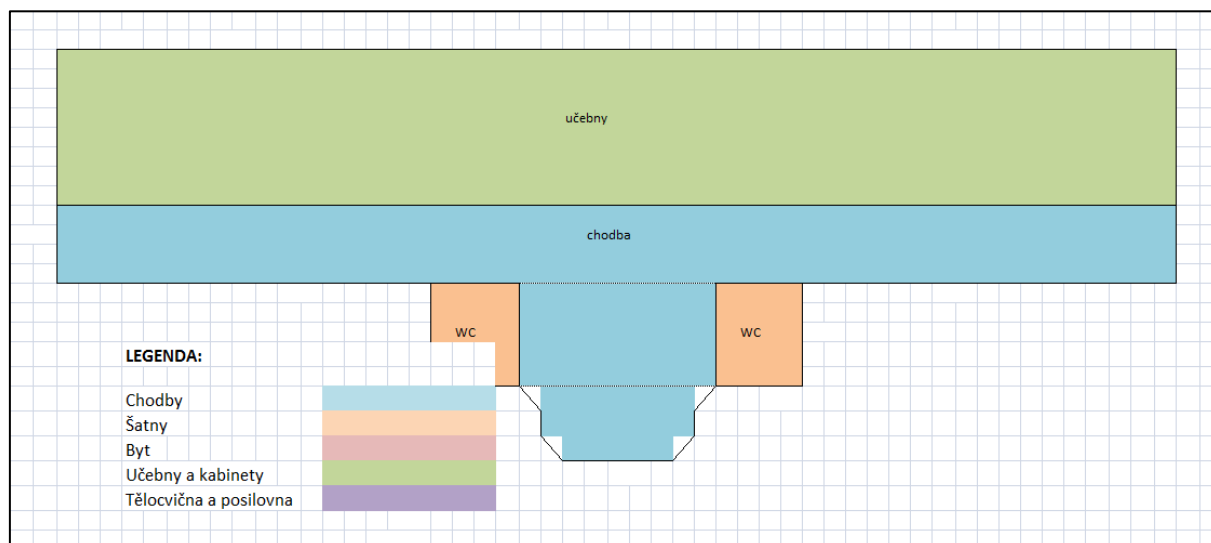
První nadzemní podlaží - schéma výpočtových zón:



Druhé nadzemní podlaží - schéma výpočtových zón:



Třetí nadzemní podlaží - schéma výpočtových zón:



Výpočtově je tedy objekt rozdělen do 5 zón, charakterizovaných různým způsobem provozování. Jedná se o zóny:

- komunikační prostory, sklady, kotelná: převažující vnitřní teplota $\theta_{im} = 15\text{ °C}$
- sociální zařízení, šatny: převažující vnitřní teplota $\theta_{im} = 20\text{ °C}$
- byt školníka: převažující vnitřní teplota $\theta_{im} = 20\text{ °C}$
- učebny, dílny, kanceláře: převažující vnitřní teplota $\theta_{im} = 20\text{ °C}$
- tělocvična, posilovna: převažující vnitřní teplota $\theta_{im} = 15\text{ °C}$

3.5 Popis stavebních konstrukcí posuzovaného objektu

Popis stavebních konstrukcí je proveden na základě projektové dokumentace, poskytnuté projekční kanceláří K I P spol. s r.o., Litomyšl, a na základě místních šetření, přičemž skladby některých konstrukcí byly určeny na základě jejich tloušťky a kvalifikovaného odhadu (zejména podlahy na zemině, zdivo 1. PP vůči zemině atd.).

Nosná konstrukce objektu je zděná z plných pálených cihel v tloušťkách od 450 mm do 800 mm včetně omítek. Jako otvorové výplně jsou použita dřevěná dvojitá okna (část dvojitých oken je již repasována, kdy do vnějšího křídla bylo vsazeno izolační dvojsklo), okna dřevěná s dvojsklem, okna dřevěná a kovová s jedním sklem, okno kovové dvojitě a

sklobetonové výplně luxfery. Vchodové dveře jsou dřevěné prosklené nebo plné, vrata do kotelny jsou kovová částečně prosklená. Vnitřní omítky jsou vápenné hladké doplněné keramickými obklady v sociálních zařízeních. Stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou má nosnou konstrukci tvořenou bedničkovým stropem (*Pozn.: osová vzdálenost žeber 0,6 až 1,2 m, jejich podhled tvoří železobetonová deska, která je součástí stropní konstrukce; podhledová deska o tl. 30 až 35 mm se betonuje na rovné bednění, na ni se kladou bedničky, obvykle dřevěné, které vytvářejí bednění žeber a horní desky; po zabetonování bedničky zůstávají v konstrukci jako tzv. ztracené bednění*). Na stropě je vrstva škváry tl. 100 mm s cihelnými dlaždicemi (půdovkami). Podlahy na zemině, s výjimkou tělocvičny, jsou betonové na hydroizolaci s pochozí vrstvou dle účelu užívání (dlažba, PVC, vlysy). V tělocvičně je podlaha dřevěná na trámkovém roštu a podkladním betonu.

Celková energeticky vztažná podlahová plocha řešené budovy A_c činí 5.398,2 m². Plochy jednotlivých funkčních dílů stavební konstrukce jsou uvedeny v následujícím přehledu.

Tab. 3.5.1. Plochy stávajících konstrukcí

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]
Vnější stěna, CP tl. 450 mm	177,0
Vnější stěna, CP tl. 500 mm	32,3
Vnější stěna, CP tl. 600 mm	2309,9
Vnější stěna, CP tl. 650 mm	64,0
Vnější stěna, CP tl. 800 mm	529,4
strop pod nevytápěnou půdou (Z1, Z5)	674,9
strop pod nevytápěnou půdou (Z2, Z4)	859,1
strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z1)	21,5
strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z4)	290,4
střecha nad 1. PP (Z1)	25,6
okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	11,8
okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	7,0
okno dřevěné s dvojsklem (bude ponecháno)	1,4
okno dřevěné jednoduché (na výměnu)	2,7
okno dřevěné jednoduché (bude ponecháno)	1,7
luxfery	12,0
okno dřevěné dvojitě (na výměnu)	1,5
okno dřevěné dvojitě (na repasi)	114,0

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m ²]
okno dřevěné dvojité (na repasi)	52,6
okno dřevěné dvojité (výměna za repliku)	58,5
okno dřevěné dvojité (výměna za repliku)	316,4
okno dřevěné dvojité již repasované (na výměnu za repliku)	232,9
okno dřevěné dvojité již repasované (bude ponecháno)	10,1
okno kovové jednoduché (na výměnu)	1,1
okno kovové jednoduché (na výměnu)	5,5
okno kovové dvojité (bude ponecháno)	0,9
vchodové dveře dřevěné prosklené (na výměnu)	2,1
vchodové dveře dřevěné prosklené (budou ponechány)	3,8
vchodové dveře dřevěné plné (budou ponechány)	8,8
vchodové dveře dřevěné plné (budou ponechány)	5,8
vrata kovová s prosklením (budou ponechána)	6,7
CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z1, Z5)	40,4
CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z4)	37,9
CP tl. 450 mm k nevytápěné půdě (Z5)	34,6
Dveře na půdu	2,0
podlaha na zemině (Z1)	713,3
podlaha na zemině (Z2)	241,7
podlaha na zemině (Z3)	182,9
podlaha na zemině (Z4)	415,9
podlaha na zemině (Z5)	328,5
CP tl. 800 mm k zemině (Z1)	139,8
CP tl. 800 mm k zemině (Z2, Z4)	101,5
CP tl. 900 mm k zemině (Z2)	19,3

V tabulce Tab. 3.5.2. jsou uvedeny hodnoty souč. prostupu tepla (bez vlivu lineárních a bodových tepelných vazeb) pro jednotlivé funkční díly stávající stavební konstrukce.

Tab. 3.5.2. Hodnoty souč. prostupu tepla stávajících konstrukcí

Poř. č.	Funkční stavební díl	Souč. prostupu tepla $U [W.m^{-2}.K^{-1}]$
1	Obvodový plášť neprůsvitný do venkovního prostředí - CP tl. 450 mm - CP tl. 500 mm - CP tl. 600 mm - CP tl. 650 mm - CP tl. 800 mm	1,53 1,42 1,24 1,17 1,00
2	Strop, střecha - strop pod newytápěnou půdou (Z1, Z5) - strop pod newytápěnou půdou (Z2, Z4) - strop pod newytápěnou půdou bez zateplení (Z1) - strop pod newytápěnou půdou bez zateplení (Z4) - střecha nad 1. PP (Z1)	1,38 1,38 1,38 1,38 1,36
3	Otvorové výplně z vytápěného do venkovního prostředí ¹⁾ - okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu) - okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu) - okno dřevěné s dvojsklem (bude ponecháno) - okno dřevěné jednoduché (na výměnu) - okno dřevěné jednoduché (bude ponecháno) - luxfery - okno dřevěné dvojitě (na výměnu) - okno dřevěné dvojitě (na repasi) - okno dřevěné dvojitě (na repasi) - okno dřevěné dvojitě (výměna za repliku) - okno dřevěné dvojitě (výměna za repliku) - okno dřevěné dvojitě již repasované (na výměnu za repliku) - okno dřevěné dvojitě již repasované (bude ponecháno) - okno kovové jednoduché (na výměnu) - okno kovové jednoduché (na výměnu) - okno kovové dvojitě (bude ponecháno)	2,50 2,50 2,50 4,50 4,50 4,24 2,35 2,35 2,35 2,35 2,35 1,50 1,50 5,65 5,65 3,30

Poř. č.	Funkční stavební díl	Souč. prostupu tepla $U [W.m^{-2}.K^{-1}]$
4	Dveřní výplně otvorů z vytáp. do venkovního prostředí - vchodové dveře dřevěné prosklené (na výměnu) - vchodové dveře dřevěné prosklené (budou ponechány) - vchodové dveře dřevěné plné (budou ponechány) - vchodové dveře dřevěné plné (budou ponechány) - vrata kovová s prosklením (budou ponechána)	4,00 4,00 2,30 2,30 5,65
5	Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace) - CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z1, Z5) - CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z4) - CP tl. 450 mm k nevytápěné půdě (Z5)	1,24 1,24 1,53
6	Otvorová výplň k nevytápěnému prostoru - Dveře na půdu	6,85
7	Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině - podlaha na zemině (Z1) - podlaha na zemině (Z2) - podlaha na zemině (Z3) - podlaha na zemině (Z4) - podlaha na zemině (Z5) - CP tl. 800 mm k zemině (Z1) - CP tl. 800 mm k zemině (Z2, Z4) - CP tl. 900 mm k zemině (Z2)	3,80 3,80 3,55 2,86 1,32 1,01 1,01 0,92

Pozn.: ¹⁾ bez 15 % přírážky na nízkou tepelnou setrvačnost

3.5.1 Tepelná ochrana budov a hodnocení podle ČSN 73 0540-2 (2011)

Tepelně technické vlastnosti obvodových konstrukcí vytápěného objektu jsou při posuzování podle požadavků ČSN 73 0540-2 nevyhovující jak z hlediska požadované hodnoty součinitele prostupu tepla, tak i z hlediska požadované nejnižší vnitřní povrchové teploty konstrukce. Objekt vykazuje z těchto důvodů zvýšenou spotřebu tepla a rovněž může docházet v důsledku nízké povrchové teploty k povrchové kondenzaci v koutech a rozích místností. Toto nebezpečí hrozí zejména v prostorách, které se vyznačují zvýšenou vlhkostí vzduchu - šatny, sociální zařízení, méně větrané prostory, ... Tepelné mosty mohou potom být příčinou znehodnocení stavebních materiálů a konstrukcí a může docházet i k hygienickým závadám. To, že k popsáným jevům prakticky nedochází resp. nedochází v míře, která by

představovala zjevný problém, je způsobeno pravděpodobně právě přetápěním prostor a je tedy kompenzováno zvýšenou spotřebou tepla. Z hlediska tepelných mostů jsou zejména rizikové kovové osazovací rámy oken, případné překlady otvorových výplní a železobetonové ztužující věnce. Všeobecně z hlediska tepelných mostů je rizikové vlhké zdivo resp. jakákoliv vlhká stavební konstrukce, vlhkost zemní i atmosférická vedou k narušování stavby a zkracování její životnosti. Vzhledem k tomu, že voda podstatně zvyšuje tepelnou vodivost stavebních materiálů, dochází u vlhkého zdiva i k vyššímu úniku tepla. Zabezpečení požadované tepelné resp. tepelně-vlhkostní pohody je pak kompenzováno zvýšenou spotřebou tepla tedy přetápěním.

Pro ilustraci je v tabulce Tab. 3.5.1.1. uvedeno porovnání hodnot součinitele prostupu tepla stávajících neprůsvitných obvodových plášťů, otvorových výplní, podlah na terénu a konstrukce střechy resp. stropu nad nejvyšším podlažím s hodnotami uvedenými v normě ČSN 73 0540-2 (U_N - požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla, U_{rec} - doporučená hodnota součinitele prostupu tepla, V - vyhovuje, N - nevyhovuje).

Tab. 3.5.1.1. Porovnání hodnot součinitelů prostupu tepla U_N

Objekt, typ konstrukce	θ_{im} [°C]	Hodnota U [W.m ⁻² .K ⁻¹]		Hodnocení
		U _{stávající}	U _N / U _{rec}	
Obvodový plášť neprůsvitný do venkovního prostředí				
- CP tl. 450 mm	20	1,53	0,30 / 0,25	(N / N)
- CP tl. 500 mm	15	1,42	0,45 / 0,36	(N / N)
- CP tl. 600 mm	20	1,24	0,30 / 0,25	(N / N)
- CP tl. 650 mm	20	1,17	0,30 / 0,25	(N / N)
- CP tl. 800 mm	20	1,00	0,30 / 0,25	(N / N)
Strop, střecha				
- strop pod nevytápěnou půdou (Z1, Z5)	15	1,38	0,45 / 0,29	(N / N)
- strop pod nevytápěnou půdou (Z2, Z4)	20	1,38	0,30 / 0,20	(N / N)
- strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z1)	15	1,38	0,45 / 0,29	(N / N)
- strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z4)	20	1,38	0,30 / 0,20	(N / N)
- střecha nad 1. PP (Z1)	15	1,36	0,35 / 0,23	(N / N)
Otvorové výplně z vytápěného do venkovního prostředí				
- okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	15	2,50	2,20 / 1,75	(N / N)
- okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	20	2,50	1,50 / 1,20	(N / N)
- okno dřevěné s dvojsklem (bude ponecháno)	15	2,50	2,20 / 1,75	(N / N)
- okno dřevěné jednoduché (na výměnu)	20	4,50	1,50 / 1,20	(N / N)
- okno dřevěné jednoduché (bude ponecháno)	15	4,50	2,20 / 1,75	(N / N)
- luxfery	15	4,24	2,20 / 1,75	(N / N)
- okno dřevěné dvojité (na výměnu)	15	2,35	2,20 / 1,75	(N / N)
- okno dřevěné dvojité (na repasi)	15	2,35	2,20 / 1,75	(N / N)
- okno dřevěné dvojité (na repasi)	20	2,35	1,50 / 1,20	(N / N)
- okno dřevěné dvojité (výměna za repliku)	15	2,35	2,20 / 1,75	(N / N)
- okno dřevěné dvojité (výměna za repliku)	20	2,35	1,50 / 1,20	(N / N)
- okno dřevěné dvojité již repasované (na výměnu za repliku)	20	1,50	1,50 / 1,20	(V / N)
- okno dřevěné dvojité již repasované (bude ponecháno)	20	1,50	1,50 / 1,20	(V / N)
- okno kovové jednoduché (na výměnu)	15	5,65	2,20 / 1,75	(N / N)
- okno kovové jednoduché (na výměnu)	20	5,65	1,50 / 1,20	(N / N)
- okno kovové dvojité (bude ponecháno)	15	3,30	2,20 / 1,75	(N / N)
Dveřní výplně otvorů z vytáp. do venkovního prostředí				
- vchodové dveře dřevěné prosklené (na výměnu)	15	4,00	2,50 / 1,75	(N / N)
- vchodové dveře dřevěné prosklené (budou ponechány)	15	4,00	2,50 / 1,75	(N / N)
- vchodové dveře dřevěné plné (budou ponechány)	15	2,30	2,50 / 1,75	(V / N)
- vchodové dveře dřevěné plné (budou ponechány)	20	2,30	1,70 / 1,20	(N / N)
- vrata kovová s prosklením (budou ponechána)	15	5,65	2,50 / 1,75	(N / N)
Stěna k nevytápěné půdě (se střešou bez tepelné izolace)				
- CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z1, Z5)	15	1,24	0,45 / 0,36	(N / N)
- CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z4)	20	1,24	0,30 / 0,25	(N / N)
- CP tl. 450 mm k nevytápěné půdě (Z5)	20	1,53	0,45 / 0,36	(N / N)
Otvorová výplň k nevytápěnému prostoru				
- Dveře na půdu	15	6,85	2,50 / 1,75	(N / N)
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině				
- podlaha na zemině (Z1)	15	3,80	0,65 / 0,45	(N / N)
- podlaha na zemině (Z2)	20	3,80	0,45 / 0,30	(N / N)
- podlaha na zemině (Z3)	20	3,55	0,45 / 0,30	(N / N)
- podlaha na zemině (Z4)	20	2,86	0,45 / 0,30	(N / N)
- podlaha na zemině (Z5)	15	1,32	0,65 / 0,45	(N / N)
- CP tl. 800 mm k zemině (Z1)	15	1,01	0,65 / 0,45	(N / N)
- CP tl. 800 mm k zemině (Z2, Z4)	20	1,01	0,45 / 0,30	(N / N)
- CP tl. 900 mm k zemině (Z2)	20	0,92	0,45 / 0,30	(N / N)

Součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí jsou hodnoceny dle kapitoly 5.2.1 normy ČSN 73 0540 -2, přičemž požadované hodnoty U_N pro budovy s převažující teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty jsou uvedeny v tabulce 3 normy. Pro budovy s odlišnou převažující návrhovou vnitřní teplotou se požadované hodnoty součinitelů prostupu tepla jednotlivými konstrukcemi stanoví ze vztahu $U_N = U_{N,20} \times e_1$, kde $U_{N,20}$ je součinitel prostupu tepla z tabulky 3 normy ve W/(m².K) a e_1 je součinitel typu budovy, který se stanoví ze vztahu $e_1 = 16/(\theta_{im} - 4)$, kde θ_{im} je převažující návrhová vnitřní teplota ve °C. U budov s odlišnými vytápěnými zónami ve smyslu ČSN EN ISO 13790 se požadavky stanovují pro každou vytápěnou zónu samostatně podle převažující návrhové vnitřní teploty.

Prostup tepla obálkou budovy, vyhodnocení průměrného součinitele prostupu tepla

Prostup tepla obálkou budovy je vyhodnocen podle ČSN 73 0540-2 (2011) pomocí průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} [W/(m².K)], který se stanovuje jako podíl měrné ztráty prostupem tepla H_T [W/K] a plochy obálky A [m²]. Měrná tepelná ztráta H_T je vypočítána ze součinitelů prostupu tepla U_j všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch A_j určených z vnějších rozměrů, odpovídajících teplotních redukčních činitelů b_j a se zahrnutím tepelných vazeb mezi konstrukcemi. Pro výplně otvorů se neuplatňuje zvýšení činitele b o 15 %. Plocha obálky budovy A je součtem ploch A_j jednotlivých teplosměnných konstrukcí.

Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em} ve W/(m².K), budovy nebo vytápěné zóny budovy musí splňovat podmínku $U_{em} \leq U_{em,N}$, kde $U_{em,N}$ je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla ve W/(m².K). Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky 5 normy. Pro budovy s odlišnou převažující návrhovou vnitřní teplotou pak ze vztahu $U_{em,N} = U_{em,N,20} \times e_1$, kde $U_{em,N,20}$ je průměrný součinitel prostupu tepla z tabulky 5 normy ve W/(m².K) a e_1 je součinitel typu budovy. Doporučená hodnota se stanoví ze vztahu $U_{em,rec} = 0,75 \times U_{em,N}$.

Požadovaná hodnota $U_{em,N}$ se stanoví výpočtem pro každý posuzovaný případ metodou referenční budovy, nejvýše je však rovna příslušné hodnotě podle tabulky 5 normy.

Referenční budova je virtuální budova stejných rozměrů a stejného prostorového uspořádání jako budova hodnocená, shodného účelu a shodného umístění, na jejíchž všech plochách obálky budovy jsou použity konstrukce se součiniteli prostupu tepla právě odpovídajícími příslušné normové požadované hodnotě. Pokud součet průsvitných ploch tvoří více než 50 % plochy teplosměnné části obvodových stěn budovy (neprůsvitných i průsvitných, přilehlých k venkovnímu prostředí), započte se na 50 % plochy teplosměnné části obvodových stěn budovy odpovídající požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla výplň otvorů a ve zbytku se uvažuje požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla neprůsvitného obvodového pláště.

Hodnota $U_{em,N,20}$ referenční budovy se stanoví jako vážený průměr normových požadovaných hodnot součinitelů prostupu tepla všech teplosměnných ploch podle vztahu:

$$U_{em,N,20} = \sum (U_{N,j} \times A_j \times b_j) / \sum A_j + 0,02$$

kde: $U_{N,j}$ je odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce, A_j je plocha j-té teplosměnné konstrukce stanovaná z vnějších rozměrů a b_j je teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci. Pro výplně otvorů se neuplatňuje zvýšení činitele b o 15 %.

V případě změn staveb se povinnost splnění požadavku na velikost průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} vztahuje pouze na nově vzniklé ucelené části budovy, které je možné považovat za samostatné zóny budovy v souladu s ČSN EN ISO13790. V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky hodnocení průměrného součinitele prostupu tepla. V daném případě je objekt rozdělen do pěti zón, jejich soupis včetně převažující návrhové vnitřní teploty, objemu zóny a požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla je uveden v následující tabulce.

Tab. 3.5.1.2. Přehled zón objektu

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{\text{in},j}$	Objem zóny V_j	Průměrný součinitel prostupu tepla	
			Požad. hodnota $U_{\text{em},N,j}$	Vypočtená hodnota $U_{\text{em},j}$
	[°C]	[m ³]	[W/(m ² /K)]	[W/(m ² /K)]
1 - komunikační prostory, sklady, kotelna	15,0	7 736	0,55	1,18
2 - sociální zařízení, šatny	20,0	1 509	0,36	1,12
3 - byt školníka	20,0	622	0,36	0,89
4 - učebny, dílny, kanceláře	20,0	10 761	0,50	1,38
5 - tělocvična, posilovna	15,0	1 452	0,50	1,09

Tab. 3.5.1.3. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Parametr	Jednotka	Budova celkem
Plocha obálky A	[m ²]	8 099,0
Objemový faktor tvaru budovy - A / V	[m ² /m ³]	0,37
Průměrný součinitel prostupu tepla U_{em}	[W/m ² .K]	1,26
- požadovaná hodnota - $U_{\text{em},N}$	[W/m ² .K]	0,50
- doporučená hodnota - $U_{\text{em},\text{rec}}$	[W/m ² .K]	0,38
Součinitel typu budovy e_1	[-]	1,00

Tab. 3.5.1.4. Klasifikace prostupu tepla obálkou - současný stav

Objekt	Klasifikace	Klasifikační ukazatel CI
Budova celkem	G - Mimořádně ne hospodárná	2,50

Z uvedených údajů je zřejmé, že posuzovaný objekt nesplňuje základní požadavky na potřebu energie na vytápění vlivem stavebního řešení.

3.6 Popis systémů technických zařízení budovy, jednotlivé energetické systémy

Obecně lze konstatovat, že energetické zásobování budovy je z hlediska tepelné energie zabezpečeno dodávkami tepla z vlastního energetického zdroje, z kterého je teplo dodáváno též do sousední budovy speciální školy (včetně spojovacího krčku). Množství vyrobeného

tepla není na zdroji měřeno, k dispozici jsou jen údaje o měřené spotřebě plynu. Plyn je v budově ještě zaveden do laboratoří, odběr je měřen samostatným plynoměrem, odebrané množství je uvedeno v energetických vstupech, avšak vzhledem k celkové spotřebě v objektu je zanedbatelné. Teplá voda je v převážné části ohřívána topnou vodou, přiváděnou do topné vložky nepřímotopného ohříváku z plynové kotelny, lokálně je uvedený ohřev vody doplněn elektrickými boilery a tzv. průtokovými ohříváči s mini akumulací. Do objektu speciální školy není teplá voda dodávána. Ostatní energetické spotřeby objektu jsou kryty odběrem elektřiny, přičemž měření odběru elektřiny je realizováno jedním fakturačním elektroměrem, elektřina je z veřejné rozvodné sítě odebírána na úrovni NN.

3.6.1 Zařízení pro výrobu a distribuci tepla

Hlavním vlastním energetickým zdrojem je v hodnoceném objektu teplovodní kotelná umístěná v samostatném prostoru v prvním podzemním podlaží centrální části budovy. Je tvořena dvěma stacionárními kotli VIESSMANN VITOPLEX 200 á 350 kW_t. Kotelná byla rekonstruována v roce 2013 a morální stav jejího zařízení až na výjimky odpovídá roku rekonstrukce, celkový tepelný výkon činí 700 kW_t.

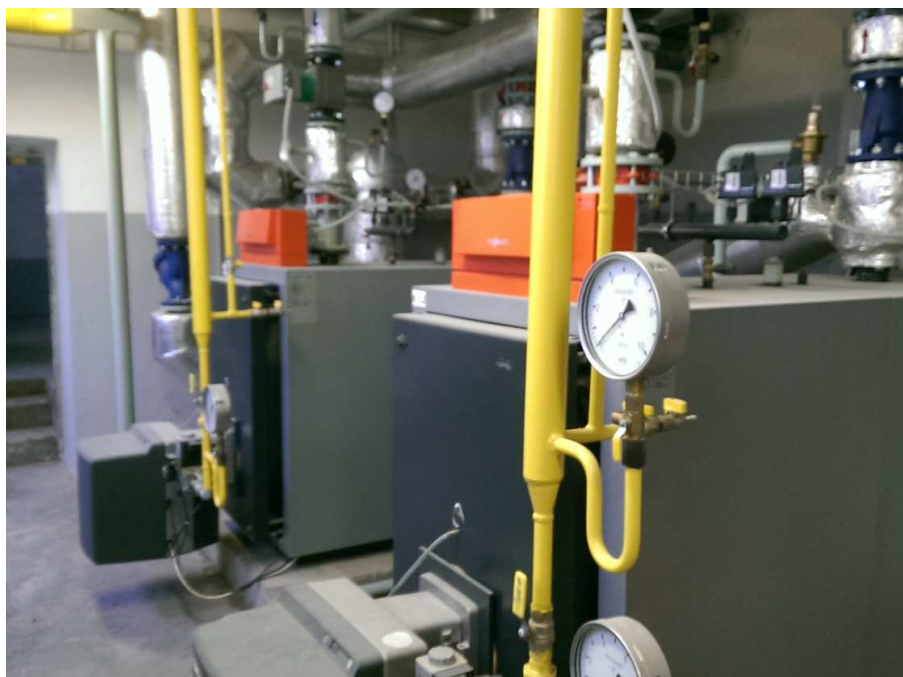
Základní technické parametry kotlů:

Výrobce kotle	VIESSMANN, Německo
Typ kotle	VITOPLEX 200 SX2A
Jmenovitý výkon	350 kW _t
Rok výroby	2013
Účinnost kotle při spalování předepsaného paliva.....	92 %
Výrobní číslo kotlů.....	7452970300117 -101, 7452978300061-107
Pracovní přetlak vody	0,4 MPa
Maximální teplota topné vody	110 °C
Předepsané palivo.....	Zemní plyn

Základní technické parametry hořáků kotlů:

Výrobce hořáků	Weishaupt, Německo
Typ kotle	WG40N/1 - A - ZM - LN

Jmenovitý výkon	550 kW _t
Rok výroby	2013
Regulovatelnost hořáku.....	55 - 550 kW
Výrobní čísla hořáků	4017423113, 4017423013



Obr. 5: Kotle Viessmann Vitoplex 200 SX2A

Teplo vyrobené v kotlích je přiváděno sběrným potrubím do místnosti tepelné strojovny, do rozdělovače ÚT. Z rozdělovače ÚT je vyvedeno šest samostatných topných větví, takže jsou vytvořeny technické předpoklady pro realizaci zónové ekvitermní regulace vytápění. Jedná se o samostatné topné větve pro vytápění přístavby (speciální školy), fyziku, chodby, objekt tělocvičny a hlavní budovy (tj. učebny a kabinety), šestá topná větev je zavedena k topnému tělesu nepřímotopného ohříváku TV, který je instalován v tepelné strojovně poblíž rozdělovače ÚT. Potrubí jednotlivých topných větví v tepelné strojovně byla vybavena regulační technikou, potřebnou pro realizaci ekvitermní regulace vytápění, tzn. že na každé z topných větví pro ÚT je instalována třicestná směšovací armatura s elektropohonem, jejíž aktuální nastavení řídí řídicí systém M+R a oběhové vysoce účinné čerpadlo Wilo Stratos příslušné dimenze, s proměnlivými otáčkami.



Obr. 6: Rozdělovač ÚT s jednotlivými topnými větvemi



Obr. 7: Vysoce účinné oběhové čerpadlo Wilo Stratos

Je nutno poznamenat, že podle vyjádření obsluhy je systém ekvitermní regulace plně funkční a je řízen smluvní organizací, která v rámci EPC realizovala rekonstrukci kotelny a instalaci nových zařízení včetně regulačních ventilů s termoelektrickými hlavicemi na velké

většině topných těles v budově. Na ostatních tělesech jsou regulační armatury osazeny termostatickými hlavicemi. Jedná se např. o chodby, částečně schodiště a tělocvičnu a o prostory obdobného typu.

Dodávka tepla do objektu je realizována prostřednictvím dvoutrubkového uzavřeného teplovodního systému s nuceným oběhem topné vody, tlakové jištění zabezpečují pojistné ventily a dva expanzomaty REFLEX NG á 50 litrů a expanzní automat OLYMP HC 2586 o objemu 200 litrů. Podrobnější popis systému není uveden, neboť pro zpracování energetického posudku nebyla poskytnuta projektová dokumentace ÚT.

Otopnou plochu tvoří litinová ocelová topná tělesa, která jsou vybavena regulačními armaturami většinou s termoelektrickými hlavicemi, případně např. na chodbách a WC s obyčejnými termostatickými hlavicemi, čímž je zabezpečena dynamická regulace vytápění, zabezpečující identifikaci a uplatnění tepelných zisků do bilance vytápění. Řízení provozu termoelektrických hlavice je realizováno přes řídicí systém a dálkový dispečink, který údajně provozuje společnost ENESA a.s.

3.6.2 Zařízení pro ohřev a distribuci teplé vody

Příprava teplé vody je v objektu realizována jednak nepřímotopným způsobem topnou vodou z kotelny a jednak elektrickým ohřevem v lokálních ohřívacích, umístěných v místech spotřeby.

V tepelné strojovně byl v rámci celkové rekonstrukce instalován jeden nepřímotopný ohřívák teplé vody Reflex S 500 o objemu 500 litrů, topný výkon 64,4 kW_t. Dodávku tepla do ohříváku zabezpečují výše popsané plynové kotle samostatnou topnou větví, připojenou k rozdělovači TV. Cirkulaci topné vody mezi rozdělovačem ÚT a topným tělesem v ohříváku zabezpečuje oběhové čerpadlo Wilo Stratos 25/1 - 6. Na straně TV je k ohříváku připojen rozvod s cirkulací, cirkulační čerpadlo je též od výrobce Wilo, typ Stratos ECO Z 25/1. Dodávkou ohřáté vody byl nahrazen původní elektrický ohřev ve třech elektrických boilerech v sociálních zařízeních u posilovny a rozvod je doveden až do sociálních zařízení u šaten tělocvičny. Znamená to, že teplem vyrobeným spalováním zemního plynu jsou kryty největší

odběry v budově. Bližší popis rozvodů TV nelze provést, neboť k nim nebyla poskytnuta žádná projektová dokumentace a v rámci místního šetření nebyly v dostatečném rozsahu přístupné.

Ostatní spotřeba teplé vody je kryta odběrem elektřiny, přiváděné do akumulčních elektrických ohříváků i tzv. průtokových ohříváčů bez akumulace. Celkem pět elektrických ohříváků s miniakumulací s celkovým příkonem 12 kW je instalováno v sociálních zařízeních (z toho 4 ks na WC chlapců a 1 ks v hygienické kabině), zatímco pro WC dívek je v prostorech 1. PP instalován zásobníkový ohřívák o objemu 160 litrů a elektrickém příkonu 2,2 kW, z něhož je proveden rozvod TV ze suterénu až do 3. NP. Další zásobníkový ohřívák o objemu 200 litrů a příkonu 2,4 kW je instalován v dílně. V učebnách fyziky, chemie, v kreslárně, kancelářích apod. je instalováno dalších 8 elektrických ohříváků vody s miniakumulací o celkovém příkonu 16,2 kW. Voda ohřívána elektricky slouží pouze pro drobnou osobní hygienu dětí, studentů a zaměstnanců, spočívající v krátkodobém omývání rukou, takže její spotřeba je nízká.

Množství dodávané teplé vody není na patě objektu měřeno a proto bylo stanoveno výpočtem na základě měrných hodnot, dostupných na internetových stránkách ČVÚT Praha, Katedry technických zařízení budov K11125.

Příprava TV - škola celkem											
Teplota v teplé vodě	Počet	Počet	Spotřeba vody		Teplota vody		Měrná hmotnost vody		Měrná tepelná kapacita vody		Potřeba
	přep. dní										tepla za rok
	za rok	osob			surové	ohřáté	ρ_{TV}	$\rho_{v,8^\circ\text{C}}$	c_{TV}	$c_{v,8^\circ\text{C}}$	(teplo v TV)
Voda pro hyg. účely	(-)	(-)	(l/os)	$\Sigma \text{ m}^3/\text{rok}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	kg/m^3	kg/m^3	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	GJ
Hygiena - zaměstnanci	223	37	3,0	24,8	8	55	988,0	999,6	4200	4220	4,81
Hygiena - zaměstnanci	223	4	20,0	17,8	8	55	988,0	999,6	4200	4220	3,47
Hygiena - žáci	200	70	2,5	35,0	8	55	988,0	999,6	4200	4220	6,81
Hygiena - žáci	200	265	2,5	132,5	8	55	988,0	999,6	4200	4220	25,77
Hygiena - žáci	200	45	20,0	181,3	8	55	988,0	999,6	4200	4220	35,26
TV pro úklid	Poč. dní	Plocha m^2	Red.využ.	$\Sigma \text{ m}^3/\text{rok}$	$^\circ\text{C}$	$^\circ\text{C}$	kg/m^3	kg/m^3	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	$\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	GJ
Podlahy + ost.	200	4163,3	0,3	20,0	8	55	988,0	999,6	4200	4220	3,89
Podlahy + ost.	200	4163,3	0,1	6,7	8	55	988,0	999,6	4200	4220	1,30
Potřeba tepla pro TV CELKEM				418,1							81,30

Pozn.: žlutě označené položky značí vodu, resp. teplo v TV, připravované ze zemního plynu, růžově označené položky značí vodu, resp. teplo v TV, připravované elektricky.

Parametry spotřeby TV a energie na dodávku TV napatě hodnocené budovy:

Počet provozních dní	223	Dny
Předpokládaná denní spotřeba teplé vody	1874,70	Litry/den
Předpokládaná roční spotřeba teplé vody	418,06	m ³ /rok
Měrná potřeba tepla na ohřev vody z 10 °C na 60°C	210	MJ/m ³
Roční potřeba tepla na přípravu TV (teplo v TV)	81,30	GJ/rok
Ztráty na zásobníku a v rozvodech TV (příp. cirkulaci)	32,90	GJ/rok
Roční potřeba tepla na přípravu TV vč. ztrát v rozvodech	114,21	GJ/rok
Účinnost výroby teplé vody	71,2	%
Roční spotřeba energie na přípravu TV	97,83	GJ/rok

Z naměřených, resp. fakturovaných spotřeb zemního plynu za rok 2017 je i v letním období patrný citelný nárůst odběrů oproti minulým obdobím, tj. rokům 2015, 2016 i předchozím (k dispozici jsou historická data minimálně od roku 2013). Po konzultaci s provozovatelem lze příčinu zvýšené spotřeby teplé vody a tedy i zemního plynu na její ohřev spatřovat v budování půdní vestavby nad částí školy, kdy zaměstnanci dodavatelů využívají sociální zařízení školy, vodu potřebují na stavbu samotnou a především jsou podstatně zvýšené nároky na úklid školy. Z toho důvodu vychází výpočty referenčního stavu spotřeby teplé vody a energie na její ohřev z let 2015 a 2016, kdy diagram spotřeb odpovídá i předchozím obdobím. Lze předpokládat, že úroveň spotřeby energie na přípravu teplé vody poklesne po dokončení stavby (cca listopad 2018) na původní hodnoty, neboť její nárůst nemá jiné opodstatnění.

