



# Energetické posouzení

**Obchodní akademie Chrudim, Tyršovo náměstí 250**

**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 - Obchodní akademie Chrudim**

Místo objektu: 537 60 Chrudim, Tyršovo náměstí 250

Katastrální území: Chrudim (654299), p. č. st. 991

Zpracoval:

Ing. Vladislav Schmidt, energetický specialista

Datum zpracování:

Prosinec 2019



# OBSAH

strana

<b>1</b>	<b>Účel zpracování energetického posouzení .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Identifikační údaje.....</b>	<b>4</b>
2.1	Určení vlastníka předmětu energetického posouzení .....	4
2.2	Určení provozovatele předmětu energetického posouzení.....	5
2.3	Určení zpracovatele energetického posouzení .....	5
2.4	Určení předmětu energetického posouzení .....	5
<b>3</b>	<b>Podklady pro zpracování energetického posouzení .....</b>	<b>8</b>
3.1	Výchozí stav předmětu energetického posouzení .....	9
3.1.1	Charakteristika hlavních činností předmětu energetického posouzení .....	9
3.1.2	Charakteristika běžného provozního využití předmětu energetického posouzení, plánované změny ve způsobu využití či v míře využití posuzované budovy .....	9
3.2	Situační plán .....	10
3.3	Vyhodnocení úrovně stávajícího způsobu zajištění energetického managementu v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“ .....	11
3.4	Popis budovy .....	13
3.5	Rozdělení do výpočtových zón .....	14
3.6	Popis stavebních konstrukcí posuzovaného objektu .....	16
3.6.1	Tepelná ochrana budov a hodnocení podle ČSN 73 0540-2 (2011) .....	24
3.7	Popis systémů technických zařízení budovy, jednotlivé energetické systémy.....	30
3.7.1	Zařízení pro výrobu a distribuci tepla .....	30
3.7.2	Zařízení pro ohřev a distribuci teplé vody.....	31
3.7.3	Vzduchotechnika .....	32
3.7.4	Klimatizace.....	32
3.7.5	Osvětlení.....	32
3.8	Klimatické podmínky lokality .....	39
3.9	Údaje o energetických vstupech.....	42
3.9.1	Soupis údajů o energetických vstupech za roky 2016, 2017 a 2018 .....	43
3.9.2	Soupis údajů o energetických vstupech - souhrn za předchozí tříleté období.....	44
3.9.3	Fakturační údaje za odběr tepla a elektřiny za roky 2016, 2017 a 2018 .....	46

3.10	Potřeby tepelného výkonu na vytápění a větrání, tepelné ztráty .....	47
3.11	Potřeba tepla na vytápění budovy.....	53
3.12	Vlastní zdroje energie.....	56
3.12.1	Energetické bilance výroby energie z vlastních zdrojů.....	56
3.12.2	Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů .....	57
3.13	MODEL energetické potřeby .....	58
3.14	Výchozí roční energetická bilance .....	61
3.15	Zhodnocení výchozího stavu.....	62
<b>4</b>	<b>Doporučení energetického specialisty.....</b>	<b>63</b>
4.1	Popis navrhovaných opatření .....	63
4.1.1	Opatření na stavebních konstrukcích.....	64
4.1.2	Ostatní opatření na systémech TZB .....	68
4.1.3	Opatření zabráňující nadměrnému vzestupu vnitřní teploty vzduchu v bytových místnostech v letním období.....	68
4.1.3.1	Určení kritických místností v hodnoceném objektu.....	69
4.1.3.2	Výpočtové posouzení a návrh opatření .....	69
4.1.4	Opatření pro zabezpečení větrání v souladu s Metodickým pokynem pro návrh větrání škol .....	70
4.2	Stanovení závazných parametrů projektu.....	74
4.2.1	Stanovení úspory energie .....	75
<b>5</b>	<b>Ekologické vyhodnocení.....</b>	<b>78</b>
<b>6</b>	<b>Ekonomické vyhodnocení projektu .....</b>	<b>84</b>
6.1	Způsobilé výdaje projektu (redukováné náklady projektu).....	85
6.2	Kvantifikace jednotlivých kritérií ekonomického vyhodnocení .....	88
6.2.1	Prostá doba návratnosti navržených energeticky úsporných opatření projektu T <sub>PN EÚO</sub> (počet roků ) - hodnoceno pro úroveň cen bez DPH.....	88
6.2.2	Reálná doba návratnosti .....	90
6.2.3	Čistá současná hodnota navrženého opatření - NPV (Kč) .....	91
6.2.4	Vnitřní výnosové procento IRR (%).....	91
<b>7</b>	<b>Management hospodaření s energiemi .....</b>	<b>94</b>
<b>8</b>	<b>Posouzení vhodnosti aplikace EPC .....</b>	<b>102</b>
<b>9</b>	<b>Okrajové podmínky.....</b>	<b>105</b>

<b>10</b>	<b>Stanovisko energetického specialisty (Závěr) .....</b>	<b>106</b>
10.1	Stanovení výsledků a podmínek proveditelnosti .....	106
10.2	Závěrečný výrok o naplnění účelu energetického posouzení.....	108
<b>11</b>	<b>Evidenční list energetického posouzení .....</b>	<b>109</b>
<b>12</b>	<b>Přílohová část.....</b>	<b>116</b>
12.1	Příloha č. 1 - Soulád projektu s požadavky OPŽP .....	116
12.2	Příloha č. 2 - Indikátory (parametry) pro hodnocení a monitorování projektu .....	120
12.3	Další přílohy energetického posouzení .....	122

## **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](mailto:posta@pardubickykraj.cz)

## **2.2 Určení provozovatele předmětu energetického posouzení**

Obchodní akademie, Chrudim, Tyršovo náměstí 250

537 60 Chrudim, Tyršovo náměstí 250

Telefon: 469 622 227

IČ: 601 03 345

Statutární zástupce: Ing. Zdeňka Vichrová, ředitelka školy

e-mail: oa@chrudim.cz

## **2.3 Určení zpracovatele energetického posouzení**

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 čtyřpodlažní školní budově Obchodní akademie. Předmětem projektu jsou energeticky úsporná opatření ve stavební konstrukci budovy. Vlastníkem je Pardubický kraj, budova stojí na pozemku s parcelním číslem st. 991, v obci

Chrudim (571164), v katastrálním území Chrudim (654299), číslo LV 1327. V katastru nemovitostí je zapsána jako stavba občanského vybavení. Hospodaření se svěřeným majetkem kraje má Obchodní akademie, Chrudim, Tyršovo náměstí 250.

**Budova se nachází v památkové zóně, resp. v památkově chráněném území.**



Obr. 1: Pohled na objekt od západu





Obr. 2: Pohled od severozápadu

### 3 PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ ENERGETICKÉHO POSOUZENÍ

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

- Projektová dokumentace „Realizace úspor energie - Obchodní akademie Chrudim“ vypracovaná Ing. Jaroslavem Dvořákem (07/2015, odpovědný projektant: Ing. Jaroslav Dvořák, č. a. 0701311),
- Projektová dokumentace „Realizace úspor energie - Obchodní akademie Chrudim“, zpracovatel Sinc s.r.o. (08/2019, odpovědný projektant: Ing. Jaroslav Dvořák, č. a. 0701311), současný stav budovy a návrhový stav budovy,
- Faktury za odběr elektřiny za budovu akademie za roky 2016 až 2018,
- Faktury za odběr dodávkového tepla v budově akademie za roky 2016 až 2018,
- 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 23 účinná od 27. 8. 2019
- 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**

Obchodní akademie v Chrudimi byla založena v roce 1882, přičemž v roce 1893 byla z prostředků města postavena budova, kterou škola dodnes užívá. Škola poskytuje čtyřletý studijní obor „Obchodní akademie“ se zaměřením:

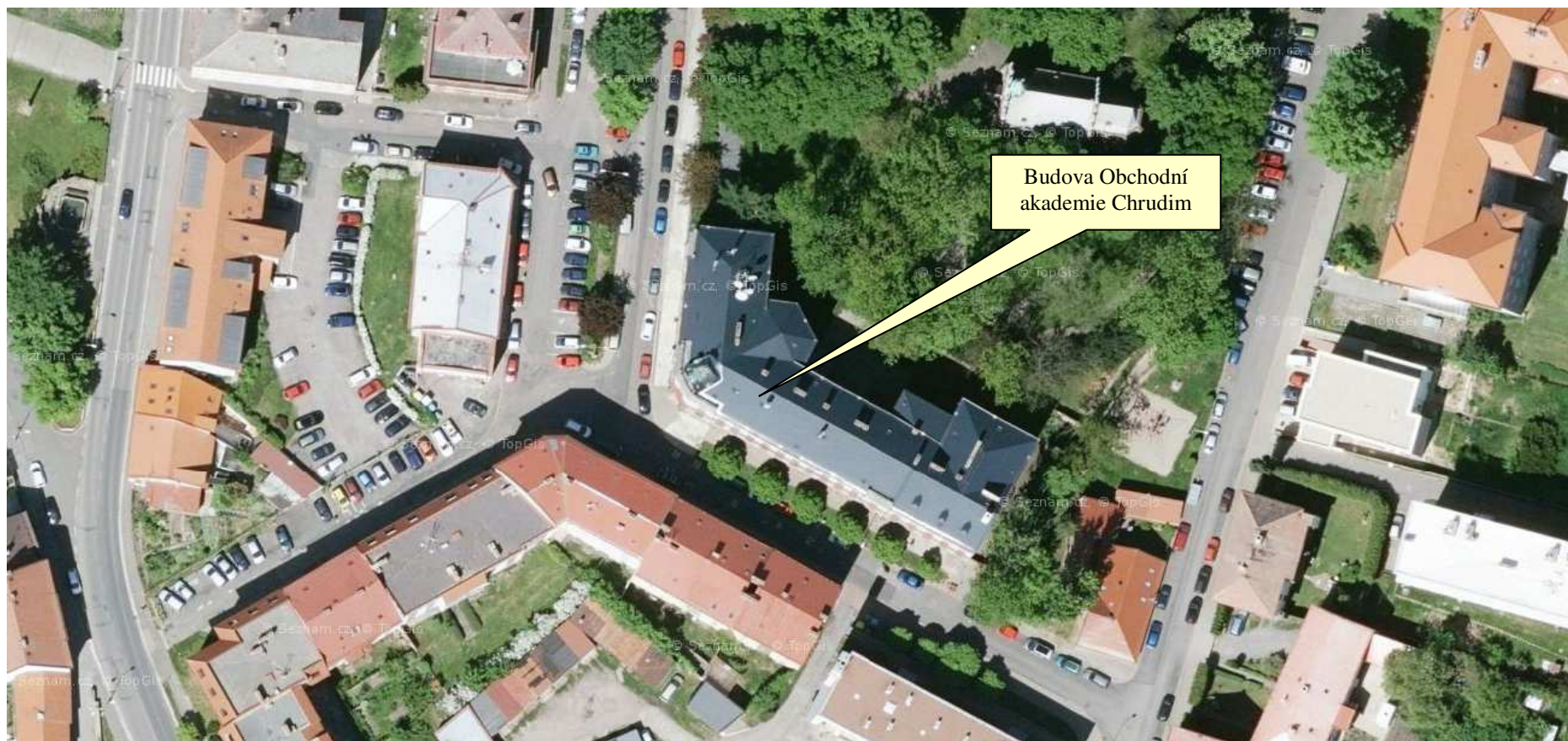
- angličtina/němčina pro ekonomickou praxi
- aplikace informačních technologií v ekonomice
- ekonomie pro praxi a podnikání
- turismus a průvodcovské služby.

V době vypracování energetického posouzení měla škola 282 žáků a 33 zaměstnanců.

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

Dle dostupného rozvrhu hodin probíhá výuka v jednotlivých třídách v rozsahu 6 až 7 vyučujících hodin. O plánovaných změnách ve způsobu a míře využití neměl zpracovatel energetického posudku informace.

### 3.2 Situační plán



### **3.3 Vyhodnocení úrovně stávajícího způsobu zajištění energetického managementu v souladu s „Metodickým návodem pro splnění požadavku na zavedení energetického managementu“**

Pardubický kraj má zaveden Systém managementu hospodaření s energií dle požadavků ČSN EN ISO 50001:2011 od roku 2015. Systém energetického managementu (EnMS) je zaveden v organizacích zřizovaných a zakládaných Pardubickým krajem a na Krajském úřadě. Tento systém je certifikován autorizovanou osobou od září 2016. Hranicí systému jsou všechny budovy v majetku Pardubického kraje, kde dochází ke spotřebě energií.

Vedení Pardubického kraje přijalo Politiku energetického managementu a jmenovalo Představitel vedení kraje pro EnMS. Je jím vedoucí odboru majetkového, správního řádu a investic, do jehož gesce patří energetický management, který řídí a koordinuje energetický manažer Pardubického kraje (EMPk). Představitel vedení kraje pro EnMS prostřednictvím EMPk a ekonomického oddělení odboru odpovídá za celkovou koordinaci a provádění pravidelných přezkoumání, které mohou mít zásadní dopady na hospodaření energií.

Pro uplatňování EnMS je vydána směrnice VN/12/2016 s názvem „Systém managementu hospodaření energií“, která je závazná pro všechny zaměstnance kraje zařazené do Krajského úřadu Pardubického kraje, pro členy Pardubického kraje a pro všechny krajem zřízené a založené organizace. Tato směrnice určuje veškeré aspekty řízení EnMS v Pardubickém kraji včetně energetického plánování, přezkoumání spotřeb energie, provozu, interních auditů, nápravných a preventivních opatření, akčních plánů a podobně.

S ostatními odbory a odděleními (hlavně oddělení investic a odbor rozvoje) jsou na poradách dle potřeby konzultovány energetické projekty, databáze energetických hodnot a nové investiční akce, které mají přímou vazbu na hospodaření s energií - zateplování objektů, rekonstrukce zdrojů tepla, využívání obnovitelných zdrojů apod.

Ve všech organizacích zřizovaných a zakládaných Pardubickým krajem jsou hejtmanem Pardubického kraje jmenováni ředitelé těchto organizací jako „Představitelé vedení Organizace pro implementaci a provoz Systému managementu hospodaření s energií.“ Tito Představitelé pak jmenují na svých organizacích Energetické manažery pro provoz Systému managementu hospodaření s energií.

Energetičtí manažeři jednotlivých organizací odpovídají za zavádění, udržování a zlepšování energetického managementu v souladu se schválenou Politikou energetického managementu Pardubického kraje. Základním principem činnosti energetického manažera je monitoring spotřeby energií a hospodárné využívání všech druhů energií, především k vytápění.

Odborné poradenství v oblasti energetických služeb, energetického managementu a pro naplňování normy ČSN EN ISO 50001 zajišťuje EMPk a pracovníci ekonomického oddělení odboru majetkového, správního řádu a investic formou pravidelných školení i formou denní operativy. Hlavní činnosti EMPk v systému energetického managementu:

- Kontroluje a vyhodnocuje spotřeby energií a nákladů dle fakturačních měřidel v informačním systému FAMA na všech příspěvkových organizacích.
- Provádí kontrolu provozu, kontrolu nastavení regulačních prvků, sestavování měrných ukazatelů a nápravu nedostatků.
- Kontroluje naplňování požadavků zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií.
- Provádí revize smluvních vztahů mezi organizacemi a dodavateli energií.
- Kontroluje technickou pasportizaci stavu technologických zařízení budov v majetku PK.
- Stanovuje potenciál energetických úspor a vyhodnocuje provedená opatření mající vliv na snížení energetické náročnosti, sestavuje cíle a vyhodnocování cílů EnMS.
- Provádí školení pracovníků zřizovaných a zakládaných organizací Pk a Krajského úřadu Pk.
- Vyhodnocuje naplňování Politiky energetického managementu a podává zprávu vedení kraje o hospodaření s energiemi.