3.6.3 Vzduchotechnika

Stávající vzduchotechnická zařízení spočívají v malých ventilátorech odvádějících znečištěný vzduch ze sociálních zařízení a obdobných prostorů, elektrický příkon těchto ventilátorů se pohybuje do 30 W/ks. Podle zprávy o pravidelné revizi elektrických zařízení (projektová dokumentace elektro nebyla k dispozici) se jedná v celé škole o cca 2 kusy, takže

jejich spotřeba je vzhledem k celkové spotřebě elektřiny v budově zcela zanedbatelná stejně jako jejich vliv na spotřebu tepla na větrání. Jiná vzduchotechnická zařízení nejsou v hodnocené budově instalována.

3.6.4 Osvětlení

Umělé osvětlení patří společně s přirozeným denním osvětlením mezi významné faktory, které ovlivňují kvalitu životního a pracovního prostředí, zejména z hlediska celkových hygienických vlivů na člověka a okolních podmínek pro tvorbu světelného mikroklimatu a pro zrakový výkon. Světlo má významný vliv na zdraví a duševní rozpoložení lidí i na jejich pracovní výkon. Osvětlování vnitřních prostor budov, s ohledem na použitý světelný zdroj, je možné v podstatě třemi způsoby:

- umělým světlem
- denním světlem
- kombinací umělého a denního světla, tzv. sdruženým osvětlením

Světlo je v podstatě elektromagnetické záření, které je člověk schopen vnímat svým smyslovým orgánem - okem (lidské oko je schopno vnímat záření v rozmezí vlnové délky od 380 do 780 nm). Denní osvětlení je přímým a hospodárným využitím sluneční energie, která dopadá na Zemi v podobě přímého záření a v podobě difúzního světla rozptýleného atmosférou. Minimální hraniční hodnota venkovního osvětlení 5000 lx se v zimních měsících s krátkými dny vyskytuje jen asi po 4 hodiny denně, zatímco v letních dnech až 13 hodin denně. Úroveň denního osvětlení, která se v průběhu dne neustále mění, se charakterizuje činitelem denní osvětlenosti, který má tři složky - oblohovou složku, vnější a vnitřní odrazovou složku. Protože denní světlo nedokáže - až na výjimky - zajistit v požadovaném čase uvnitř budov dostatečnou úroveň osvětlení, je nutno kombinovat denní osvětlení vnitřních prostor s umělým osvětlením. Umělé osvětlení jednotlivých místností, pracovišť a míst je zajišťováno osvětlovacími soustavami. Na světelné zdroje, které mají příkon větší než 4 W a světelný tok vyšší než 6.500 lm se vztahuje povinnost označovat tyto energetickými štítky. Současné osvětlení denním a doplňujícím umělým světlem se nazývá sdružené osvětlení. Dlouhodobým výzkumem a nabytými zkušenostmi bylo prokázáno, že při

dlouhotrvajícím působení na člověka je vliv denního a umělého osvětlení odlišný. Rozdíly byly prokázány jednak v oblasti samotného zrakového úkonu a jednak byl zaznamenán rozdílný účinek i z hlediska biologických funkcí resp. biologických rytmů lidského organismu. Hlavní rozdíl spočívá vedle spektrálního složení (tzv. chromatičnosti resp. teplotě chromatičnosti zdroje) v časové proměnlivosti. Denní světlo je charakteristické spojitým spektrem, ve kterém jsou zastoupeny všechny vlnové délky, zatímco spektrální složení umělého světla závisí na volbě světelného zdroje. Pro některé typické světelné zdroje se udává tato teplota chromatičnosti:

- svíčka 1900 K
- žárovka 2500 až 3000 K
- žárovka plněná halogenidy příp. argonem 2900 až 3000 K
- přímé sluneční světlo v době od 9 do 15 hodin..... 5500 až 6000 K
- difúzní záření zatažené oblohy..... 6400 až 7000 K
- zářivka lineární..... 2700 až 6500 K
- zářivka kompaktní..... 2700 až 6500 K
- výbojka halogenidová 3000 až 4000 K
- výbojka rtuťová..... 3500 až 4200 K
- výbojka vysokotlaká sodíková 2000 K
- světelná dioda..... 2600 až 8500 K
- obloukové světlo 13000 až 27000 K

Vzhledem k těmto odlišnostem je ve vnitřních prostorech s trvalým pobytem lidí upřednostňováno denní osvětlení. Pokud není možné dosáhnout vyhovujícího denního osvětlení, využívá se osvětlení sdružené (záměrné současné osvětlení denním světlem a doplňujícím světlem umělým), při kterém se uplatňuje příznivý vliv denní složky světla, stupňovitého osvětlení, případně kombinovaného osvětlení (kombinace sdruženého osvětlení s lokálním osvětlením - svítidlem). Z hlediska rovnoměrnosti osvětlení se v tomto případě posuzuje složka umělého osvětlení s denním osvětlením. Důležitým parametrem je rovnoměrnost osvětlení (denního, umělého i sdruženého), která je definována jako podíl nejmenší a průměrné osvětlenosti v rozsahu pracovních míst resp. v rozsahu zrakového úkonu. Na problematiku osvětlení se vztahují níže uvedené normy:

- ČSN EN 60 598 Světlo a osvětlení,
- ČSN EN 60 598 Svítidla,
- ČSN EN 12 464-1 Umělé osvětlení vnitřních prostorů,
- ČSN 38 0450 Umělé osvětlení vnitřních prostorů,
- ČSN 73 0580-1 a 4 Denní osvětlení budov,
- ČSN 36 0020 Sdružené osvětlení,
- a některé další normy, zabývající se světelnými zdroji a měřením.

Zvýšené požadavky na umělé osvětlení se nemusí nutně projevit ve zvýšené spotřebě elektrické energie - kromě výkonu a účinnosti zdroje (účinnosti přeměny nejčastěji elektrické energie na světlo) závisí osvětlení rovněž na umístění světelného zdroje. Na druhé straně však nesmí být energeticky úsporným osvětlením nepříznivě ovlivněno světelné mikroklima v osvětlovaném prostoru. Při navrhování osvětlovacích soustav je potřeba přihlídnout k celé řadě faktorů, kterými je hospodárnost umělého osvětlení ovlivňována. Zejména se jedná o:

- Volbu světelného zdroje - každý zdroj světla je charakterizován měrným výkonem, který se pro různé zdroje může podstatně lišit, výbojkové a zářivkové zdroje jsou doplněny předřadníkem (zapalovacím zařízením), jehož volbou je možné ovlivnit velikost měrného výkonu. Nejčastěji se jedná o klasický předřadník, který je tvořen tlumivkou, startérem a kompenzačním a odrušovacím kondenzátorem. Stále více se však prosazuje dosud méně používaný, ale technicky dokonalejší, i když dražší elektronický vysokofrekvenční předřadník, který má tyto výhody:
 - v porovnání s klasickým předřadníkem je jeho příkon o 8 až 10 W nižší,
 - použitím elektronického předřadníku je možné zvýšit měrný výkon zářivek o cca 20 až 25 %,
 - dokáže regulovat úroveň napětí potřebného k zapálení výboje a zabraňuje tak studeným startům, které snižují životnost zdroje,
 - automaticky odpojí vadný zdroj od el. sítě,
 - zajišťuje spolehlivou kompenzaci účinnku.
- Volbu vhodného svítidla z hlediska účelného rozdělení světelného toku a z hlediska světelné účinnosti resp. ztrát světla přímo v osvětlovacím tělese. Důležitou roli tedy hraje konstrukce a použitý materiál svítidla.

- Zvolený způsob osvětlení, zejména pokud je požadováno osvětlení smíšené nebo nepřímé.
- Významným faktorem je povrchová úprava a stav ploch v osvětlovaném prostoru - volbou vyšší hodnoty odrazivosti světla se docílí vyššího jasů při nižší úrovni osvětlení.
- Vhodnou volbou osvětlovací soustavy je možné docílit účelného využití světla v souladu s potřebami v jednotlivých částech osvětlovaného prostoru podle vykonávané zrakové činnosti (osvětlení rovnoměrné, odstupňované, kombinované). S tím je spojen i vhodný způsob ovládání funkce jednotlivých svítidel nebo jejich skupin a regulace umělého osvětlení. Vhodná regulace by měla respektovat časový režim využívání vnitřních prostor resp. prostorové a časové rozložení zrakových činností
 - stupňovité zapínání a vypínání, plynulá regulace (např. stmívání) pomocí čidel v závislosti na denním osvětlení
 - regulace pomocí čidel reagujících na přítomnost osob (tzv. infrapasívní čidla)
 - zónová a časová regulace v prostorách, které nejsou trvale využívány
 - ovládání osvětlení může být součástí integrované ovládací soustavy (např. mikroprocesorový monitorovací a řídicí systém, zahrnující vytápění, klimatizaci, vybrané elektrické spotřebiče, osvětlení, centrální zamykání, ...).

V tabulce Tab. 3.6.4.1. je uvedena základní charakteristika vybraných světelných zdrojů. Index barevného podání R_a udává srovnatelnost barevného podání při osvětlení určitým světelným zdrojem s normalizovaným denním světlem. Měrný výkon zdroje světla je určen velikostí vyzařovaného světelného toku vztaženého na jednotku příkonu. Životnost udává průměrnou dobu svícení zdroje světla při provozních podmínkách daných normami.

Tab. 3.6.4.1. Technické parametry světelných zdrojů

Zdroj světla	Index barev. podání Ra	Měrný výkon [lm/W]	Životnost [hod]
žárovka obyčejná	90 až 100	8 až 17	1 000
žárovka halogenová	90 až 100	14 až 20	2000 až 3000
zářivka lineární	70 až 95	50 až 85	8 000
zářivka kompaktní	80 až 90	cca 80 ^{*)}	8000 až 10000
výbojka halogenidová	80 až 90	80 až 90	4000 až 12000
výbojka rtuťová	39 až 56	37 až 57	6000 až 12000
sodíková výbojka vysokotlaká	20 až 25	75 až 130	10000 až 22000
světelná dioda	65 až 90	80 až 150	20000 až 50000
sodíková výbojka nízkotlaká	<20	130 až 200	12000 až 24000
indukční zdroj	>80	70	až 60000

Pozn.: ^{*)} Včetně ztrát v elektronickém předřadníku

Doporučené hodnoty osvětlení pro jednotlivá pracoviště, místnosti a prostory jsou uvedeny v tabulkách Tab. 3.6.4.2. až Tab. 3.6.4.4.

Tab. 3.6.4.2. Doporučené hodnoty osvětlení pro různá pracoviště a prostory

Pracoviště Prostor	Osvětlení [Lx]
Domácnost	-
Předsíň	100 až 200
Schodiště	100 až 200
Jídelna	200 až 500
Obývací pokoj	200 až 500
Dětský pokoj	200 až 500
Školy	-
Vstup	100 až 200
Schodiště	100 až 200
Aula	100 až 300
Jídelna	200 až 500
Učebna	400 až 700
Laboratoř, knihovna, čítárna, studovna	750 až 1400
Pisárna, kreslárna	1200 až 2000

Tab. 3.6.4.3. Doporučené hodnoty osvětlení pro různá pracoviště a prostory

Pracoviště Prostor	Osvětlení [Lx]
Obchod	-
Vstup	100 až 200
Schodiště	100 až 200
Balící stůl, prodejní pult, pokladny	200 až 400
Obchodní domy	750
Výloha	1500 až 2000
Nemocnice	-
Lůžkový pokoj	100 až 150
Vstup, schodiště	100 až 200
Přijímací místnost	200 až 400
Laboratoř	300 až 600
Pohotovost, jednotka intenzivní péče	750 až 1400
Operační sál	1200 až 2000

Tab. 3.6.4.4. Doporučené hodnoty osvětlení pro různá pracoviště a prostory

Pracoviště Prostor	Osvětlení [Lx]
Kancelář	-
Přijímací místnost	200 až 400
Konferenční, recepční místnost	250 až 750
Účetárna	800 až 1500
Pisárna, kreslárna	1200 až 2000
Průmysl	-
Balící linka	150 až 300
Jednoduchá montáž	250 až 700
Výroba	450 až 750
Jemná montáž, kontrola jakosti	800 až 1200
Montáž elektronika, osazování desek	1500 až 2500

Osvětlení je v současné době v budově litomyšlského gymnázia zabezpečováno svítidly různého typu. V učebnách jsou nejčastěji použita zářivková svítidla 2×40 W, dále 2×58 W, 1×58 W nebo např. 2×36 W, která jsou v mnohých případech doplněna svítidly s klasickými žárovkami 60 W nebo 100 W. Naopak na chodbách byla ponechána původní svítidla s kulovými skleněnými průsvitnými kryty, která byla podle vyjádření školníka osazena nejčastěji klasickými žárovkami 100 W, případně 60 W. Žárovková svítidla jsou

použita též na sociálních zařízeních, v komorách, skladech, dílnách apod. Původní klasické žárovky jsou po jejich dožití nahrazovány LED světelnými zdroji, podíl LED zdrojů v původně žárovkových svítidlech v současné době činí až 50 %. Osvětlení tělocvičny zabezpečuje 16 výbojkových svítidel příkonu á 150 W, která jsou doplněna 4 svítidly SMO 32 W. Jediným informačním materiálem k osvětlení byla zpráva o revizi elektrických zařízení a dále pouze místní šetření.

Lze konstatovat, že se často jedná o původní energeticky vysoce náročná svítidla, která jsou opatřena buď průsvitnými plastovými kryty (v případě zářivek) nebo také i skleněnými kryty u žárovkových svítidel. Ovládání osvětlení je manuální. Systém osvětlení zatím nebyl příliš vylepšován ani modernizován, takže nevyhovuje současným požadavkům. S jeho modernizací je proto uvažováno formou zvyšování účinnosti svítidel a snižování spotřeby elektřiny na osvětlení. Provozovatel neposkytl k dispozici ani projekty osvětlení, ani protokol o měření intenzity osvětlení jednotlivých prostorů, provedeném autorizovanou osobou podle Zákona č. 258/2000 Sb. nebo provedeném akreditovanou osobou podle zákona 22/1977 Sb. Přesné hodnoty pro jednotlivé pracovní i odpočinkové plochy a činnosti udává norma ČSN EN 12 464-1.

Výpočet spotřeby elektřiny na osvětlení za rok při obvyklém způsobu provozování a využití hodnocené budovy

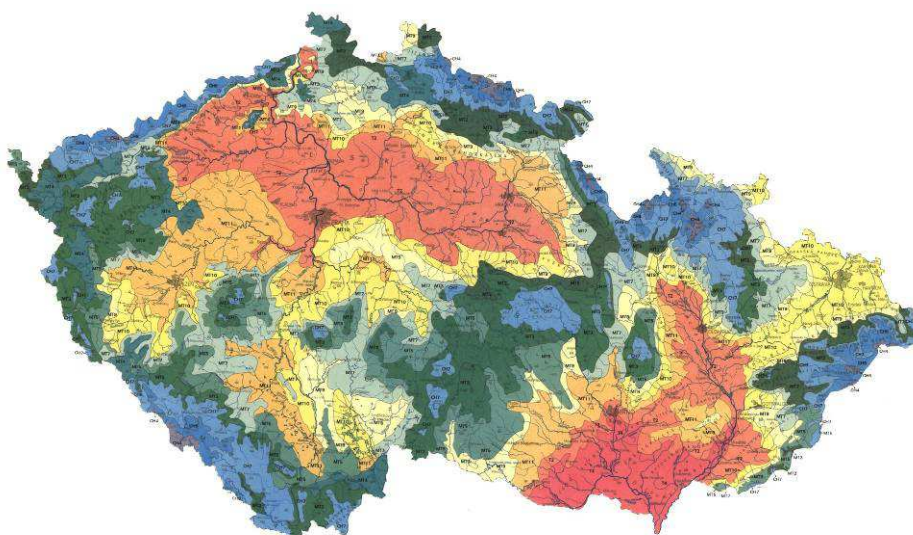
	Označení	Plocha	Intenzita	Měrný	Součinitel soudobosti		Počet	Doba	Spotřeba elektřiny	
	místnosti	místnosti	osvětlení	světelný	provozu		dní	provozu	na osvětlení	
			(stř.hodn.)	výkon	Prostoru	Osvětlení	provozu	za den	za tzv. normálový rok	
	(-)	m ²	lx	lm/W	(-)	(-)	(-)	hod.	kWh	GJ
1. PP	Šatny	68,86	150	43,8	1,00	0,11	200	9	47	0,17
	Skład	53,92	150	43,8	1,00	0,08	200	9	28	0,10
	Dílny	134,68	400	55,0	0,40	0,90	200	9	635	2,28
	Kotelna a strojovna	78,66	150	55,0	1,00	0,06	200	9	21	0,08
	El. rozvodna	17,92	150	43,8	1,00	0,05	200	9	6	0,02
	Sociální zařízení	67,19	150	43,8	1,00	0,11	200	9	46	0,17
	Bufet	17,08	200	55,0	0,11	0,90	200	9	11	0,04
	Posilovna + stol. Tenis	73,08	300	55,0	0,28	0,85	200	9	169	0,61
	Učebny	53,32	400	55,0	0,75	0,40	200	9	209	0,75
	Komunikační prostory	316,95	150	43,8	1,00	0,15	200	9	293	1,06
	Byt školníka	126,80	250	35,0	1,00	0,40	365	24	3 174	11,43
1.NP	Tělocvična	215,32	300	45,0	1,00	0,90	200	12	3 101	11,16
	Nářadovna a sklad	33,92	150	43,8	1,00	0,05	200	12	14	0,05
	Učebny a kabinety	720,90	400	55,0	0,75	0,40	200	9	2 831	10,19
	Šatna	37,20	150	43,8	1,00	0,11	200	9	25	0,09
	Sociální zařízení	59,22	150	43,8	1,00	0,11	200	9	41	0,15
	Komunikační prostory	365,09	150	43,8	1,00	0,15	200	9	338	1,22
	Ostatní	0,00	0	0,0	1,00	0,00	0	0	0	0,00
2.NP	Učebny a kabinety	740,27	400	55,0	0,75	0,40	200	9	2 907	10,47
	Komunikační prostory	350,56	150	43,8	1,00	0,15	200	9	324	1,17
	Sociální zařízení	35,39	150	43,8	1,00	0,11	200	9	24	0,09
3.NP	Učebny a kabinety	331,44	400	55,0	0,75	0,40	200	9	1 302	4,69
	Komunikační prostory	230,16	15	43,8	1,00	0,15	200	9	21	0,08
	Sociální zařízení	35,39	150	43,8	1,00	0,11	200	9	24	0,09
	Celkem	4163,31							15 591	56,13

3.7 Klimatické podmínky lokality

Dlouhodobé klimatické podmínky lokality, ve které se nachází posuzované objekty, jsou klasifikovány jako mírně teplé - území města Litomyšl leží v klimatické oblasti MT9. Klimatické podmínky jsou charakterizovány těmito údaji:

- nadmořská výška 325 m n. m.
- nejnižší dlouhodobá teplota dle ČSN $t_e = -15\text{ °C}$
- délka topného období pro $t_{em} = 12\text{ °C}$ je 235 dnů (pro $t_{em} = 13\text{ °C}$ je délka TO 248 dnů a pro $t_{em} = 15\text{ °C}$ je délka TO 286 dnů)
- střední venkovní teplota v topném období $t_{es} = 2,9\text{ °C}$ (pro $t_{em} = 13\text{ °C}$ je $t_{es} = 3,4\text{ °C}$ a pro $t_{em} = 15\text{ °C}$ je $t_{es} = 4,8\text{ °C}$)
- roční průměrná teplota vzduchu $7,3\text{ °C}$
- denní střední teplota v nejchladnějším měsíci (leden) je $-3,1\text{ °C}$
- roční úhrn slunečního záření dopadajícího na plochu 1 m^2 je cca 1028 kWh (3700 MJ)
- průměrná roční rychlost větru je menší než 4,1 m/s

Poznámka: t_{em} je střední denní venkovní teplota, která ohraničuje začátek a konec topného období.



Klimatické podmínky ovlivňují zásadním způsobem spotřebu energií na vytápění a přirozené větrání pro veškerý typ zástavby - bytovou sféru, občanskou vybavenost (komerční

i nekomerční), podnikatelskou sféru, pro průmysl i zemědělství. Dalším faktorem ovlivňujícím významně spotřebu energie je režim vytápění a větrání, který je - vzhledem k typu objektu a charakteru odběru - uvažován standardní. V rámci výše uvedených klimatických podmínek byla počítána spotřeba tepla pro vytápění a pro přípravu TUV pro kategorii objektu - obytný dům. Pro $t_{em} = 12\text{ °C}$, $t_{em} = 13\text{ °C}$ a $t_{em} = 15\text{ °C}$ a pro průměrnou vnitřní teplotu vytápěných místností od 18 do 24 °C byly vypočteny následující roční doby využití maxima a spotřeba tepla, která odpovídá maximu 1 kW_t:

Tab. 3.7.1. Roční doba využití maxima a spotřeba tepla pro otop na 1 kW_t ztrátového výkonu

Lokalita Litomyšl průměrná vnitřní teplota místnosti	pro $t_{em} = 12\text{ °C}$		pro $t_{em} = 13\text{ °C}$		pro $t_{em} = 15\text{ °C}$	
	t_{max} [hod]	Q [GJ]	t_{max} [hod]	Q [GJ]	t_{max} [hod]	Q [GJ]
18 °C	2145	7,72	2171	7,82	2291	8,25
19 °C	2215	7,97	2248	8,09	2385	8,59
20 °C	2280	8,21	2319	8,35	2474	8,90
21 °C	2342	8,43	2387	8,59	2557	9,21
22 °C	2401	8,64	2451	8,82	2637	9,49
23 °C	2457	8,84	2512	9,04	2712	9,76
24 °C	2509	9,03	2570	9,25	2783	10,02
délka topného období	5 640 [hod]	235 [dnů]	5 952 [hod]	248 [dnů]	6 864 [hod]	286 [dnů]

Výpočty jsou provedeny v souladu s platnými normami a teplotní metodikou, vlastní zpracování je provedeno prostřednictvím výpočetní techniky, přes křivky trvání venkovních teplot odpovídající příslušným klimatickým podmínkám a prostřednictvím křivek trvání tepelných (ztrátových) výkonů - s časovým intervalem 1 den. Získané výsledky jsou rovněž v dobré shodě s tzv. "denostupňovou" metodou výpočtu spotřeby tepla. Spotřeba tepla na vytápění a větrání je ovlivněna těmito parametry:

- průměrnou teplotou interiéru
- průměrnou teplotou venkovního vzduchu za topné období
- délkou topného období (počtem dnů vytápění)

Spotřebu tepla na vytápění větrání v jednotlivých letech, meteorologicky a klimatologicky odlišných, je nutno pomocí tzv. denostupňů přepočítat na dlouhodobý (srovnatelný) klimatický normál (průměr). Počet denostupňů D_p (dříve D°) je dán vztahem:

$$D_p = n \times (\theta_{ai,m} - \theta_{e,m})$$

kde

- n - je počet dnů s výskytem střední teploty venkovního vzduchu (dříve počet dnů vytápění v topném období)
- $\theta_{ai,m}$ - je střední teplota vnitřního vzduchu ($^\circ\text{C}$), dříve prům. vnitř. výpočtová teplota
- $\theta_{e,m}$ - střední teplota venkovního vzduchu ($^\circ\text{C}$), dříve průměrná teplota venkovního vzduchu ve dnech vytápění v topném období.

Podle vnitřní teploty ve vytápěném prostoru se obvykle používá počet denostupňů pro 20 $^\circ\text{C}$, 19 $^\circ\text{C}$, 18 $^\circ\text{C}$ a 17 $^\circ\text{C}$. Meziroční změny těchto údajů jsou pro konkrétní období a pro různé lokality publikovány ve statistických a klimatologických ročenkách. Porovnání počtu denostupňů pro lokalitu Litomyšl je následující:

Tab. 3.7.2. Porovnání počtu denostupňů

	Počet denostupňů			
	rok 2015	rok 2016	rok 2017	klimatický normál
D₁₀	1195	1410	1385	1550
D₁₁	1448	1663	1638	1803
D₁₂	1701	1916	1891	2056
D₁₃	1954	2169	2144	2309
D₁₄	2207	2422	2397	2562
D₁₅	2460	2675	2650	2815
D₁₆	2713	2928	2903	3068
D₁₇	2966	3181	3156	3321
D₁₈	3219	3434	3409	3574
D₁₉	3472	3687	3662	3827
D₂₀	3725	3940	3915	4080
D₂₁	3978	4193	4168	4333
D₂₂	4231	4446	4421	4586
D₂₃	4484	4699	4674	4839

3.8 Energetické vstupy a výstupy

Celková koncepce energetického zásobování posuzovaného objektu Gymnázia Aloise Jiráska v Litomyšli je založena v současné době na zásobování elektřiny z NN sítě a dodávkách zemního plynu.

3.8.1 Rozbor spotřeby elektřiny za roky 2015 až 2017

Elektřina je do budovy Gymnázia Aloise Jiráska Litomyšl dodávána z veřejné NN rozvodné sítě. Informačním podkladem k rozvodu elektřiny po budově je pro zpracování energetického posudku Zpráva o revizi elektrického zařízení zpracovaná revizním technikem Vladimírem Jiránem, evidenční číslo 7131/5/10/R-EZ-E2A. Jedná se napěťovou soustavu $3 \times 230/400$ V s ochranou před nebezpečným dotykovým napětím nulováním s přizemněním nulového vodiče v síti TN - C. Napojení objektu je provedeno z RIS2 na boku budovy, kabelem AYKY $3 \times 120 + 70 \text{ mm}^2$ do skříňového oceloplechového rozvaděče RP-RS, výr. PMP Česká Třebová, který je umístěn v hlavní rozvodně v 1. PP objektu. Rozvaděč sestává ze tří polí, v prvním poli je osazen hlavní vypínač 3/400 A na přívodu z RIS2. V druhém zaplombovaném poli je elektroměrová část. Z třetího pole (RMP) jsou připojeny všechny rozvaděče, určené pro zásobování prostorů budovy elektřinou. Podrobné popisy elektrorozvaděčů a rozvodů elektřiny jsou uvedeny v revizní zprávě. Rozvod elektřiny po budově je proveden kabely vedenými pod omítkami, v provedení $2 \times \text{AY}2$, $2 \times \text{AY}4$, AYKY nebo CYKY.

Odběr elektřiny byl v roce 2017 realizován prostřednictvím obchodníka CENTROPOL ENERGY, a. s., Vaníčková 1594/1, 400 01 Ústí nad Labem, produkt KRPAR, sazba C02d (TDD1). Cena elektřiny se v roce 2017 (resp. v prosinci 2017) skládala z těchto plateb (ceny bez DPH):

- Silová elektřina VT 686,00 Kč/MWh
- Silová elektřina NT Není
- Daň z elektřiny 28,30 Kč/MWh
- Distribuce VT 2 038,74 Kč/MWh

- Distribuce NT Není
- Měsíční plat za příkon (jistič 3 × 200 A) 894,00 Kč/měsíc
- Podpora KVET a OZE 495,00 Kč/MWh
- Systémové 93,94 Kč/MWh
- Činnost OTE 4,90 Kč/MWh

Tab. 3.8.1.1. Přehled měsíčních spotřeb elektřiny za budovu, rok 2015

Měsíc	Rok 2015 C02d, 3 x 200 A, KRPAR						
	Odběr elektřiny			Cena elektřiny			
	VT (MWh)	NT (MWh)	Celkem (MWh)	Silová sl. Kč	Služby v en. Kč	Daň z el. Kč	Celkem Kč
Leden	6,009	0,000	6,009	6 153,22	16 476,51	170,05	22 799,78
Únor	5,063	0,000	5,063	5 184,51	14 011,70	143,28	19 339,49
Březen	5,241	0,000	5,241	5 366,78	14 475,48	148,32	19 990,58
Duben	4,289	0,000	4,289	4 391,94	11 995,04	121,38	16 508,36
Květen	3,928	0,000	3,928	4 022,27	11 054,44	111,16	15 187,87
Červen	3,082	0,000	3,082	3 155,97	8 850,18	87,22	12 093,37
Červenec	1,377	0,000	1,377	1 410,05	4 407,80	38,97	5 856,82
Srpen	1,481	0,000	1,481	1 516,54	4 678,76	41,91	6 237,21
Září	3,831	0,000	3,831	3 922,94	10 801,72	108,42	14 833,08
Říjen	5,057	0,000	5,057	5 178,37	13 996,07	143,11	19 317,55
Listopad	5,378	0,000	5,378	5 507,07	14 832,43	152,20	20 491,70
Prosinec	4,908	0,000	4,908	5 025,79	13 607,85	138,90	18 772,54
CELKEM	49,644	0,000	49,644	50 835,45	139 187,98	1 404,92	191 428,35

Tab. 3.8.1.2. Přehled měsíčních spotřeb elektřiny za budovu, rok 2016

Měsíc	Rok 2016 C02d, 3 x 200 A, KRPAR						
	Odběr elektřiny			Cena elektřiny			
	VT (MWh)	NT (MWh)	Celkem (MWh)	Silová sl. Kč	Služby v en. Kč	Daň z el. Kč	Celkem Kč
Leden	5,894	0,000	5,894	5 569,83	16 591,68	166,80	22 328,31
Únor	4,932	0,000	4,932	4 660,74	14 032,25	139,58	18 832,57
Březen	5,443	0,000	5,443	5 143,64	15 391,78	154,04	20 689,46
Duben	4,582	0,000	4,582	4 329,99	13 101,08	129,67	17 560,74
Květen	3,971	0,000	3,971	3 752,60	11 475,51	112,38	15 340,49
Červen	3,163	0,000	3,163	2 989,04	9 325,81	89,51	12 404,36
Červenec	1,478	0,000	1,478	1 396,71	4 842,83	41,83	6 281,37
Srpen	1,373	0,000	1,373	1 297,49	4 563,48	38,86	5 899,83
Září	3,065	0,000	3,065	2 896,43	9 065,08	86,74	12 048,25
Říjen	4,770	0,000	4,770	4 507,65	13 601,26	134,99	18 243,90
Listopad	5,148	0,000	5,148	4 864,86	14 606,94	145,69	19 617,49
Prosinec	4,362	0,000	4,362	4 122,09	12 515,77	123,44	16 761,30
CELKEM	48,181	0,000	48,181	45 531,07	139 113,47	1 363,53	186 008,07

Tab. 3.8.1.3. Přehled měsíčních spotřeb elektřiny za budovu, rok 2017

Měsíc	Rok 2017 C02, 3 x 200 A, KRPAR						
	Odběr elektřiny			Cena elektřiny			
	VT (MWh)	NT (MWh)	Celkem (MWh)	Silová sl. Kč	Služby v en. Kč	Daň z el. Kč	Celkem Kč
Leden	5,063	0,000	5,063	3 473,22	14 202,85	143,28	17 819,35
Únor	4,273	0,000	4,273	2 931,28	12 126,99	120,93	15 179,20
Březen	4,098	0,000	4,098	2 811,23	11 667,14	115,97	14 594,34
Duben	3,781	0,000	3,781	2 593,77	10 834,17	107,00	13 534,94
Květen	3,136	0,000	3,136	2 151,30	9 139,31	88,75	11 379,36
Červen	2,537	0,000	2,537	1 740,38	7 565,33	71,80	9 377,51
Červenec	1,428	0,000	1,428	979,61	4 651,23	40,41	5 671,25
Srpen	1,156	0,000	1,156	793,02	3 936,49	32,71	4 762,22
Září	3,338	0,000	3,338	2 289,87	9 670,09	94,47	12 054,43
Říjen	4,385	0,000	4,385	3 008,11	12 421,28	124,10	15 553,49
Listopad	5,498	0,000	5,498	3 771,63	15 345,88	155,59	19 273,10
Prosinec	4,792	0,000	4,792	3 287,31	13 490,74	135,61	16 913,66
CELKEM	43,485	0,000	43,485	29 830,73	125 051,50	1 230,62	156 112,85

3.8.2 Rozbor spotřeby zemního plynu za roky 2015 až 2017

Podkladem pro základní popis plynového zařízení je „Zpráva o revizi plynového zařízení“ ev. číslo 2212117 z 26.8.2013, kterou zpracoval revizní technik Jaroslav Kratochvíl, ev. č. oprávnění 1240/128/93- RZ - R, V, VI, VII - S, ev. číslo osvědčení 5798/6/10/R - PZ - C, E, F, G a dále poznatky z místních šetření. Středotlaký plynovod 100 kPa o DN80 je přiveden do samostatné místnosti před kotelnou na dvoře objektu. Po redukci dimenze je tlak plynu regulátorem Fisher VSX4L redukován na výstupní tlak 5 kPa. Na potrubí jsou osazeny potřebné armatury včetně filtrů. V revizní zprávě je dále proveden podrobný popis plynového zařízení včetně tras plynovodů, armatur a instalovaných spotřebičů.

Z hlediska spotřeby plynu pro energetické posouzení je podstatné, že škola je vybavena dvěma měřicími místy s plynoměry, první z nich je pro plynovou kotelnu a druhé pro nízkotlaký rozvod plynu pro školní laboratoře, kde je roční spotřeba velmi nízká.

Odběr zemního plynu byl v roce 2017 realizován prostřednictvím obchodníka Pražská plynárenská, a.s., Národní 37, 110 00 Praha 1 - Nové Město. Cena zemního plynu se v roce 2017 (resp. v prosinci 2017) skládala z těchto plateb (ceny bez DPH pro odběrné místo 0790145340 - kotelna školy):

- Pevná cena za distribuovaný plyn 120,44 Kč/MWh
- Pevná roční cena za denní přidělenou kapacitu 450 m³_N 4 202,60 Kč/měs.
- Pevná cena za služby operátora trhu 2,40 Kč/MWh
- Komoditní složka ceny 391,00 Kč/MWh
- Kapacitní složka ceny 0,00 Kč/Nm³
- Daň z plynu 30,60 Kč/MWh

Tab. 3.8.2.1. Přehled měsíčních spotřeb ZP, kotelna, rok 2015

Měsíc	Rok 2015 - Gymnázium Litomyšl - kotelna							
	Dodávka energie v plynu			Cena za dodaný plyn				
	Odběr plynu	Spalné teplo	Odběr energie	Daň z plynu	Distribuce	Platba za služby OTE	Platba za dodávky	Cena za ZP
	(m ³ _N)	(kWh/m ³ _N)	(MWh)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	Kč
Leden	9 717,16	10,6200	103,19628	3 157,81	15 267,15	222,90	70 586,26	89 234,12
Únor	9 309,97	10,6115	98,79277	3 023,06	14 957,17	213,39	67 574,25	85 767,87
Březen	5 330,78	10,6131	56,57613	1 730,71	10 047,83	122,17	38 686,55	50 587,26
Duben (1.-3.)	3 335,77	10,6149	35,40887	1 083,51	6 833,94	76,48	24 219,67	32 213,60
Duben (4.-30.)	393,67	10,6158	4,17908	127,88	1 305,99	9,03		9 732,52
Květen	747,97	10,6158	7,94025	242,97	4 446,68	17,15	8 289,62	4 706,80
Červen	231,15	10,6298	2,45711	1 423,96	23 247,10	100,52	31 829,80	56 601,38
Červenec	52,49	10,6298	0,55795					
Srpen	76,71	10,6298	0,81546					
Září	615,73	10,6298	6,54513					
Říjen	3 401,68	10,6298	36,15916					
Listopad	6 022,08	10,6346	64,04242	1 959,70	11 082,42	138,33	43 805,02	56 985,47
Prosinec	7 572,75	10,6388	80,56497	2 465,29	12 763,80	174,02	55 106,44	70 509,55
CELKEM	46 807,92		497,24	15 214,89	99 952,08	1 073,99	340 097,61	456 338,57

Tab. 3.8.2.2. Přehled měsíčních spotřeb ZP, laboratoře, rok 2015

Měsíc	Rok 2015 - Gymnázium Litomyšl - laboratoře							
	Dodávka energie v plynu			Cena za dodaný plyn				
	Odběr plynu	Spalné teplo	Odběr energie	Daň z plynu	Distribuce	Platba za služby OTE	Platba za dodávky	Cena za ZP
	(m ³ _N)	(kWh/m ³ _N)	(MWh)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	Kč
Leden	0,98	10,6149	0,01041	1,59	266,39	0,11	35,62	303,71
Únor	1,96	10,6149	0,02083					
Březen	0,98	10,6149	0,01041					
Duben (1.-23.)	0,98	10,6149	0,01041					
Duben (24.-30.)	0,00	10,6743	0,00000	1,28	814,24	0,09	27,99	843,60
Květen	0,00	10,6743	0,00000					
Červen	0,98	10,6743	0,01047					
Červenec	0,00	10,6743	0,00000					
Srpen	0,00	10,6743	0,00000					
Září	0,98	10,6743	0,01047					
Říjen	0,98	10,6743	0,01047					
Listopad	0,00	10,6743	0,00000					
Prosinec	0,00	10,6743	0,00000					
CELKEM	7,85		0,08	2,87	1 080,63	0,20	63,61	1 147,31

Tab. 3.8.2.3. Přehled měsíčních spotřeb ZP, kotelna, rok 2016

Rok 2016 - Gymnázium Litomyšl - kotelna								
Měsíc	Dodávka energie v plynu			Cena za dodaný plyn				
	Odběr	Spalné	Odběr	Daň	Distribuce	Platba za	Platba	Cena za ZP
	plynu	teplo	energie	z plynu		služby OTE	za dodávky	Celkem
	(m ³ _N)	(kWh/m ³ _N)	(MWh)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	Kč
Leden	8 669,69	10,6468	92,30444	2 824,62	14 876,27	241,84	57 413,36	75 356,09
Únor	5 707,91	10,6574	60,83151	1 861,44	10 878,11	159,38	37 837,20	50 736,13
Březen	7 661,61	10,6632	81,69729	2 499,94	13 567,31	214,05	50 815,71	67 097,01
Duben (1.-25.)	1 988,74	10,6743	21,22840	649,59	5 539,33	55,62	13 204,06	19 448,60
Duben (26.-30.)	1 035,23	10,6743	11,05040	338,14	1 938,85	28,96	6 873,35	9 179,30
Květen	1 183,02	10,6804	12,63509	386,63	5 153,84	33,10	7 859,03	13 432,60
Červen	70,66	10,6857	0,75503	139,61	14 535,31	11,95	2 837,90	17 524,77
Červenec	51,48	10,6857	0,55009					
Srpen	79,74	10,6857	0,85211					
Září	225,10	10,6857	2,40531					
Říjen	4 063,84	10,6865	43,42827	1 328,91	8 663,63	113,78	27 012,38	37 118,70
Listopad	7 032,73	10,6856	75,14894	2 299,56	12 701,14	196,89	46 742,64	61 940,23
Prosinec	8 752,07	10,6880	93,54208	2 862,39	15 214,67	245,08	58 183,17	76 505,31
CELKEM	46 521,82		496,43	15 190,83	103 068,46	1 300,65	308 778,80	428 338,74

Tab. 3.8.2.4. Přehled měsíčních spotřeb ZP, laboratoře, rok 2016

Rok 2016 - Gymnázium Litomyšl - laboratoře								
Měsíc	Dodávka energie v plynu			Cena za dodaný plyn				
	Odběr	Spalné	Odběr	Daň	Distribuce	Platba za	Platba	Cena za ZP
	plynu	teplo	energie	z plynu		služby OTE	za dodávky	Celkem
	(m ³ _N)	(kWh/m ³ _N)	(MWh)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	Kč
Leden	0,00	10,6743	0,00000	0,32	261,13	0,03	6,51	267,99
Únor	0,00	10,6743	0,00000					
Březen	0,00	10,6743	0,00000					
Duben (1.-25.)	1,00	10,6743	0,01067					
Duben (24.-30.)	0,00	10,6904	0,00000	1,60	556,31	0,06	13,05	571,02
Květen	0,00	10,6904	0,00000					
Červen	0,00	10,6904	0,00000					
Červenec	0,00	10,6904	0,00000					
Srpen	0,00	10,6904	0,00000					
Září	0,00	10,6904	0,00000					
Říjen	0,00	10,6904	0,00000					
Listopad	1,00	10,6904	0,01069					
Prosinec	1,00	10,6904	0,01069					
CELKEM	3,00		0,03	1,92	817,44	0,09	19,56	839,01

Tab. 3.8.2.5. Přehled měsíčních spotřeb ZP, kotelna, rok 2017

Měsíc	Rok 2017 - Gymnázium Litomyšl - kotelna							
	Dodávka energie v plynu			Cena za dodaný plyn				
	Odběr plynu	Spalné teplo	Odběr energie	Daň z plynu	Distribuce	Platba za služby OTE	Platba za dodávky	Cena za ZP Celkem
	(m ³ _N)	(kWh/m ³ _N)	(MWh)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	Kč
Leden	14 229,70	10,6972	152,21797	4 657,87	22 728,95	365,22	59 517,23	87 269,27
Únor	7 941,49	10,6947	84,93189	2 598,92	14 856,89	203,84	33 208,37	50 868,02
Březen	5 024,87	10,6947	53,73943	1 644,43	10 916,51	128,97	21 012,12	33 702,03
Duben (1.-24.)	3 017,56	10,6904	32,25888	987,12	7 456,02	77,42	12 613,22	21 133,78
Duben (25.-30.)	1 119,32	10,6904	11,96599	366,16	2 331,94	28,72	4 678,70	7 405,52
Květen	1 054,58	10,6889	11,27225	344,93	5 772,77	27,05	4 407,45	10 552,20
Červen	323,73	10,6869	3,45967	105,87	4 851,15	8,30	1 352,73	6 318,05
Červenec	296,26	10,6842	3,16532	96,86	4 883,32	7,60	1 237,64	6 225,42
Srpen	330,60	10,6826	3,53164	108,07	4 937,10	8,48	1 380,87	6 434,52
Září	935,87	10,6809	9,99598	305,88	5 744,66	23,99	3 908,43	9 982,96
Říjen	2 902,78	10,6791	30,99907	948,57	8 245,28	74,40	12 120,64	21 388,89
Listopad	6 234,26	10,6776	66,56688	2 036,95	12 451,79	159,76	26 027,65	40 676,15
Prosinec	9 107,60	10,6751	97,22458	2 975,07	15 912,33	233,34	38 014,81	57 135,55
CELKEM	52 518,61		561,33	17 176,70	121 088,71	1 347,09	219 479,86	359 092,36

Tab. 3.8.2.6. Přehled měsíčních spotřeb ZP, laboratoře, rok 2017

Měsíc	Rok 2017 - Gymnázium Litomyšl - laboratoře							
	Dodávka energie v plynu			Cena za dodaný plyn				
	Odběr plynu	Spalné teplo	Odběr energie	Daň z plynu	Distribuce	Platba za služby OTE	Platba za dodávky	Cena za ZP Celkem
	(m ³ _N)	(kWh/m ³ _N)	(MWh)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	(Kč)	Kč
Leden	1,00	10,6904	0,01069	0,96	277,33	0,09	12,30	290,68
Únor	1,00	10,6904	0,01069					
Březen	0,00	10,6904	0,00000					
Duben (1.-24.)	1,00	10,6904	0,01069					
Duben (25.-30.)	0,00	10,6904	0,00000	1,64	742,41	0,08	12,30	756,42
Květen	0,00	10,6904	0,00000					
Červen	0,00	10,6904	0,00000					
Červenec	0,00	10,6904	0,00000					
Srpen	0,00	10,6904	0,00000					
Září	0,00	10,6904	0,00000					
Říjen	1,00	10,6904	0,01069					
Listopad	1,00	10,6904	0,01069					
Prosinec	1,00	10,6904	0,01069					
CELKEM	6,00		0,06	2,60	1 019,74	0,17	24,60	1 047,10

Na základě výše uvedených hodnot z faktur za paliva a energie, poskytnutých provozovatelem, výpočtů a dalších podkladů jsou dále sestaveny tabulky obsahující soupis základních údajů o energetických vstupech za roky 2015 až 2017 a soupis základních údajů o energetických vstupech za rok charakterizovaný dlouhodobým klimatickým průměrem při obvyklém způsobu užívání a provozování hodnocené budovy. V případě odběru zemního plynu je zohledněna dodávka tepla z plynové kotelny na vytápění Speciální základní školy, a

to následujícím způsobem. Celkové množství vyrobeného tepla na vytápění, resp. spotřeba zemního plynu v kotelně, kterou je kryta spotřeba tepla na vytápění, je rozdělena v poměru tepelných ztrát objektů gymnázia a základní školy. Část spotřeby zemního plynu na vytápění, připadající na základní školu, je odečtena od celkové spotřeby zemního plynu na vytápění. Energetické vstupy jsou tedy vztaženy pouze k hodnocené budově. Tabulky energetických bilancí za jednotlivé roky a za rok průměrný jsou uvedeny dále.

Odběr zemního plynu, rok 2015															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Odběr ZP celkem	[Nm3]		9 717	9 310	5 331	3 729	748	231	52	77	616	3 402	6 022	7 573	46 808
z toho: příprava TV	[Nm3]		221	210	231	221	200	231	52	77	221	221	210	221	2 315
vytápění	[Nm3]		9 497	9 100	5 100	3 509	548	0	0	0	395	3 181	5 812	7 352	44 493
z toho: Gymnázium A. Jiráska	[Nm3]		7 931	7 600	4 259	2 930	458	0	0	0	330	2 657	4 854	6 140	37 158
Speciální ZŠ Litomyšl	[Nm3]		1 566	1 500	841	578	90	0	0	0	65	524	958	1 212	7 335
vytápění normál	[Nm3]		10 544	10 103	5 662	3 896	609	0	0	0	439	3 532	6 453	8 163	49 400
z toho: Gymnázium A. Jiráska	[Nm3]		8 806	8 438	4 729	3 253	508	0	0	0	366	2 950	5 389	6 817	41 256
Speciální ZŠ Litomyšl	[Nm3]		1 738	1 666	933	642	100	0	0	0	72	582	1 064	1 346	8 144
Odběr zemního plynu, rok 2016															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Odběr ZP celkem	[Nm3]		8 670	5 708	7 662	3 024	1 183	71	51	80	225	4 064	7 033	8 752	46 522
z toho: příprava TV	[Nm3]		67	64	71	67	61	71	51	80	67	67	64	67	799
vytápění	[Nm3]		8 602	5 644	7 591	2 957	1 122	0	0	0	158	3 996	6 968	8 685	45 723
z toho: Gymnázium A. Jiráska	[Nm3]		7 184	4 713	6 340	2 469	937	0	0	0	132	3 338	5 820	7 253	38 185
Speciální ZŠ Litomyšl	[Nm3]		1 418	930	1 251	487	185	0	0	0	26	659	1 149	1 432	7 538
vytápění normál	[Nm3]		8 953	5 874	7 900	3 077	1 168	0	0	0	164	4 159	7 253	9 039	47 587
z toho: Gymnázium A. Jiráska	[Nm3]		7 477	4 905	6 598	2 570	975	0	0	0	137	3 474	6 057	7 549	39 742
Speciální ZŠ Litomyšl	[Nm3]		1 476	968	1 302	507	193	0	0	0	27	686	1 196	1 490	7 845
Odběr zemního plynu, rok 2017															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Odběr ZP celkem	[Nm3]		14 230	7 941	5 025	4 137	1 055	324	296	331	936	2 903	6 234	9 108	52 519
z toho: příprava TV	[Nm3]		309	294	324	309	280	324	296	331	309	309	294	309	3 688
vytápění	[Nm3]		13 921	7 647	4 701	3 828	775	0	0	0	627	2 594	5 940	8 799	48 831
z toho: Gymnázium A. Jiráska	[Nm3]		11 626	6 386	3 926	3 197	647	0	0	0	524	2 166	4 961	7 348	40 781
Speciální ZŠ Litomyšl	[Nm3]		2 295	1 261	775	631	128	0	0	0	103	428	979	1 451	8 050
vytápění normál	[Nm3]		14 594	8 017	4 929	4 013	813	0	0	0	657	2 719	6 227	9 224	51 195
z toho: Gymnázium A. Jiráska	[Nm3]		12 188	6 696	4 116	3 352	679	0	0	0	549	2 271	5 201	7 704	42 755
Speciální ZŠ Litomyšl	[Nm3]		2 406	1 322	813	662	134	0	0	0	108	448	1 027	1 521	8 440

Odběr zemního plynu, průměrný rok (normál)															
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Odběr ZP celkem	[Nm3]	11 626	8 248	6 438	3 924	1 100	274	52	78	682	3 732	6 894	9 071	52 119	
z toho: příprava TV	[Nm3]	262	249	274	262	237	274	52	78	262	262	249	262	2 725	
vytápění	[Nm3]	11 364	7 998	6 164	3 662	863	0	0	0	420	3 470	6 644	8 809	49 394	
Spotřeba primární energie v palivu	[GJ]	395,9	280,8	219,2	133,6	37,5	9,3	1,8	2,7	23,2	127,1	234,7	308,9	1 774,6	
z toho: příprava TV	[GJ]	8,9	8,5	9,3	8,9	8,1	9,3	1,8	2,7	8,9	8,9	8,5	8,9	92,8	
vytápění	[GJ]	386,9	272,3	209,9	124,7	29,4	0,0	0,0	0,0	14,3	118,2	226,2	299,9	1 681,9	
Výroba tepla	[GJ]	352,3	249,9	195,1	118,9	33,3	8,3	1,6	2,4	20,7	113,1	208,9	274,9	1 579,4	
z toho: příprava TV	[GJ]	7,9	7,6	8,3	7,9	7,2	8,3	1,6	2,4	7,9	7,9	7,6	7,9	82,6	
vytápění	[GJ]	344,4	242,4	186,8	111,0	26,2	0,0	0,0	0,0	12,7	105,2	201,4	266,9	1 496,9	
Ztráty tepla ve zdroji (na kotlích)	[GJ]	43,5	30,9	24,1	14,7	4,1	1,0	0,2	0,3	2,6	14,0	25,8	34,0	195,2	
z toho: příprava TV	[GJ]	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,2	0,3	1,0	1,0	0,9	1,0	10,2	
vytápění	[GJ]	42,6	30,0	23,1	13,7	3,2	0,0	0,0	0,0	1,6	13,0	24,9	33,0	185,0	
Spotřeba tepla	[GJ]	352,3	249,9	195,1	118,9	33,3	8,3	1,6	2,4	20,7	113,1	208,9	274,9	1 579,4	
z toho: příprava TV	[GJ]	7,9	7,6	8,3	7,9	7,2	8,3	1,6	2,4	7,9	7,9	7,6	7,9	82,6	
vytápění (Gymnázium A. Jiráska)	[GJ]	287,6	202,4	156,0	92,7	21,8	0,0	0,0	0,0	10,6	87,8	168,2	222,9	1 250,1	
vytápění (Speciální ZŠ Litomyšl)	[GJ]	56,8	40,0	30,8	18,3	4,3	0,0	0,0	0,0	2,1	17,3	33,2	44,0	246,8	
kontrola		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Bilance odběru zemního plynu, Gymnázium A. Jiráska, průměrný rok							Výchozí stav								
			I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Odběr ZP celkem	[Nm3]	9 752	6 929	5 422	3 320	958	274	52	78	613	3 160	5 798	7 618	43 976	
z toho: příprava TV	[Nm3]	262	249	274	262	237	274	52	78	262	262	249	262	2 725	
vytápění	[Nm3]	9 490	6 680	5 148	3 058	721	0	0	0	351	2 898	5 549	7 356	41 251	
Spotřeba primární energie v palivu	[GJ]	332,1	235,9	184,6	113,1	32,6	9,3	1,8	2,7	20,9	107,6	197,4	259,4	1 497,4	
z toho: příprava TV	[GJ]	8,9	8,5	9,3	8,9	8,1	9,3	1,8	2,7	8,9	8,9	8,5	8,9	92,8	
vytápění	[GJ]	323,1	227,4	175,3	104,1	24,5	0,0	0,0	0,0	11,9	98,7	188,9	250,5	1 404,6	
Výroba tepla	[GJ]	295,5	210,0	164,3	100,6	29,0	8,3	1,6	2,4	18,6	95,8	175,7	230,9	1 332,7	
z toho: příprava TV	[GJ]	7,9	7,6	8,3	7,9	7,2	8,3	1,6	2,4	7,9	7,9	7,6	7,9	82,6	
vytápění	[GJ]	287,6	202,4	156,0	92,7	21,8	0,0	0,0	0,0	10,6	87,8	168,2	222,9	1 250,1	
Ztráty tepla ve zdroji (na kotlích)	[GJ]	36,5	26,0	20,3	12,4	3,6	1,0	0,2	0,3	2,3	11,8	21,7	28,5	164,7	
z toho: příprava TV	[GJ]	1,0	0,9	1,0	1,0	0,9	1,0	0,2	0,3	1,0	1,0	0,9	1,0	10,2	
vytápění	[GJ]	35,5	25,0	19,3	11,5	2,7	0,0	0,0	0,0	1,3	10,9	20,8	27,6	154,5	
Spotřeba tepla	[GJ]	295,5	210,0	164,3	100,6	29,0	8,3	1,6	2,4	18,6	95,8	175,7	230,9	1 332,7	
z toho: příprava TV	[GJ]	7,9	7,6	8,3	7,9	7,2	8,3	1,6	2,4	7,9	7,9	7,6	7,9	82,6	
vytápění	[GJ]	287,6	202,4	156,0	92,7	21,8	0,0	0,0	0,0	10,6	87,8	168,2	222,9	1 250,1	
Spotřeba elektřiny na výrobu a distribuci tepla	[MWh]	0,591	0,420	0,329	0,201	0,058	0,017	0,003	0,005	0,037	0,192	0,351	0,462	2,665	
	[GJ]	2,1	1,5	1,2	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,7	1,3	1,7	9,6	
Doba využití maxima T _{max} ¹⁾	[h/rok]	140	99	77	47	13	3	1	1	8	45	83	92	609	
Pozn: ¹⁾ doba využití max. resp. jm. výkonu zdroje tepla v hodinách za rok (zahrnuta dodávka tepla do Speciální ZŠ Litomyšl)															

Před vyhotovením soupisu o základních energetických vstupech je v následující tabulce provedeno porovnání klimatických údajů v lokalitě, které jsou vyjádřeny počtem denostupňů (°D) za příslušný rok. Skutečné roční spotřeby zemního plynu, stanovené na základě bilančního výpočtu a po odečtení spotřeby na přípravu (dodávku) teplé vody (a po odečtení spotřeby tepla na vytápění Speciální základní školy), jsou prostřednictvím poměru denostupňů přepočteny na spotřeby odpovídající DDP za 30 let.

Tab. 3.8.2.7. Přepočet spotřeby energie (paliva) na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr

Hodnocené období	2015	2016	2017	Průměr / DDP 30
Roční spotřeba energie pro vytápění vycházející z účetních dokladů [GJ/rok]	1 265,23	1 300,19	1 388,59	x
Počet dennostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu	3 219	3 434	3 409	3 574
Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu	0,901	0,961	0,954	x
Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtená na dlouhodobý klimatický průměr [GJ/rok]	1 404,77	1 353,20	1 455,79	1 404,59

K přepočteným ročním spotřebám zemního plynu na vytápění je zpět připočtena spotřeba plynu na výrobu tepla pro přípravu teplé vody a tím je připraven vstupní údaj o spotřebě zemního plynu celkem do soupisu základních údajů o energetických vstupech.

Spotřeby energie na ztráty v rozvodech TV, na osvětlení atd. jsou brány jako fixní, tj. za sledované tři roky neměnné, neboť chybí podrobnější údaje o provozních dobách budovy, na základě který by bylo možné je spočítat.

3.8.3 Energetické vstupy

Soupis základních energetických vstupů je proveden v tabulce na následující straně, dále je uveden soupis základních údajů o energetických vstupech za rok charakterizovaný klimatickými normálovými podmínkami.

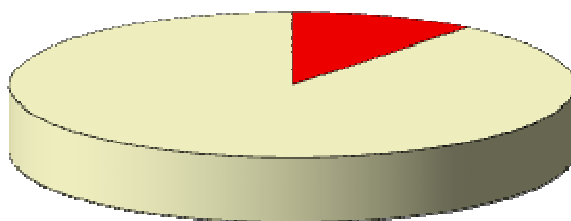
Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok 2015, 2016 a 2017

Pro rok: před realizací projektu		2015				2016				2017			
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč/r	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč/r
Elektřina	MWh	49,64	3,60	49,64	191,43	48,18	3,60	48,18	186,01	43,49	3,60	43,49	156,11
Teplo	GJ												
Zemní plyn	tis. m ³	46,82	34,05	442,80	457,49	46,52	34,05	440,05	429,18	52,52	34,05	496,80	360,14
Jiné plyny	tis. m ³												
Hnědé uhlí	t												
Černé uhlí	t												
Koks	t												
Jiná pevná paliva - dřevo	t												
TO	t												
TOEL	t												
PHM	t												
Druhotné zdroje ¹⁾	GJ												
Obnovitelné zdroje ²⁾	GJ (MWh)												
Jiná paliva	GJ												
Celkem vstupy paliv a energie		x	x	492,44	648,91	x	x	488,23	615,19	x	x	540,28	516,25
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)		x	x	0,00	0,00	x	x	0,00	0,00	x	x	0,00	0,00
Celkem spotřeba paliv a energie		x	x	492,44	648,91	x	x	488,23	615,19	x	x	540,28	516,25
Pozn.:	¹⁾ Druhotné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně												
	²⁾ Obnovitelné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně												

**Soupis základních údajů o energetických vstupech za rok
(průměr, dlouhodobý klimatický normál)**

Pro rok: před realizací projektu		Průměrný rok - DDP 30			
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč
Elektřina	MWh	49,34	3,60	49,34	177,12
Teplo	GJ				
Zemní plyn	tis. m ³	43,87	34,05	414,90	299,93
Jiné plyny	tis. m ³				
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva - dřevo	t				
TO	t				
TOEL	t				
PHM	t				
Druhotné zdroje ¹⁾	GJ				
Obnovitelné zdroje ²⁾	GJ (MWh)				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie		x	x	464,23	477,04
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)		x	x	0,00	0,00
Celkem spotřeba paliv a energie		x	x	464,23	477,04
Pozn.:		¹⁾ Druhotné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně			
		²⁾ Obnovitelné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně			

Energetické vstupy



■ Elektřina	■ Teplo	■ Zemní plyn
□ Jiné plyny	■ Hnědé uhlí	■ Černé uhlí
■ Koks	□ Jiná pevná paliva - dřevo	■ TO
■ TOEL	■ PHM	■ Druhotné zdroje 1)
■ Obnovitelné zdroje 2)	■ Jiná paliva	

3.9 Potřeby tepelného výkonu na vytápění a větrání, tepelné ztráty

Základní řešení, tzv. model, tvoří stávající budova a její základní parametry určující tepelně technické vlastnosti konstrukce. Model tepelných ztrát budovy je vytvořen obálkovou metodou na základě velikosti ochlazovaných ploch konstrukce, zjištěných hodnot součinitelů prostupu tepla a klimatických údajů. Výpočet tepelných ztrát je proveden pro současný stav, který je považován za referenční stav pro realizaci energeticky úsporných opatření a jejich následné vyhodnocení. Pro budovu jako celek je navržena jedna obálka s uvažovanou výpočtovou vnitřní teplotou θ_{int} , která odpovídá požadavku na příslušné prostory dle normy ČSN EN 12831. Pro objekt byla zjištěna následující průměrná vnitřní výpočtová teplota - výpočet byl proveden metodou vážených průměrů ze souboru vnitřních teplot příslušných k ploše jednotlivých typů ochlazovaných částí stavební konstrukce.

Budova gymnázia 17,9 °C

Pro stanovení tepelných ztrát jsou použity průměrné hodnoty, charakterizující topné období v klimatické oblasti Litomyšl, které je definované teplotou zahájení vytápění $\theta_{\text{em}} = 13$ °C. Výpočtová venkovní teplota $\theta_e = -15$ °C a průměrná roční venkovní teplota resp. průměrná teplota v topném období $\theta_m = 3,4$ °C. Tepelné ztráty jsou vypočítány pro funkční části budovy resp. pro jednotlivé funkční stavební díly, podrobný přehled v tabulkové i grafické formě je součástí přílohy.

Výpočet celkové tepelné ztráty, která se skládá z tepelné ztráty prostupem a tepelné ztráty větráním vytápěného prostoru, je proveden dle ČSN EN 12831. Základem pro stanovení tepelné ztráty prostupem tepla Φ_T [W] je stanovení součinitelů tepelné ztráty prostupem H_T [W/K] pro jednotlivé druhy funkčních konstrukcí, kde se jedná o:

- $H_{T,ie}$ - součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e)
- $H_{T,iue}$ - součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem (u)
- $H_{T,ig}$ - součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g)
- $H_{T,ij}$ - součinitel tepelné ztráty z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j)

vytápěného na výrazně jinou teplotu

Součinitel tepelné ztráty prostupem $H_{T,ie}$ přímo do venkovního prostředí zahrnuje všechny stavební části a lineární tepelné mosty, které oddělují vytápěný prostor od venkovního prostředí - stěny, podlahu, strop, dveře a okna. Lineární tepelné ztráty jsou vypočítány zjednodušenou metodou pomocí příslušných korekčních součinitelů ΔU_{tb} [W/m².K], jejichž hodnota závisí na druhu stavební části. Do výpočtu pak lineární tepelné ztráty vstupují společně s příslušným součinitelem prostupu tepla U_k dané stavební části, jsou tedy zahrnuty v tzv. korigovaném součiniteli prostupu tepla U_{kc} stavební části, kde $U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb}$. Při výpočtu $H_{T,ie}$ je zohledněna plocha stavební části A_k a korekční činitel e_k vystavení povětrnostním vlivům, jehož základní hodnota $e_k = 1$.

Při výpočtu součinitele tepelné ztráty $H_{T,iue}$ nevytápěným prostorem je kromě lineárních tepelných ztrát použit teplotní redukční činitel b_u , který zahrnuje teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní návrhové teploty. Ve výpočtu jsou použity základní hodnoty b_u uvedené v příloze D.4.2 normy ČSN EN 12831. Mezi nevytápěné prostory jsou zahrnovány nevytápěná podzemní podlaží nebo technické prostory. Součinitel tepelné ztráty $H_{T,ig}$ do přilehlé zeminy podlahami, základovými stěnami a přímým nebo nepřímým stykem s přilehlou zeminou závisí na více činitelích, které zahrnují plochu a obvod podlahové desky, hloubku podzemního podlaží pod úroveň zeminy a tepelné vlastnosti zeminy. Ve výpočtu jsou použity následující korekční činitele a parametry:

- f_{g1} - korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venk. teploty, hodnota $f_{g1} = 1,45$
- f_{g2} - teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi průměrnou roční teplotou a výpočtovou venkovní teplotou
- G_w - korekční činitel zohledňující vliv spodní vody, je-li vzdálenost mezi předpokládanou hladinou spodní vody a úrovní základů menší než 1 m je $G_w = 1,15$, jinak $G_w = 1$

Hodnota vlastního součinitele prostupu tepla podlahové konstrukce je korigována na tzv. ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí $U_{equiv,bf}$ stanovený podle typologie podlahy, která je vyjadřována pomocí charakteristického parametru B' , současně je zohledněna při stanovení ekvivalentního součinitele prostupu tepla hloubka podlahové desky pod úrovní zeminy resp. její poloha vůči okolnímu terénu. Charakteristický parametr B' se

stanovuje jako podíl plochy A_g a poloviny obvodu P uvažované podlahové konstrukce, přičemž je uvažována pouze délka obvodových stěn oddělujících vytápěný prostor uvažované části budovy od venkovního prostředí. Velikost ekvivalentního součinitele prostupu tepla pro stěny vytápěného podzemního podlaží je závislá na hloubce pod úrovní zeminy.

Součinitel tepelné ztráty $H_{T,ij}$ vyjadřuje tok tepla prostupem z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (j) vytápěného na výrazně odlišnou teplotu, např. sousední místnost uvnitř funkční části budovy, místnost patřící do sousední funkční části budovy nebo nevytápěná místnost v sousedící funkční části budovy. Při výpočtu $H_{T,ij}$ je používán redukční teplotní činitel f_{ij} , kterým je korigován teplotní rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtovou teplotou. Základní hodnoty teploty sousedních vytápěných prostor jsou uvedeny v příloze D.4.4 normy ČSN EN 12831. Účinky tepelných mostů se v tomto výpočtu neuvažují.

Velikost tepelné ztráty větráním vytápěného prostoru Φ_v [W] závisí na součiniteli tepelné ztráty větráním H_v [W/K] a na rozdílu výpočtové vnitřní teploty θ_{int} [°C] a výpočtové venkovní teploty θ_e [°C]. Součinitel tepelné ztráty větráním H_v je stanoven jako součin výměny vzduchu V'_i [m³/h], hustoty vzduchu ρ [kg/m³] při teplotě θ_{int} a měrné tepelné kapacity vzduchu c_p [kJ/kg.K] při teplotě θ_{int} . Za předpokladu konstantních hodnot ρ a c_p je součin $\rho \times c_p = 0,34$. Postup výpočtu pro stanovení výměny vzduchu V'_i závisí na způsobu výměny vzduchu v budově - buď přirozeným nebo nuceným větráním. Výměna vzduchu v posuzovaných objektech je zajišťována přirozeným větráním.

Přirozené větrání

Není-li instalována větrací soustava, předpokládá se, že přiváděný vzduch má tepelné vlastnosti venkovního vzduchu. Výpočet velikosti tepelné ztráty větráním je založen na porovnání objemového toku vzduchu odpovídajícího jednak minimální výměně vzduchu V'_{min} požadované z hygienických důvodů a jednak odpovídajícího výměně vzduchu infiltrací V'_{inf} spárami a styky obvodového pláště budovy. Pro potřeby výpočtu je uvažována větší z obou hodnot. Minimální hygienické množství vzduchu je stanoveno jako součin objemu vytápěného prostoru (popř. místnosti) V [m³] a minimální intenzity výměny venkovního vzduchu za hodinu n_{min} [h⁻¹], jejíž základní hodnoty jsou uvedeny v příloze D.5.1 normy ČSN EN 12831.

Množství vzduchu infiltrací V'_{inf} vytápěného prostoru, způsobené větrem a účinkem vztaku na plášť budovy je stanoveno jako dvojnásobek součinu objemu vytápěného prostoru V [m^3], intenzity výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy zahrnující účinky přívodu vzduchu n_{50} [h^{-1}], stínícího činitele e_i a výškového korekčního činitele ϵ_i , který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země. Hodnoty pro n_{50} , e_i a ϵ_i v přílohách D.5.2, D.5.3 a D.5.4 normy ČSN EN 12831.

Nucené větrání

Vzduch může být do vytápěného prostoru (místnosti) přiváděn buď z ústřední teplovzdušné soustavy, ze sousedních vytápěných i nevytápěných prostor, nebo z venkovního prostředí. Výpočet velikosti tepelné ztráty nuceným větráním je založen na stanovení hodnoty výměny vzduchu V' [m^3/h] ve vytápěném prostoru (místnosti), která se zjistí jako součet množství vzduchu infiltrací V'_{inf} ve vytápěné místnosti, rozdílu $V'_{\text{mech,inf}}$ mezi množstvím nuceně odváděného vzduchu V'_{ex} a přiváděného vzduchu V'_{su} v místnosti a součinu množství vzduchu V'_{su} přiváděného do místnosti a teplotního redukčního činitele f_v zohledňujícího rozdíl teploty přiváděného vzduchu θ_{su} a výpočtové venkovní teploty θ_e . Velikost výměny vzduchu V' musí být stejná nebo vyšší než je minimální hygienické množství vzduchu V'_{min} .

Teplotní redukční činitel se použije v případě, kdy větrací soustava přivádí vzduch, který (např. při použití zařízení pro zpětné využití tepla, nebo je-li vzduch ústředně predehříván, popř. je-li přiváděn ze sousedních místností) nemusí mít tepelné vlastnosti venkovního (přiváděného) vzduchu. Redukční činitel f_v se vypočte jako podíl rozdílu výpočtové vnitřní teploty vytápěného prostoru (místnosti) θ_{nt} a teploty vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru (místnosti) θ_{su} a rozdílu výpočtové vnitřní teploty θ_{nt} a výpočtové venkovní teploty θ_e . Teploty se udávají ve stupních Celsia ($^{\circ}\text{C}$). V případě užití zařízení pro zpětné využití tepla (rekuperace) je možné teplotu přiváděného vzduchu vypočítat pomocí účinnosti tohoto zařízení, teplota θ_{su} může být vyšší nebo nižší než je teplota vnitřního vzduchu.

Rozdíl $V'_{\text{mech,inf}}$ mezi množstvím nuceně odváděného vzduchu a přiváděného vzduchu je vyrovnáván venkovním vzduchem přiváděným obvodovým pláštěm budovy. Není-li toto množství vzduchu stanoveno jiným způsobem, může být vypočteno pro celou budovu jako

rozdíl mezi množstvím odváděného vzduchu soustavou V'_{ex} a přiváděného vzduchu soustavou V'_{su} , přitom platí, že $V'_{mech,inf} = \max (V'_{ex} - V'_{su} ; 0)$. Rozdíl $V'_{mech,inf}$ se nejprve stanoví pro celou budovu a následně se toto množství vzduchu rozdělí do každého prostoru (místnosti) podle průvzdušnosti daného prostoru v poměru ku průvzdušnosti celé budovy. Pokud nejsou známy údaje o průvzdušnosti, je možné rozdělení množství venkovního vzduchu provést s využitím poměru objemů jednotlivých prostor (místností) ku objemu celkovému (součtu jednotlivých objemů).

Pozn.: jsou-li známy údaje o větrací soustavě, přiváděné množství vzduchu do vytápěné místnosti stanoví při návrhu větrací soustavy projektant vzduchotechniky. Vzduch přiváděný ze sousedních místností má tepelné vlastnosti vzduchu v těchto místnostech. Je-li vzduch přiváděn potrubím, je obvykle předehřátý. Nejsou-li známy údaje o větrací soustavě, tepelná ztráta větráním se vypočte pro řešení s přirozeným větráním.

Návrhové tepelné ztráty ve zvláštních případech

Výpočet tepelných ztrát pro místnosti resp. prostory s výškou rovnou nebo nižší 5 m je prováděn se stejnou teplotou vytápěného prostoru. U místností (prostor) vyšších než 5 m není možné zanedbat svislý teplotní gradient, který ovlivňuje zejména tepelné ztráty střešní konstrukcí. Svislý teplotní gradient, který vzrůstá s výškou místnosti, závisí na celkových tepelných ztrátách (úrovni tepelné izolace obálky budovy), na venkovní teplotě a na druhu a rozmístění otopných těles. Tyto účinky je potřeba zohlednit přírážkami k návrhovým tepelným ztrátám. Pro budovy s návrhovými tepelnými ztrátami rovnými nebo nižšími než 60 W/m^2 podlahové plochy se může celková návrhová tepelná ztráta Φ pro prostory s vysokou výškou korigovat zavedením výškového korekčního činitele f_{hi} , který je uveden v příloze B a tabulce B.1 v ČSN EN 12831. Hodnoty činitele závisí jednak na způsobu vytápění a druhu nebo umístění otopných ploch resp. těles a jednak na výšce vytápěných prostor.

Tepelná ztráta prostupem Φ_T a tepelná ztráta větráním Φ_V a celková tepelná ztráta Φ pro základní řešení objektu jsou uvedeny v následujícím přehledu:

	$\Phi_T [\text{W}_t]$	$\Phi_V [\text{W}_t]$	$\Phi [\text{W}_t]$
Budova gymnázia	335 553	152 068	487 620

Návrhová tepelná ztráta větráním pro jednotlivé zóny je následující.

Zóna	$\Phi_{v,i} [W_t]$
1 - komunikační prostory, sklady, kotelna	13 257
2 - sociální zařízení, šatny	21 555
3 - byt školníka	2 960
4 - učebny, dílny, kanceláře	102 447
5 - tělocvična, posilovna	11 850
Celkem	152 068

3.10 Potřeba tepla na vytápění budovy

Výpočet roční potřeby tepla na vytápění budovy stravování za roky 2013, 2014 a 2015 je proveden denostupňovou metodou podle následujícího vztahu:

$$E_{c \text{ vyt.}} = \sum f_c \cdot \tau_{\text{vyt.}} \cdot Q_c \cdot \frac{(\theta_{\text{int},i} - \theta_{\text{es}})}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad (\text{GJ})$$

kde: f_c - celkový opravný součinitel

$\tau_{\text{vyt.}}$ - doba vytápění (s)

Q_c - tepelná ztráta vytápěných budov (W)

$\theta_{\text{int},i}$ - vnitřní teplota vytápěné zóny (°C)

Průměrné vnitřní teploty $\theta_{\text{int},i}$ obálky budovy (resp. jednotlivých výpočtových zón) v době provozu plného vytápění vycházejí z návrhových teplot jednotlivých místností (zón) a výpočtu potřeby tepelného výkonu dle ČSN EN 12831. Jejich hodnoty jsou uvedeny v protokolech o výpočtu tepelných ztrát a potřeby energie na vytápění v přílohách tohoto posudku.