Pro evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energií má kraj implementován informační systém FAMA+ s modulem ENERGIE. V tomto informačním systému je databáze všech budov v majetku PK, kontaktní údaje osoby energetického manažera, spotřeby energií dle fakturačních údajů jednotlivých příspěvkových organizací apod. V databázi jsou smlouvy s dodavateli energií, seznamy odběrných a fakturačních míst a veškeré důležité technické údaje vztahující se ke spotřebám energií. Do databáze spotřeb energií jsou zaznamenávány jak fakturované hodnoty energií, tak hodnoty odečítané přímo na fakturačních měřidlech jednotlivých energií a médií. Odečty probíhají vždy na konci kalendářního měsíce a jsou

zaznamenávány do databáze. Ze zadaných parametrů a spotřeb energií je možno vygenerovat měrné hodnoty spotřeb jednotlivých druhů energií. Poměrové hodnoty mohou lépe pomoci k přesnějšímu směřování investic a realizaci opatření snižujících energetickou náročnost.

Modul ENERGIE FAMA+ se skládá z následujících oblastí:

- Energetický management – slouží pro potřeby vyhodnocování dat a porovnání základních ukazatelů. Ukazatelé se počítají automatizovaně ze zadaných nákladů a spotřeb z fakturace. Sada ukazatelů je k dispozici pro jednotlivé měsíce a roky pro každé odběrné místo.
- Energetický portál - umožňuje prezentaci průběhu spotřeb a nákladů za energie z hlediska různých kritérií (např. druh energie, odběrná místa, PO, dodavatel, útvar) prostřednictvím webové nadstavby formou grafů, diagramů a tabulek pro definované uživatele.

### **3.4 Popis budovy**

Základním půdorysným tvarem objektu jsou tři na sebe navazující obdélníky, tvořící v zásadě půdorys jednotlivých křídel, dvou kratších na severozápadní a jihovýchodní straně objektu (s podélnými osami sever - jih a severoseverovýchod - jihojihozápad) a jednoho dlouhého křídla s podélnou osou ve směru západoseverozápad - východojihovýchod.

Objekt je se třemi nadzemními podlažími a suterénem. Střední křídlo je řešeno jako dvoutrakt s chodbou při kraji, kratší křídla jsou smíšené dispozice. V místě styku středního a severozápadního křídla je ze severovýchodu umístěna přístavba s tříramenným schodištěm propojujícím všechna podlaží.

V suterénu se nachází v severozápadním křídle byt, část středního křídla zaujímají šatny a dílna, v jihovýchodním křídle jsou dvě malé tělocvičny, dílna školníka a kotelná resp. strojovna ÚT s výměňkovou stanicí. V nadzemních podlažích jsou umístěny učebny, kabinety, kancelář a ředitelna jsou ve 2. NP. Při severovýchodní straně u jihovýchodního křídla se nachází blok se sociálními zařízeními v jednotlivých nadzemních podlažích, v suterénu je v tomto bloku sklad a schodiště vedoucí ze suterénu do dvora.



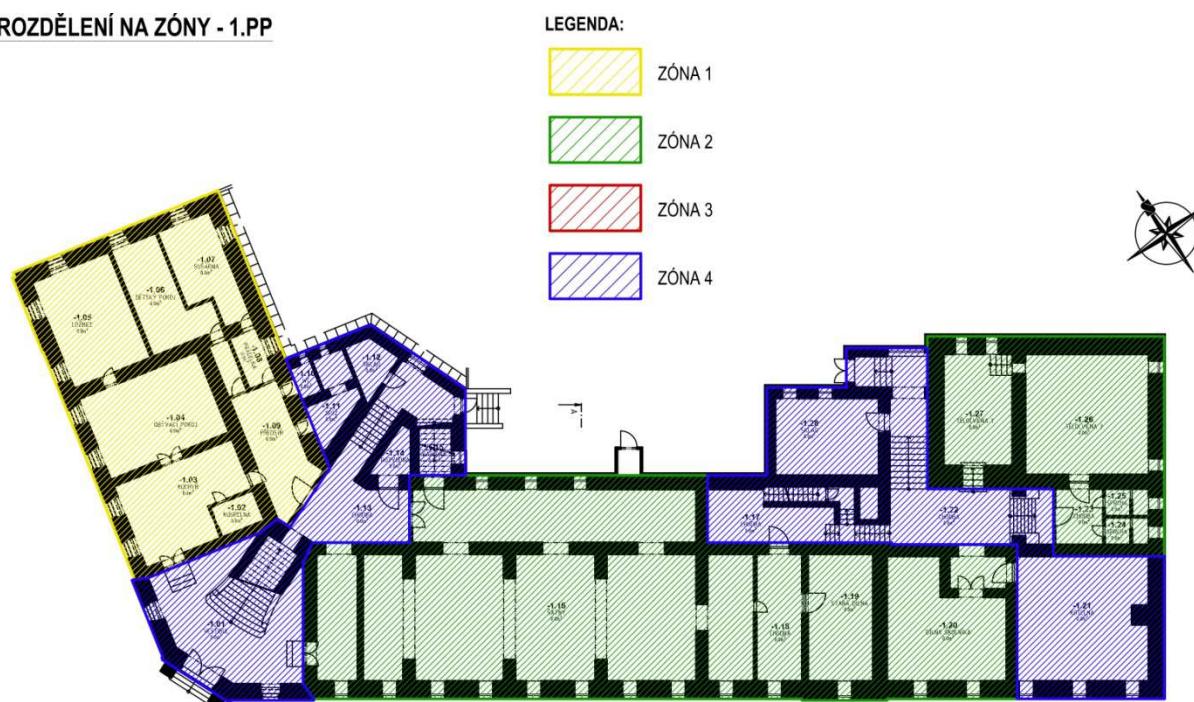
### 3.5 Rozdělení do výpočtových zón

Výpočtově je objekt rozdělen do 4 zón, charakterizovaných různým způsobem provozování. Jedná se o zóny:

- byt: převažující vnitřní teplota  $\theta_{im} = 20\text{ °C}$
- šatny, tělocvičny, dílny: převažující vnitřní teplota  $\theta_{im} = 20\text{ °C}$
- učebny, kanceláře, WC: převažující vnitřní teplota  $\theta_{im} = 20\text{ °C}$
- komunikační prostory, kotelna: převažující vnitřní teplota  $\theta_{im} = 15\text{ °C}$

První podzemní podlaží - schéma výpočtových zón:

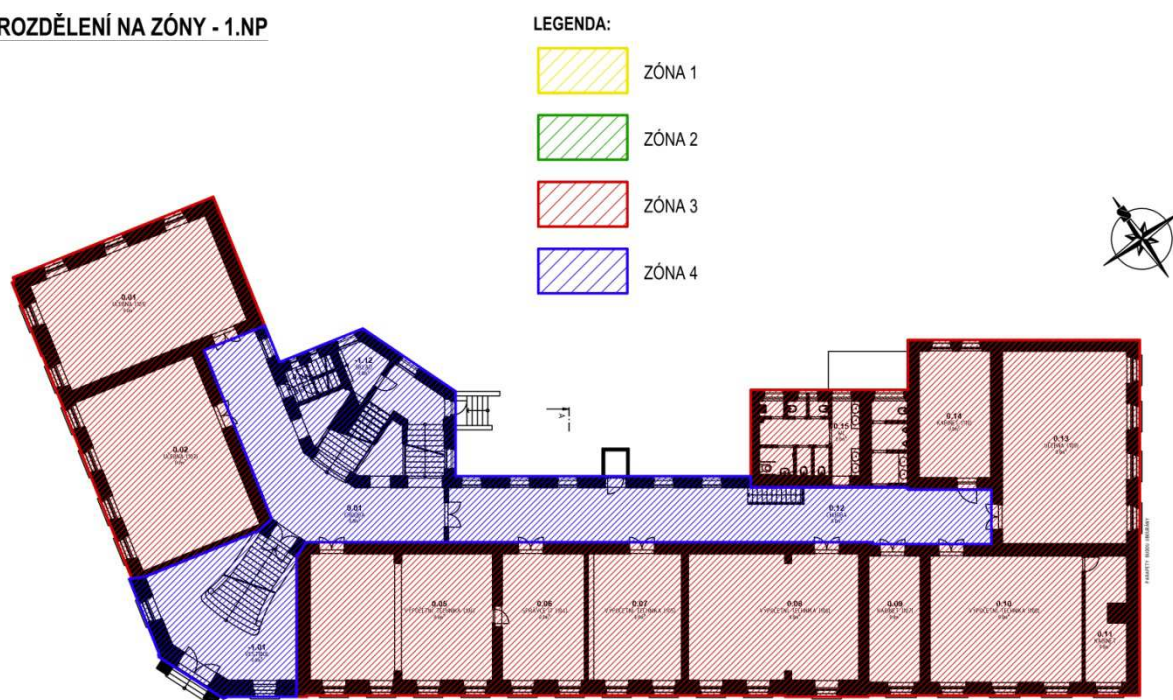
ROZDĚLENÍ NA ZÓNY - 1.PP





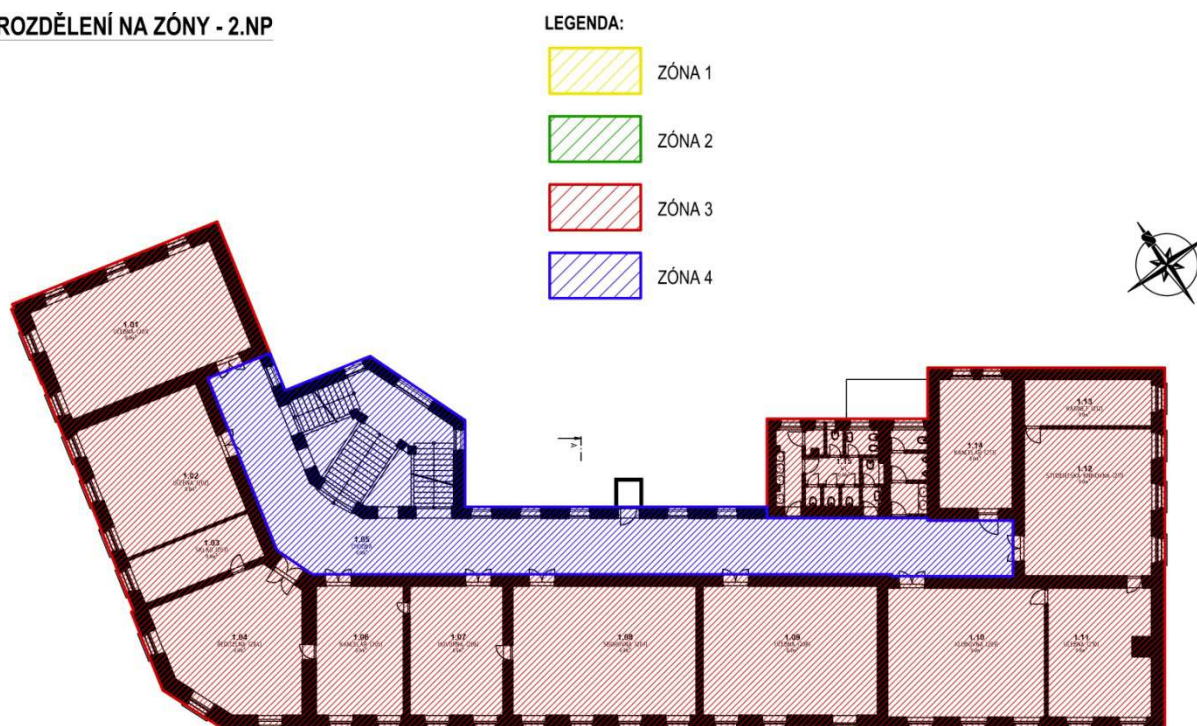
První nadzemní podlaží - schéma výpočtových zón:

#### ROZDĚLENÍ NA ZÓNY - 1.NP



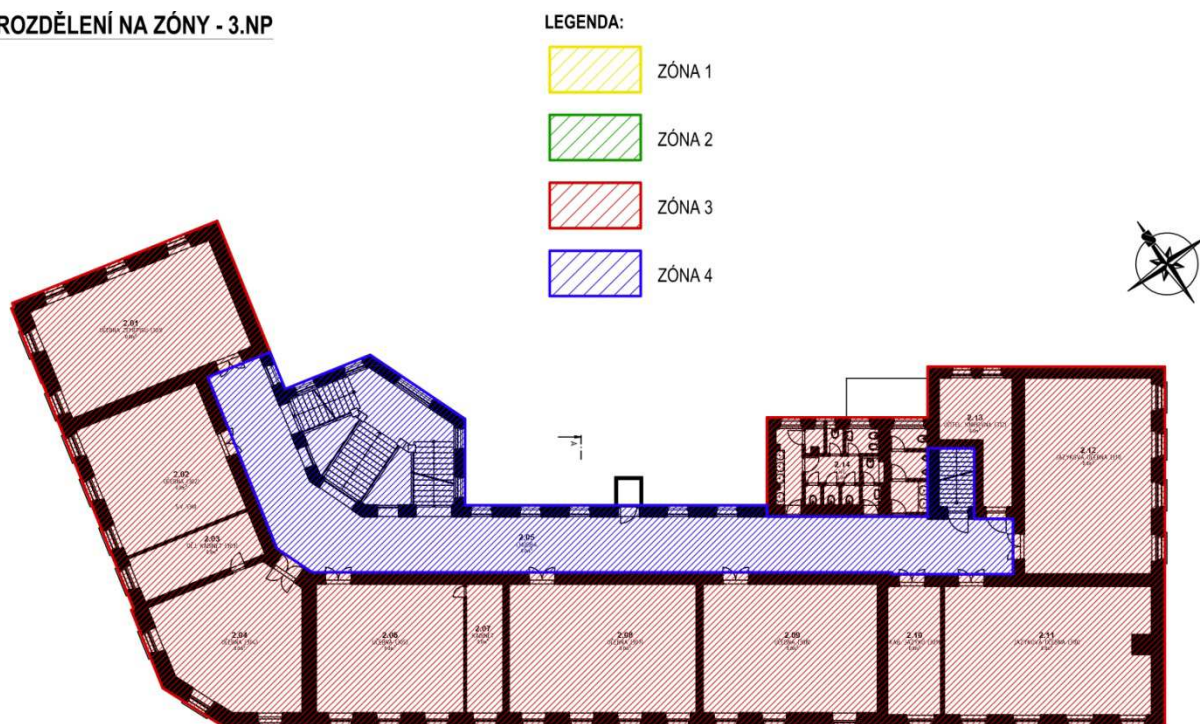
Druhé nadzemní podlaží - schéma výpočtových zón:

#### ROZDĚLENÍ NA ZÓNY - 2.NP



Třetí nadzemní podlaží - schéma výpočtových zón:

#### ROZDĚLENÍ NA ZÓNY - 3.NP



### 3.6 Popis stavebních konstrukcí posuzovaného objektu

Na obvodové zdivo objektu je použito pálených cihel v tloušťkách od 260 mm do 1.060 mm. Vnitřní omítky jsou vápenné hladké doplněné keramickými obklady v sociálních zařízeních. Část soklového zdiva a také část zdiva přilehlého k zemině je v současné době již zateplena kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 60 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ), zateplení je provedeno 1000 mm pod úroveň terénu a 50 mm nad úroveň terénu, viz projektová dokumentace.

Stropní konstrukce nad 3. NP (pod půdou) je dřevěná trámová s oboustranným záklopem, ze strany interiéru opatřená omítkou, z vrchní strany násypem a půdovými dlaždicemi. Přesné složení je následující od spodního líce omítky tl. 15 mm, bednění tl. 25 mm, trámová konstrukce tl. 400 mm, bednění tl. 40 mm, násyp tl. 120 mm, půdovky tl. 30 mm. Převážná část plochy půdních prostor je dodatečně zateplena volně položenou minerální plstí tl. 300 mm. Jedná se o celé střední křídlo včetně bloku sociálních zařízení a schodiště, a část severozápadního křídla s výjimkou vyvýšené části půdního prostoru s technickou místností

telekomunikačního operátora. Jako otvorové výplně jsou použita dřevěná okna dvojitá, zdvojená, okna kovová s dvěma skly a okna plastová s izolačním dvojsklem. Vchodové dveře jsou dřevěné prosklené. Okna v sociálních zařízeních, na výkresech označená jako ST, jsou nově vyměňovaná, součinitel prostupu tepla těchto oken odpovídá parametrům nově navrhovaných oken.

Celková energeticky vztažná podlahová plocha řešené budovy  $A_c$  činí 4.307,6 m<sup>2</sup>. Plochy jednotlivých funkčních dílů stavební konstrukce jsou uvedeny v následujícím přehledu.