θ_{es} - střední teplota venkovního vzduchu ve vytápěcím období roku a za tzv. normálový rok: $\theta_{\text{es}} = + 3,4 \text{ } ^\circ\text{C}$

θ_e - výpočtová nejnižší teplota - Litomyšl: $- 15 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\tau_{\text{vyt.}}$ - délka vytápěcího období roku za tzv. normálový rok: 248 dní

$$f_c = f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

- f_1 - součinitel vyjadřující nesoučasnost výpočetních hodnot uvažovaných při výpočtu tepelné ztráty
- f_2 - součinitel změny vnitřní teploty (zvýšení/snížení vnitřní teploty)
- f_3 - součinitel vlivu regulace
- f_4 - součinitel vlivu režimu vytápění

V poslední tabulce jsou kvantifikovány potřeby tepla na vytápění budovy za rok charakterizovaný tzv. normálovými klimatickými podmínkami pro stávající úroveň vytápění objektu, jeho obvyklý provozní režim a stávající způsob využití.

Potřeba tepla pro základní řešení

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráska	Lokalita: Litomyšl
-----------------------------------	--------------------

Potřeba tepla	1250,1	[GJ]	2	Součinitel vlivu regulace - f3	Otopná soustava		
	347,2	[MWh]			velkoplošné sálavé, akumulální topidla statická	teplovodní vytápění, akumulální topidla dynamická	teplovzdušná, přímotopná
Celková návrhová tepelná ztráta - Φi	487,6	[kW]		Typ regulace			
Délka topného období - d	248	[dny]		ruční	1,15	1,10	1,05
Výpočtová vnitřní teplota θint	17,9	[°C]		automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti pro více místností nebo bytů	1,10	1,04	1,00
Střední venkovní teplota v topném období - θes	3,4	[°C]		ústřední automatická podle počasí a času	1,07	1,00	0,93
Výpočtová venkovní teplota θe	-15,0	[°C]		automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti a termostatické ventily	1,05	0,98	0,91
Celkový součinitel - fc	0,27	[-]		ústřední automatická podle počasí a času	1,03	0,95	0,88
Dílčí součinitel				a zónová regulace podle světových stran			
nesoučasnosti - f1	0,80	[-]		ústřední automatická podle počasí a času	-	0,85	0,80
zvýšení vnitřní teploty - f2	1,00	[-]		a aut. indiv. regulace teploty v místnostech			
vlivu regulace - f3	0,85	[-]					
vliv režimu vytápění - f4	0,39	[-]					

Výsledná potřeba tepla

			Model - základní řešení	Energeticky úsporná opatření			
				Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI							
Konstrukce přímo do venkovního prostředí celkem	[GJ]		791,3	547,3	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]		385,1	385,1	0,0	0,0	0,0
střecha, strop	[GJ]		216,3	60,8	0,0	0,0	0,0
podlaha nad venkovním prostorem	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]		189,9	101,4	0,0	0,0	0,0
Konstrukce do nevytápěných prostorů celkem	[GJ]		12,2	1,9	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]		11,3	1,7	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]		0,9	0,2	0,0	0,0	0,0
podlahová konstrukce	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konstrukce přilehlé k zemině celkem	[GJ]		47,3	47,3	0,0	0,0	0,0
z toho: podlahová konstrukce	[GJ]		38,5	38,5	0,0	0,0	0,0
svislé stěny	[GJ]		8,8	8,8	0,0	0,0	0,0
Konstrukce do nebo z vytápěných prostorů celkem	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
z toho: svislé stěny	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
podlahová konstrukce	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stropní konstrukce	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Větrání	[GJ]		399,3	390,9	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba tepla	[GJ]		1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Úspora tepla	[GJ]		0,0	262,7	0,0	0,0	0,0
	[%]		0,0%	21,0%	0,0%	0,0%	0,0%
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ							
		úspora					
Úprava zdroje tepla	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Ústřední regulace	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Vyregulování otopné soustavy a TRV	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Měření	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Energetické manažerství	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba tepla na vytápění	[GJ]		1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Úspora tepla	[%]		0,0%	21,0%	0,0%	0,0%	0,0%

3.11 Vlastní zdroje energie

3.11.1 Energetické bilance výroby energie z vlastních zdrojů

Objekt je vybaven vlastními energetickým zdrojem pro výrobu tepla na vytápění a přípravu TV - plynovou kotelnou o celkovém instalovaném výkonu 700 kW. Energetická bilance výroby energie z vlastních energetických zdrojů je sestavena na základě technických dat uvedených zařízení, měřených spotřeb plynu a provedené analýzy energetického hospodářství.

Tab. 3.11.1. Bilance výroby energie z vlastního zdroje

Ř.	Ukazatel	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	[MW]	0,0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	[MW]	0,700
3	Výroba elektřiny	[MWh/r]	0,0
4	Prodej elektřiny	[MWh/r]	0,0
5	Vlastní technolog. spotř. elektřiny na výrobu elektřiny	[MWh/r]	0,0
5a	Vlastní technolog. spotř. elektřiny na výrobu tepla	[MWh/r]	2,67
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	[GJ/r]	0,00
7	Výroba tepla	[GJ/r]	1 328,71
8	Dodávka tepla	[GJ/r]	1 328,71
9	Prodej tepla	[GJ/r]	0,00
10	Vlastní technologická spotřeba tepla na výrobu tepla	[GJ/r]	0,00
11	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla	[GJ/r]	1 493,42
12	Spotřeba energie v palivu celkem	[GJ/r]	1 493,42

3.11.2 Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů

Bilance základních technických ukazatelů vlastních energetických zdrojů vychází z předchozí bilance zdrojů a celkové analýzy energetického hospodářství

Tab. 3.11.2. Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie

Ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky 3.11.1. - $(\check{r}.3 \times 3,6 + \check{r}.7) / \check{r}.12$]	[%]	89,0
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky 3.11.1. - $(\check{r}.3 \times 3,6) / \check{r}.6$]	[%]	0,0
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky 3.11.1. - $\check{r}.7 / \check{r}.11$]	[%]	89,0
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky 3.11.1. - $\check{r}.6 / \check{r}.3$]	[GJ/MWh]	0,000
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky 3.11.1. - $\check{r}.11 / \check{r}.7$]	[GJ/GJ]	1,124
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky 3.11.1. - $\check{r}.3 / \check{r}.1$]	[hod/rok]	0
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky 3.11.1. - $(\check{r}.7 / 3,6) / \check{r}.2$]	[hod/rok]	527

3.12 MODEL energetické potřeby

MODEL energetické potřeby hodnocené budovy Gymnázia Aloise Jiráska Litomyšl byl zpracován na základě celkové analýzy energetického hospodářství, provedené v rámci zpracování energetického posudku. Jednotlivé složky energetických vstupů jsou měřeny centrálně.

Množství vyrobeného tepla ve vlastních energetických zařízeních není měřeno v žádném místě, hodnoty jednotlivých energetických spotřeb zemního plynu i elektřiny proto byly stanoveny na základě osvědčených metodik a výpočtových postupů. Dodávka tepla do budovy tzv. speciální školy byla orientačně vyhodnocena rozpočítáním celkové výroby tepla na kotelně pro vytápění s využitím známých celkových tepelných ztrát této budovy (včetně krčku) a vlastní budovy gymnázia.

Do modelu energetické spotřeby jsou zahrnuty veškeré známé položky energetické spotřeby včetně ztrát na kotlích v kotelnách, které vznikají při výrobě tepla na vytápění a ztrát při ohřevu a rozvodu teplé vody, realizované při spalování zemního plynu a při spotřebě elektrické energie, a dále spotřeba elektřiny na čerpací práci.

MODEL energetické spotřeby vychází ze stávajících hodnot ročních odběrů zemního plynu i elektřiny, které jsou objektivizovány v případě vytápění na tzv. normálové venkovní klimatické podmínky, které jsou pro město Litomyšl charakterizovány délkou topného období 248 dnů a střední teplotou venkovního vzduchu v topném období $+ 3,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Z hlediska vnitřních podmínek objektu jsou vztaženy k tzv. referenčním podmínkám, tj. vytápění na teplotní úroveň odpovídající platným normám a právním předpisům a výměnám vzduchu, které jsou uvedeny v předchozích částech tohoto energetického posudku.

Model energetické potřeby

Budova Gymnázia Aloise Jiráska, T. G. Masaryka 590, 570 01 Litomyšl

V ý c h o z í s t a v

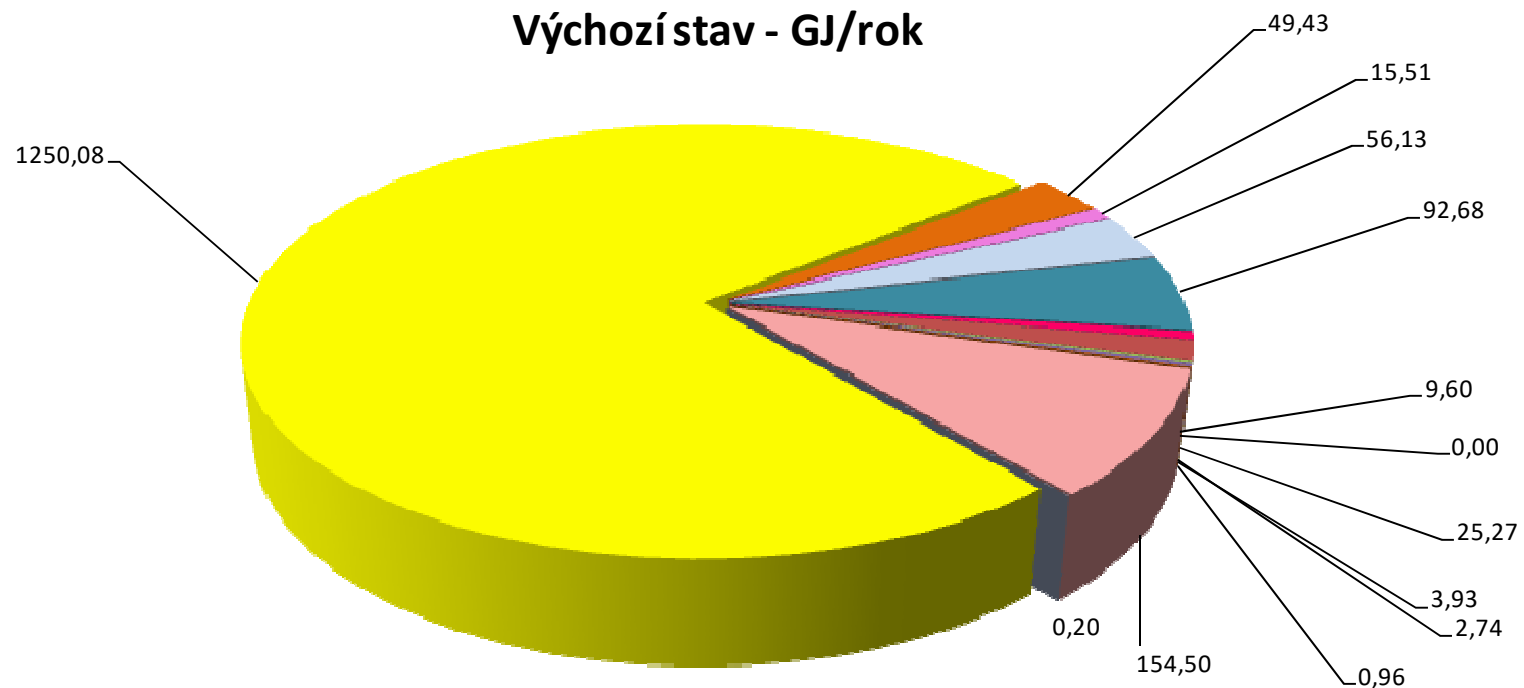
(Model je sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období

$\theta_{es} = 3,40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, teploty vnitřního vzduchu θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát objektu,

normálovou délkou topného období 248 dní a pro referenční způsob užívání a provozování)

Budova Gymnázia Aloise Jiráska Litomyšl	Energetická
T. G. Masaryka 590	potřeba
570 01 Litomyšl	celkem
	GJ/rok_{norm.}
Teplo na vytápění a větrání (ZP)	1 250,08
Teplo v dodávané teplé vodě (ZP)	49,43
Teplo v dodávané teplé vodě (EI)	15,51
Elektřina na osvětlení	56,13
Elektřina pro ostatní účely (audiovizuální a výpočetní technika, apod. ...)	92,68
Elektřina na výrobu a distribuci tepla	9,60
	0,00
Ztráty v rozvodech TV v budově (ZP)	25,27
Ztráty v rozvodech TV v budově (EI)	2,74
Ztráty na ohříváku TV (ZP)	3,93
Ztráty na ohřívácích TV (EI)	0,96
Ztráty při výrobě tepla na přípravu TV (ZP)	10,21
Ztráty při výrobě tepla na vytápění (ZP)	154,50
Newyužitelné ztráty celkem	197,61
Zemní plyn laboratoře	0,20
Spotřeba energiepro provoz budovy celkem	1 671,23

**MODEL energetické potřeby
Budova Gymnázia Aloise Jiráka Litomyšl
Výchozí stav - GJ/rok**



■ Teplo na vytápění a větrání (ZP)	■ Teplo v dodávané teplé vodě (ZP)	■ Teplo v dodávané teplé vodě (EI)
■ Elektřina na osvětlení	■ Ztráty v rozvodech TV v budově (EI)	■ Ztráty na ohříváku TV (ZP)
■ Ztráty na ohřívácích TV (EI)	■ Ztráty při výrobě tepla na vytápění (ZP)	■ Zemní plyn laboratoře

3.13 Výchozí roční energetická bilance

Výchozí roční energetická bilance vyjadřuje stav energetické potřeby předmětu energetického posudku před realizací projektu, a to za rok charakterizovaný normálovými venkovními klimatickými podmínkami při dosud obvyklém způsobu provozování budovy:

Výchozí roční energetická bilance		Výchozí stav		
		Energie		Náklady
Ř	Ukazatel	GJ/r _{norm.}	MWh/r _{norm.}	Kč
1	Vstupy paliv a energie	1 671,23	464,23	477 044
2	Změna zásob paliva	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 671,23	464,23	477 044
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1 671,23	464,23	477 044
	z toho: elektřina	177,61	49,34	177 116
	zemní plyn	1 493,63	414,90	299 929
6	Ztráty ve vlastních zdrojích	165,67	46,02	34 032
	z toho: ztráty při výrobě tepla na vytápění (ZP)	154,50	42,92	31 025
	ztráty při výrobě tepla na ohřev TV (ZP)	10,21	2,84	2 049
	ztráty při výrobě tepla na ohřev TV (El.)	0,96	0,27	958
7	Ztráty v rozvodech	31,94	8,87	8 593
	z toho: ztráty ve vnitřních rozvodech TV a na ohř. (ZP)	29,20	8,11	5 864
	ztráty ve vnitřních rozvodech TV (El.)	2,74	0,76	2 729
8	Spotřeba tepla na vytápění a větrání (ZP)	1 250,08	347,25	251 024
9	Spotřeba energie na chlazení	0,00	0,00	0
10	Spotřeba en. na přípravu teplé vody (teplo v TV)	64,93	18,04	25 390
	z toho: energie na přípravu - teplo v TV (ZP)	49,43	13,73	9 925
	energie na přípravu - teplo v TV (El.)	15,51	4,31	15 464
11	Spotřeba energie na mechanické větrání	0,00	0,00	0
12	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0
13	Spotřeba energie na osvětlení	56,13	15,59	55 974
14	Spotřeba energie na ostatní procesy	102,48	28,47	102 032
	z toho: elektřina na výrobu a distribuci tepla	9,60	2,67	9 569
	elektřina pro ostatní účely, dr. spotřebiče	92,68	25,74	92 422
	zemní plyn laboratoře	0,20	0,06	41
15	PHM (související s provozem budovy)	0,00	0,00	0

Z hodnot kvantifikovaných v základním tvaru energetické bilance pro výchozí stav předmětu energetického posudku vyplývá, že celková energetická spotřeba činí za rok charakterizovaný tzv. normálovými klimatickými podmínkami a referenčním způsobem využívání a provozování budovy celkem 1.671,23 GJ, tj. 464,23 MWh energie. Z toho připadá na elektřinu 177,61 GJ, resp. 49,34 MWh, na zemní plyn 1.493,63 GJ, resp. 414,90 MWh. Uvedeným ročním spotřebám zemního plynu a elektřiny odpovídají roční náklady na

energie v celkové roční úrovni 477,04 tis. Kč bez DPH, jednotkové ceny energií vycházejí z roku 2017.

3.14 Zhodnocení výchozího stavu

Na základě provedené analýzy energetického hospodářství posuzovaného objektu je zřejmé, že přestože provozovatel, resp. vlastník budovy věnuje problematice snižování energetické náročnosti pozornost, není celková úroveň energetické spotřeby uspokojující. Největší slabinou a příčinou vysoké spotřeby energie jsou nevyhovující tepelně izolační vlastnosti konstrukcí obvodového pláště budovy. Jedná se jak o obvodové zdivo z dnešního pohledu bez účinných tepelně izolačních vrstev, tak i o dřevěná dvojitá okna, vykazující značné opotřebení a v důsledku toho i velkou spárovou průvzdušnost, která způsobuje neřízené větrání vytápěných prostorů. V prostorech 1. PP jsou instalována kovová jednoduchá okna. Ani stav vodorovných konstrukcí, tzn. podlah i stropů pod nevytápěnou půdou, není z hlediska tepelně izolačních vlastností dobrý.

Budova gymnázia však podléhá památkové ochraně a má historické a částečně plastické fasády, z toho důvodu nepřipadá ani do budoucna v úvahu účinné zateplení obvodových zdí. Kromě toho se jedná velikostně i tvarově o dominantní budovu na okraji městské památkové rezervace. Obdobně tomu je u podlah, jejich zateplování by bylo finančně mimořádně nákladné a efekt zateplení by zdaleka neodpovídal výdajům na realizaci. Při návrhu projektu, resp. energeticky úsporných opatření, bylo proto nezbytné se zaměřit pouze na okna - a to též s omezeními na základě vyjádření odborných pracovníků památkové ochrany - a konstrukce orientované do nevytápěných půdních prostorů. V důsledku toho však nelze očekávat rychlou návratnost těchto opatření a velký podíl dosažených úspor.

Co se týká systémů TZB, je situace především v případě vytápěcího zařízení lepší. Hlavním systémem je teplovodní ÚT, jehož zdrojem tepla je kotelna s dvěma stacionárními kotli VIESMANN VITOPLEX 200 o jm. výkonu $2 \times 350 \text{ kW}_t$, které byly do kotelny v rámci celkové rekonstrukce instalovány v roce 2013. Společně s kotli byla s využitím EPC rekonstruována též tepelná strojovna, kde jsou nové rozvody tepla s kvalitními tepelnými izolacemi, oběhová čerpadla jsou v provedení s proměnlivými otáčkami, každá topná větev je vybavena ekvitermní regulací. Otopnou plochu vytápěcího systému tvoří ocelová topná tělesa

nejčastěji deskového provedení, která jsou vybavena regulačními armaturami převážně s termoelektrickými hlavicemi, pouze v prostorech, kde řízení dodávky tepla v čase nemá až takový význam (např. chodby, sociální zařízení,...) jsou na armaturách instalovány termostatické hlavice. Též v systému přípravy a rozvodu teplé vody byla provedena změna, část elektrického ohřevu s nejvýznamnějšími odběry TV byla nahrazena plynovým nepřímotopným ohřevem v zásobníku, k němuž byl připojen distribuční okruh s cirkulací. Z hlediska zdroje tepla i regulačního systému jako celku se jedná o zařízení splňující požadavky na úspornost a není ekonomicky odůvodnitelné navrhovat další změny. Zbývající ohřev vody, a to pro omývání rukou na hygienických zařízeních či v kancelářích, je decentralizován zpravidla až do míst spotřeby a je realizován na bázi spotřeby elektřiny převážně v tzv. průtokových ohřívačích. Centralizace by nebyla účelná, neboť ztráty v rozvodech by vzhledem k rozlehlosti budovy násobně převyšovaly množství teplo obsažené v odebrané teplé vodě.

Jako celek však energetické hospodářství hodnocené budovy vyžaduje modernizaci, a to jak v případě stavebních konstrukcí, u kterých je to možné, tak i na energetických zařízeních.

Systémem, který by si zasloužil pozornost, je osvětlení. V učebnách je realizováno prostřednictvím svítidel různého konstrukčního provedení, jež jsou osazena lineárními zářivkami. Tato svítidla doplněna svítidly s klasickými žárovkami. Naopak na chodbách, v sociálních zařízeních, skladech a různých menších technických místnostech jsou vesměs použita svítidla s klasickými žárovkami 60 W nebo 100 W. V tělocvičně je použito 18 výbojek o příkonu 150 W a vzhledem k provozní době tělocvičny, resp. osvětlení v tělocvičně by bylo vhodné instalovat méně energeticky náročná svítidla, např. s využitím LED technologie.

Celkově lze tedy konstatovat, že stav energetického hospodářství je s výjimkou zařízení na výrobu a dodávku tepla neuspokojivý a pro zvýšení energetické účinnosti bude třeba postupně realizovat opatření různého charakteru, například tak, které jsou uvedena v následující kapitole.

4 DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

4.1 Popis navrhovaných opatření

Posuzovaný návrh představuje energetickou vědomou modernizaci historické školní budovy. Vzhledem k plasticitě fasády a její estetické hodnotě a též vyjádření odborných pracovníků památkové ochrany nelze uvažovat o zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí obvodového pláště budovy, což vylučuje splnění požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy podle ČSN 73 0540 - 2 (2011), a proto nelze splnit ani požadavek na celkovou dodanou energii podle vyhlášky 78/2013 Sb. v platném znění.

Energeticky úsporná opatření na obvodových konstrukcích na systémové hranici budovy budou proto v rámci možností a souhlasu pracovníků památkové péče orientována pouze na vybrané otvorové výplně, tj. okna a vchodové dveře, a dále potom na vybrané konstrukce mezi vytápěnými prostory a prostorem nevytápěné půdy. Upravované konstrukce bez dveří, střešních oken a světlíků musí podle parametrů 100. výzvy OPŽP splňovat požadavek $0,9 \times$ doporučená hodnota součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540 - 2 (2011), Tab. 3 - Požadované a doporučené hodnoty součinitelů prostupu tepla pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C včetně, tzn. $0,9 \times U_{rec}$. Součinitelé prostupu tepla dveří, střešních oken a světlíků, na něž je žádána podpora musí minimálně splňovat doporučenou hodnotu U_{rec} (W/m².K) podle výše uvedené normy.

Pro prostory (zóny) s odlišnou převažující návrhovou vnitřní teplotou bude ve smyslu č. 5.2 ČSN 73 0540 -2 (2011), resp. bodu 5.2.1, písmeno b) proveden přepočten požadavku, resp. doporučené hodnoty, podle vztahu $U_N = U_{N,20} \times e_1$, kde hodnoty $U_{N,20}$ odpovídají hodnotám uvedeným ve výše zmíněné tabulce č. 3 normy a $e_1 = 16/(\theta_{im} - 4)$, kde θ_{im} je převažující návrhová vnitřní teplota ve °C.

Pozn.: Jedním z bodů Obecných podmínek přijatelnosti programu je, že pokud je jedním z opatření (dotovaného) projektu zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být v rámci projektu navržen systém větrání v souladu s vyhláškou č. 410/2005 Sb. o hygienických požadavcích na prostory pro provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů. Souladu je dosaženo pouze realizací jednoho ze

systemů větrání definovaného v ČSN EN 15665/Z1 v souladu s Metodickým pokynem pro návrh větrání škol pro SC 5.1, PO5, OPŽP, Výzva č. 100. V praxi to znamená instalovat pro větrání minimálně učeben a tělocvičen nová zařízení pro nucenou výměnu vzduchu v předepsané úrovni, k čemuž nedostal projektant souhlas od odborných pracovníků památkové ochrany. Projekt byl proto zpracován bez možnosti instalace těchto zařízení a energetické posouzení hodnotí dopady úprav budovy provedené podle zpracované projektové dokumentace, tedy bez instalace systému nuceného větrání.

4.1.1 Opatření na stavebních konstrukcích

Zateplení vertikálních neprůsvitných konstrukcí obvodového pláště budovy nebude z důvodu plasticity fasád a památkové ochrany budovy provedeno.

Stropní konstrukce nad nejvyšším vytápěným podlažím, které jsou orientovány do nevytápěného půdního prostoru, s výjimkou jihovýchodního křídla, budou ze strany půdy zatepleny minerální plstí celkové tl. 300 mm ($\lambda_D \leq 0,038 \text{ W/(m.K)}$) do dřevěného roštu, položenou na parozábranu a očištěný povrch půdy. Tepelná izolace bude ve dvou vrstvách - 160 mm a 140 mm - do dvojitého křížem provedeného dřevěného roštu 60/160 mm a 60/140 mm, spodní rošt s osovou vzdáleností 1.200 mm, horní rošt s osovou vzdáleností 800 mm. Z vrchní strany bude provedena pochozí prkenná podlaha tl. 28 mm. Pro nesterjnorodé vrstvy zahrnující minerální plst' ve dřevěném roštu byl propočítán ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{ekv} = 0,051 \text{ W/(m.K)}$ pro tl. 160 mm a $\lambda_{ekv} = 0,048 \text{ W/(m.K)}$ pro tl. 140 mm. Celková plocha zateplováných konstrukcí 1 534,0 m².

Zdivo tl. 450 mm a 600 mm oddělující vytápěné prostory od nevytápěné půdy bude zatepleno kontaktním zateplovacím systémem na bázi minerální plsti tl. 200 mm ($\lambda_D \leq 0,038 \text{ W/(m.K)}$), celková plocha zateplováných konstrukcí 112,9 m².

Nové otvorové výplně (nahrazující stávající dřevěná okna s dvojsklem, okno dřevěné s jedním sklem, okno dřevěné dvojité a kovová okna s jedním sklem, viz projektová dokumentace) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

Stávající dřevěná dvojitá okna a okna dvojitá v minulosti nekvalitně repasovaná, s výjimkou již repasovaných tří oken ($3 \times 1180/2850$ mm) ve 2. NP v jihovýchodní apsidě, budou repasována popř. budou vytvořeny repliky špaletových oken s vnějším křídlem osazeným izolačním dvojsklem s $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, celkový součinitel prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 1,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Původní části oken, které zůstanou zachovány, budou celkově vyspraveny a znovu natřeny. Otevíratelné části otvorových výplní budou osazeny silikonovým těsněním.

Nové otvorové výplně (nahrazující stávající dřevěné prosklené dveře ozn. D2 a dveře na půdu ozn. D10) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 1,7 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Zbývající dveře budou pouze opraveny a natřeny.

Přesný soupis otvorových výplní s popisem oprav a úprav je uveden v projektové dokumentaci ve výpisu oken a v tabulce dveří.

Provedení oken musí splňovat požadavky, které byly stanoveny odbornými pracovníky památkové ochrany.

Uvedené hodnoty součinitele prostupu tepla výplní otvorů jsou včetně vlivu ráků či nosných prvků tvořících tepelné mosty uvnitř výplně otvoru a nezahrnují 15 % přírůžku na nízkou tepelnou setrvačnost. Rámy těchto výplní otvorů musí mít součinitel prostupu tepla $U_f \leq 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, v případě kovových ráků $U_f \leq 1,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, jedná se o doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{\text{rec},20}$ pro převažující návrhovou vnitřní teplotu $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Rámy otvorových výplní pro převažující návrhovou vnitřní teplotu $15 \text{ }^\circ\text{C}$ musí splnit doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{\text{rec},15} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ pro nekovové rámy a $U_{\text{rec},15} = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ pro kovové rámy.

Celková plocha měněných či repasovaných otvorových výplní je $808,1 \text{ m}^2$, z toho $804,0 \text{ m}^2$ oken a $4,1 \text{ m}^2$ dveří.

Výpočet součinitele prostupu tepla vnějšího křídla dvojitých oken a následně celého repasovaného dvojitého okna je uveden v následujících tabulkách.

Protokol výpočtu součinitele prostupu tepla výplně otvoru
(dle ČSN EN ISO 10077-1:2007)

Označení otvorové výplně

Typ výplně

okno

Rozměry otvorové výplně	
- šířka	1230 [mm]
- výška	1480 [mm]
Plocha otvorové výplně	1,82 [m ²]
Rozměry rámu při obvodu okna	
- výška spodního profilu	120 [mm]
- výška horního profilu	120 [mm]
- šířka bočního profilu	120 [mm]
Plocha rámu při obvodu okna	0,59 [m ²]
Svislé příčky (rámu) v okně	
- počet	0 [1]
- šířka profilu	141 [mm]
Vodorovné příčky (rámu) v okně	
- počet	0 [1]
- výška profilu	0 [mm]
Plocha příček (rámu) v okně	0,00 [m ²]
Celková plocha rámu	0,59 [m ²]
Plocha zasklení	1,23 [m ²]
Procentuální plocha rámu	32,6 [%]
Procentuální plocha zasklení	67,4 [%]
Výpočet součinitele prostupu tepla otvorovou výplní U_w	
- součinitel prostupu tepla zasklení U_g	1,10 [W/(m ² .K)]
- součinitel prostupu tepla rámu U_f	1,50 [W/(m ² .K)]
- lineární činitel prostupu tepla zasklení a rámu Ψ_g	0,06 [W/(m.K)]
- plocha zasklení A_g	1,23 [m ²]
- plocha rámu A_f	0,59 [m ²]
- viditelný obvod zasklení l_g	4,46 [m]
$U_w = \frac{\Sigma A_g U_g + \Sigma A_f U_f + \Sigma l_g \Psi_g}{\Sigma A_g + \Sigma A_f}$	
$U_w = 1,38$ [W/(m².K)]	

Výpočet 1:					
Vnější křídlo	U_w	$(W/m^2 \cdot K)$		1,38	
	R_{si}	$(m^2 \cdot K/W)$		0,13	
	R_{se}	$(m^2 \cdot K/W)$		0,04	
	R_N	$(m^2 \cdot K/W)$		0,556	
Dutina vzd.	$R_{vzd.m.}$	$(m^2 \cdot K/W)$		0,175	
Vnitřní křídlo	U_w	$(W/m^2 \cdot K)$		4,50	
	R_{si}	$(m^2 \cdot K/W)$		0,13	
	R_{se}	$(m^2 \cdot K/W)$		0,04	
	R_N	$(m^2 \cdot K/W)$		0,052	
Výsledné U_w	U_w	$(W/m^2 \cdot K)$		1,049	
Výpočet 2.	U_{w1}	$(W/m^2 \cdot K)$		1,38	
	U_{w2}	$(W/m^2 \cdot K)$		4,50	
	R_{si}	$(m^2 \cdot K/W)$		0,13	
	R_{se}	$(m^2 \cdot K/W)$		0,04	
	$R_{vzd.d.}$	$(m^2 \cdot K/W)$		0,175	
	U_w	$(W/m^2 \cdot K)$		1,049	

Tab. 4.1.1.1. Hodnoty souč. prostupu tepla U měněných (zateplováných) konstrukcí

Typ konstrukce	Hodnota U [$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$]					Kritérium
	U _{stávající}	U _{navrhovaná}	U _N (požad.)	U _{rec} (dopor.)	0,9×U _{rec}	
- strop pod nevytápěnou půdou (Z1, Z5)	1,38	0,16	0,45	0,29	0,26	Splňuje
- strop pod nevytápěnou půdou (Z2, Z4)	1,38	0,16	0,30	0,20	0,18	Splňuje
- okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	2,50	0,95	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	2,50	0,95	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné jednoduché (na výměnu)	4,50	0,95	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojitě (na výměnu)	2,35	0,95	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojitě (na repasi)	2,35	1,05	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojitě (na repasi)	2,35	1,05	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojitě (výměna za repliku)	2,35	1,05	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojitě (výměna za repliku)	2,35	1,05	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojitě již repasované (na výměnu za repliku)	1,50	1,05	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno kovové jednoduché (na výměnu)	5,65	0,95	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno kovové jednoduché (na výměnu)	5,65	0,95	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- vchodové dveře dřevěné prosklené (na výměnu)	4,00	1,70	2,50	1,75	1,58	Splňuje
- CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z1, Z5)	1,24	0,19	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z4)	1,24	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- CP tl. 450 mm k nevytápěné půdě (Z5)	1,53	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- Dveře na půdu	6,85	1,70	2,50	1,75	1,58	Splňuje

Tab. 4.1.1.2. Prostup tepla obálkou [$\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$]

Parametr	Základní řešení	Navrhované řešení
Průměrný souč. prostupu tepla U_{em}	1,26	0,90
- požadovaná hodnota $U_{em,N} = 0,50$	N	N
- doporučená hodnota $U_{em,rec} = 0,38$	N	N

LEGENDA: V - vyhovuje N - nevyhovuje

Tab. 4.1.1.3. Klasifikace prostupu tepla obálkou

Parametr	Základní řešení	Navrhované řešení
Klasifikace	G - Mimořádně neehospodárná	E - Nehospodárná
Klasifikační ukazatel CI	2,50	1,79

Protokoly o podrobných výpočtech tepelných ztrát budovy, průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} , požadovaného součinitele prostupu tepla $U_{em,N20}$ a $U_{em,N}$ a energetický štítek obálky budovy jsou uvedeny v přílohách energetického posouzení.

4.1.2 Opatření realizovaná z vlastních zdrojů nad rámec projektu

V rámci zpracované prováděcí projektové dokumentace byla nad rámec dotačně podporovaných aktivit navržena další energeticky úsporná opatření spočívající ve výměně tepelných izolací na rozvodech tepla v prvním podzemním podlaží, vedených zpravidla po

konzolách pod stropem. Finanční prostředky na obnovu izolací nepatří do způsobilých výdajů, neboť izolace rozvodů tepla nejsou podporovanou aktivitou, ale přínosy - tzn. potenciální energetické úspory - lze zahrnout do celkových přínosů projektu.

Nově izolované rozvody tepla a izolace na nich jsou popsány v samostatném výkresu projektové dokumentace s označením „Půdorys 1. PP - Výměna tepelných izolací“. Z popisu na výkresu vyplývá, že rozvody tepla v prvním podzemním podlaží budou nově izolovány novými izolačními pouzdry s obalem z AL folie, tloušťka izolací pro potrubí DN20 je 25 mm, pro DN25 a DN 32 je 30 mm, pro DN 40 a DN 50 je alternativně 30 mm nebo 40 mm a pro potrubí DN 65 je navrhována tloušťka izolace 60 mm. Izolace se týkají rozvodů v suterénních prostorech (1.PP) mimo kotelnu a tzv. tepelnou strojovnu, kde v rámci rekonstrukce realizované v roce 2013 již na rozvodech tepla nové izolace jsou. Před provedením nových tepelných izolací budou z potrubí demontovány stávající tepelně izolační vrstvy, potrubí budou očištěna, přebroušena a opatřena dvojitým syntetickým nátěrem.

V souvislosti s uvedeným návrhem izolací rozvodů je třeba ze strany zpracovatelů tohoto energetického posouzení konstatovat, že nově instalované izolace by měly splňovat požadavky platné vyhlášky č. 194/2017 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu, tzn. mimo jiné požadavky na tloušťky tepelně izolačních vrstev, jejich kvalitu (např. součinitel tepelné vodivosti) a provedení, tzn. např. izolace rozvodů včetně armatur.

Veškerá nově izolovaná potrubí jsou, jak vyplývá z výkresu, vedena vesměs vytápěnými prostory, v nichž jsou topná tělesa vybavena dynamickou regulací vytápění. Lze tedy předpokládat, že podstatná část tepla, uniklého z rozvodů přes stávající izolace, se ve velké míře uplatní v bilanci vytápění místností prvního podzemního podlaží a pouze menší část je odvětrávána do venkovního prostředí. Z tohoto důvodu nelze předpokládat, že nově provedené izolace budou mít v podmínkách skutečného provozu systémů ÚT významný vliv na výši spotřeby energie na vytápění.