**Tab. 3.6.1. Plochy stávajících konstrukcí**

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 900 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z1)	4,0
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 590 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z1)	1,1
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 900 mm, XPS tl. 60 mm (Z1)	0,4
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 590 mm, XPS tl. 60 mm (Z1)	0,1
Vnější stěna, zdivo tl. 900 mm, EPS (Z1)	20,3
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 900 mm (Z1)	13,1
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 850 mm (Z1)	8,5
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 590 mm (Z1)	10,3
Vnější stěna, zdivo tl. 900 mm (Z1)	54,7
Vnější stěna, zdivo tl. 850 mm (Z1)	2,9
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 980 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	10,0
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 870 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	5,4
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 770 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	3,9
Vnější stěna, zdivo tl. 980 mm, EPS (Z2)	7,6
Vnější stěna, zdivo tl. 870 mm, EPS (Z2)	4,4
Vnější stěna, zdivo tl. 770 mm, EPS (Z2)	21,9
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 1060 mm (Z2)	2,5
Vnější stěna, zdivo tl. 1060 mm (Z2)	4,8
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 980 mm (Z2)	27,4
Vnější stěna, zdivo tl. 980 mm (Z2)	38,5
Vnější stěna, zdivo tl. 980 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,7
Vnější stěna, zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,6
Vnější stěna, zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,6
Vnější stěna, zdivo tl. 770 mm k zvedací plošině (Z2)	4,8
Vnější stěna, zdivo tl. 790 mm, EPS (Z3)	108,0

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]
Vnější stěna, zdivo tl. 720 mm, EPS (Z3)	216,8
Vnější stěna, zdivo tl. 620 mm, EPS (Z3)	257,1
Vnější stěna, zdivo tl. 460 mm, EPS (Z3)	67,2
Vnější stěna, zdivo tl. 430 mm, EPS (Z3)	38,5
Vnější stěna, zdivo tl. 910 mm (Z3)	60,5
Vnější stěna, zdivo tl. 870 mm (Z3)	67,2
Vnější stěna, zdivo tl. 830 mm (Z3)	301,7
Vnější stěna, zdivo tl. 790 mm (Z3)	133,4
Vnější stěna, zdivo tl. 720 mm (Z3)	269,5
Vnější stěna, zdivo tl. 430 mm (Z3)	99,1
Vnější stěna, zdivo tl. 490 mm, EPS (Z3)	3,9
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 870 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	3,9
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 620 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	4,2
Vnější stěna, zdivo tl. 870 mm, EPS (Z4)	2,8
Vnější stěna, zdivo tl. 770 mm, EPS (Z4)	8,0
Vnější stěna, zdivo tl. 670 mm, EPS (Z4)	6,9
Vn. stěna, zdivo tl. 670 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	1,0
Vn. stěna, zdivo tl. 620 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	1,6
Vnější stěna, zdivo tl. 620 mm, EPS (Z4)	334,0
Vnější stěna, zdivo tl. 520 mm, EPS (Z4)	20,6
Vnější stěna, zdivo tl. 490 mm, EPS (Z4)	34,7
Vnější stěna, zdivo tl. 450 mm, EPS (Z4)	12,5
Vnější stěna, zdivo tl. 450 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	1,2
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 450 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	9,4
Vnější stěna, zdivo tl. 260 mm, EPS (Z4)	10,4
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 980 mm (Z4)	3,2
Vnější stěna, zdivo tl. 980 mm (Z4)	4,6
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 900 mm (Z4)	2,0
Vnější stěna, zdivo tl. 900 mm (Z4)	43,4
Vnější stěna, sokl - zdivo tl. 870 mm (Z4)	2,3
Vnější stěna, zdivo tl. 870 mm (Z4)	26,2
Vn. stěna, sokl - zdivo tl. 770 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	1,0
Vnější stěna, zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,4
Vnější stěna, zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,2
Vnější stěna, zdivo tl. 620 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,2
Vnější stěna, zdivo tl. 620 mm k zvedací plošině (Z4)	13,4
S4b - nezateplený strop pod půdou (2.02, 2.03)	98,2
S4a - nezateplený strop pod půdou	286,4



Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]
zateplený strop pod půdou	689,7
plochá střecha nad zadním vchodem	9,6
okno plastové s iz. dvojsklem	2,1
okno vyměněné	36,7
okno vyměněné	1,6
okno dřevěné zdvojené	61,1
okno dřevěné dvojité	299,5
okno dřevěné dvojité	9,0
okno kovové zdvojené	9,7
okno kovové zdvojené	1,8
vchodové dveře dřevěné prosklené (hl. vstup)	12,0
vchodové dveře dřevěné prosklené	5,2
dveře proti zvedací plošině	6,9
Podlaha přilehlá k zemině, podlaha byt	223,5
Podlaha přilehlá k zemině, podlaha, teracová dlažba	644,2
Podlaha přilehlá k zemině, podlaha, koberec	109,6
Podlaha přilehlá k zemině, podlaha, beton	31,1
Podlaha přilehlá k zemině, podlaha, keramická dlažba	76,1
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 550 mm k zemině (Z1)	4,5
Stěna přilehlá k zemině, sokl - zdivo tl. 590 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z1)	1,1
St. příl. k zemině, sokl - zdivo tl. 900 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z1)	3,7
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 980 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	13,7
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 870 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	12,1
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 770 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	8,9
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 1060 mm k zemině (Z2)	7,9
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 980 mm k zemině (Z2)	51,9
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 900 mm k zemině (Z2)	4,4
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 870 mm k zemině (Z2)	8,6
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 740 mm k zemině (Z2)	3,3
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 720 mm k zemině (Z2)	5,5
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 870 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	7,9
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 770 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	3,8
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 620 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	2,6
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 450 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	3,1
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 670 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	2,1
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 980 mm k zemině (Z4)	22,7
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 870 mm k zemině (Z4)	15,9

Ochlazovaná konstrukce	Plocha [m <sup>2</sup> ]
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 790 mm k zemině (Z4)	2,8
Stěna přilehlá k zemině, zdivo tl. 640 mm k zemině (Z4)	25,2

V tabulce Tab. 3.6.2. jsou uvedeny hodnoty souč. prostupu tepla (bez vlivu lineárních a bodových tepelných vazeb) pro jednotlivé funkční díly stávající stavební konstrukce.

**Tab. 3.6.2. Hodnoty souč. prostupu tepla stávajících konstrukcí**

Poř. č.	Funkční stavební díl	Souč. prostupu tepla U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
1	Obvodový plášť neprůsvitný do venkovního prostředí	
	- sokl - zdivo tl. 900 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z1)	0,91
	- sokl - zdivo tl. 590 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z1)	1,26
	- sokl - zdivo tl. 900 mm, XPS tl. 60 mm (Z1)	0,36
	- sokl - zdivo tl. 590 mm, XPS tl. 60 mm (Z1)	0,41
	- zdivo tl. 900 mm, EPS (Z1)	0,91
	- sokl - zdivo tl. 900 mm (Z1)	0,91
	- sokl - zdivo tl. 850 mm (Z1)	0,95
	- sokl - zdivo tl. 590 mm (Z1)	1,26
	- zdivo tl. 900 mm (Z1)	0,91
	- zdivo tl. 850 mm (Z1)	0,95
	- sokl - zdivo tl. 980 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	0,85
	- sokl - zdivo tl. 870 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	0,93
	- sokl - zdivo tl. 770 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	1,03
	- zdivo tl. 980 mm, EPS (Z2)	0,85
	- zdivo tl. 870 mm, EPS (Z2)	0,93
	- zdivo tl. 770 mm, EPS (Z2)	1,03
	- sokl - zdivo tl. 1060 mm (Z2)	0,80
	- zdivo tl. 1060 mm (Z2)	0,80
	- sokl - zdivo tl. 980 mm (Z2)	0,85

Poř. č.	Funkční stavební díl	Souč. prostupu tepla U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
	- zdivo tl. 980 mm (Z2)	0,85
	- zdivo tl. 980 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,35
	- zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,37
	- zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,38
	- zdivo tl. 770 mm k zvedací plošině (Z2)	0,98
	- zdivo tl. 790 mm, EPS (Z3)	1,01
	- zdivo tl. 720 mm, EPS (Z3)	1,08
	- zdivo tl. 620 mm, EPS (Z3)	1,21
	- zdivo tl. 460 mm, EPS (Z3)	1,51
	- zdivo tl. 430 mm, EPS (Z3)	1,58
	- zdivo tl. 910 mm (Z3)	0,90
	- zdivo tl. 870 mm (Z3)	0,93
	- zdivo tl. 830 mm (Z3)	0,97
	- zdivo tl. 790 mm (Z3)	1,01
	- zdivo tl. 720 mm (Z3)	1,08
	- zdivo tl. 430 mm (Z3)	1,58
	- zdivo tl. 490 mm, EPS (Z3)	1,44
	- sokl - zdivo tl. 870 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	0,93
	- sokl - zdivo tl. 620 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	1,21
	- zdivo tl. 870 mm, EPS (Z4)	0,93
	- zdivo tl. 770 mm, EPS (Z4)	1,03
	- zdivo tl. 670 mm, EPS (Z4)	1,14
	- zdivo tl. 670 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	1,14
	- zdivo tl. 620 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	1,21
	- zdivo tl. 620 mm, EPS (Z4)	1,21
	- zdivo tl. 520 mm, EPS (Z4)	1,38
	- zdivo tl. 490 mm, EPS (Z4)	1,44
	- zdivo tl. 450 mm, EPS (Z4)	1,53
	- zdivo tl. 450 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,44
	- sokl - zdivo tl. 450 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	1,53
	- zdivo tl. 260 mm, EPS (Z4)	2,21
	- sokl - zdivo tl. 980 mm (Z4)	0,85

Poř. č.	Funkční stavební díl	Souč. prostupu tepla U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]
	- zdivo tl. 980 mm (Z4) - sokl - zdivo tl. 900 mm (Z4) - zdivo tl. 900 mm (Z4) - sokl - zdivo tl. 870 mm (Z4) - zdivo tl. 870 mm (Z4) - sokl - zdivo tl. 770 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4) - zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 60 mm (Z4) - zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 60 mm (Z4) - zdivo tl. 620 mm, XPS tl. 60 mm (Z4) - zdivo tl. 620 mm k zvedací plošině (Z4)	0,85 0,91 0,91 0,93 0,93 1,03 0,37 0,38 0,41 1,16
2	Strop, střecha - S4b - nezateplený strop pod půdou (2.02, 2.03) - S4a - nezateplený strop pod půdou - zateplený strop pod půdou - plochá střecha nad zadním vchodem	1,31 1,31 0,14 2,91
3	Otvorové výplně z vytápěného do venkovního prostředí <sup>1)</sup> - okno plastové s iz. dvojsklem - okno vyměněné - okno vyměněné - okno dřevěné zdvojené - okno dřevěné dvojité - okno dřevěné dvojité - okno kovové zdvojené - okno kovové zdvojené	1,50 0,90 0,90 2,40 2,35 2,35 3,30 3,30
4	Dveřní výplně otvorů z vytáp. do venkovního prostředí - vchodové dveře dřevěné prosklené (hl. vstup) - vchodové dveře dřevěné prosklené - dveře proti zvedací plošině	4,00 4,00 5,65



Poř. č.	Funkční stavební díl	Souč. prostupu tepla $U [W.m^{-2}.K^{-1}]$
5	Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	
	- podlaha byt	2,38
	- podlaha, teracová dlažba	2,46
	- podlaha, koberec	2,18
	- podlaha, beton	2,49
	- podlaha, keramická dlažba	2,47
	- zdivo tl. 550 mm k zemině (Z1)	1,39
	- sokl - zdivo tl. 590 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z1)	0,43
	- sokl - zdivo tl. 900 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z1)	0,37
	- zdivo tl. 980 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,36
	- zdivo tl. 870 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,37
	- zdivo tl. 770 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	0,39
	- zdivo tl. 1060 mm k zemině (Z2)	0,82
	- zdivo tl. 980 mm k zemině (Z2)	0,88
	- zdivo tl. 900 mm k zemině (Z2)	0,94
	- zdivo tl. 870 mm k zemině (Z2)	0,96
	- zdivo tl. 740 mm k zemině (Z2)	1,10
	- zdivo tl. 720 mm k zemině (Z2)	1,12
	- zdivo tl. 870 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,37
	- zdivo tl. 770 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,39
	- zdivo tl. 620 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,41
	- zdivo tl. 450 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,45
	- zdivo tl. 670 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	0,41
	- zdivo tl. 980 mm k zemině (Z4)	0,95
	- zdivo tl. 870 mm k zemině (Z4)	1,04
	- zdivo tl. 790 mm k zemině (Z4)	1,12
	- zdivo tl. 640 mm k zemině (Z4)	1,32

Pozn.: <sup>1)</sup> bez 15 % přírážky na nízkou tepelnou setrvačnost

### 3.6.1 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 (výjimku tvoří zateplené části podlahy půdy resp. stropu nad 3. NP). 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 - 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 otvorových výplní, případné překlady otvorových výplní a železobetonové ztužující věnce, negativně se projevují i poruchy fasády (praskliny, ...). 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. 3.6.1.1. 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. 3.6.1.1. Porovnání hodnot součinitelů prostupu tepla  $U_N$** 

Objekt, typ konstrukce	$\theta_{im}$ [°C]	Hodnota U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]		Hodnocení
		U <sub>stávající</sub>	U <sub>N</sub> / U <sub>rec</sub>	
Obvodový plášť neprůsvitný do venkovního prostředí				
- sokl - zdivo tl. 900 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z1)	20	0,91	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 590 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z1)	20	1,26	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 900 mm, XPS tl. 60 mm (Z1)	20	0,36	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 590 mm, XPS tl. 60 mm (Z1)	20	0,41	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 900 mm, EPS (Z1)	20	0,91	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 900 mm (Z1)	20	0,91	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 850 mm (Z1)	20	0,95	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 590 mm (Z1)	20	1,26	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 900 mm (Z1)	20	0,91	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 850 mm (Z1)	20	0,95	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 980 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	20	0,85	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 870 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	20	0,93	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 770 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z2)	20	1,03	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 980 mm, EPS (Z2)	20	0,85	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm, EPS (Z2)	20	0,93	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 770 mm, EPS (Z2)	20	1,03	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 1060 mm (Z2)	20	0,80	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 1060 mm (Z2)	20	0,80	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 980 mm (Z2)	20	0,85	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 980 mm (Z2)	20	0,85	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 980 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	20	0,35	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	20	0,37	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 60 mm (Z2)	20	0,38	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 770 mm k zvedací plošině (Z2)	20	0,98	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 790 mm, EPS (Z3)	20	1,01	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 720 mm, EPS (Z3)	20	1,08	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 620 mm, EPS (Z3)	20	1,21	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 460 mm, EPS (Z3)	20	1,51	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 430 mm, EPS (Z3)	20	1,58	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 910 mm (Z3)	20	0,90	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm (Z3)	20	0,93	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 830 mm (Z3)	20	0,97	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 790 mm (Z3)	20	1,01	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 720 mm (Z3)	20	1,08	0,30 / 0,25	( N / N )