4.1.3 Ostatní patření na systémech TZB

Opatření na systémech TZB nejsou do projektu realizovaného s podporou prostředků z OPŽP zahrnuta, neboť hlavním tímto systémem je teplovodní ÚT, jehož zdrojem tepla je kotelna s dvěma stacionárními kotli VIESSMANN VITOPLEX 200 á 350 kW_t, které byly do kotelny v rámci celkové rekonstrukce instalovány v roce 2013. Společně s kotli byla s využitím EPC rekonstruována též tepelná strojovna, kde jsou nové rozvody tepla s kvalitními tepelnými izolacemi, oběhová čerpadla jsou v provedení s proměnlivými otáčkami, každá topná větev je vybavena ekvitermní regulací. Otopnou plochu vytápěcího systému tvoří ocelová topná tělesa nejčastěji deskového provedení, která jsou vybavena regulačními armaturami převážně s termoelektrickými hlavicemi, pouze v prostorech, kde řízení dodávky tepla v čase nemá až takový význam (např. chodby, sociální zařízení, ...) jsou na armaturách instalovány termostatické hlavice. Též v systému přípravy a rozvodu teplé vody byla provedena změna, část elektrického ohřevu s nejvýznamnějšími odběry TV byla nahrazena plynovým nepřímotopným ohřevem v zásobníku, k němuž byl připojen distribuční okruh s cirkulací. Z hlediska zdroje tepla i regulačního systému jako celku se jedná o zařízení splňující požadavky na úspornost a není ekonomicky odůvodnitelné navrhovat další změny.

Poznámka: V návaznosti na opatření na konstrukcích venkovního pláště budovy musí být provedeno hydraulické vyregulování otopné soustavy.

4.2 Stanovení závazných parametrů projektu

Závazné parametry (ukazatele) projektu jsou stanoveny Pravidly pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí pro období 2014 až 2020 v aktuálně platné verzi 19, vydané 27.9.2018. Podmínkou je, že v případě realizace opatření ke snižování energetické náročnosti památkově chráněných budov musí být realizací projektu dosaženo úspor celkové energie minimálně 10 % a úspore emisí oproti původnímu stavu o 10 % (do celkové energie není započítávána spotřeba energie na technologické a ostatní procesy, při výpočtu emisí CO₂ je uvažováno s celkovou energií bez spotřeby na technologické a ostatní procesy). Upravované konstrukce s výjimkou dveří, střešních oken a světlíků (na něž je žádána podpora) musí plnit $0,90 \times U_{\text{rec}}$ (W/m².K), tzn. 90 % doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540 - 2 (2011). Podle vysvětlivky 3) Tabulky 1: Maximální

výše podpory pro aktivity 5.1 a) - Památkově chráněné budovy - je možno uplatnit výjimku s ohledem na stanovisko příslušného orgánu památkové péče. U měněných oken se podařilo najít prvky splňující požadavky výzvy, tzn. že u měněných či upravovaných konstrukcí je dodržen požadavek $U_{\text{konstr.upr.}} \leq 0,9 \times U_{\text{rec.}}$. Součinitelé prostupu tepla dveří, střešních oken a světlíků, na něž je žádána podpora, musí splnit požadavek $U_{\text{konstr.upr.}} \leq U_{\text{rec.}}$, tzn. $\leq 1,20 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ pro prostory za konstrukcí s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C.

Pro prostory s odlišnou převažující návrhovou vnitřní teplotou bude ve smyslu č. 5.2 ČSN 73 0540 -2 (2011), resp. bodu 5.2.1, písmeno b) proveden přepočten požadavku, resp. doporučené hodnoty, podle vztahu $U_N = U_{N,20} \times e_1$, kde hodnoty $U_{N,20}$ odpovídají hodnotám uvedeným ve výše zmíněné tabulce č. 3 normy a $e_1 = 16/(\theta_{im} - 4)$, kde θ_{im} je převažující návrhová vnitřní teplota ve °C.

4.2.1 Stanovení úspory energie

Vyhodnocení přínosu z realizace projektu, tj. dosažené úspory primární energie, je provedeno porovnáním energetické spotřeby předmětu energetického posudku za výchozího stavu a za stavu po realizaci posuzovaného projektu s tím, že výchozí i konečné energetické spotřeby jsou vztaženy k tzv. normálovým klimatickým podmínkám a současně je uvažován stejný způsob provozování či využití posuzované budovy.

Úroveň energetické spotřeby hodnoceného objektu (budovy) byla kvantifikována na základě provedených výpočtů, které jsou obsaženy v předchozích kapitolách tohoto energetického posudku a shrnuty v modelu energetické spotřeby a podrobné výchozí energetické bilanci. V ní je uvedena celková energetická spotřeba v GJ i MWh za rok a též finanční výdaje za spotřebované energie. Úroveň energetické spotřeby pro nový stav objektu je kvantifikována v modelu energetické spotřeby, který je zobrazen na následující straně. Porovnání výdajů, odpovídajících výchozímu stavu a stavu po realizaci projektu, obsahuje podrobná upravená energetická bilance, kde je kvantifikována spotřeba energie pro výchozí i nový stav v GJ i MWh a tomu odpovídající náklady na energie. Bilance je uvedena za modelem energetické potřeby.

Model energetické potřeby

Budova Gymnázia Aloise Jiráska, T. G. Masaryka 590, 570 01 Litomyšl

Stav po realizaci projektu

(Model je sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období

$\theta_{es} = 3,40 \text{ }^{\circ}\text{C}$, teploty vnitřního vzduchu θ_{is} dle výpočtů tepelných ztrát objektu,

normálovou délkou topného období 248 dní a pro referenční způsob užívání a provozování)

Budova Gymnázia Aloise Jiráska Litomyšl	Energetická
T. G. Masaryka 590	potřeba
570 01 Litomyšl	celkem
	GJ/rok_{norm.}
Teplo na vytápění a větrání (ZP)	987,38
Teplo v dodávané teplé vodě (ZP)	49,43
Teplo v dodávané teplé vodě (EI)	15,51
Elektřina na osvětlení	56,13
Elektřina pro ostatní účely (audiovizuální a výpočetní technika, apod. ...)	92,68
Elektřina na výrobu a distribuci tepla	7,70
	0,00
Ztráty v rozvodech TV v budově (ZP)	25,27
Ztráty v rozvodech TV v budově (EI)	2,74
Ztráty na ohříváku TV (ZP)	3,93
Ztráty na ohřívácích TV (EI)	0,96
Ztráty při výrobě tepla na přípravu TV (ZP)	10,21
Ztráty při výrobě tepla na vytápění (ZP)	122,04
Newužitelné ztráty celkem	165,14
Zemní plyn laboratoře	0,20
Spotřeba energiepro provoz budovy celkem	1 374,17

Upravená roční energetická bilance vyjadřující výchozí stav a stav po realizaci posuzovaného projektu

Upravená roční energetická bilance		Výchozí stav			Stav po realizaci projektu		
Ř	Ukazatel	Energie		Náklady	Energie		Náklady
		GJ/r. _{norm.}	MWh/r. _{norm.}	Kč	GJ/r. _{norm.}	MWh/r. _{norm.}	Kč
1	Vstupy paliv a energie	1 671,23	464,23	477 044	1 374,17	381,71	415 886
2	Změna zásob paliva	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 671,23	464,23	477 044	1 374,17	381,71	415 886
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie (ř.3 - ř.4)	1 671,23	464,23	477 044	1 374,17	381,71	415 886
	z toho: elektřina	177,61	49,34	177 116	175,72	48,81	175 229
	zemní plyn	1 493,63	414,90	299 929	1 198,46	332,90	240 657
6	Ztráty ve vlastních zdrojích	165,67	46,02	34 032	133,20	37,00	27 512
	z toho: ztráty při výrobě tepla na vytápění (ZP)	154,50	42,92	31 025	122,04	33,90	24 505
	ztráty při výrobě tepla na ohřev TV (ZP)	10,21	2,84	2 049	10,21	2,84	2 049
	ztráty při výrobě tepla na ohřev TV (EI.)	0,96	0,27	958	0,96	0,27	958
7	Ztráty v rozvodech	31,94	8,87	8 593	31,94	8,87	8 593
	z toho: ztráty ve vnitřních rozvodech TV a na ohř. (ZP)	29,20	8,11	5 864	29,20	8,11	5 864
	ztráty ve vnitřních rozvodech TV (EI.)	2,74	0,76	2 729	2,74	0,76	2 729
8	Spotřeba tepla na vytápění a větrání (ZP)	1 250,08	347,25	251 024	987,38	274,27	198 271
9	Spotřeba energie na chlazení	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
10	Spotřeba en. na přípravu teplé vody (teplo v TV)	64,93	18,04	25 390	64,93	18,04	25 390
	z toho: energie na přípravu - teplo v TV (ZP)	49,43	13,73	9 925	49,43	13,73	9 925
	energie na přípravu - teplo v TV (EI.)	15,51	4,31	15 464	15,51	4,31	15 464
11	Spotřeba energie na mechanické větrání	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
12	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
13	Spotřeba energie na osvětlení	56,13	15,59	55 974	56,13	15,59	55 974
14	Spotřeba energie na ostatní procesy	102,48	28,47	102 032	100,59	27,94	100 146
	z toho: elektřina na výrobu a distribuci tepla	9,60	2,67	9 569	7,70	2,14	7 682
	elektřina pro ostatní účely, dr. spotřebiče	92,68	25,74	92 422	92,68	25,74	92 422
	zemní plyn laboratoře	0,20	0,06	41	0,20	0,06	41
15	PHM (související s provozem budovy)	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0

5 EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

Smyslem této části není komplexní hodnocení životního prostředí ve všech jeho složkách (ovzduší, vody, půdy, flóra, fauna, ...) ve smyslu ekologického auditu, ale shrnout informace o zátěži životního prostředí z titulu provozování energetického systému (hospodářství) a jeho jednotlivých subsystémů. Při posuzování vlivu energetiky na životní prostředí je třeba rozlišovat dva pohledy:

- místní (lokální) vliv energetiky na životní prostředí,
- globální vliv energetiky na životní prostředí.

Rozdíl mezi oběma pohledy je způsoben především importem elektrické energie, která se z hlediska místního užití jeví jako jedna z nejčistších forem energie. Často se však zapomíná na skutečnost, že výroba elektřiny je rovněž spojena s produkcí emisí, které zatěžují lokality, kde jsou umístěny zdroje, případně rozptylují emise v nižších koncentracích po rozsáhlejších území - při tzv. dálkovém šíření emisí ze zdrojů opatřených vysokými komíny. Do globálních vlivů na životní prostředí se započítávají rovněž negativní vlivy těžby jednotlivých energetických komodit, negativní vlivy dopravy (v závislosti na přepravní náročnosti) a negativní vlivy odpadů, které jsou odváženy mimo posuzovanou lokalitu. Do globálních vlivů je třeba perspektivně zahrnout i produkci oxidu uhličitého (CO_2), který není klasifikován jako škodlivina, ale patří mezi tzv. skleníkové plyny a jehož produkce je stále bedlivěji sledována.

Hlavním faktorem znečištění životního prostředí při provozu zdrojů tepla v posuzovaném areálu (objektu) jsou plynné emise, které jsou do ovzduší emitovány při spalování zemního plynu. Z globálního pohledu jsou hlavním faktorem znečištění životního prostředí při energetickém zásobování objektu plynné emise, které jsou do ovzduší emitovány při spalování hnědého uhlí. Hlavními složkami plyných emisí jsou oxid siřičitý (SO_2), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhelnatý (CO) a uhlovodíky (C_xH_y). Výpočet emisí je v souladu s metodikou REZZO, která vychází v podstatě ze stechiometrických výpočtů, empirických zkušeností, případně z konkrétních naměřených údajů. Produkce (resp. zmenšení množství) těchto látek byla stanovena v případě CO_2 podle přílohy č. 6 k Vyhlášce MPO č. 480/2012 Sb. Pro výpočet produkce emisí ostatních znečišťujících látek jsou využívány emisní faktory uvedené v Příloze č. 2 k vyhlášce č. 205/2009 Sb. a ve Sdělení odboru ochrany ovzduší MŽP, jímž se stanovují emisní faktory podle §12 odst. 1 písm. b) vyhlášky č. 415/2012 Sb. Úspora

tepla charakteristická pro navržené řešení se projeví i v úspoře primární energie při výrobě tepla ve jednotlivých zdrojích a přinese také odpovídající úsporu produkovaných emisí. Vyhodnocení je provedeno na globální úrovni, v níž je zahrnuto hodnocení na úrovni přeměn primárních zdrojů energie při výrobě elektřiny dodávané prostřednictvím energetické sítě do hodnoceného areálu (objektu). Dále potom na lokální úrovni, vyjadřující místní dopad provozování budovy na životní prostředí po stránce tvorby emisí souvisejících s jejím energetickým zásobováním (ze zdrojů situovaných v dané lokalitě).

Tab. 5.1. Všeobecné emisní faktory

Palivo nebo energie		Emisní faktor [kg/GJ]
Pevná paliva	Černé uhlí tříděné	92,4
	Hnědé uhlí tříděné	99,1
	Jiné pevné palivo	94,1
	Koks	107,0
	Proplástek	94,1
Kapalná paliva	Těžký topný olej nízkosirný (síra do 1 % hm. vč.)	77,4
	Jiná kapalná paliva	76,6
	TOEL	73,3
	Benzín	69,2
	Plynový olej (síra do 0,1 % hm. vč.)	73,3
Plynná paliva	Zemní plyn	55,4
	Koksárenský plyn	44,4
	Propan-butan	65,9
	Vysokopecní plyn	240,6
	Jiné plynné palivo	54,7
Elektřina	Elektřina	281,0
Biomasa	Biomasa	0,0

Místně specifické emisní faktory oxidu uhličitého

Vzorec pro výpočet emisí CO₂ ze spalování fosilních paliv:

$$(\text{hmotnost paliva}) \times (\text{výhřevnost paliva}) \times (\text{emisní faktor uhlíku}) \times (1 - \text{nedopal})$$

kde:

emisní faktor uhlíku (t CO₂/MWh výhřevnosti paliva) je stanovený na základě složení místního paliva, které je používáno pro zabezpečení energetických potřeb konkrétního projektu; standardně doporučené hodnoty pro nedopal, jsou:

- 0,02 (tj. 2 %) pro tuhá paliva,

- 0,01 pro kapalná paliva a 0,005 pro plynná paliva,
- hodnota 0,02 je vhodná pro práškové spalování uhlí, při spalování v roštových topeništích a zejména v domácích kamnech mohou být hodnoty nedopalu vyšší (např. 5 %).

Tab. 5.2. Emisní faktory elektrické energie [kg/GJ]

Znečišťující látka	NH ₃	VOC	CO	NO _x	SO ₂	TZL	PM _{2,5}
Emisní faktor	0,00000	0,00249	0,08621	0,56764	0,84124	0,03680	0,02208

Tab. 5.3. Emisní faktory zemního plynu při výhřevnosti 34,05 MJ/m³ [kg/GJ]

Znečišťující látka	NH ₃	VOC	CO	NO _x	SO ₂	TZL	PM _{2,5}
Emisní faktor	0,00000	0,00188	0,00940	0,03818	0,00028	0,00059	0,00059

Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek

Pro výpočet emisí primárních PM_{2,5} z emisí TZL se použije přepočtení z TZL dle přílohy č. 2 metodického pokynu odboru ochrany ovzduší Ministerstva životního prostředí pro vypracování rozptylových studií podle § 32 odst. 1 písm. e) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a pro výpočet emisí sekundárních PM_{2,5} se použijí emise SO₂, NO_x, NH₃ a VOC násobené potenciálem tvorby sekundárních emisí PM_{2,5}, které jsou 0,298 pro SO₂, 0,067 pro NO_x, 0,194 pro NH₃ a 0,009 pro VOC.

$$\text{prekurzory}_{\text{sek}}\text{PM}_{2,5} = ((0,067 \times \text{NO}_x) + (0,298 \times \text{SO}_2) + (0,164 \times \text{NH}_3) + (0,009 \times \text{VOC}))$$

$$\text{EPS} = ((1 \times \text{PM}_{2,5}) + (0,067 \times \text{NO}_x) + (0,298 \times \text{SO}_2) + (0,164 \times \text{NH}_3) + (0,009 \times \text{VOC}))$$

Výsledky výpočtů produkce emisí včetně frakcí PM₁₀ a PM_{2,5}, a prekurzorů_{sek}PM_{2,5} jsou uvedeny v následujících tabulkách.

(A) Produkce emisí spojená s celkovou spotřebou energie v objektu (hodnocené budově, popř. areálu)

Tab. 5.4. Produkce emisí [tuny/rok]

Produkce emisí - lokální hodnocení			
Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,001	0,001	0,000
SO ₂	0,000	0,000	0,000
NO _x	0,057	0,046	0,011
CO	0,014	0,011	0,003
C _x H _y	0,003	0,002	0,001
CO ₂	82,747	66,394	16,353
PM ₁₀	0,001	0,001	0,000
PM _{2,5}	0,001	0,001	0,000
prekurzory sek PM _{2,5}	0,004	0,003	0,001
EPS	0,005	0,004	0,001

Tab. 5.5. Produkce emisí [tuny/rok]

Produkce emisí - globální hodnocení			
Parametr	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,003	0,003	0,000
PM ₁₀	0,002	0,002	0,000
PM _{2,5}	0,002	0,002	0,000
SO ₂	0,042	0,041	0,001
NO _x	0,085	0,074	0,011
CO	0,018	0,015	0,003
C _x H _y	0,003	0,002	0,001
CO ₂	132,655	115,770	16,885
prekurzory sek PM _{2,5}	0,018	0,017	0,001
EPS	0,020	0,019	0,001

(B) Produkce emisí spojená s celkovou spotřebou energie v objektu (hodnocené budově, popř. areálu) po odečtení spotřeby na technologické a ostatní procesy

Pozn.: elektřina na výrobu a distribuci tepla představuje pomocnou energii na provoz technického systému pro vytápění, nejedná se o technologickou spotřebu.

Tab. 5.6. Produkce emisí [tuny/rok]

Produkce emisí - lokální hodnocení			
Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,001	0,001	0,000
SO ₂	0,000	0,000	0,000
NO _x	0,057	0,046	0,011
CO	0,014	0,011	0,003
C _x H _y	0,003	0,002	0,001
CO ₂	82,736	66,383	16,353
PM ₁₀	0,001	0,001	0,000
PM _{2,5}	0,001	0,001	0,000
prekurzory sek PM _{2,5}	0,004	0,003	0,001
EPS	0,005	0,004	0,001

Tab. 5.7. Produkce emisí [tuny/rok]

Produkce emisí - globální hodnocení			
Parametr	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,002	0,002	0,000
PM ₁₀	0,001	0,001	0,000
PM _{2,5}	0,002	0,002	0,000
SO ₂	0,020	0,019	0,001
NO _x	0,070	0,059	0,011
CO	0,016	0,013	0,003
C _x H _y	0,003	0,002	0,001
CO ₂	106,601	89,716	16,885
prekurzory sek PM _{2,5}	0,011	0,010	0,001
EPS	0,013	0,012	0,001

Tab. 5.8. Globální hodnocení CO₂ pro zjištění indikátoru „Snížení emisí skleníkových plynů“

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl	
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]	[%]
CO ₂	106,601	89,716	16,885	15,84

6 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ PROJEKTU

Ekonomické vyhodnocení navržených energeticky úsporných opatření je provedeno způsobem odpovídajícím ustanovení zákona o hospodaření energií č. 406/2000 Sb. v platném znění a vyhlášce o energetickém auditu a energetickém posudku č. 480/2012 Sb. a požadavků na ekonomické vyhodnocení podle závazného vzoru energetického posouzení.

Na základě řádně provedené kvantifikace způsobilých nákladů (výdajů) je následně provedeno v souladu se zákonem a prováděcí vyhláškou ekonomické vyhodnocení podle čtyř kritérií, a to:

- 1) prostá doba návratnosti vynaložených prostředků T_{PN}**
- 2) reálná doba návratnosti při uvažování diskontního činitele 1,04**
- 3) čistá současná hodnota navrženého opatření - $NPV_{Tž}$**
- 4) vnitřní výnosové procento $IRR_{Tž}$**

V první části vyhodnocení jsou kvantifikovány celkové výdaje na realizaci projektu, resp. navržených energeticky úsporných opatření, následně jsou potom kvantifikovány tzv. redukované výdaje (odpovídající způsobilým výdajům).

Celkové výdaje tedy obsahují odhad všech nákladů souvisejících s realizací opatření včetně položek, jejichž realizací přímo nedochází k energetickým úsporám (např. okapy, oplechování, svody, parapety, hromosvody, okapové chodníky, vyvolané investice a de facto odstranění zanedbané údržby, které je realizováno v rámci projektu).

Redukované výdaje naopak představují pouze výdaje přímo směřované na energeticky vědomou modernizaci (modernizaci nikoliv ve smyslu daňových zákonů, problematika zařazení realizace jednotlivých částí navržených opatření do výdajů za opravy či do výdajů na modernizaci či rekonstrukci není v tomto energetickém posudku řešena), přičemž obvykle neodpovídají celkovým výdajům na realizaci opatření v celém rozsahu, neboť s energeticky vědomou modernizací bývají často spojeny i výdaje na tzv. zanedbanou údržbu.

Vyhodnocení je provedeno pro období do 20 let po realizaci projektu, informativně jsou v tabulkách výpočtů prosté doby návratnosti a čisté současné hodnoty uvedeny i výsledky za období od 21. roku do 30. roku po realizaci projektu. Výše diskontního činitele 1,04 vychází

z údaje ve vysvětlivkách k ekonomickému hodnocení v závazném vzoru energetického posudku.

Ekonomické vyhodnocení je provedeno v úrovni cen bez DPH. V rámci ekonomické analýzy v závěru energetického auditu jsou uvedeny výsledky Cash - flow projektu a vývoj čisté současné hodnoty pro různé meziroční růsty cen energií, a to kromě 0 % i pro 3 %, 6% a 9 %.

6.1 Celkové výdaje na realizaci projektu

Celkové výdaje projektu nejsou v době zpracování tohoto energetického posudku známy, avšak na základě předběžného odhadu lze předpokládat, že celkové výdaje na realizaci projektu budou podstatně vyšší než tzv. způsobilé výdaje. To je dáno skutečností, že v souvislosti s úpravou stávajících konstrukcí budou realizovány i práce částečně odpovídající údržbě a odstraňování různých vad a poruch, aby nedocházelo k poškození neupravovaných i v rámci projektu upravovaných stavebních konstrukcí. Souhrn celkových výdajů projektu a souhrnu způsobilých výdajů se tedy od sebe budou značně odlišovat.

6.2 Způsobilé výdaje projektu (redukované náklady projektu)

Jednotlivé položky redukovaných výdajů projektu nejsou v době zpracování tohoto energetického posouzení známy, avšak především u otvorových výplní se očekává, že budou překračovat jednotkové maximální způsobilé výdaje. Z tohoto důvodu byly pro výpočet výše způsobilých výdajů použity maximální způsobilé výdaje, uvedené v Pravidlech pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí pro období 2014 - 2020, verze 19. účinná od 27.9. 2018, resp. jejich bodu B 6.5.1.5., tab. a) Maximální způsobilé výdaje v případě snižování spotřeby energie zlepšením energetických vlastností obálky budovy. Způsobilé výdaje za jednotlivé konstrukce jsou stanoveny jako součin maximálních způsobilých výdajů a plochy upravované konstrukce.

Pro otvorové výplně - okna a domovní dveře - je maximální výše způsobilých výdajů stanovena na 7.000 Kč/m², pro konstrukce k nevytápěným prostorům (půdám, suterénům,

ostatním místnostem) 1.000 Kč/m², vše v cenové úrovni bez DPH. Podle poznámky ** na str. 95 Pravidel pro žadatele a příjemce podpory je u památkově chráněných budov možné maximální způsobilý limit překročit. Výše překročení musí být podložena požadavkem příslušného orgánu památkové péče a oceněním projektanta.

- 1) Upravované otvorové výplně - okna:** Stávající dřevěná dvojité (tzv. špaletová) okna 1. až 3. NP, orientovaná do prostorů vytápěných na teploty vnitřního vzduchu < 20 °C, budou repasována, do vnějšího křídla bude osazení izolační dvojsklo 4 - 12 - 4 ($U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$), $U_w \leq 1,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$). Stávající dřevěná dvojité (tzv. špaletová) okna v 1. až 3. NP a částečně i v 1. PP, orientovaná do prostorů vytápěných na teploty vnitřního vzduchu $\geq 20 \text{ °C}$ (učebny, kabinety, ...) budou nahrazena replikami, do vnějšího křídla budou osazena izolační dvojsklo 4 - 12 - 4 ($U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$), $U_w \leq 1,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Ostatní okna v 1. PP budou nahrazena novými z europrofilů tl. 78 mm, s osazením izolačním trojsklem 4 -12 - 4 -12 - 4, $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Původní části oken, které zůstanou zachovány, budou celkově vyspraveny a znovu natřeny. Otevíratelné části otvorových výplní budou osazeny silikonovým těsněním.

Plochy oken podle typu úprav:

- okna dřevěná s dvojsklem (k výměně), po realizaci $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	18,8 m ²
- okna dřevěná jednoduchá (k výměně), po realizaci $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	2,7 m ²
- okna dřevěná dvojité (k výměně), po realizaci $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	1,5 m ²
- okna dřevěná dvojité k výměně za repliku o $U_w \leq 1,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	374,9 m ²
- okna dřevěná repasovaná k výměně za repliku o $U_w \leq 1,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	232,9 m ²
- okna dřevěná dvojité k repasi, po realizaci $U_w \leq 1,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	166,60 m ²
- okna kovová jednoduchá (na výměnu), po realizaci $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$	6,6 m ²

Celková plocha vyměněných oken s izolačními 3skly: 29,6 m² 414 400 Kč

Celková plocha vyměněných oken za repliky: 607,8 m² 8 509 200 Kč

Celková plocha repasovaných oken: 166,6 m² 2 165 800 Kč

- 2) Upravované otvorové výplně - dveře:** Nové otvorové výplně (nahrazující stávající dřevěné prosklené vchodové dveře a dveře na půdu) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 1,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.

Celková plocha měněných dveří: 4,1 m² 57 400 Kč

- 3) **Stropní konstrukce:** Stropní konstrukce nad nejvyšším vytápěným podlažím, které jsou orientovány do nevytápěného půdního prostoru, s výjimkou jihovýchodního křídla, budou ze strany půdy zatepleny minerální plstí celkové tl. 300 mm ($\lambda_D = 0,038 \text{ W/(m.K)}$) do dřevěného roštu, položenou na parozábranu a očištěný povrch půdy. Tepelná izolace bude ve dvou vrstvách - 160 mm a 140 mm - do dvojitého křížem provedeného dřevěného roštu 60/160 mm resp. 60/140 mm, spodní rošt s osovou vzdáleností 1.200 mm, horní rošt s osovou vzdáleností 800 mm. Z vrchní strany bude provedena pochozí prkenná podlaha tl. 28 mm.

Plocha zatepované stropní konstrukce celkem: 1 534,0 m² 1 534 000 Kč

- 4) **Svislé konstrukce k nevytápěným půdním prostorům:** Zdivo tl. 450 mm a 600 mm oddělující vytápěné prostory od nevytápěné půdy bude zatepleno kontaktním zateplovacím systémem na bázi minerální plsti tl. 200 mm ($\lambda_D = 0,038 \text{ W/(m.K)}$),

Celková plocha zateplení konstrukcí nevytáp. prost.: 112,9 m² 112 900 Kč

- 5) **Hydraulické vyregulování otopného systému:** Provedení hydraulické regulace stávajícího topného systému v souladu s požadavky výzvy v případě, že jsou navrhována opatření na stavebních konstrukcích budovy.

Hydraulická regulace provedena na náklady provozovatele 0 Kč

Způsobilé (redukované) výdaje projektu (bez DPH) celkem: 12 793 700 Kč

6.3 Kvantifikace jednotlivých kritérií ekonomického vyhodnocení

6.3.1 Prostá doba návratnosti navržených energeticky úsporných opatření projektu

$T_{PN\ EÚO}$ (počet roků) - hodnoceno pro úroveň cen bez DPH

Prostá doba návratnosti vynaložených prostředků (způsobilých výdajů projektu) TPN je vypočítána podle vztahu:

$$T_{PN} = \frac{\frac{I}{N}}{\frac{C}{F_t}} + \frac{IN}{CHV + DO} + \frac{IN}{(V - N - DO) \cdot (1 - DS) + DO}$$

Kde:	IN	investiční a jiné jednorázové výdaje související s realizací EÚO
	CF _t	cash - flow projektu v roce t
	CHV	čistý hospodářský výsledek za rok
	DO	daňové odpisy související s realizací navrženého EÚO
	V	výnosy opatření za rok
	N	nově vzniklé provozní náklady související s EÚO za rok
	DS	daňová sazba daně z příjmů právnických osob

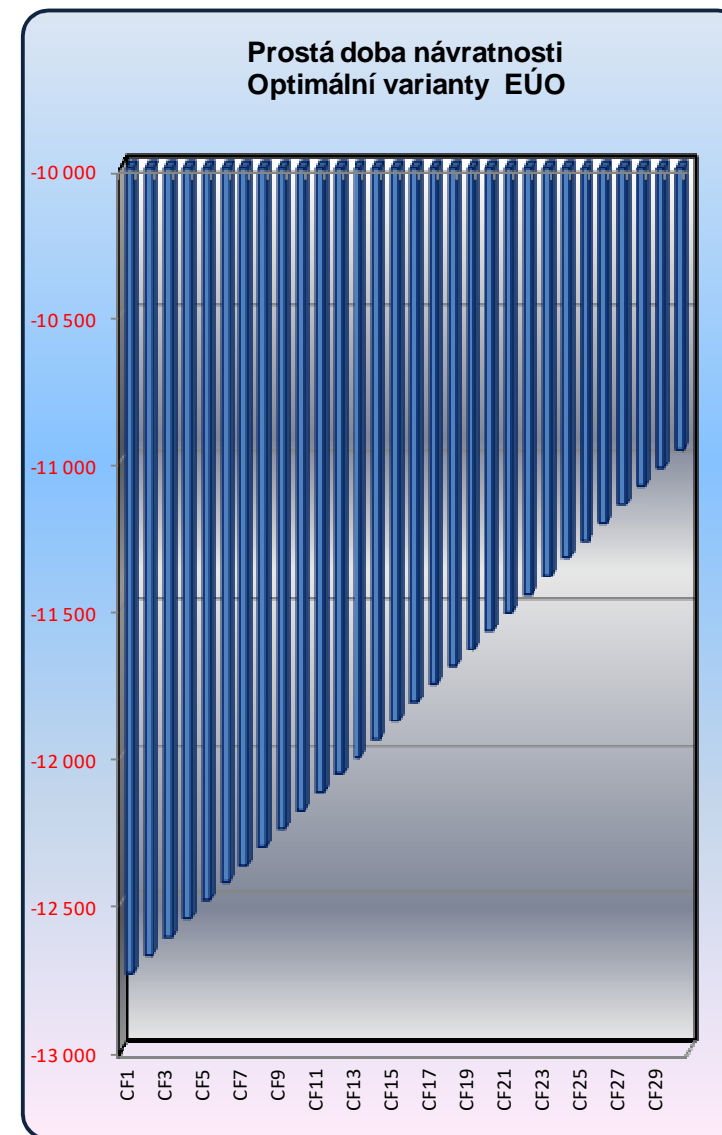
Uvažované fyzické životnosti, dodatečné investice:

Fyzická životnost KZS i otvorových výplní je předpokládána > 20 let, dodatečné investice by tak neměly být vyžadovány.

Změna ostatních provozních nákladů:

- změna ostatních provozních nákladů není uplatněna

Prostá doba návratnosti Optimální varianty EÚP					
CF _v jedn. letech	suma CF _t Kč	CF _t Kč	V _{úsp.energie} Kč	Δ Pr.náklady Kč	Dod. IN Kč
IN	-12 793 700	-12 793 700			
CF ₁	-12 732 542	61 158	61 158	0	
CF ₂	-12 671 384	61 158	61 158	0	
CF ₃	-12 610 226	61 158	61 158	0	
CF ₄	-12 549 068	61 158	61 158	0	
CF ₅	-12 487 910	61 158	61 158	0	
CF ₆	-12 426 752	61 158	61 158	0	
CF ₇	-12 365 594	61 158	61 158	0	
CF ₈	-12 304 436	61 158	61 158	0	
CF ₉	-12 243 278	61 158	61 158	0	
CF ₁₀	-12 182 120	61 158	61 158	0	
CF ₁₁	-12 120 962	61 158	61 158	0	
CF ₁₂	-12 059 804	61 158	61 158	0	
CF ₁₃	-11 998 646	61 158	61 158	0	
CF ₁₄	-11 937 488	61 158	61 158	0	
CF ₁₅	-11 876 330	61 158	61 158	0	
CF ₁₆	-11 815 172	61 158	61 158	0	
CF ₁₇	-11 754 014	61 158	61 158	0	
CF ₁₈	-11 692 856	61 158	61 158	0	
CF ₁₉	-11 631 698	61 158	61 158	0	
CF₂₀	-11 570 540	61 158	61 158	0	
CF ₂₁	-11 509 382	61 158	61 158	0	
CF ₂₂	-11 448 224	61 158	61 158	0	
CF ₂₃	-11 387 066	61 158	61 158	0	
CF ₂₄	-11 325 908	61 158	61 158	0	
CF ₂₅	-11 264 750	61 158	61 158	0	
CF ₂₆	-11 203 592	61 158	61 158	0	
CF ₂₇	-11 142 434	61 158	61 158	0	
CF ₂₈	-11 081 276	61 158	61 158	0	
CF ₂₉	-11 020 118	61 158	61 158	0	
CF ₃₀	-10 958 960	61 158	61 158	0	



6.3.2 Reálná doba návratnosti

Reálná doba návratnosti vynaložených finančních prostředků na realizaci navržených energeticky úsporných opatření při uvažování diskontního činitele 1,04 je vypočtena ze vztahu:

$$\sum_{i=1}^{T_Z} \frac{CF_t}{(1+r)^i} - IN = 0$$

kde: CF_t - cash-flow opatření v roce t
 r - uvažovaný diskontní činitel (1,04)
 IN - investiční náklady na realizaci opatření

Dosazováním hodnot CF_t a IN při uvažované diskontní sazbě je podmínka, že:

$$\sum_{i=1}^{T_Z} \frac{CF_t}{(1+r)^i} = IN \quad \text{splněna pro } i :$$

Vypočtená doba reálné návratnosti pro jednotlivé varianty energeticky úsporných opatření je uvedena v následující tabulce:

Optimální varianta EUO	$\sum_{i=1}^{T_Z} \frac{CF_t}{(1+r)^i} - IN = 0 \quad \text{pro } :$	
	počet roků	
OVEÚO	návrtný pro i > 30	NPV pro i = 20: -11 962 543 Kč
		NPV pro i = 30: -11 736 154 Kč

6.3.3 Čistá současná hodnota navrženého opatření - NPV (Kč)

Čistá současná hodnota navržených variant energeticky úsporného opatření je vypočtena pro dobu 20 let a 30 let po realizaci projektu a při diskontním činiteli 1,04:

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

Hodnoty NPV pro i-tý rok po realizaci EÚO jsou uvedeny v následujících tabulkách, v nichž jsou také vypočítána CF_t pro jednotlivé roky po realizaci opatření, a to včetně dodatečných investic vyvolaných opotřebením DHIM.

Na základě Σ CF_t je od roku realizace do roku i = 20 provedeno vyhodnocení ztrátovosti či ziskovosti. **Čistá současná hodnota (NPV pro i = 20) efektů spojených s navrhovanými energeticky úspornými opatřeními činí: - 11 962 543,- Kč.**

6.3.4 Vnitřní výnosové procento IRR (%)

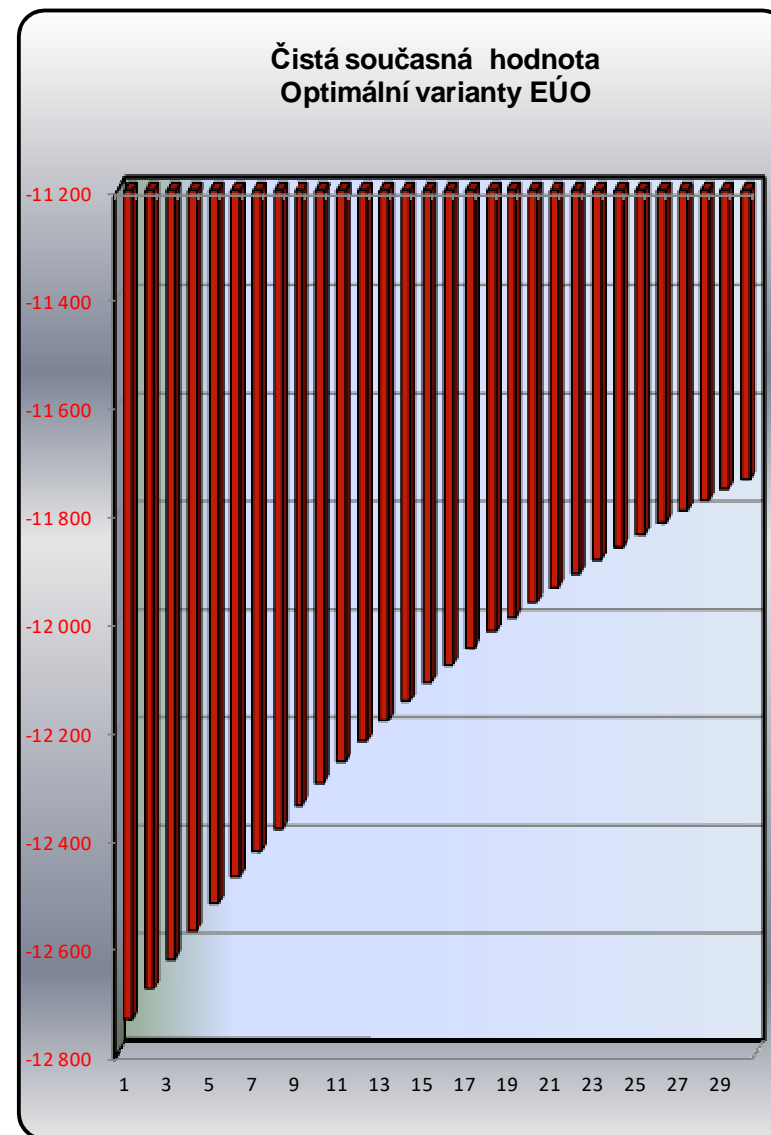
Vnitřní výnosové procento navržených energeticky úsporných opatření je vypočteno ze vztahu:

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

Vnitřní výnosové procento udává, jaká je výnosová míra efektů realizovaných energeticky úsporných opatření sledované se stanovenou požadovanou minimální výnosností (tj. diskontní míra 1,04%). Při uvažované životnosti navržených energeticky úsporných opatření 20 let činí dle provedeného výpočtu hodnota vnitřního výnosového procenta (IRR₂₀):

$$IRR_{20 \text{ let}} : - 16,30 \%$$

NPV OV EÚO			
i - tý rok po realizaci	CF _{ti}	NPV _{CF} pro i-tý rok po realizaci	NPV _{OV EÚO}
opatření	(Kč)	opatření (Kč)	Zisk (+) Kč
			Ztráta (-) Kč
1	61 158	58 806	-12 734 894
2	61 158	115 350	-12 678 350
3	61 158	169 719	-12 623 981
4	61 158	221 997	-12 571 703
5	61 158	272 265	-12 521 435
6	61 158	320 599	-12 473 101
7	61 158	367 074	-12 426 626
8	61 158	411 761	-12 381 939
9	61 158	454 730	-12 338 970
10	61 158	496 046	-12 297 654
11	61 158	535 773	-12 257 927
12	61 158	573 972	-12 219 728
13	61 158	610 702	-12 182 998
14	61 158	646 019	-12 147 681
15	61 158	679 978	-12 113 722
16	61 158	712 631	-12 081 069
17	61 158	744 028	-12 049 672
18	61 158	774 217	-12 019 483
19	61 158	803 245	-11 990 455
20	61 158	831 157	-11 962 543
21	61 158	857 995	-11 935 705
22	61 158	883 801	-11 909 899
23	61 158	908 615	-11 885 085
24	61 158	932 474	-11 861 226
25	61 158	955 415	-11 838 285
26	61 158	977 474	-11 816 226
27	61 158	998 685	-11 795 015
28	61 158	1 019 080	-11 774 620
29	61 158	1 038 690	-11 755 010
30	61 158	1 057 546	-11 736 154



Výsledky ekonomického vyhodnocení					
Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
Přínosy projektu celkem (roční) (+ snížení, - zvýšení)	Kč	irelevantní	61 158 Kč	0 Kč	0 Kč
z toho: tržby za teplo a elektřinu	Kč	0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Investiční výdaje projektu	Kč	irelevantní	12 793 700 Kč	0 Kč	0 Kč
z toho: náklady na přípravu projektu		0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
náklady na technologická zařízení a stavbu		0	12 793 700 Kč	0 Kč	0 Kč
náklady na přípojky		0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Změna provozních nákladů celkem (+ snížení, - zvýšení)		irelevantní	61 158 Kč	0 Kč	0 Kč
z toho: změna nákladů na energii (+ snížení, - zvýšení)	Kč	0	61 158 Kč	0 Kč	0 Kč
změna osobních nákladů (mzdy, pojistné, ...) (+ snížení, - zvýšení)	Kč	0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba) (+/-)	Kč	0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
změna nákladů za emise a odpady (+ snížení, - zvýšení)	Kč	0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
ostatní - úspora ročních nákladů za nižší sjednanou rezervovanou kapacitu elektřiny	Kč	0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
Doba hodnocení	roky	20 let	20 let	20 let	20 let
Roční růst cen energie	%	irelevantní	0,00%	0,00%	0,00%
Diskont	%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%
Hodnoty kritérií: T_s (prostá doba návratnosti)	roky	irelevantní	>30	1	1
T_{sd} (reálná doba návratnosti)	roky	irelevantní	>30	1	1
NPV $_{20\text{ let}}$ (čistá současná hodnota)	Kč	irelevantní	-11 962 543 Kč	0 Kč	0 Kč
IRR $_{20\text{ let}}$ (vnitřní výnosové procento)	%	irelevantní	-16,30%		

7 MANAGEMENT HOSPODAŘENÍ S ENERGIEMI

Základním dokumentem pro zpracování systému energetického managementu je ČSN EN ISO 50001 - Systémy managementu hospodaření s energií - Požadavky s návodem k použití.

Systém managementu hospodaření s energií je de facto založen na metodice postupných kroků, kterými jsou **plánování** (stanovení cílů a procesů nutných pro dosažení očekávaných výsledků); **provedení** tj. zavedení příslušných procesů; **kontrola** spočívající v monitorování a měření procesů s ohledem na cílové požadavky a hodnoty, kterých má být dosaženo; a **jednání**, jehož náplní je provádění opatření pro neustálé zlepšování výkonnosti celého systému managementu hospodaření s energií.

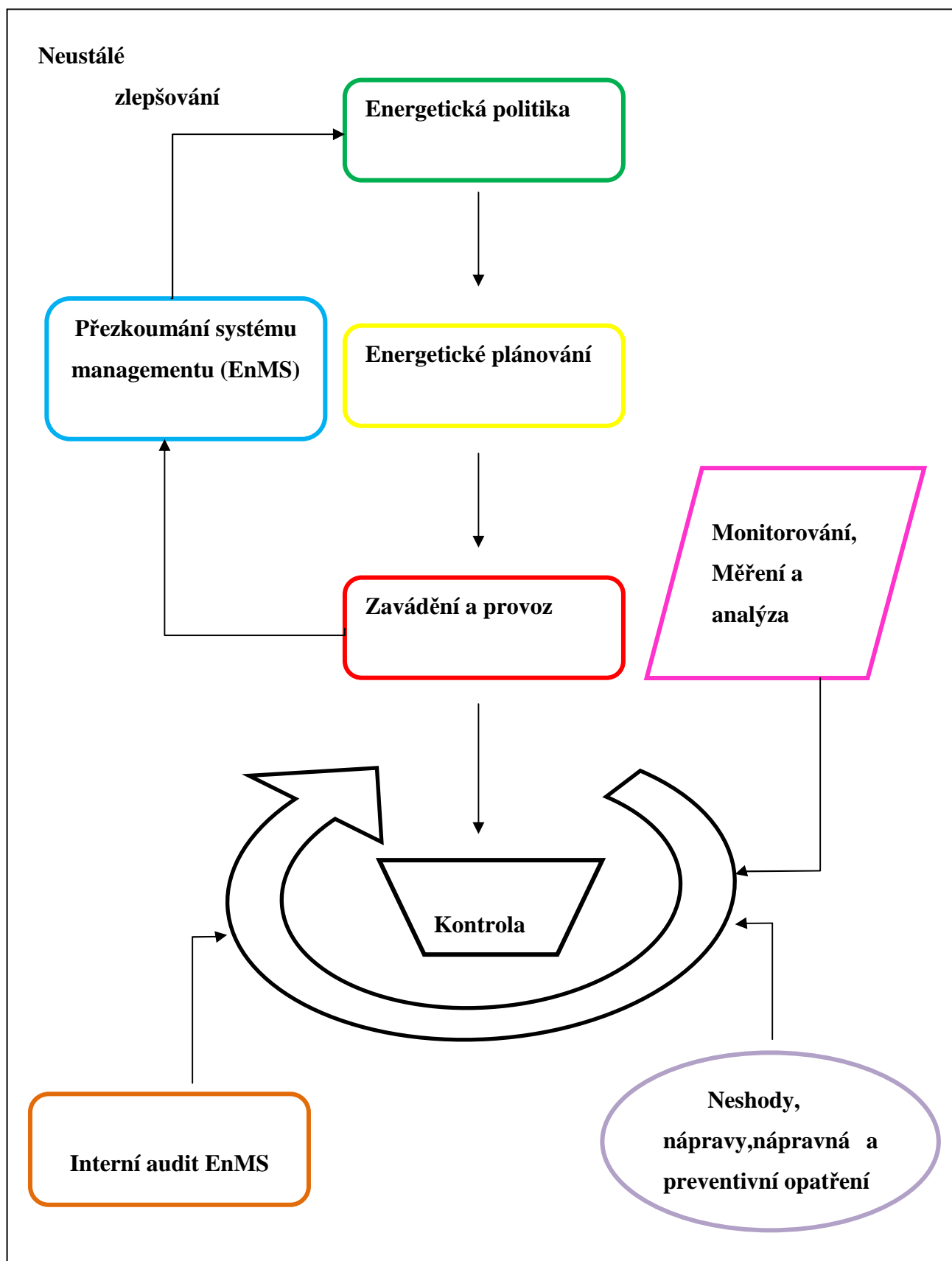
Plánování: znamená provádění přezkoumání spotřeby energie a stanovování výchozího stavu, ukazatelů energetické náročnosti, cílů, cílových hodnot a akčních plánů, nezbytných pro dosahování výsledků, které snižují energetickou náročnost v souladu s energetickou politikou organizace

Provedení: znamená zavádění akčních plánů managementu hospodaření s energií. Plánování, příprava a realizace konkrétních opatření, investičních i neinvestičních akcí ve správné časové souslednosti, na základě objektivních ukazatelů a podle stanoveného harmonogramu (obvykle roční plány v návaznosti na zavedený postup přípravy ročních rozpočtů).

Kontrola: představuje procesy monitorování a měření a klíčové charakteristiky činností, které determinují energetickou náročnost vzhledem k energetické politice, cílům a zprávám o výsledcích

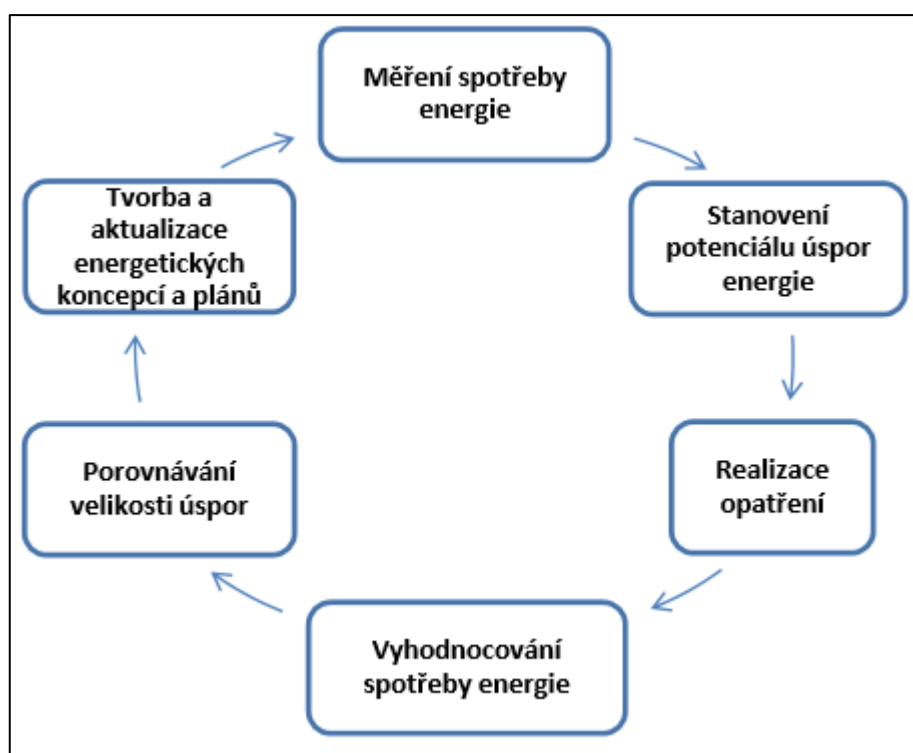
Jednání: znamená Provádění opatření k neustálému snižování energetické náročnosti a zlepšování systému hospodaření s energií.

Model systému managementu hospodaření s energií lze zavést podle následujícího obecného schématu, uvedeného v ČSN EN ISO 50001:



Na základě tohoto principu lze pro každou organizaci (provozní celek nebo budovu) nastavit individuálně energetický management s cílem postupného dosahování úspor energie. Jak je patrné z uvedeného grafu, jedná se o uzavřený cyklický proces neustálého zlepšování energetického hospodářství, který se (bez ohledu na velikost organizace) skládá zejména z těchto činností: V rámci systému managementu hospodaření s energií je v daném případě potřeba pravidelně sledovat a kontrolovat funkčnost a aktualizovat nastavení měřící a regulační techniky, vést evidenci o energetických spotřebách a v případě odchylek od obvyklých hodnot hledat příčiny vzniku těchto odchylek. Následně potom realizovat energeticky úsporná opatření k eliminaci nadměrné energetické spotřeby.

Praktická realizace energetického managementu může probíhat podle následujícího schématu:



Podle metodického návodu, zveřejněného na stránkách OPŽP, je nutno pro zavedení energetického managementu splnit několik základních podmínek.

Podmínka 1: Existence systému umožňující evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energie

- a) **Budova, která je předmětem dotace, není součástí majetku, na němž je implementována norma ČSN EN ISO 50001**
- b) **Uzavřená smlouva o poskytování energetických služeb se zárukou** - pro budovu, resp. pro zdroj tepla a regulaci systému vytápění je dle provozovatelem poskytnutých informací uzavřena od roku 2013
- c) **Zavedený informační systém pro energetický management** - v podmínkách Pardubického kraje je tato podmínka obecně splněna, neboť již existuje systém sledování spotřeb a jejich vyhodnocení a byl jmenován energetický manažer na úrovni kraje. V podmínkách hodnoceného objektu je instalováno samostatné měření odběru plynu pro vytápění a měřidlo pro odběr plynu pro ohřev teplé vody, ale není měřeno množství vyrobeného tepla ani ohřáté vody. Spotřeba elektřiny je měřena centrálně pro budovu. Základní podmínka měření energetických vstupů je splněna, avšak není možné sledovat energetickou účinnost.

Podmínka 2: Existence osoby odpovědné za systém energetického managementu

- a) **Existence pozice energetického manažera nebo pozice, která vykonává činnost EM v rámci struktury dané organizace.**
Pardubickým krajem byl ustaven energetický manažer - ing. Vích. Pro jednotlivé nižší stupně jsou a budou energetičtí manažeři jmenováni.
- b) **Existence pozice, která vykonává činnost energetického manažera v rámci budovy, která je předmětem dotace.**
Tato pozice zatím neexistuje.
- c) **Smlouva s externím energetickým manažerem.**
Smlouva s externím energetickým manažerem v podmínkách Pardubického kraje není uzavřena, pozice EM na jednotlivých úrovních budou zastávat pracovníci Pardubického kraje nebo jeho příspěvkových organizací.

Návrh systému energetického managementu je v podmínkách organizací Pardubického kraje nadbytečný, neboť systém je v objektech zaveden a postupně rozšiřován. To neznamena, že by nebylo možné návrh systému energetického managementu rozpracovat či zdokonalit, ale jednou z výchozích podmínek by bylo detailně poznat všechny kroky, které v tomto směru Pardubický kraj již učinil včetně přístupu do již provozovaného systému a podobně.

Na základě podmínek programu, stanovených v dokumentu „Pravidla pro žadatele a příjemce podpory v Operačním programu Životní prostředí pro období 2014 - 2020“, Prioritní osa 5: Energetické úspory, musí být v objektu zaveden a prováděn energetický management v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“ minimálně po dobu udržitelnosti.

8 POSOUZENÍ VHODNOSTI APLIKACE EPC

Smlouva o EPC byla s dodavatelem uzavřena v roce 2012/2103, nejpřínosnější opatření byla realizována před zahájením topné sezony 2013/2014. Jednalo se o úplnou rekonstrukci plynové kotleny co by centrálního zdroje tepla pro vytápění a přípravu teplé vody, o zřízení nové tepelné strojovny, o zavedení systému ekvitermní regulace vytápění na zdroji a instalaci dynamické regulace vytápění prostorů školy, převážně v podobě IRC, místě doplněná (část chodeb, šatny v suterénu apod.) TRV hlaviciemi na regulačních armaturách topných těles. Kromě stavebních konstrukcí a vnitřního osvětlení tak byl z velké části vyčerpán potenciál ekonomicky efektivních (relativně rychle návratných) energetických úspor. Tato skutečnost v podstatě eliminuje možnost splnit v rámci další etapy kritéria na vhodnost uplatnění EPC v objektu.

Zařazení budovy mezi objekty vhodné pro aplikaci projektu EPC je možné v případě, že realizací projektu EPC jsou současně splněny následující podmínky:

Roční úspora celkové energie dosažená realizací projektu EPC je rovna nebo větší než 15 % z potenciálu úspor po provedení všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy (Příklad: pokud dojde realizací všech energeticky úsporných opatření na obálce budovy k úspoře 50 %, metodou EPC musí dojít k dalším úsporám ve výši 15 % ze zbývajících 50 % potenciálu, tedy projektem bude celkově uspořeno min. 57,5 %). V podmínkách posuzovaného projektu to znamená, že realizací navržených opatření na konstrukcích obálky budovy dochází k celkové úspoře energie 297,06 GJ, což odpovídá 17,78 % z celkové energetické spotřeby. Aby byly splněny požadavky pro uplatnění další etapy EPC v souladu s Obecnými kritérii přijatelnosti, muselo by realizací nových opatření EPC dojít k úsporám o dalších 206,12 GJ za rok, což není po realizaci první etapy EPC již reálné. Je třeba vzít v potaz výchozí podmínky, kdy smlouva o EPC je v rámci školy naplňována již od roku 2013. **Splnění podmínky po realizaci EPC (1. etapy z roku 2013) již nelze garantovat.**

- Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC (2. etapy) je rovna nebo nižší než 8,0 let. **Není splněno, opatření tohoto typu již nejsou k dispozici.**
- Roční úspora dosažená aplikací souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok, nebo pokud roční náklady na energie objektu před

realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok. Tato podmínka nemusí být splněna za předpokladu, že je objekt součástí projektu EPC, který řeší soubor více objektů, přičemž výše uvedená podmínka je splněna pro celý soubor těchto objektů. Pokud objekt samostatně nesplní tuto podmínku a ostatní podmínky splní, uvede energetický specialista jako nezbytnou podmínku pro aplikaci projektu EPC zařazení objektu do souboru objektů, které v součtu tuto podmínku splňuje.

V případě posuzovaného projektu není naplněna první ani druhá podmínka, o souhrnu ročních přínosů z již realizované smlouvy o EPC neposkytl zadavatel zpracovateli informace, takže toto kritérium nelze vyhodnotit. Každopádně se však projekt nejeví jako vhodný pro aplikaci další etapy EPC a **nelze ji doporučit.**

Závěr vhodnosti aplikace EPC:

Opatření navržené energetickým posudkem		Investice	Úspora 1)			Je součástí projektu EPC
			Energie	Nákladů	Původní spotřeby	
	Název opatření	Kč s DPH	MWh/rok	Kč s DPH/rok	%	ANO/NE
1.	Zateplení obvodových stěn	*)	*)	*)	*)	NE
2.	Výměna a renovace otvorových výplní	*)	*)	*)	*)	NE
3.	Zateplení střechy	*)	*)	*)	*)	NE
4.	Výměna zdroje tepla	Již realizováno	Není vyhodnoceno	Nejsou známy	xxx	Ano, 1. etapa
5.	Instalace fotovoltaického systému	*)	*)	*)	*)	NE
6.	Instalace solárně-termických kolektorů	*)	*)	*)	*)	NE
7.	Nucené větrání s rekuperací odpad.tepla	*)	*)	*)	*)	NE
8.	Systém využívající odpadní teplo	*)	*)	*)	*)	NE
9.	Energetický management	Již realizováno	*)	*)	*)	Ano, mimo projekt
CELKEM ZA SOUBOR OPATŘENÍ		0,00	0,00	0,00	0,00	
Poznámka: *) EPC se nedoporučuje, výpočet hodnot irelevantní						
Z toho:						
Soubor opatření na obálce budovy		*)	*)	*)	*)	

Soubor opatření zahrnutých do projektu EPC	*)	*)	*)	*)
Soubor ostatních opatření	*)	*)	*)	*)
(1) spotřeba energie před realizací navržených opatření	*)			MWh/rok
(2) spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy	*)			MWh/rok
(3) spotřeba energie po realizaci opatření na obálce budovy a EPC projektu	*)			MWh/rok
(4) spotřeba energie po realizaci všech navržených opatření	*)			MWh/rok
(5) úspora projektu EPC po realizaci opatření na obálce budovy $((2)-(3))/(2)*100$	0			% (min.15%)
(6) prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC	*)			let (max. 8,0)
(7) roční úspora nákladů souboru opatření zahrnutých do projektu EPC	*)			tis. Kč s DPH
(8) roční náklady na energie objektu před realizací projektu	*)			tis. Kč s DPH
1) úspora připadající na dané opatření při realizaci celého navrženého souboru opatření				

Závěr vhodnosti aplikace EPC:

1.	Úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 15% ze spotřeby dosažené po realizaci opatření na obálce budovy (tj. (5)>15,0%)	NE
2.	Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je rovna nebo nižší než 8,0 let (tj. (6)<8,0)	NE
3.	Roční úspora souboru opatření zahrnutých do projektu EPC je minimálně 500 tis. Kč s DPH/rok (tj. (7)>500), nebo roční náklady na energie objektu před realizací projektu jsou vyšší než 2 mil. Kč s DPH/rok (tj. (8)> 2 000)	NELZE VYHODNOTIT BEZ DAT ZADAVATELE
4.	V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC (ANO, pokud jsou splněny podmínky 1, 2 a 3)	NE
5.	V souboru opatření navržených energetickým posudkem lze nalézt takový soubor opatření, který lze realizovat metodou EPC, pouze však pokud bude objekt zařazen do souboru objektů, které v součtu splní podmínku č.3 (ANO, pokud objekt samostatně splní podmínky 1, 2 a nesplní podmínku 3)	NE

9 OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Energetické bilance související s provozem hodnocených energetických systémů byly stanoveny za následujících okrajových podmínek:

- nadmořská výška 325 m n. m.
- nejnižší dlouhodobá teplota dle ČSN $t_e = -15\text{ °C}$
- délka topného období pro $t_{em} = 12\text{ °C}$ je 235 dnů (pro $t_{em} = 13\text{ °C}$ je délka TO 248 dnů a pro $t_{em} = 15\text{ °C}$ je délka TO 286 dnů)
- střední venkovní teplota v topném období $t_{es} = 2,9\text{ °C}$ (pro $t_{em} = 13\text{ °C}$ je $t_{es} = 3,4\text{ °C}$ a pro $t_{em} = 15\text{ °C}$ je $t_{es} = 4,8\text{ °C}$)
- roční průměrná teplota vzduchu $7,3\text{ °C}$
- denní střední teplota v nejchladnějším měsíci (leden) je $-3,1\text{ °C}$
- roční úhrn slunečního záření dopadajícího na plochu 1 m^2 je cca 1028 kWh (3700 MJ)
- průměrná roční rychlost větru je menší než $4,1\text{ m/s}$
- vytápění objektu v TO na úroveň návrhových teplot vnitřního vzduchu
- ceny za energie: elektřina průměr 3.590,04 Kč/MWh resp. 997,23 Kč/GJ, zemní plyn 6,837 Kč/Nm³ resp. 200,81 Kč/GJ (ceny jsou uvedeny bez DPH).

10 STANOVISKO ENERGETICKÉHO SPECIALISTY (ZÁVĚR)

10.1 Stanovení výsledků a podmínek proveditelnosti

Energetické posouzení je zpracováno podle závazného vzoru, který je jedním z dokumentů 100. výzvy Ministerstva životního prostředí, zveřejněné v rámci Operačního programu Životní prostředí pro období 2014 až 2020. Závazné parametry (ukazatele) projektu jsou stanoveny Pravidly pro žadatele a příjemce podpory OPŽP pro období 2014 až 2020.

- 1) Podmínkou je, že v případě realizace opatření ke snižování energetické náročnosti památkově chráněných budov musí být realizací projektu dosaženo úspor celkové energie minimálně 10 % a úspory emisí oproti původnímu stavu o 10 % (do celkové energie není započítávána spotřeba energie na technologické a ostatní procesy, při výpočtu emisí CO₂ je uvažováno s celkovou energií bez spotřeby na technologické a

ostatní procesy). **Podmínka je splněna, dochází k úspoře energie ve výši 17,78 % z celkové výchozí energetické spotřeby a ke snížení emisí CO₂ o 15,84 % (po odečtení spotřeby na technologické a ostatní procesy).**

- 2) Po realizaci projektu musí součinitel **prostupu tepla měněných stavebních prvků obálky budovy**, které jsou předmětem podpory, dosahovat **maximálně 90 % z doporučených hodnot dle ČSN 73 0540 - 2 (2011)**. U nových dřevěných špaletových oken, která splňují požadavky pracovníků památkové ochrany, se podaří podle certifikátu případného dodavatele opatřit okna s deklarovaným $U_w = 0,95 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$, u repasovaných oken se podaří podle provedených výpočtů docílit hodnoty součinitele prostupu tepla celou otvorovou výplní $U_w = 1,05 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$.
- 3) U měněných domovních dveří, které splňují požadavky pracovníků památkové ochrany, se podaří podle certifikátu případného dodavatele docílit hodnoty $U_d = 1,70 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. To je hodnota dostatečná, neboť teplota vnitřního prostředí před konstrukcí je 15 °C.
- 4) Neprůsvitné zateplování konstrukce splňují po realizaci požadavek výzvy na součinitel prostupu tepla: $U_{\text{konstr.,uprav.}} \leq 0,9 \times U_{\text{rec}}$ (viz následující tabulka).

Tab. 10.1.1. Hodnoty souč. prostupu tepla U měněných (zateplovaných) konstrukcí

Typ konstrukce	Hodnota U [W.m ⁻² .K ⁻¹]					Kritérium
	U _{stávající}	U _{navrhovaná}	U _N (požad.)	U _{rec} (dopor.)	0,9×U _{rec}	
- strop pod nevytápěnou půdou (Z1, Z5)	1,38	0,16	0,45	0,29	0,26	Splňuje
- strop pod nevytápěnou půdou (Z2, Z4)	1,38	0,16	0,30	0,20	0,18	Splňuje
- okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	2,50	0,95	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné s dvojsklem (na výměnu)	2,50	0,95	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné jednoduché (na výměnu)	4,50	0,95	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojité (na výměnu)	2,35	0,95	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojité (na repasi)	2,35	1,05	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojité (na repasi)	2,35	1,05	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojité (výměna za repliku)	2,35	1,05	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojité (výměna za repliku)	2,35	1,05	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojité již repasované (na výměnu za repliku)	1,50	1,05	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno kovové jednoduché (na výměnu)	5,65	0,95	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno kovové jednoduché (na výměnu)	5,65	0,95	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- vchodové dveře dřevěné prosklené (na výměnu)	4,00	1,70	2,50	1,75	1,58	Splňuje
- CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z1, Z5)	1,24	0,19	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z4)	1,24	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- CP tl. 450 mm k nevytápěné půdě (Z5)	1,53	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- Dveře na půdu	6,85	1,70	2,50	1,75	1,58	Splňuje

10.2 Opatření zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty vzduchu v obytných místnostech v letním období

Plnění požadavků ČSN 730540-2:2011 na tepelnou stabilitu místnosti v letním období musí být doloženo buď posouzením hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období pro kritickou místnost, nebo se za splnění považuje v případě, že bude plnění požadavků $\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$ doloženo výpočtem, a nebo v případě, že budou všechna okna na jižní, jihozápadní, západní, jihovýchodní a východní straně opatřena vnějšími aktivními stínicími prvky.

V rámci budovy nelze podle vyjádření pracovníků památkové ochrany instalovat vzduchotechniku, která by udržení teplot stability případně zabezpečovala. Současně nelze vzhledem k provedení historických fasád instalovat ani vnější stínicí prvky. Zastínění otvorových výplní bylo vyřešeno instalací aktivních stínících prvků, vzhledem k provedení špaletových oken v podobě vnitřních řetízkových rolet, jejichž specifikace je uvedena v projektové dokumentaci. Ačkoliv z hlediska účinnosti ochrany proti nežádoucím solárním ziskům není toto řešení ideální, jeví se v poměru ceny a účinnosti jako nejlepší. Lze konstatovat, že tak bude realizována dostatečně účinná ochrana proti termickým účinkům slunečního záření v souladu s podmínkami výzvy.

10.3 Opatření k zamezení překročení koncentrace CO₂ v učebnách

Vzhledem k tomu, že do budovy nelze z důvodu památkové ochrany instalovat nová vzduchotechnická zařízení, budou do učeben instalovány indikátory koncentrace CO₂ (celkem 24 ks, z toho 1 ks v prostorech 1. PP, 9 ks v učebnách prvního nadzemního podlaží, 10 ks v učebnách druhého nadzemního podlaží a 4 ks v učebnách třetího nadzemního podlaží). Indikátory jsou tvořeny nedisperzní infračervenou technologií, rozsah měření 0-3000 ppm, s akustickou nebo světelnou signalizací. Součástí zařízení bude AC/DC adaptér pro připojení do zásuvky. Nová zásuvka bude napojena na stávající elektrorozvod. Čidla budou umístěna na vnitřní zdi do výšky 1,5 až 2,0 m, minimálně 1 m od otvorů a od koutů místnosti (v projektové dokumentaci výkres ozn. čidla CO₂). Rozmístění indikátorů CO₂ je řešeno na samostatném výkresu prováděcí projektové dokumentace s označením „Čidla CO₂“.

10.4 Závěrečný výrok o naplnění účelu energetického posouzení

Z výše uvedených popisů, výpočtů a hodnot je zřejmé, že hodnocená budova po realizaci posuzovaného projektu bude splňovat podmínky 100. výzvy Ministerstva životního prostředí, resp. Operačního programu Životní prostředí 2014 - 2020, PO 05, SC 5.1, a projekt lze doporučit k realizaci.

Datum zpracování energetického posouzení 12.11.2018

Podpis energetického specialisty:



11 EVIDENČNÍ LIST ENERGETICKÉHO POSOUZENÍ

Evidenční list energetického posouzení

podle závazného vzoru Energetického posouzení pro OPŽP 2014 - 2020, PO 5, SC 5.1

1. Část - Identifikační údaje

1. Jméno (jména), příjmení/název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EH

Pardubický kraj

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

a) ulice

Komenského náměstí

b) č.p./č.o.

125

c) část obce

d) obec

Pardubice

e) PSČ

532 11

f) email

posta@pardubickýkraj.cz

g) telefon

466 026 116

3. Identifikační číslo osoby, pokud bylo přiděleno

708 92 822

4. Údaje o statutárním orgánu

a) jméno

JUDr. Martin Netolický, hejtmán

b) kontakt

466 026 116 / posta@pardubickýkraj.cz

5. Předmět energetického posouzení

a) název

Realizace úspor energie - Gymnázium Aloise Jiráska Litomyšl

b) adresa nebo umístění

570 01 Litomyšl, T. G. Masaryka 590

c) popis předmětu EP

Předmětem energetického posudku je posouzení proveditelnosti projektu týkajícího se snižování energetické náročnosti budovy, zvyšování účinnosti užití energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla, financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků, nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů. Posuzovaný projekt bude realizován na částečně podsklepené dvou až tří podlažní budově gymnázia. Předmětem projektu jsou energeticky úsporná opatření na stavebních konstrukcích budovy, jejichž rozsah byl limitován souhlasem odborných pracovníků vykonávajících dozor v rámci památkové ochrany. Přestože se jedná o budovu pro výuku dětí a studentů, nebyl dán souhlas s instalací vzduchotechniky s rekuperací tepelné energie. Z tohoto důvodu bude muset být větrání jednotlivých prostorů školy zabezpečováno nadále pouze řízeným větráním pomocí otevíratelných oken. Budova litomyšlského gymnázia je historického vzhledu, sestává z hlavní čtyřpodlažní části, na kterou navazují dvě boční křídla. K jižněji situovanému byla na přelomu 80 a 90. let dostavěna tzv. speciální škola, která byla s budovou gymnázia spojena krčkem, na severněji orientované křídlo navazuje původní jednopodlažní část budovy s tělocvičnou a šatnami. Speciální škola není součástí projektu směřujícího k úsporám energie a tedy ani předmětem tohoto energetického posudku. Stojí na samostatném pozemku p. č. st. 875/4, z hlediska zásobování energiemi má samostatně měřený přívod elektřiny a teplo je do ní dodáváno topnou větví z plynové kotelny, instalované v prvním podzemním podlaží hlavní část budovy gymnázia.

Historická budova litomyšlského gymnázia stojí na pozemku p. č. 875/3, v obci Litomyšl (578347), katastrální území Litomyšl (685674). Vlastníkem budovy je Pardubický kraj. V katastru nemovitostí je budova zapsána jako objekt občanské vybavenosti.

2. Část - Seznam stanovených kritérií

1. Energetická kritéria

Úspora celkové energie pro památkově chráněné budovy > 10 % (bez započítání spotřeby energie na technologické a ostatní procesy)

2. Ekologická kritéria

Úspora emisí CO₂ pro památkově chráněné budovy > 10 % (bez započítání spotřeby energie na technologické a ostatní procesy)

3. Ekonomická kritéria

Nejsou

4. Technická a ostatní kritéria

Upravované konstrukce s výjimkou dveří, střešních oken a světlíků (na něž je žádána podpora) musí plnit $0,90 \times U_{\text{rec}}$ (W/m².K).

Součinitel průstupu tepla dveří, střešních oken a světlíků, na něž je žádána podpora, musí splnit požadavek $U_{\text{konstr.upr.}} \leq U_{\text{rec}}$, tzn. $\leq 1,20$ W/(m².K) pro prostory za konstrukcí s převažující návrhovou vnitřní teplotou θ_{im} v intervalu 18 °C až 22 °C.

3. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EP

1. Charakteristika hlavních činností

Stavební část: Nosná konstrukce objektu je zděná z plných pálených cihel v tloušťkách od 450 mm do 800 mm včetně omítek. Jako otvorové výplně jsou použita dřevěná dvojítná okna (část dvojítných oken je již repasována, kdy do vnějšího křídla bylo vsazeno izolační dvojsklo), okna dřevěná s dvojsklem, okna dřevěná a kovová s jedním sklem, okno kovové dvojité a sklobetonové výplně luxfery. Vchodové dveře jsou dřevěné prosklené nebo plné, vrata do kotelny jsou kovová částečně prosklená. Vnitřní omítky jsou vápenné hladké doplněné keramickými obklady v sociálních zařízeních. Stropní konstrukce pod nevytápěnou půdou má nosnou konstrukci tvořenou bedničkovým stropem (*Pozn.: osová vzdálenost žeber 0,6 až 1,2 m, jejich podhled tvoří železobetonová deska, která je součástí stropní konstrukce; podhledová deska o tl. 30 až 35 mm se betonuje na rovné bednění, na ni se kladou bedničky, obvykle dřevěné, které vytvářejí bednění žeber a horní desky; po zabetonování bedničky zůstávají v konstrukci jako tzv. ztracené bednění*). Na stropě je vrstva škváry tl. 100 mm s cihelnými dlaždicemi (půdovkami). Podlahy na zemině, s výjimkou tělocvičny, jsou betonové na hydroizolaci s pochozí vrstvou dle účelu užívání (dlažba, PVC, vlysy). V tělocvičně je podlaha dřevěná na trámkovém roštu a podkladním betonem.