Objekt, typ konstrukce	$\theta_{im}$ [°C]	Hodnota U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]		Hodnocení
		U <sub>stávající</sub>	U <sub>N</sub> / U <sub>rec</sub>	
- zdivo tl. 430 mm (Z3)	20	1,58	0,30 / 0,25	( N / N )
- zdivo tl. 490 mm, EPS (Z3)	20	1,44	0,30 / 0,25	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 870 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	15	0,93	0,45 / 0,36	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 620 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	15	1,21	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm, EPS (Z4)	15	0,93	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 770 mm, EPS (Z4)	15	1,03	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 670 mm, EPS (Z4)	15	1,14	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 670 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	15	1,14	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 620 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	15	1,21	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 620 mm, EPS (Z4)	15	1,21	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 520 mm, EPS (Z4)	15	1,38	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 490 mm, EPS (Z4)	15	1,44	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 450 mm, EPS (Z4)	15	1,53	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 450 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,44	0,45 / 0,36	( V / N )
- sokl - zdivo tl. 450 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	15	1,53	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 260 mm, EPS (Z4)	15	2,21	0,45 / 0,36	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 980 mm (Z4)	15	0,85	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 980 mm (Z4)	15	0,85	0,45 / 0,36	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 900 mm (Z4)	15	0,91	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 900 mm (Z4)	15	0,91	0,45 / 0,36	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 870 mm (Z4)	15	0,93	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm (Z4)	15	0,93	0,45 / 0,36	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 770 mm (bude zatepleno XPS 150) (Z4)	15	1,03	0,45 / 0,36	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,37	0,45 / 0,36	( V / N )
- zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,38	0,45 / 0,36	( V / N )
- zdivo tl. 620 mm, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,41	0,45 / 0,36	( V / N )
- zdivo tl. 620 mm k zvedací plošině (Z4)	15	1,16	0,45 / 0,36	( N / N )
Strop, střecha				
- S4b - nezateplený strop pod půdou (2.02, 2.03)	20	1,31	0,30 / 0,20	( N / N )
- S4a - nezateplený strop pod půdou	20	1,31	0,30 / 0,20	( N / N )
- zateplený strop pod půdou	20	0,14	0,30 / 0,20	( V / V )
- plochá střecha nad zadním vchodem	15	2,91	0,35 / 0,23	( N / N )
Otvorové výplně z vytápěného do venkovního prostředí				
- okno plastové s iz. dvojsklem	20	1,50	1,50 / 1,20	( V / N )
- okno vyměněné	20	0,90	1,50 / 1,20	( V / V )
- okno vyměněné	15	0,90	2,20 / 1,75	( V / V )
- okno dřevěné zdvojené	15	2,40	2,20 / 1,75	( N / N )
- okno dřevěné dvojité	20	2,35	1,50 / 1,20	( N / N )
- okno dřevěné dvojité	15	2,35	2,20 / 1,75	( N / N )
- okno kovové zdvojené	20	3,30	1,50 / 1,20	( N / N )
- okno kovové zdvojené	15	3,30	2,20 / 1,75	( N / N )

Objekt, typ konstrukce	$\theta_{im}$ [°C]	Hodnota U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]		Hodnocení
		U <sub>stávající</sub>	U <sub>N</sub> / U <sub>rec</sub>	
Dveřní výplně otvorů z vytáp. do venkovního prostředí				
- vchodové dveře dřevěné prosklené (hl. vstup)	15	4,00	2,50 / 1,75	( N / N )
- vchodové dveře dřevěné prosklené	15	4,00	2,50 / 1,75	( N / N )
- dveře proti zvedací plošině	15	5,65	2,50 / 1,75	( N / N )
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině				
- podlaha byt	20	2,38	0,45 / 0,30	( N / N )
- podlaha, teracová dlažba	20	2,46	0,45 / 0,30	( N / N )
- podlaha, koberec	20	2,18	0,45 / 0,30	( N / N )
- podlaha, beton	20	2,49	0,45 / 0,30	( N / N )
- podlaha, keramická dlažba	20	2,47	0,45 / 0,30	( N / N )
- zdivo tl. 550 mm k zemině (Z1)	20	1,39	0,45 / 0,30	( N / N )
- sokl - zdivo tl. 590 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z1)	20	0,43	0,45 / 0,30	( V / N )
- sokl - zdivo tl. 900 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z1)	20	0,37	0,45 / 0,30	( V / N )
- zdivo tl. 980 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	20	0,36	0,45 / 0,30	( V / N )
- zdivo tl. 870 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	20	0,37	0,45 / 0,30	( V / N )
- zdivo tl. 770 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z2)	20	0,39	0,45 / 0,30	( V / N )
- zdivo tl. 1060 mm k zemině (Z2)	20	0,82	0,45 / 0,30	( N / N )
- zdivo tl. 980 mm k zemině (Z2)	20	0,88	0,45 / 0,30	( N / N )
- zdivo tl. 900 mm k zemině (Z2)	20	0,94	0,45 / 0,30	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm k zemině (Z2)	20	0,96	0,45 / 0,30	( N / N )
- zdivo tl. 740 mm k zemině (Z2)	20	1,10	0,45 / 0,30	( N / N )
- zdivo tl. 720 mm k zemině (Z2)	20	1,12	0,45 / 0,30	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,37	0,65 / 0,45	( V / V )
- zdivo tl. 770 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,39	0,65 / 0,45	( V / V )
- zdivo tl. 620 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,41	0,65 / 0,45	( V / V )
- zdivo tl. 450 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,45	0,65 / 0,45	( V / V )
- zdivo tl. 670 mm k zemině, XPS tl. 60 mm (Z4)	15	0,41	0,65 / 0,45	( V / V )
- zdivo tl. 980 mm k zemině (Z4)	15	0,95	0,65 / 0,45	( N / N )
- zdivo tl. 870 mm k zemině (Z4)	15	1,04	0,65 / 0,45	( N / N )
- zdivo tl. 790 mm k zemině (Z4)	15	1,12	0,65 / 0,45	( N / N )
- zdivo tl. 640 mm k zemině (Z4)	15	1,32	0,65 / 0,45	( 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  $\theta_{im}$  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/(m<sup>2</sup>.K) a  $e_1$  je součinitel typu budovy, který se stanoví ze vztahu  $e_1 = 16/(\theta_{im} - 4)$ , kde  $\theta_{im}$  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/(m<sup>2</sup>.K)], který se stanovuje jako podíl měrné ztráty prostupem tepla  $H_T$  [W/K] a plochy obálky  $A$  [m<sup>2</sup>]. 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/(m<sup>2</sup>.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/(m<sup>2</sup>.K). Požadovaná hodnota  $U_{em,N}$  se stanoví pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im}$  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/(m<sup>2</sup>.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 výplní 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 čtyř zón, jejich soupis včetně převažující návrhové vnitřní teploty, objemu zóny a požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla je uveden v následující tabulce.

**Tab. 3.6.1.2. Přehled zón objektu**

Zóna	Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_{im,j}$	Objem zóny $V_j$	Průměrný součinitel prostupu tepla	
			Požad. hodnota $U_{em,N,j}$	Vypočtená hodnota $U_{em,j}$
	[°C]	[m <sup>3</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> /K)]	[W/(m <sup>2</sup> /K)]
1 - byt	20,0	738	0,32	0,73
2 - šatny, tělocvičny, dílň	20,0	1 730	0,25	0,54
3 - učebny, kanceláře, WC	20,0	11 281	0,46	1,20
4 - komunikační prostory, kotelna	15,0	4 583	0,56	1,01

**Tab. 3.6.1.3. Průměrný součinitel prostupu tepla budovy**

Parametr	Jednotka	Budova celkem
Plocha obálky $A$	$[m^2]$	5 245,2
Objemový faktor tvaru budovy - $A / V$	$[m^2/m^3]$	0,29
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$	$[W/m^2.K]$	1,07
- požadovaná hodnota - $U_{em,N}$	$[W/m^2.K]$	0,46
- doporučená hodnota - $U_{em,rec}$	$[W/m^2.K]$	0,35
Součinitel typu budovy $e_1$	$[-]$	1,00

**Tab. 3.6.1.4. Klasifikace prostupu tepla obálkou - současný stav**

Objekt	Klasifikace	Klasifikační ukazatel $CI$
Budova celkem	F - Velmi nevhodná	2,32

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

### 3.7 Popis systémů technických zařízení budovy, jednotlivé energetické systémy

Energetické zásobování budovy Obchodní akademie Chrudim je založeno na odběru dálkového tepla ze soustavy ZTE se zdrojem v Elektrárně Opatovice a odběru elektřiny z veřejných rozvodů dodavatelské sítě. Dodávkovým teplem je v objektu kryta potřeba tepla na vytápění a větrání. Elektřina je využívána k přípravě teplé vody, k osvětlení, pro výrobu a distribuci tepla a na pohon drobných spotřebičů.