Vytápění: Hlavním vlastním energetickým zdrojem je v hodnoceném objektu teplovodní kotelna umístěná v samostatném prostoru v prvním podzemním podlaží centrální části budovy. Je tvořena dvěma stacionárními kotli VIESMANN VITOPLEX 200 a 350 kW_e. Kotelna byla rekonstruována v roce 2013 a morální stav jejího zařízení až na výjimky odpovídá roku rekonstrukce, celkový tepelný výkon činí 700 kW_e. Teplo vyrobené v kotlích je přiváděno sběrným potrubím do místností tepelné strojovny, do rozdělovače ÚT. Z rozdělovače ÚT je vyvedeno šest samostatných topných větví, takže jsou vytvořeny technické předpoklady pro realizaci zónové ekvitermní regulace vytápění. Jedná se o samostatné topné větve pro vytápění přístavby (speciální školy), fyziku, chodby, objekt tělocvičny a hlavní budovy (tj. učebny a kabinety), šestá topná větev je zavedena k topnému tělesu nepřímotopného ohříváku TV, který je instalován v tepelné strojovně poblíž rozdělovače ÚT. Potrubí jednotlivých topných větví v tepelné strojovně byla vybavena regulační technikou, potřebnou pro realizaci ekvitermní regulace vytápění, tzn. že na každé z topných větví pro ÚT je instalována třicestná směšovací armatura s elektropohonem, jejíž aktuální nastavení řídí řídicí systém M+R a oběhové vysoce účinné čerpadlo Wilo Stratos příslušné dimenze, s proměnlivými otáčkami. Systém ekvitermní regulace je plně funkční a je řízen smluvní organizací, která v rámci EPC realizovala rekonstrukci kotelny a instalaci nových zařízení včetně regulačních ventilů s termoelektrickými hlaviciemi na velké většině topných těles v budově. Na ostatních tělesech jsou regulační armatury osazeny termostatickými hlaviciemi. Jedná se např. o chodby, částečně

schodiště a tělocvičnu a o prostory obdobného typu.

Dodávka tepla do objektu je realizována prostřednictvím dvoutrubkového uzavřeného teplovodního systému s nuceným oběhem topné vody, tlakové jištění zabezpečují pojistné ventily a dva expanzomaty REFLEX NG á 50 litrů a expanzní automat OLYMP HC 2586 o objemu 200 litrů. Podrobnější popis systému není uveden, neboť pro zpracování energetického posudku nebyla poskytnuta projektová dokumentace ÚT.

Otopnou plochu tvoří litinová ocelová topná tělesa, která jsou vybavena regulačními armaturami většinou s termoelektrickými hlavicemi, případně např. na chodbách a WC s obyčejnými termostatickými hlavicemi, čímž je zabezpečena dynamická regulace vytápění, zabezpečující identifikaci a uplatnění tepelných zisků do bilance vytápění. Řízení provozu termoelektrických hlavic je realizováno přes řídicí systém a dálkový dispečink, který údajně provozuje společnost ENESA a.s.

Příprava teplé vody: Příprava teplé vody je v objektu realizována jednak nepřímotopným způsobem topnou vodou z kotelny a jednak elektrickým ohřevem v lokálních ohřívacích, umístěných v místech spotřeby.

V tepelné strojovně byl v rámci celkové rekonstrukce instalován jeden nepřímotopný ohřívák teplé vody Reflex S 500 o objemu 500 litrů, topný výkon 64,4 kW_t. Dodávku tepla do ohříváku zabezpečují výše popsané plynové kotle samostatnou topnou větví, připojenou k rozdělovači TV. Cirkulaci topné vody mezi rozdělovačem ÚT a topným tělesem v ohříváku zabezpečuje oběhové čerpadlo Wilo Stratos 25/1 - 6. Na straně TV je k ohříváku připojen rozvod s cirkulací, cirkulační čerpadlo je též od výrobce Wilo, typ Stratos ECO Z 25/1. Dodávkou ohřáté vody byl nahrazen původní elektrický ohřev ve třech elektrických boilerech v sociálních zařízeních u posilovny a rozvod je doveden až do sociálních zařízení u šaten tělocvičny. Znamená to, že teplem vyrobeným spalováním zemního plynu jsou kryty největší odběry v budově. Bližší popis rozvodů TV nelze provést, neboť k nim nebyla poskytnuta žádná projektová dokumentace a v rámci místního šetření nebyly v dostatečném rozsahu přístupné.

Ostatní spotřeba teplé vody je kryta odběrem elektřiny, přiváděné do akumulčních elektrických ohříváků i tzv. průtokových ohříváčů bez akumulace. Celkem pět elektrických ohříváčů s miniakumulací s celkovým příkonem 12 kW je instalováno v sociálních zařízeních (z toho 4 ks na WC chlapců a 1 ks v hygienické kabině), zatímco pro WC dívek je v prostorech 1. PP instalován zásobníkový ohřívák o objemu 160 litů a elektrickém příkonu 2,2 kW, z něhož je proveden rozvod TV ze suterénu až do 3. NP. Další zásobníkový ohřívák o objemu 200 litrů a příkonu 2,4 kW je instalován v dílně. V učebnách fyziky, chemie, v kreslárně, kancelářích apod. je instalováno dalších 8 elektrických ohříváků vody s miniakumulací o celkovém příkonu 16,2 kW. Voda ohřívána elektricky slouží pouze pro drobnou osobní hygienu dětí, studentů a zaměstnanců, spočívající v krátkodobém omývání rukou, takže její spotřeba je nízká.

Osvětlení: Osvětlení je v současné době v budově litomyšlského gymnázia zabezpečováno svítidly různého typu. V učebnách jsou nejčastěji použita zářivková svítidla 2 × 40 W, dále 2 × 58 W, 1 × 58 W nebo např. 2 × 36 W, která jsou v mnohých případech doplněna svítidly s klasickými žárovkami 60 W nebo 100 W. Naopak na chodbách byla ponechána původní svítidla s kulovými skleněnými průsvitnými kryty, která byla podle vyjádření školníka osazena nejčastěji klasickými žárovkami 100 W, případně 60 W. Žárovková svítidla jsou použita též na sociálních zařízeních, v komorách, skladech, dílnách apod. Původní klasické žárovky jsou po jejich dožití nahrazovány LED světelnými zdroji, podíl LED zdrojů v původně žárovkových svítidlech v současné době činí až 50 %. Osvětlení tělocvičny zabezpečuje 16 výbojkových svítidel příkonu á 150 W, která jsou doplněna 4 svítidly SMO 32 W. Jediným informačním materiálem k osvětlení byla zpráva o revizi elektrických zařízení a dále pouze místní šetření.

Vzduchotechnická zařízení: Stávající vzduchotechnická zařízení spočívají v malých ventilátorech odvádějících znečištěný vzduch ze sociálních zařízení a obdobných prostorů, elektrický příkon těchto ventilátorů se pohybuje do 30 W/ks. Podle zprávy o pravidelné revizi elektrických zařízení (projektová dokumentace elektro nebyla k dispozici) se jedná v celé škole o cca 2 kusy, takže jejich spotřeba je vzhledem k celkové spotřebě elektřiny v budově zcela zanedbatelná stejně jako jejich vliv na spotřebu tepla na větrání. Jiná vzduchotechnická zařízení nejsou v hodnocené budově instalována.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla

počet	1	
instalovaný výkon	0,700	MW
roční výroba	369,09	MWh
roční spotřeba paliva	1 493,42	GJ/r

b) zdroje elektřiny

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

c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla			d) druhy primárního zdroje energie		
počet	Nejsou	ks	druh OZE	Není	
instal. výkon elektrický		MW	druh DEZ	Není	
instal. výkon tepelný		MW	fosilní zdroje	Není	
roční výroba elektřiny		MWh			
roční výroba tepla		MWh			
roční spotřeba paliva		GJ/r			
3. Spotřeba energie					
Druh spotřeby	Příkon		Spotřeba energie		Energonositel
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	0,104	MW	54,89	MWh/r	Zemní plyn/el. energie
Vytápění	0,488	MW	349,91	MWh/r	Zemní plyn/el. energie
Chlazení	0,000	MW	0,000	MWh/r	Není
Větrání	0,000	MW	0,000	MWh/r	Není
Úprava vlhkosti	0,000	MW	0,000	MWh/r	Není
Příprava TV	0,097	MW	18,04	MWh/r	Zemní plyn/el. energie
Osvětlení	0,022	MW	15,59	MWh/r	Elektrická energie
Technologie a ostatní	0,080	MW	25,80	MWh/r	Elektrická energie
Celkem	0,791	MW	464,23	MWh/r	Zemní plyn/el. energie

4. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

1. Popis doporučených opatření

Opatření na stavebních konstrukcích: Zateplení vertikálních neprůsvitných konstrukcí obvodového pláště budovy nebude z důvodu plasticity fasád a památkové ochrany budovy provedeno.

Stropní konstrukce nad nejvyšším vytápěným podlažím, které jsou orientovány do nevytápěného půdního prostoru, s výjimkou jihovýchodního křídla, budou ze strany půdy zatepleny minerální plstí celkové tl. 300 mm ($\lambda_D \leq 0,038$ W/(m.K)) do dřevěného roštu, položenou na parozábranu a očištěný povrch půdy. Tepelná izolace bude ve dvou vrstvách - 160 mm a 140 mm - do dvojitého křížem provedeného dřevěného roštu 60/160 mm a 60/140 mm, spodní rošt s osovou vzdáleností 1.200 mm, horní rošt s osovou vzdáleností 800 mm. Z vrchní strany bude provedena pochozí prkenná podlaha tl. 28 mm. Pro nestejnorodé vrstvy zahrnující minerální plst' ve dřevěném roštu byl propočítán ekvivalentní součinitel tepelné vodivosti $\lambda_{ekv} = 0,051$ W/(m.K)) pro tl. 160 mm a $\lambda_{ekv} = 0,048$ W/(m.K)) pro tl. 140 mm. Celková plocha zateplování konstrukcí 1.534,0 m².

Zdivo tl. 450 mm a 600 mm oddělující vytápěné prostory od nevytápěné půdy bude zatepleno kontaktním zateplovacím

systémem na bázi minerální plsti tl. 200 mm ($\lambda_D \leq 0,038 \text{ W/(m.K)}$), celková plocha zateplovanych konstrukcí 112,9 m². Nové otvorové výplně (nahrazující stávající dřevěná okna s dvojsklem, okno dřevěné s jedním sklem, okno dřevěné dvojité a kovová okna s jedním sklem, viz projektová dokumentace) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 0,95 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

Stávající dřevěná dvojitá okna a okna dvojitá v minulosti nekvalitně repasovaná, s výjimkou již repasovaných tří oken (3 × 1180/2850 mm) ve 2. NP v jihovýchodní apsidě, budou repasována popř. budou vytvořeny repliky špaletových oken s vnějším křídlem osazeným izolačním dvojsklem s $U_g = 1,1 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, celkový součinitel prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 1,05 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Původní části oken, které zůstanou zachovány, budou celkově vyspraveny a znovu natřeny. Otevíratelné části otvorových výplní budou osazeny silikonovým těsněním.

Nové otvorové výplně (nahrazující stávající dřevěné prosklené dveře ozn. D2 a dveře na půdu ozn. D10) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 1,7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$. Zbývající dveře budou pouze opraveny a natřeny.

Přesný soupis otvorových výplní s popisem oprav a úprav je uveden v projektové dokumentaci ve výpisu oken a v tabulce dveří.

Provedení oken musí splňovat požadavky, které byly stanoveny odbornými pracovníky památkové ochrany.

Uvedené hodnoty součinitele prostupu tepla výplní otvorů jsou včetně vlivu rámů či nosných prvků tvořících tepelné mosty uvnitř výplně otvoru a nezahrnují 15 % přírůstek na nízkou tepelnou setrvačnost. Rámy těchto výplní otvorů musí mít součinitel prostupu tepla $U_f \leq 1,3 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, v případě kovových rámů $U_f \leq 1,8 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, jedná se o doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{rec,20}$ pro převažující návrhovou vnitřní teplotu 20 °C. Rámy otvorových výplní pro převažující návrhovou vnitřní teplotu 15 °C musí splnit doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{rec,15} = 1,9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ pro nekovové rámy a $U_{rec,15} = 2,6 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ pro kovové rámy.

Celková plocha měněných či repasovaných otvorových výplní je 840,3 m², z toho 836,2 m² oken a 4,1 m² dveří.

Opatření realizovaná z vlastních zdrojů nad rámec projektu: V rámci zpracované prováděcí projektové dokumentace byla nad rámec dotačně podporovaných aktivit navržena další energeticky úsporná opatření spočívající ve výměně tepelných izolací na rozvodech tepla v prvním podzemním podlaží, vedených zpravidla po konzolách pod stropem. Finanční prostředky na obnovu izolací nepatří do způsobitelných výdajů, neboť izolace rozvodů tepla nejsou podporovanou aktivitou, ale přínosy - tzn. potenciální energetické úspory - lze zahrnout do celkových přínosů projektu.

Nově izolované rozvody tepla a izolace na nich jsou popsány v samostatném výkresu projektové dokumentace s označením „Půdorys 1. PP - Výměna tepelných izolací“. Z popisu na výkresu vyplývá, že rozvody tepla v prvním podzemním podlaží budou nově izolovány novými izolačními pouzdry s obalem z AL folie, tloušťka izolací pro potrubí DN20 je 25 mm, pro DN25 a DN 32 je 30 mm, pro DN 40 a DN 50 je alternativně 30 mm nebo 40 mm a pro potrubí DN 65 je navrhována tloušťka izolace 60 mm. Izolace se týkají rozvodů v suterénních prostorech (1.PP) mimo kotelnu a tzv. tepelnou strojovnu, kde v rámci rekonstrukce realizované v roce 2013 již na rozvodech tepla nové izolace jsou. Před provedením nových tepelných izolací budou z potrubí demontovány stávající tepelné izolační vrstvy, potrubí budou očištěna, přebroušena a opatřena dvojitým syntetickým nátěrem.

V souvislosti s uvedeným návrhem izolací rozvodů je třeba ze strany zpracovatelů tohoto energetického posouzení konstatovat, že nově instalované izolace by měly splňovat požadavky platné vyhlášky č. 194/2017 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu, tzn. mimo jiné požadavky na tloušťky tepelné izolačních vrstev, jejich kvalitu (např. součinitel tepelné vodivosti) a provedení, tzn. např. izolace rozvodů včetně armatur.

Veškerá nově izolovaná potrubí jsou, jak vyplývá z výkresu, vedena vesměs vytápěnými prostory, v nichž jsou topná tělesa vybavena dynamickou regulací vytápění. Lze tedy předpokládat, že podstatná část tepla, uniklého z rozvodů přes stávající izolace, se ve velké míře uplatní v bilanci vytápění místností prvního podzemního podlaží a pouze menší část je odvětrávána do venkovního prostředí. Z tohoto důvodu nelze předpokládat, že nově provedené izolace budou mít v podmínkách skutečného provozu systémů ÚT významný vliv na výši spotřeby energie na vytápění.

Opatření na systémech TZB: Opatření na systémech TZB nejsou do projektu realizovaného s podporou prostředků z OPŽP zahrnuta, neboť hlavním tímto systémem je teplovodní ÚT, jehož zdrojem tepla je kotelná s dvěma stacionárními kotli VIESSMANN VITOPLEX 200 a 350 kW, které byly do kotelny v rámci celkové rekonstrukce instalovány v roce 2013. Společně s kotli byla s využitím EPC rekonstruována též tepelná strojovna, kde jsou nové rozvody tepla s kvalitními tepelnými izolacemi, oběhová čerpadla jsou v provedení s proměnlivými otáčkami, každá topná větev je vybavena ekvitermní regulací. Otopnou plochu vytápěcího systému tvoří ocelová topná tělesa nejčastěji deskového provedení, která jsou vybavena regulačními armaturami převážně s termoelektrickými hlaviciemi, pouze v prostorech, kde řízení dodávky tepla v čase nemá až takový význam (např. chodby, sociální zařízení, ...) jsou na armaturách instalovány termostatické hlavice. Též v systému přípravy a rozvodu teplé vody byla provedena změna, část elektrického ohřevu s nejvýznamnějšími odběry TV byla nahrazena plynovým nepřímotopným ohřevem v zásobníku, k němuž byl připojen distribuční okruh s cirkulací. Z hlediska zdroje tepla i regulačního systému jako celku se jedná o zařízení splňující požadavky na úspornost a není ekonomicky odůvodnitelné navrhovat další změny. V návaznosti na opatření na konstrukcích venkovního pláště budovy musí být provedeno hydraulické vyregulování otopné soustavy.

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	464,23	MWh/r	381,71	MWh/r	82,52	MWh/r
Náklady	477,04	tis. Kč/r	415,89	tis. Kč/r	61,16	tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	54,89	MWh/r	45,87	MWh/r	9,02	MWh/r
Vytápění	349,91	MWh/r	276,41	MWh/r	73,50	MWh/r
Chlazení	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Větrání	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Úprava vlhkosti	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r	0,00	MWh/r
Příprava TV	18,04	MWh/r	18,04	MWh/r	0,00	MWh/r
Osvětlení	15,59	MWh/r	15,59	MWh/r	0,00	MWh/r
Technologie	25,80	MWh/r	25,80	MWh/r	0,00	MWh/r

3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektrina	49,34	MWh	48,81	MWh	0,53	MWh
SZTE	0	MWh	0	MWh	0	MWh
ZP	414,90	MWh	332,90	MWh	81,99	MWh
LTO/TTO	0	MWh	0	MWh	0	MWh
Uhlí	0	MWh	0	MWh	0	MWh
OZE	0	MWh	0	MWh	0	MWh
Ostatní	0	MWh	0	MWh	0	MWh

4. Investiční náklady na realizaci úsporných opatření (%)

Náklady při výrobě energie

OZE 0

KVET 0

Ostatní 0

Náklady při distribuci energie

Rozvody tepla 0

Ostatní 0

Náklady při spotřebě energie (%)

Budovy - úprava obálky 100

Technologie 0

Budovy - technické systémy 0

Ostatní 0

5. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	20	Roků	diskontní míra	4,0	%
reálná doba návratnosti	>20	Roků	investiční náklady	12 793,70	tis. Kč
IRR ₂₀	- 16,30	%	cash flow	61,16	tis. Kč/r
rok realizace	2019 - 2020		NPV ₂₀	- 11 962,54	tis. Kč

6. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	Stávající stav				Navrhovaný stav				Efekt			
	Energie celkem		Energie bez tech a ostatní spotřeby		Energie celkem		Energie bez tech. a ostatní spotřeby		Energie celkem		Energie bez tech. a ostatní spotřeby	
Tuhé látky	0,003	t/r	0,002	t/r	0,003	t/r	0,002	t/r	0,000	t/r	0,000	t/r
PM ₁₀	0,002	t/r	0,001	t/r	0,002	t/r	0,001	t/r	0,000	t/r	0,000	t/r
PM _{2,5}	0,002	t/r	0,002	t/r	0,002	t/r	0,002	t/r	0,000	t/r	0,000	t/r
SO ₂	0,042	t/r	0,020	t/r	0,041	t/r	0,019	t/r	0,001	t/r	0,001	t/r
NO _x	0,085	t/r	0,070	t/r	0,074	t/r	0,059	t/r	0,011	t/r	0,011	t/r
NH ₃	0,000	t/r	0,000	t/r	0,000	t/r	0,000	t/r	0,000	t/r	0,000	t/r
VOC	0,003	t/r	0,003	t/r	0,002	t/r	0,002	t/r	0,001	t/r	0,001	t/r
CO ₂	132,655	t/r	106,601	t/r	115,770	t/r	89,716	t/r	16,885	t/r	16,885	t/r

5. Část - Výsledky posouzení proveditelnosti návrhu podle stanovených kritérií

1. Proveditelnost podle energetických kritérií

Úspora celkové energie > 10 %, SPLNĚNO

2. Proveditelnost podle ekologických kritérií

Úspora CO₂ > 10 %, SPLNĚNO

3. Proveditelnost podle ekonomických kritérií

Nehodnoceno

3. Proveditelnost podle technických a ostatních kritérií

Upravované konstrukce s výjimkou dveří, střešních oken a světlíků (na něž je žádána podpora) musí plnit $0,90 \times U_{\text{rec}}$ (W/m².K). SPLNĚNO

Součinitelé prostupu tepla dveří, střešních oken a světlíků, na něž je žádána podpora, musí splnit požadavek $U_{\text{konstr.upr.}} \leq U_{\text{rec}}$, tzn. $\leq 1,20$ W/(m².K) pro prostory za konstrukcí s převládající návrhovou vnitřní teplotou θ_{in} v intervalu 18 °C až 22 °C. SPLNĚNO

6. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno (jména) a přímení

Jaromír DŽBÁNEK
Vladislav Schmidt

Titul

Ing.

2. Číslo oprávnění v seznamu energetických specialistů

Neuvádí se

3. Datum vydání oprávnění

Neuvádí se

5. Podpis



6. Datum

12. listopadu 2018

12 PŘÍLOHOVÁ ČÁST

- 1) Kopie dokladu o vydání oprávnění.
- 2) Výpočet tepelných ztrát objektu a potřeby tepla na vytápění (bilanční)
- 3) Citlivostní analýza ekonomického vyhodnocení
- 4) Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy.

12.1 Příloha č. 1 - Soulad projektu s požadavky OPŽP

Obecná kritéria přijatelnosti:

a) Projekty zaměřené na celkové nebo dílčí energetické renovace veřejných budov, včetně projektů realizovaných s využitím EPC

1. Nejsou podporována opatření realizovaná na zchátralých dlouhodobě nevyužívaných objektech. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
2. Nebudou podporována opatření realizovaná na novostavbách, přístavbách a nástavbách. Omezení se netýká půdních vestaveb, kde nedochází k rozšíření stávajícího obestavěného prostoru. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
3. Po realizaci projektu musí budova plnit minimálně parametry energetické náročnosti definované § 6 odst. 2 písm. a) nebo b) vyhlášky č.78/2013 Sb., o energetické náročnosti. Tento požadavek se netýká památkově chráněných budov v souladu s § 7 odst. 5 zákona č. 406/2000 Sb. ve znění pozdějších předpisů. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
4. Pokud je jedním z opatření projektu zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy sloužící pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, musí být v rámci projektu navržen systém větrání v souladu s vyhláškou č.410/2005 Sb., o hygienických požadavcích na prostory a provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů a v souladu s Metodickým pokynem pro návrh větrání škol, zveřejněným na <http://www.opzp.cz/vyzvy/100-vyzva/dokumenty>. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
5. Pokud je jedním z opatření projektu instalace fotovoltaického systému, maximální možný instalovaný výkon tohoto systému může být 30 kW_p a musí být umístěn pouze na střešní

- konstrukci nebo na obvodové zdi jedné budovy, spojené se zemí pevným základem a evidované v katastru nemovitostí. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
6. Maximální navrhovaná roční výroba elektřiny z fotovoltaického systému musí odpovídat roční spotřebě elektřiny v budově. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 7. V případě realizace fotovoltaických systémů budou podporovány pouze krystalické FV moduly s účinností nejméně 14 % a tenkovrstvé FV moduly s účinností nejméně 10 % (při standardních testovacích podmínkách). Účinnost je vztažena k celkové ploše FV modulu. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 8. V případě realizace fotovoltaických systémů musí hodnota využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu dosahovat min. 750 hod./rok. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 9. Podpora na výměnu zdroje tepla je určena pouze pro budovy, kde je výroba tepla realizována zdrojem využívajícím fosilní paliva nebo elektrickou energii. Toto omezení se netýká fototerminických solárních systémů. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 10. V případě náhrady stávajícího kotle na zemní plyn budou podporovány pouze projekty, kdy staří původního zdroje, v době podání žádosti, nebude kratší než 10 let, přičemž nebude umožněn přechod na spalování biomasy. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 11. V případě, že jsou v budově využívána pro vytápění nebo přípravu teplé vody tuhá nebo kapalná fosilní paliva, musí dojít k náhradě tohoto zdroje za kotel na biomasu, tepelné čerpadlo, kondenzační kotel na zemní plyn, fototerminický solární systém nebo zařízení pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla využívající obnovitelné zdroje nebo zemní plyn. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 12. Po realizaci projektu musí dojít k úspoře celkové energie min. o 20 % oproti původnímu stavu, u památkově chráněných budov min. o 10 %. Do celkové energie nemusí být započítána spotřeba energie na technologické a ostatní procesy. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 13. Realizací projektu musí dojít k min. úspoře 20 % emisí CO₂ oproti původnímu stavu, u památkově chráněných budov 10 %. Při výpočtu emisí je uvažováno s celkovou energií bez spotřeby energie na technologické a ostatní procesy. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 14. V případě realizace zdroje tepla na vytápění musí dojít min. k úspoře 30 % emisí CO₂ oproti původnímu stavu, pokud dochází ke změně paliva. Při výpočtu emisí je uvažováno s celkovou energií bez spotřeby energie na technologické a ostatní procesy. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
 15. Pokud je to technicky možné, musí realizací projektu dojít k úspoře emisí TZL a NO_x. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)

16. Nebude podporována výměna zdroje na vytápění, kterou by došlo k úplnému odpojení od SZTE. V případě částečné náhrady dodávek energie ze SZTE, je možno projekt podpořit pouze se souhlasem vlastníka či provozovatele SZTE . SZTE, tj. Soustavou zásobování tepelnou energií se rozumí soustava tvořená vzájemně propojeným zdrojem nebo zdroji tepelné energie a rozvodným tepelným zařízením sloužící pro dodávky tepelné energie pro vytápění, chlazení, ohřev teplé vody a technologické procesy, je-li provozována na základě licence na výrobu tepelné energie a licence na rozvod tepelné energie; soustava zásobování tepelnou energií je zřizována a provozována ve veřejném zájmu. Toto omezení se netýká fototermických solárních systémů. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
17. V případě realizace elektrických tepelných čerpadel jsou podporována čerpadla, která splňují parametry definované nařízením Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů (požadavky od 26. 9. 2017). (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
18. V případě realizace plynových tepelných čerpadel jsou podporována čerpadla, která splňují parametry definované nařízením Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů (požadavky od 26. 9. 2018). (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
19. V případě realizace solárních termických soustav budou podporována pouze zařízení splňující požadavky ČSN EN ISO 9806 nebo ČSN EN 12975-2. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
20. V případě realizace solárních termických soustav budou podporovány pouze solární kolektory splňující minimální hodnotu účinnosti η_{sk} dle vyhlášky č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie za podmínky slunečního ozáření 1000 W/m^2 . (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
21. V případě realizace solárních termických soustav budou podporována pouze zařízení s měrným využitelným ziskem $q_{ss,u} \geq 350 \text{ (kWh.m}^{-2}.\text{rok}^{-1})$. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
22. V případě realizace kotle na zemní plyn budou podporovány pouze kondenzační plynové kotle plnící parametry nařízení Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohřivačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřivačů (požadavky od 26. 9. 2018). (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
23. V případě realizace kotle na biomasu budou podporovány pouze kotle splňující požadavky Nařízení komise č. 2015/1189 ze dne 28. dubna 2015, kterým se provádí

- směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokud jde o požadavky na ekodesign kotlů na tuhá paliva (požadavky od 1. 1. 2020). (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
24. V případě realizace jednotky pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla budou podporovány pouze technologie plnící parametry nařízení Komise (EU) č. 813/2013, kterým se provádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/E, pokud jde o požadavky na ekodesign ohříváčů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohříváčů (požadavky od 26. 9. 2018). (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
25. V případě realizace jednotky pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla budou podporovány projekty generující úsporu primární energie ve výši min. 10 % ve srovnání s referenčními údaji za oddělenou výrobu elektřiny a tepla. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
26. V případě realizace obnovitelného zdroje tepla nebo elektřiny bude zajištěno měření vyrobené energie z OZE. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
27. V případě středních spalovacích zdrojů znečišťování (celkový jmenovitý tepelný příkon 1 - 50 MW) nespádajících do působnosti směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/125/ES, budou podpořeny pouze projekty, zaručující splnění požadavků „Směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2015/2193 ze dne 25. listopadu 2015 o omezování emisí některých znečišťujících látek do ovzduší ze středních spalovacích zařízení“ (dále jen „Směrnice 2015/2193“). Bez ohledu na Směrnici 2015/2193 budou podpořeny pouze projekty zaručující splnění emisních limitů pro NO_x, SO₂ a CO pro rok 2018 ve vyhlášce č. 415/2012 Sb. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
28. V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být suchá účinnost zpětného získávání tepla (rekuperátoru) min. 65 % dle ČSN EN 308. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
29. V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být (u relevantních budov a místností) systém regulován dle množství CO₂ ve větraných místnostech prostřednictvím infračervených čidel tzv. IR senzorů. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
30. V rámci zpracovaného energetického posudku, jakožto povinné přílohy žádosti, musí být jednoznačně definována povinnost na vyregulování otopné soustavy a zavedení energetického managementu. Zároveň musí být v posudku obsaženo posouzení, zda je pro příslušné budovy v kombinaci s poskytnutím podpory možná aplikace projektu EPC, který by povinnost vyregulování otopné soustavy a zavedení energetického managementu zahrnoval. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)

12.2 Příloha č. 2 - Indikátory (parametry) pro hodnocení a monitorování projektu

Indikátory (parametry) pro hodnocení a monitorování projektu		
NÁZEV PROJEKTU		
Realizace úspor energie - Gymnázium Aloise Jiráka Litomyšl		
Indikátor (Parametr)	Jednotka	Hodnota
EKOLOGICKÉ PARAMETRY PROJEKTU		
Emise skleníkových plynů před realizací projektu	tun / rok	106,601
Emise skleníkových plynů po realizaci projektu	tun / rok	89,716
Snížení emisí skleníkových plynů	tun / rok	16,885
Snížení emisí skleníkových plynů	%	15,84
TECHNICKÉ PARAMETRY PROJEKTU		
Spotřeba energie před realizací projektu	GJ/rok	1578,35
Spotřeba energie po realizaci projektu	GJ/rok	1281,29
Snížení spotřeby energie	GJ/rok	297,060
Snížení spotřeby energie	%	18,82
Plocha zateplování obvodového pláště na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m ²	
Plocha měněných výplní na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m ²	808,1
Plocha zateplování plochých a šikmých střešních konstrukcí na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m ²	
Plocha zateplování konstrukcí k nevytápěným prostorům na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m ²	1 646,9
Plocha zateplování podlah na zemině na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m ²	
Průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný) - U _{em,N,rq} (vyplývající z EŠOB)	W / (m ² · K)	0,90
Průměrný součinitel prostupu tepla (dosažený) – U _{em} (vyplývající z EŠOB)	W / (m ² · K)	0,50
Energeticky vztáhná plocha objektu / budovy po realizaci projektu	m ²	5398,2
Typ objektu / budovy	-	Střední škola
Nově instalovaný výkon tepelný - OZE (včetně plynových TČ)	kW _t	
Nově instalovaný výkon tepelný - zdroje na zemní plyn (mimo plynových TČ)	kW _t	
Nově instalovaný výkon elektrický (pouze KVET)	kW _e	
Výroba tepla z obnovitelných zdrojů	GJ / rok	
Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů	GJ / rok	

Využití instalovaného výkonu (roční provoz) (bez solárního fototermtického systému)	hod / rok	
Využití instalovaného výkonu (roční provoz) solárního fototermtického systému	hod / rok	
Využití instalovaného výkonu (roční provoz) kogenerační jednotky	hod / rok	
Účinnost (Sezónní energetická účinnost)	%	89,00
Typ zdroje vytápění ve výchozím stavu	-	Plynová kotelna
Typ zdroje vytápění v navrhovaném stavu	-	
Typ zdroje pro výrobu elektrické energie	-	
Výkon vzduchotechnické jednotky (jednotek)	m ³ h ⁻¹	
Minimální účinnost vzduchotechnické jednotky (suchá účinnost ZZT bez vlivu kondenzace)	%	
Nově instalovaný (špičkový) výkon FV systému	kW _p	
Předpokládaná el. energie z FVS lokálně využitá ke krytí spotřeby el. energie	kWh	
Účinnost fotovoltaických modulů	%	
Roční úspora energie dosažená realizací dalších opatření navržených v energetickém posudku	GJ / rok	
EKONOMICKÉ PARAMETRY PROJEKTU		
NPV – čistá současná hodnota	tis. Kč	-11 962,540
Reálná doba návratnosti	roky	>30
ÚSPORA CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE PO TECHNICKÝCH CELCÍCH		
Vytápění	MWh / rok	82,520
Chlazení	MWh / rok	
Větrání	MWh / rok	
Úprava vlhkosti	MWh / rok	
Příprava TV	MWh / rok	
Osvětlení	MWh / rok	
Technologie	MWh / rok	
ÚSPORA CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE PODLE ENERGO NOSITELŮ		
Elektřina	MWh / rok	0,530
SZTE	MWh / rok	
ZP	MWh / rok	81,990
LTO/TTO	MWh / rok	
Uhlí	MWh / rok	
OZE	MWh / rok	
Ostatní	MWh / rok	

12.3 Další přílohy energetického posouzení

- 1) Výpočet tepelných ztrát objektu a potřeby tepla na vytápění (bilanční)
- 2) Citlivostní analýza ekonomického vyhodnocení
- 3) Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy pro výchozí a návrhový stav

Vyhodnocení tepelné ztráty prostupem tepla (A)

Základní řešení

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráka

Lokalita: Litomyšl

Tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	korekční činitel	teplotní korekční činitel	součinitel prostupu tepla	korekční součinitel prostupu tepla	korigovaný součinitel prostupu tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem
	A	θ_{int}	e_k	B_u	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	$H_{T,ie}$	$\Phi_{T,ie}$
	[m ²]	[°C]	[-]	[-]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/K]	[W]
Obvodový plášť neprůsvitný									
Stavební části celkem	3113,6	18,0						4617,9	152423
z toho: CP tl. 450 mm	177,0	18,0	1,0	1,00	1,53	0,00	1,53	270,8	8944
CP tl. 500 mm	32,3	15,0	1,0	1,00	1,42	0,00	1,42	45,9	1376
CP tl. 600 mm	2309,9	18,2	1,0	1,00	1,24	0,00	1,24	2864,3	95013
CP tl. 650 mm	64,0	17,5	1,0	1,00	1,17	0,00	1,17	74,9	2434
CP tl. 800 mm	529,4	17,5	1,0	1,00	1,00	0,00	1,00	529,4	17222
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Tepelné vazby	1,0	17,9	1,0	1,00	832,70	0,00	832,70	832,7	27435
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Střecha, strop									
Stavební části celkem	1871,5	18,1						2582,2	85396
z toho: strop pod nevytápěnou půdou (Z1, Z5)	674,9	15,0	1,0	1,00	1,38	0,00	1,38	931,4	27941
strop pod nevytápěnou půdou (Z2, Z4)	859,1	20,0	1,0	1,00	1,38	0,00	1,38	1185,6	41495
strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z1)	21,5	15,0	1,0	1,00	1,38	0,00	1,38	29,7	890
strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z4)	290,4	20,0	1,0	1,00	1,38	0,00	1,38	400,8	14026
střecha nad 1. PP (Z1)	25,6	15,0	1,0	1,00	1,36	0,00	1,36	34,8	1044
střešní konstrukce ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Podlaha nad venkovním prostorem									
Stavební části celkem	0,0	0,0						0,0	0
z toho: ochlazovaný podhled ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
ochlazovaný podhled ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Otvorové výplně									
Stavební části celkem	857,3	18,7						1906,2	73290
z toho: Okna	818,1	18,8	1,0	1,00	2,14	0,00	2,14	1751,1	67844
Dveře	27,2	16,1	1,0	1,00	3,49	0,34	3,83	104,2	3689
Prosklené stěny neotevřené (pevné)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Skleněné tvárnice	12,0	15,0	1,0	1,00	4,24	0,00	4,24	50,9	1756
Výplně z polykarbonátu otevíravé	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Výplně z polykarbonátu pevné	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Světelníky, střední okna	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Jiné výplně	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí celkem								9106,3	311109

Pozn.: hodnoty U_k resp. U_w pro výplně otvorů jsou uvedeny bez 15 % přírážky na nízkou tepelnou setrvačnost, pro výplně otvorů se při výpočtu měrné tepelné ztráty neuplatňuje zvýšení činitele b o 15 %

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	teplotní korekční činitel	součinitel prostupu tepla	korekční součinitel prostupu tepla	korigovaný součinitel prostupu tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem
	A	θ_{int}	B_u	U_k	ΔU_{tb}	$U_{kc} = U_k + \Delta U_{tb}$	$H_{T,ie}$	$\Phi_{T,ie}$
	[m ²]	[°C]	[-]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/K]	[W]
Obvodový plášť neprůsvitný								
Stavební části celkem	112,9	16,7					150,0	4736
z toho: CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z1, Z5)	40,4	15,0	1,00	1,24	0,00	1,24	-	50,1
CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z4)	37,9	20,0	1,00	1,24	0,00	1,24	-	47,0
CP tl. 450 mm k nevytápěné půdě (Z5)	34,6	15,0	1,00	1,53	0,00	1,53	-	52,9
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
Otvorové výplně								
Stavební části celkem	2,0	15,0					13,7	411
z toho: Okna	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0
Dveře	2,0	15,0	1,00	6,85	-	-	#DIV/0!	13,7
Prosklené stěny neotevřené (pevné)	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0
Skleněné tvárnice	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0
Výplně z polykarbonátu otevíravé	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0
Výplně z polykarbonátu pevné	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0
Světelníky	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0
Jiné výplně	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0
Podlahová konstrukce								
Stavební části celkem	0,0	0,0					0,0	0
z toho: konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem celkem								163,7
								5147

Vyhodnocení tepelné ztráty prostupem tepla (B)

Základní řešení

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráka

Lokalita: Litomyšl

Tepelné ztráty do přilehlé zeminy

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	součinitel prostupu tepla	korekční součinitel		korekční činitel	charakteristický parametr	ekvivalentní součinitel prostupu tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem	souč. TZ prostupem pro výpočet
	A [m ²]	θ _{int} [°C]	U _k [W/m ² .K]	F _{g1} [-]	F _{g2} [-]	G _w [-]	B' [-]	U _{equiv,bf} [W/m ² .K]	H _{T,ie} [W/K]	Φ _{T,ie} [W]	U _{em} H _{T,ie} [W/K]
Podlahová konstrukce											
Stavební částí celkem	1882,3	17,2							777,8	15720	1267,5
z toho: podlaha na zemině (Z1)	713,3	15,0	3,80	1,45	0,39	1,0	10,0	0,47	335,3	5639	598,0
podlaha na zemině (Z2)	241,7	20,0	3,80	1,45	0,47	1,0	20,0	0,28	67,7	1629	98,4
podlaha na zemině (Z3)	182,9	20,0	3,55	1,45	0,47	1,0	8,0	0,55	100,6	2421	146,3
podlaha na zemině (Z4)	415,9	20,0	2,86	1,45	0,47	1,0	10,0	0,47	195,5	4705	284,2
podlaha na zemině (Z5)	328,5	15,0	1,32	1,45	0,39	1,0	14,0	0,24	78,8	1326	140,6
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0	0,0
Svislé stěny											
Stavební částí celkem	260,6	17,3							177,2	3576	289,0
z toho: CP tl. 800 mm k zemině (Z1)	139,8	15,0	1,01	1,45	0,39	1,0	-	0,68	95,1	1599	169,6
CP tl. 800 mm k zemině (Z2, Z4)	101,5	20,0	1,01	1,45	0,47	1,0	-	0,68	69,0	1661	100,4
CP tl. 900 mm k zemině (Z2)	19,3	20,0	0,92	1,45	0,47	1,0	-	0,68	13,1	316	19,1
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0	0,0
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0	0,0
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0	0,0
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy celkem									955,0	19297	1556,5

Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	součinitel prostupu tepla	redukční teplotní činitel	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem
	A [m ²]	θ _{int} [°C]	U _k [W/m ² .K]	f _{ij} [-]	H _{T,ie} [W/K]	Φ _{T,ie} [W]
Svislé stěny						
Stavební částí celkem	0,0		0,0		0,0	0
z toho: obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
Podlahová konstrukce						
Stavební částí celkem	0,0		0,0		0,0	0
z toho: konstrukce podlahy ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
Stropní konstrukce						
Stavební částí celkem	0,0		0,0		0,0	0
z toho: konstrukce stropu ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce stropu ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce stropu ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů celkem					0,0	0
Tepelné ztráty prostupem tepla celkem					10225,1	335553
						10826,5

Vyhodnocení tepelné ztráty prostupem tepla (A)

Varianta 1

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráka

Lokalita: Litomyšl

Tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	korekční činitel	teplotní korekční činitel	součinitel prostupu tepla	korekční součinitel prostupu tepla	korigovaný součinitel prostupu tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem
	A	θ_{int}	e_k	B_u	U_k	ΔU_{tb}	U_{kc}	HT_{ie}	$\Phi_{T,ie}$
	[m ²]	[°C]	[-]	[-]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/K]	[W]
Obvodový plášť neprůsvitný									
Stavební části celkem	3113,6	18,0						4617,9	152423
z toho: CP tl. 450 mm	177,0	18,0	1,0	1,00	1,53	0,00	1,53	270,8	8944
CP tl. 500 mm	32,3	15,0	1,0	1,00	1,42	0,00	1,42	45,9	1376
CP tl. 600 mm	2309,9	18,2	1,0	1,00	1,24	0,00	1,24	2864,3	95013
CP tl. 650 mm	64,0	17,5	1,0	1,00	1,17	0,00	1,17	74,9	2434
CP tl. 800 mm	529,4	17,5	1,0	1,00	1,00	0,00	1,00	529,4	17222
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Tepelné vazby	1,0	17,9	1,0	1,00	832,70	0,00	832,70	832,7	27435
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Střecha, strop									
Stavební části celkem	1871,5	18,1						710,7	24011
z toho: strop pod nevytápěnou půdou (Z1, Z5)	674,9	15,0	1,0	1,00	0,16	0,00	0,16	108,0	3240
strop pod nevytápěnou půdou (Z2, Z4)	859,1	20,0	1,0	1,00	0,16	0,00	0,16	137,5	4811
strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z1)	21,5	15,0	1,0	1,00	1,38	0,00	1,38	29,7	890
strop pod nevytápěnou půdou bez zateplení (Z4)	290,4	20,0	1,0	1,00	1,38	0,00	1,38	400,8	14026
střecha nad 1. PP (Z1)	25,6	15,0	1,0	1,00	1,36	0,00	1,36	34,8	1044
střešní konstrukce ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Podlaha nad venkovním prostorem									
Stavební části celkem	0,0	0,0						0,0	0
z toho: ochlazovaný podhled ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
ochlazovaný podhled ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Otvorové výplně									
Pozn.: hodnoty U_k resp. U_w pro výplně otvorů jsou uvedeny bez 15 % přírážky na nízkou tepelnou setrvačnost, pro výplně otvorů se při výpočtu měrné tepelné ztráty neuplatňuje zvýšení činitele b o 15 %									
Stavební části celkem	857,3	18,7						1020,8	39115
z toho: Okna	818,1	18,8	1,0	1,00	1,06	0,00	1,06	870,5	33837
Dveře	27,2	16,1	1,0	1,00	3,32	0,34	3,65	99,4	3523
Prosklené stěny neotevřavé (pevné)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Skleněné tvárnice	12,0	15,0	1,0	1,00	4,24	0,00	4,24	50,9	1756
Výplně z polykarbonátu otevíravé	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Výplně z polykarbonátu pevné	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Světliky, střední okna	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Jiné výplně	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí celkem								6349,4	215550

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	teplotní korekční činitel	součinitel prostupu tepla	korekční součinitel prostupu tepla	korigovaný součinitel prostupu tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem
	A [m ²]	θ _{int} [°C]	B _u [-]	U _k [W/m ² .K]	ΔU _{tb} [W/m ² .K]	U _{kc} = U _k + ΔU _{tb} [W/m ² .K]	HT _{ie} [W/K]	Φ _{T,ie} [W]
Obvodový plášť neprůsvitný								
Stavební části celkem	112,9	16,7					21,8	690
z toho: CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z1, Z5)	40,4	15,0	1,00	0,19	0,00	0,19	7,7	230
CP tl. 600 mm k nevytápěné půdě (Z4)	37,9	20,0	1,00	0,19	0,00	0,19	7,2	252
CP tl. 450 mm k nevytápěné půdě (Z5)	34,6	15,0	1,00	0,20	0,00	0,20	6,9	208
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Otvorové výplně								
Pozn.: hodnoty U _k resp. U _w pro výplně otvorů jsou uvedeny bez 15 % přírážky na nízkou tepelnou setrvačnost								
Stavební části celkem	2,0	15,0					3,4	102
z toho: Okna	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Dveře	2,0	15,0	1,00	1,70	-	-	#DIV/0!	3,4
Prosklené stěny neotevřavé (pevné)	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Skleněné tvárnice	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Výplně z polykarbonátu otevíravé	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Výplně z polykarbonátu pevné	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Světliky	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Jiné výplně	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Podlahová konstrukce								
Stavební části celkem	0,0	0,0					0,0	0
z toho: konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem celkem								25,2
								792

Vyhodnocení tepelné ztráty prostupem tepla (B)

Varianta 1

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráka

Lokalita: Litomyšl

Tepelné ztráty do přilehlé zeminy

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	součinitel prostupu tepla	korekční součinitel		korekční činitel	charakteristický parametr	ekvivalentní součinitel prostupu tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem	souč. TZ prostupem pro výpočet
	A [m ²]	θ _{int} [°C]	U _k [W/m ² .K]	F _{g1} [-]	F _{g2} [-]	G _w [-]	B' [-]	U _{equiv,bf} [W/m ² .K]	HT,ie [W/K]	Φ _{T,ie} [W]	U _{em} HT,ie [W/K]
Podlahová konstrukce											
Stavební částí celkem	1882,3	17,2							777,8	15720	1267,5
z toho: podlaha na zemině (Z1)	713,3	15,0	3,80	1,45	0,39	1,0	10,0	0,47	335,3	5639	598,0
podlaha na zemině (Z2)	241,7	20,0	3,80	1,45	0,47	1,0	20,0	0,28	67,7	1629	98,4
podlaha na zemině (Z3)	182,9	20,0	3,55	1,45	0,47	1,0	8,0	0,55	100,6	2421	146,3
podlaha na zemině (Z4)	415,9	20,0	2,86	1,45	0,47	1,0	10,0	0,47	195,5	4705	284,2
podlaha na zemině (Z5)	328,5	15,0	1,32	1,45	0,39	1,0	14,0	0,24	78,8	1326	140,6
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0	0,0
Svislé stěny											
Stavební částí celkem	260,6	17,3							177,2	3576	289,0
z toho: CP tl. 800 mm k zemině (Z1)	139,8	15,0	1,01	1,45	0,39	1,0	-	0,68	95,1	1599	169,6
CP tl. 800 mm k zemině (Z2, Z4)	101,5	20,0	1,01	1,45	0,47	1,0	-	0,68	69,0	1661	100,4
CP tl. 900 mm k zemině (Z2)	19,3	20,0	0,92	1,45	0,47	1,0	-	0,68	13,1	316	19,1
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0	0,0
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0	0,0
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0	0,0
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy celkem									955,0	19297	1556,5

Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	součinitel prostupu tepla	redukční teplotní činitel	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem
	A [m ²]	θ _{int} [°C]	U _k [W/m ² .K]	f _{ij} [-]	HT,ie [W/K]	Φ _{T,ie} [W]
Svislé stěny						
Stavební částí celkem	0,0		0,0		0,0	0
z toho: obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0		0,00	0,00	0
Podlahová konstrukce						
Stavební částí celkem	0,0		0,0		0,0	0
z toho: konstrukce podlahy ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
Stropní konstrukce						
Stavební částí celkem	0,0		0,0		0,0	0
z toho: konstrukce stropu ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce stropu ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
konstrukce stropu ...	0,0	0,0		0,00	0,00	0
Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů celkem					0,0	0
Tepelné ztráty prostupem tepla celkem					7329,7	235638
						7931,1

Vyhodnocení tepelné ztráty větráním (A1)

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráka	Lokalita: Litomyšl
----------------------------------	--------------------

Návrhová tepelná ztráta větráním (Přirozené větrání)

5 zón

Zóna 1 (Komunikační prostory, sklady, kotelnice) (i = 1)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem V_i [m ³]	6188,8	6188,8	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota θ_e [°C]	-15	-15	0	0	0
	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{v,i}$ [°C]	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu $n_{min,i}$ [h ⁻¹]	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m ³ /h]	928,3	928,3	0,0	0,0	0,0
Množství vzduchu infiltrací	Nechráněné otvory [na jedn.]	2	2	0	0	0
	Intenzita výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa [h ⁻¹]	3,50	1,00	0,00	0,00	0,00
	Činitel zatloučení e [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel ξ	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m ³ /h]	1299,7	371,3	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V' = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m ³ /h]	1299,7	928,3	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	441,9	315,6	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	13257	9469	0	0	0
Zóna 2 (Sociální zařízení, šatny) (i = 2)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem V_i [m ³]	1207,5	1207,5	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota θ_e [°C]	-15	-15	0	0	0
	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{v,i}$ [°C]	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0
	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu $n_{min,i}$ [h ⁻¹]	1,50	1,50	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m ³ /h]	1811,3	1811,3	0,0	0,0	0,0
Množství vzduchu infiltrací	Nechráněné otvory [na jedn.]	2	2	0	0	0
	Intenzita výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa [h ⁻¹]	3,50	1,00	0,00	0,00	0,00
	Činitel zatloučení e [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel ξ	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m ³ /h]	253,6	72,5	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V' = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m ³ /h]	1811,3	1811,3	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	615,8	615,8	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	21555	21555	0	0	0
Zóna 3 (Byt školníka) (i = 3)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem V_i [m ³]	497,4	497,4	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota θ_e [°C]	-15	-15	0	0	0
	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{v,i}$ [°C]	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0
	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu $n_{min,i}$ [h ⁻¹]	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m ³ /h]	248,7	248,7	0,0	0,0	0,0
Množství vzduchu infiltrací	Nechráněné otvory [na jedn.]	2	2	0	0	0
	Intenzita výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa [h ⁻¹]	3,50	1,00	0,00	0,00	0,00
	Činitel zatloučení e [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel ξ	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m ³ /h]	104,5	29,8	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V' = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m ³ /h]	248,7	248,7	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	84,6	84,6	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	2960	2960	0	0	0
Zóna 4 (Učebny, dílny, kanceláře) (i = 4)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem V_i [m ³]	8609,0	8609,0	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota θ_e [°C]	-15	-15	0	0	0
	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{v,i}$ [°C]	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0
	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu $n_{min,i}$ [h ⁻¹]	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m ³ /h]	8609,0	8609,0	0,0	0,0	0,0
Množství vzduchu infiltrací	Nechráněné otvory [na jedn.]	2	2	0	0	0
	Intenzita výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa [h ⁻¹]	3,50	1,00	0,00	0,00	0,00
	Činitel zatloučení e [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel ξ	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m ³ /h]	1807,9	516,5	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V' = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m ³ /h]	8609,0	8609,0	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	2927,1	2927,1	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	102447	102447	0	0	0
Zóna 5 (Tělocvična, posilovna) (i = 5)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem V_i [m ³]	1161,7	1161,7	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota θ_e [°C]	-15	-15	0	0	0
	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{v,i}$ [°C]	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0
	Nejmenší hygienická intenzita výměny vzduchu $n_{min,i}$ [h ⁻¹]	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m ³ /h]	1161,7	1161,7	0,0	0,0	0,0
Množství vzduchu infiltrací	Nechráněné otvory [na jedn.]	2	2	0	0	0
	Intenzita výměny vzduchu n_{50} při 50 Pa [h ⁻¹]	3,50	1,00	0,00	0,00	0,00
	Činitel zatloučení e [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel ξ	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m ³ /h]	244,0	69,7	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V' = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m ³ /h]	1161,7	1161,7	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	395,0	395,0	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	11850	11850	0	0	0

Souhrnný přehled tepelných ztrát prostupem tepla a větráním - model a variantní řešení

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráska	Lokalita: Litomyšl
-----------------------------------	--------------------

	plocha konstrukce	Základní řešení			Varianta 1			Varianta 2			Varianta 3			Varianta 4		
		součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem a větráním	průměrná hodnota souč. prost. tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem a větráním	průměrná hodnota souč. prost. tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem a větráním	průměrná hodnota souč. prost. tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem a větráním	průměrná hodnota souč. prost. tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem a větráním	průměrná hodnota souč. prost. tepla
		Ht [W/K]	ΦT, Φv [W]	Ukc [W/m2.K]	Ht [W/K]	ΦT, Φv [W]	Uk [W/m2.K]	Ht [W/K]	ΦT, Φv [W]	Uk [W/m2.K]	Ht [W/K]	ΦT, Φv [W]	Ukc [W/m2.K]	Ht [W/K]	ΦT, Φv [W]	Ukc [W/m2.K]
Tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy																
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí celkem	5842,4	9106,3	311109	1,56	6349,4	215550	1,09	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
z toho:																
obvodový plášť neprůsvitný	3113,6	4617,9	152423	1,48	4617,9	152423	1,48	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
střecha, strop	1871,5	2582,2	85396	1,38	710,7	24011	0,38	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
podlaha nad venkovním prostorem	0,0	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
otvorové výplně	857,3	1906,2	73290	2,22	1020,8	39115	1,19	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem																
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem celkem	114,9	163,7	5147	1,42	25,2	792	0,22	3,4	102	0,03	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
z toho:																
obvodový plášť neprůsvitný	112,9	150,0	4736	1,33	21,8	690	0,19	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
otvorové výplně	2,0	13,7	411	6,85	3,4	102	1,70	3,4	102	1,70	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
podlahová konstrukce	0,0	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy																
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy celkem	2142,9	955,0	19297	0,45	955,0	19297	0,45	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
z toho:																
podlahová konstrukce	1882,3	777,8	15720	0,41	777,8	15720	0,41	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
svísle stěny	260,6	177,2	3576	0,68	177,2	3576	0,68	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů																
Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů celkem	0,0	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
z toho:																
svísle stěny	0,0	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
podlahová konstrukce	0,0	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
stropní konstrukce	0,0	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
Tepelné ztráty prostupem tepla celkem	8100,2	10225,1	335553	1,26	7329,7	235638	0,90	3,4	102	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
Tepelné ztráty větráním (Přirozené větrání)																
Objem Vi [m3]			17664,6			17664,6			0,0			0,0			0,0	
Výpočtová venkovní teplota θe [°C]			-15			-15			0			0			0	
Návrhová tepelná ztráta větráním Φv,i [W]			152068			148280			0			0			0	
Tepelné ztráty větráním (Nucené větrání)																
Objem Vi [m3]			0,0			0			0,0			0,0			0,0	
Výpočtová venkovní teplota θe [°C]			0			0			0			0			0	
Návrhová tepelná ztráta větráním Φv,i [W]			0			0			0			0			0	
Celkové tepelné ztráty																
Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla ΦT [W]			335553	68,8%		235638	61,4%		102	100,0%		0	0,0%		0	0,0%
Návrhová tepelná ztráta větráním Φv [W]			152068	31,2%		148280	38,6%		0	0,0%		0	0,0%		0	0,0%
Celková návrhová tepelná ztráta Φi [W]			487620	100,0%		383918	100,0%		102	100,0%		0	0,0%		0	0,0%
Výškový korekční činitel fh,i			1,00			1,00			0,00			0,00			0,00	
Korigovaná celková návrhová tepelná ztráta Φi [W]			487620			383918			0			0			0	
Celková návrhová tepelná ztráta Φi [%]			100,0%	-		78,7%			0,0%	-		0,0%	-		0,0%	-

Spotřeba tepla na větrání - zónový výpočet

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráska

Lokalita: Litomyšl

Přirozené větrání

Popis zóny		Topné období			Základní řešení								Potřeba tepla na větrání
		Střední teplota v TO	Výpočtová venkovní teplota	Počet dní v TO	Výpočtová vnitřní teplota	Doba provozu během dne	Součinitel nesoučas.	Součinitel zvýšení θ_i	Součinitel vlivu regulace	Vliv režimu vytápění	Celkový součinitel	Tepelná ztráta větráním	
		θ_{es} [°C]	θ_e [°C]	n [1]	θ_i [°C]	τ [%]	f1 [-]	f2 [-]	f3 [-]	f4 [-]	f _c [-]	Φ_t [W]	
Zóna 1	Komunikační prostory, sklady, kotelna	3,4	-15	248	15,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	13257	29,3
Zóna 2	Sociální zařízení, šatny	3,4	-15	248	20,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	21555	58,4
Zóna 3	Byt školníka	3,4	-15	248	20,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	2960	8,0
Zóna 4	Učebny, dílny, kanceláře	3,4	-15	248	20,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	102447	277,4
Zóna 5	Tělocvična, posilovna	3,4	-15	248	15,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	11850	26,2
Zóna 6		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 7		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 8		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 9		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 10		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Celkem		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	152068	399,3
Korigovaná návrhová tepelná ztráta větráním		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	152068	399,3

Spotřeba tepla na větrání - zónový výpočet

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráska

Lokalita: Litomyšl

Přirozené větrání

Popis zóny		Topné období			Varianta 1								
		Střední teplota v TO	Výpočtová venkovní teplota	Počet dní v TO	Výpočtová vnitřní teplota	Doba provozu během dne	Součinitel nesoučas. f1	Součinitel zvýšení θ_i f2	Součinitel vlivu regulace f3	Vliv režimu vytápění f4	Celkový součinitel fc	Tepelná ztráta větráním Φ_t	Potřeba tepla na větrání Qztr
θ_{es} [°C]	θ_e [°C]	n [1]	θ_i [°C]	τ [%]	f1 [-]	f2 [-]	f3 [-]	f4 [-]	fc [-]	Φ_t [W]	Qztr [-]		
Zóna 1	Komunikační prostory, sklady, kotelna	3,4	-15	248	15,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	9469	20,9
Zóna 2	Sociální zařízení, šatny	3,4	-15	248	20,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	21555	58,4
Zóna 3	Byt školníka	3,4	-15	248	20,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	2960	8,0
Zóna 4	Učebny, dílny, kanceláře	3,4	-15	248	20,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	102447	277,4
Zóna 5	Tělocvična, posilovna	3,4	-15	248	15,0	1,00	0,80	1,00	0,85	0,39	0,27	11850	26,2
Zóna 6		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 7		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 8		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 9		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Zóna 10		0	0	0	0,0	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
Celkem		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	148280	390,9
Korigovaná návrhová tepelná ztráta větráním		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	148280	390,9

Potřeba tepla pro základní řešení

Projekt: Gymnázium Aloise Jiráska	Lokalita: Litomyšl
-----------------------------------	--------------------

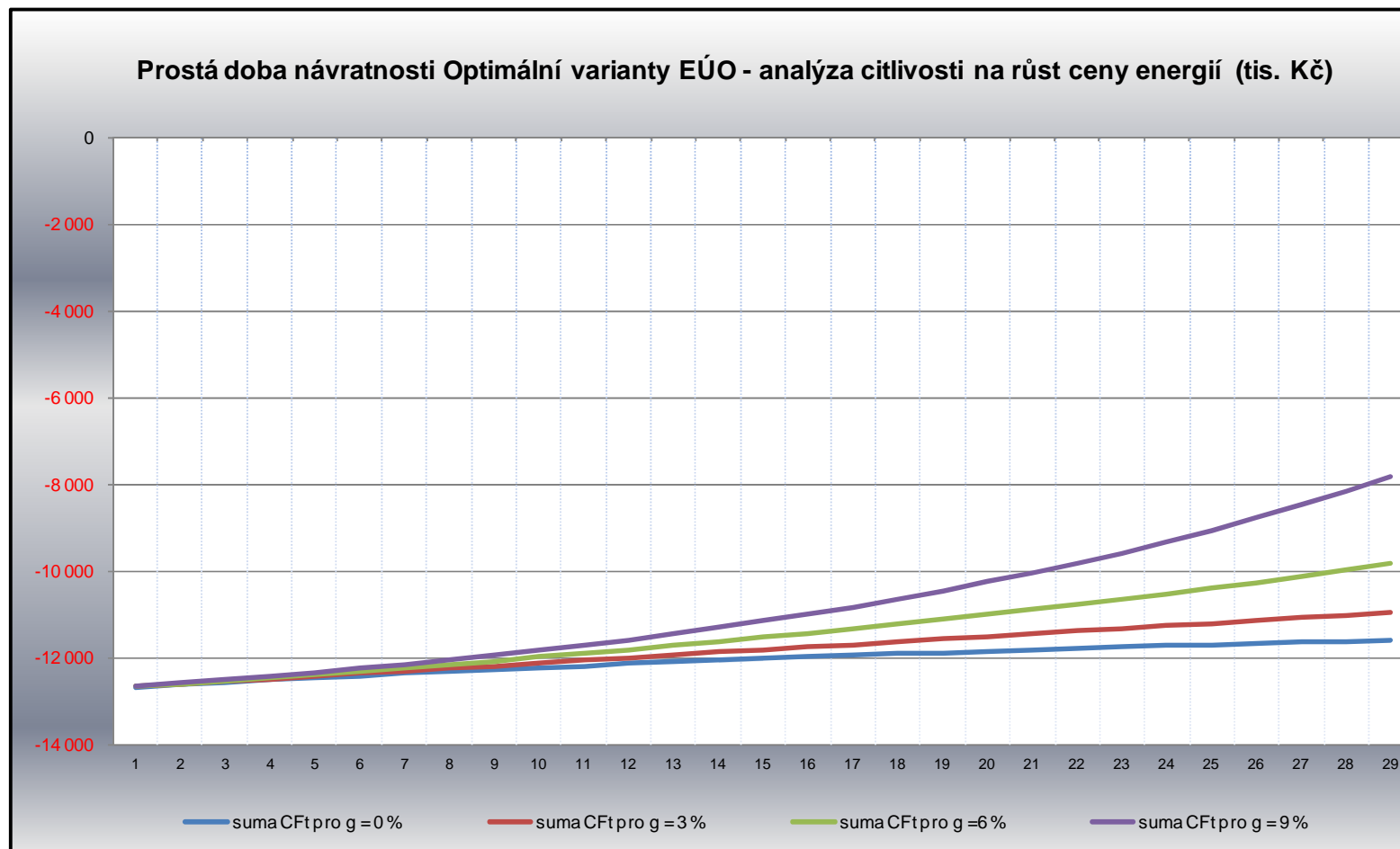
Potřeba tepla	1250,1 [GJ]	2	Součinitel vlivu regulace - f3	Otopná soustava		
	347,2 [MWh]			veľkoplošné sáľavé, akumuláčnı topidla statická	teplovodnı vytápění, akumuláčnı topidla dynamická	teplovzdušná, přímotopná
Celková návrhová tepelná ztráta - Φi	487,6 [kW]		ruční	1,15	1,10	1,05
Délka topného období - d	248 [dny]		automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti pro více místností nebo bytů	1,10	1,04	1,00
Výpočtová vnitřní teplota θint	17,9 [°C]		ústřední automatická podle počasí a času	1,07	1,00	0,93
Střední venkovní teplota v topném období - θes	3,4 [°C]		automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti a termostatické ventily	1,05	0,98	0,91
Výpočtová venkovní teplota θe	-15,0 [°C]		ústřední automatická podle počasí a času	1,03	0,95	0,88
Celkový součinitel - fc	0,27 [-]		a zónová regulace podle světových stran			
Dílčí součinitel			ústřední automatická podle počasí a času	-	0,85	0,80
nesoučasnosti - f1	0,80 [-]		a aut. indiv. regulace teploty v místnostech			
zvýšení vnitřní teploty - f2	1,00 [-]					
vliv regulace - f3	0,85 [-]					
vliv režimu vytápění - f4	0,39 [-]					

Výsledná potřeba tepla

			Model - základní řešení	Energeticky úsporná opatření			
				Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO STAVEBNÍ KONSTRUKCI							
Konstrukce přímo do venkovního prostředí celkem	[GJ]		791,3	547,3	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]		385,1	385,1	0,0	0,0	0,0
střecha, strop	[GJ]		216,3	60,8	0,0	0,0	0,0
podlaha nad venkovním prostorem	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]		189,9	101,4	0,0	0,0	0,0
Konstrukce do nevytápěných prostorů celkem	[GJ]		12,2	1,9	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]		11,3	1,7	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]		0,9	0,2	0,0	0,0	0,0
podlahová konstrukce	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Konstrukce přilehlé k zemině celkem	[GJ]		47,3	47,3	0,0	0,0	0,0
z toho: podlahová konstrukce	[GJ]		38,5	38,5	0,0	0,0	0,0
svislé stěny	[GJ]		8,8	8,8	0,0	0,0	0,0
Konstrukce do nebo z vytápěných prostorů celkem	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
z toho: svislé stěny	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
podlahová konstrukce	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
stropní konstrukce	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Větrání	[GJ]		399,3	390,9	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba tepla	[GJ]		1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Úspora tepla	[GJ]		0,0	262,7	0,0	0,0	0,0
	[%]		0,0%	21,0%	0,0%	0,0%	0,0%
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ							
Úprava zdroje tepla	[GJ]	úspora	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Ústřední regulace	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Vyregulování otopné soustavy a TRV	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Měření	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Energetické manažerství	[GJ]	0,0%	1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba tepla na vytápění	[GJ]		1250,1	987,4	0,0	0,0	0,0
Úspora tepla	[%]		0,0%	21,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Prostá doba návratnosti OV EÚO - analýza citlivosti na růst ceny energií

	Uvažovaný růst ceny energií o g procent ročně							
	g = 0,0%		g = 3,0%		g = 6,0%		g = 9,0%	
	suma CF _t	CF _t	suma CF _t	CF _t	suma CF _t	CF _t	suma CF _t	CF _t
jedn. letech	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč	Kč
IN	-12 793 700	-12 793 700	-12 793 700	-12 793 700	-12 793 700	-12 793 700	-12 793 700	-12 793 700
CF ₁	-12 734 323	59 377	-12 732 542	61 158	-12 730 761	62 939	-12 728 979	64 721
CF ₂	-12 676 676	57 647	-12 671 384	61 158	-12 665 988	64 772	-12 660 489	68 491
CF ₃	-12 620 708	55 968	-12 610 226	61 158	-12 599 329	66 659	-12 588 008	72 480
CF ₄	-12 566 370	54 338	-12 549 068	61 158	-12 530 729	68 601	-12 511 306	76 703
CF ₅	-12 513 614	52 755	-12 487 910	61 158	-12 460 130	70 599	-12 430 135	81 171
CF ₆	-12 462 395	51 219	-12 426 752	61 158	-12 387 475	72 655	-12 344 236	85 899
CF ₇	-12 412 668	49 727	-12 365 594	61 158	-12 312 704	74 771	-12 253 333	90 903
CF ₈	-12 364 390	48 279	-12 304 436	61 158	-12 235 755	76 949	-12 157 134	96 198
CF ₉	-12 317 517	46 873	-12 243 278	61 158	-12 156 565	79 190	-12 055 332	101 802
CF ₁₀	-12 272 010	45 507	-12 182 120	61 158	-12 075 068	81 497	-11 947 600	107 732
CF ₁₁	-12 227 828	44 182	-12 120 962	61 158	-11 991 198	83 870	-11 833 592	114 008
CF ₁₂	-12 184 933	42 895	-12 059 804	61 158	-11 904 885	86 313	-11 712 943	120 649
CF ₁₃	-12 143 287	41 646	-11 998 646	61 158	-11 816 058	88 827	-11 585 265	127 677
CF ₁₄	-12 102 855	40 433	-11 937 488	61 158	-11 724 643	91 414	-11 450 150	135 115
CF ₁₅	-12 063 600	39 255	-11 876 330	61 158	-11 630 566	94 077	-11 307 165	142 986
CF ₁₆	-12 025 488	38 112	-11 815 172	61 158	-11 533 749	96 817	-11 155 850	151 315
CF ₁₇	-11 988 487	37 002	-11 754 014	61 158	-11 434 113	99 637	-10 995 721	160 129
CF ₁₈	-11 952 563	35 924	-11 692 856	61 158	-11 331 574	102 539	-10 826 263	169 457
CF ₁₉	-11 917 685	34 878	-11 631 698	61 158	-11 226 048	105 526	-10 646 935	179 329
CF ₂₀	-11 883 823	33 862	-11 570 540	61 158	-11 117 449	108 599	-10 457 160	189 775
CF ₂₁	-11 850 948	32 875	-11 509 382	61 158	-11 005 687	111 762	-10 256 330	200 830
CF ₂₂	-11 819 030	31 918	-11 448 224	61 158	-10 890 670	115 017	-10 043 802	212 529
CF ₂₃	-11 788 042	30 988	-11 387 066	61 158	-10 772 302	118 367	-9 818 893	224 909
CF ₂₄	-11 757 956	30 086	-11 325 908	61 158	-10 650 487	121 815	-9 580 882	238 010
CF ₂₅	-11 728 747	29 209	-11 264 750	61 158	-10 525 124	125 363	-9 329 007	251 875
CF ₂₆	-11 700 388	28 359	-11 203 592	61 158	-10 396 110	129 014	-9 062 460	266 547
CF ₂₇	-11 672 855	27 533	-11 142 434	61 158	-10 263 338	132 772	-8 780 386	282 074
CF ₂₈	-11 646 125	26 731	-11 081 276	61 158	-10 126 699	136 639	-8 481 880	298 506
CF ₂₉	-11 620 172	25 952	-11 020 118	61 158	-9 986 080	140 619	-8 165 985	315 895
CF ₃₀	-11 594 976	25 196	-10 958 960	61 158	-9 841 365	144 715	-7 831 689	334 296



NPV OV EÚO - analýza citlivosti na růst ceny energií

	Uvažovaný růst ceny energií o g procent ročně							
	g = 0,0%		g = 3,0%		g = 6,0%		g = 9,0%	
	NPVEO		NPVEO		NPVEO		NPVEO	
	CF _i	Zisk (+) Kč	CF _i	Zisk (+) Kč	CF _i	Zisk (+) Kč	CF _i	Zisk (+) Kč
i - tý rok po realizaci opatření	(Kč)	Ztráta (-) Kč	(Kč)	Ztráta (-) Kč	(Kč)	Ztráta (-) Kč	(Kč)	Ztráta (-) Kč
1	59 377	-12 736 607	61 158	-12 734 894	62 939	-12 733 181	64 721	-12 731 469
2	57 647	-12 683 309	61 158	-12 678 350	64 772	-12 673 296	68 491	-12 668 145
3	55 968	-12 633 553	61 158	-12 623 981	66 659	-12 614 036	72 480	-12 603 710
4	54 338	-12 587 105	61 158	-12 571 703	68 601	-12 555 396	76 703	-12 538 144
5	52 755	-12 543 744	61 158	-12 521 435	70 599	-12 497 369	81 171	-12 471 428
6	51 219	-12 503 265	61 158	-12 473 101	72 655	-12 439 949	85 899	-12 403 541
7	49 727	-12 465 476	61 158	-12 426 626	74 771	-12 383 129	90 903	-12 334 462
8	48 279	-12 430 200	61 158	-12 381 939	76 949	-12 326 903	96 198	-12 264 171
9	46 873	-12 397 268	61 158	-12 338 970	79 190	-12 271 265	101 802	-12 192 646
10	45 507	-12 366 524	61 158	-12 297 654	81 497	-12 216 209	107 732	-12 119 866
11	44 182	-12 337 825	61 158	-12 257 927	83 870	-12 161 728	114 008	-12 045 808
12	42 895	-12 311 033	61 158	-12 219 728	86 313	-12 107 817	120 649	-11 970 451
13	41 646	-12 286 021	61 158	-12 182 998	88 827	-12 054 470	127 677	-11 893 772
14	40 433	-12 262 673	61 158	-12 147 681	91 414	-12 001 681	135 115	-11 815 746
15	39 255	-12 240 876	61 158	-12 113 722	94 077	-11 949 443	142 986	-11 736 351
16	38 112	-12 220 528	61 158	-12 081 069	96 817	-11 897 752	151 315	-11 655 563
17	37 002	-12 201 532	61 158	-12 049 672	99 637	-11 846 601	160 129	-11 573 357
18	35 924	-12 183 799	61 158	-12 019 483	102 539	-11 795 985	169 457	-11 489 708
19	34 878	-12 167 244	61 158	-11 990 455	105 526	-11 745 898	179 329	-11 404 591
20	33 862	-12 151 790	61 158	-11 962 543	108 599	-11 696 335	189 775	-11 317 980
21	32 875	-12 137 364	61 158	-11 935 705	111 762	-11 647 290	200 830	-11 229 849
22	31 918	-12 123 896	61 158	-11 909 899	115 017	-11 598 757	212 529	-11 140 172
23	30 988	-12 111 323	61 158	-11 885 085	118 367	-11 550 733	224 909	-11 048 920
24	30 086	-12 099 586	61 158	-11 861 226	121 815	-11 503 210	238 010	-10 956 067
25	29 209	-12 088 629	61 158	-11 838 285	125 363	-11 456 184	251 875	-10 861 585
26	28 359	-12 078 400	61 158	-11 816 226	129 014	-11 409 650	266 547	-10 765 444
27	27 533	-12 068 851	61 158	-11 795 015	132 772	-11 363 603	282 074	-10 667 616
28	26 731	-12 059 937	61 158	-11 774 620	136 639	-11 318 037	298 506	-10 568 071
29	25 952	-12 051 616	61 158	-11 755 010	140 619	-11 272 947	315 895	-10 466 779
30	25 196	-12 043 847	61 158	-11 736 154	144 715	-11 228 329	334 296	-10 363 709