#### 3.7.1 Zařízení pro výrobu a distribuci tepla

V současné době hodnocená budova není vybavena vlastním energetickým zdrojem (výměňková stanice je součástí rozvodů tepla), roční bilance výroby z vlastního energetického zdroje stejně jako základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje nebudou sestavovány, neboť nejsou relevantní, protože zdroj tepla v Elektrárně Opatovice není předmětem tohoto energetického posudku. Výměňková stanice je napojená na horkovodní primární soustavu s teplotním spádem 138/65 °C, teplotní spád v sekundárním okruhu výměňkové stanice je v topném období 95/60 °C a mimo topnou sezónu 70/45 °C. Rozvod tepla po budově je tvořen ocelovým potrubím, opatřeným oplechováním (ochranným



pláštěm) s povrchovou úpravou fólií Fatroid nebo s ochrannými pásy Aludor a volně přechovanou minerální vatou (plstí). Teplota topné vody je centrálně (ve výměňkové stanici) a ekvitemně regulována podle nastavené topné křivky. Oběh topné vody mezi výměníkem tepla a rozdělovačem resp. sběračem je zajištěn čerpadlem Wilo TOP s regulovatelnými otáčkami. Jednotlivé větve jsou osazeny čerpadly Grundfos typ UPS.

Otopnou plochu v jednotlivých místnostech tvoří nejčastěji litinová článková a částečně ocelová desková topná tělesa připojená termostatickými ventily s termostatickými hlavicemi. Lze konstatovat, že ve většině případů regulační ventily na otopných tělesech dokážou tedy zabezpečit dynamickou regulaci vytápění, tedy dostatečnou identifikaci a využití vnitřních i vnějších tepelných zisků. Doba vytápění budovy a teplota topné vody jsou zcela závislé na centrální regulaci ve výměňkové stanici, což nelze považovat za optimální stav.

### 3.7.2 Zařízení pro ohřev a distribuci teplé vody

Teplá voda je připravována jednak ve dvou elektrických zásobníkových ohřivačích. První je OKCE 80 o objemu 80 l a příkonu 2.000 W. Druhým je OKCE 180 o objemu 180 l s příkonem 2.200 W. Dále je teplá voda připravována v lokálně umístěných elektrických průtokových ohřivačích. Výtokovými místy teplé vody jsou směšovací baterie. 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				Teplota vody		Měrná hmotnost		Měrná tepelná		Potřeba
	přep. dní za rok	Počet osob	Spotřeba vody		surové	ohřáté	vody		kapacita vody		tepla za rok (teplo v TV)
Voda pro hyg. účely	(-)	(-)	(l/os)	Σ m <sup>3</sup> /rok	°C	°C	ρ <sub>TV</sub>	ρ <sub>v,8°C</sub>	c <sub>TV</sub>	c <sub>v,8°C</sub>	GJ
Hygiena - zaměstnanci	215	33	5,0	35,5	8	55	988,0	999,6	4200	4220	6,90
Hygiena - žáci	192	282	5,0	270,7	8	55	988,0	999,6	4200	4220	52,65
TV pro úklid	Počet dní	Plocha m <sup>2</sup>	Red.využ.	Σ m <sup>3</sup> /rok	°C	°C	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	J/(kg.K)	J/(kg.K)	GJ
Podlahy + ost.	192	3343,7	0,10	5,1	8	55	988,0	999,6	4200	4220	1,00
Potřeba tepla pro TV CELKEM				311,3							60,55

**Parametry spotřeby TV a energie na dodávku TV na patě hodnocené budovy:**

Počet provozních dní	215	Dny
Předpokládaná denní spotřeba teplé vody	1448,05	Litry/den
Předpokládaná roční spotřeba teplé vody	311,33	m <sup>3</sup> /rok
Měrná potřeba tepla na ohřev vody z 8 °C na 55 °C	0,241	GJ/m <sup>3</sup>
Roční potřeba tepla na přípravu TV (teplo v TV)	60,55	GJ/rok
Ztráty na zásobníku a v rozvodech TV	14,43	GJ/rok
Roční potřeba tepla na přípravu TV vč. ztrát v rozvodech	74,98	GJ/rok
Účinnost výroby teplé vody	80,8	%
Roční spotřeba energie na přípravu TV	74,98	GJ/rok

**3.7.3 Vzduchotechnika**

Vzduchotechnické zařízení není v objektu využíváno, větrání prostorů objektu je zajišťováno přirozeným způsobem.

**3.7.4 Klimatizace**

V posuzovaném objektu není instalováno klimatizační zařízení pro chlazení vzduchu.

**3.7.5 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 účinníku.
- 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 jasu 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. 3.7.5.1. je uvedena základní charakteristika vybraných světelných zdrojů. Index barevného podání Ra 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. 3.7.5.1. Technické parametry světelných zdrojů**

<b>Zdroj světla</b>	<b>Index barev. podání Ra</b>	<b>Měrný výkon [lm/W]</b>	<b>Životnost [hod]</b>
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 <sup>*)</sup>	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.: <sup>\*)</sup> Včetně ztrát v elektronickém předřadníku

Doporučené hodnoty osvětlení pro jednotlivá pracoviště, místnosti a prostory jsou uvedeny v tabulkách Tab. 3.7.5.2. až Tab. 3.7.5.4.

**Tab. 3.7.5.2. Doporučené hodnoty osvětlení pro různá pracoviště a prostory**

<b>Pracoviště Prostor</b>	<b>Osvětlení [Lx]</b>
<b>Domácnost</b>	-
Předsíň	100 až 200
Schodiště	100 až 200
Jídelna	200 až 500
Obývací pokoj	200 až 500
Dětský pokoj	200 až 500
<b>Školy</b>	-
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. 3.7.5.3. Doporučené hodnoty osvětlení pro různá pracoviště a prostory**

<b>Pracoviště Prostor</b>	<b>Osvětlení [Lx]</b>
<b>Obchod</b>	-
Vstup	100 až 200
Schodiště	100 až 200
Balící stůl, prodejní pult, pokladny	200 až 400
Obchodní domy	750
Výloha	1500 až 2000
<b>Nemocnice</b>	-
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. 3.7.5.4. Doporučené hodnoty osvětlení pro různá pracoviště a prostory**

<b>Pracoviště Prostor</b>	<b>Osvětlení [Lx]</b>
<b>Kancelář</b>	-
Přijímací místnost	200 až 400
Konferenční, recepční místnost	250 až 750
Účtárna	800 až 1500
Pisárna, kreslárna	1200 až 2000
<b>Průmysl</b>	-
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 zabezpečováno svítidly různého typu. Nejčastěji jsou využívána zářivková svítidla s trubicemi o příkonu 58 W a 36 W a dále v omezené míře žárovková svítidla o příkonu 100 W a 60 W.

Základním informačním materiálem byla zpráva o revizi elektrického zařízení. Ovládání osvětlení je manuální. Systém osvětlení zatím nebyl příliš vylepšován ani modernizován, takže převážně nevyhovuje současným požadavkům. S jeho modernizací je proto uvažováno formou zvyšování účinnosti svítidel a snižování spotřeby elektřiny na osvětlení. Provozovatel nemá 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.



**Tab. 3.7.5.5: Výpočet spotřeby elektřiny na osvětlení za rok při obvyklém způsobu provozování a využití hodnocené budovy**

Označení prostoru	Typ svítidla	Osazení svítidel	Počet svítidel	Instalovaný příkon	Součinitel soudobosti provozu	Počet dní provozu	Doba provozu za den	Spotřeba elektřiny na osvětlení za tzv. normálový rok	
		( W )	( - )	( W )	( - )	( - )	( hod. )	( kWh )	( GJ )
Šatny, tělocvičny, dílny	Žárovkové, zářivkové	-	-	3 920	0,80	192	5	3 011	10,84
Učebny, kanceláře, WC	Žárovkové, zářivkové	-	-	16 512	0,80	192	6	15 217	54,78
Komunikační prostory, kotelna	Žárovkové, zářivkové	-	-	852	0,40	192	3	196	0,71
<b>Celkem</b>			<b>0</b>	<b>21 284</b>				<b>18 424</b>	<b>66,33</b>

**Tab. 3.7.5.6: Výpočet spotřeby elektřiny na osvětlení za rok při obvyklém způsobu provozování a využití hodnocené budovy**

Označení místnosti	Plocha místnosti	Intenzita osvětlení (stř. hodn.)	Měrný světelný výkon	Součinitel soudobosti provozu		Počet dní provozu	Doba provozu za den	Spotřeba elektřiny na osvětlení za tzv. normálový rok	
	m <sup>2</sup>	lx	lm/W	( - )	( - )	( - )	hod.	kWh	GJ
Kuchyň	28,8	400	60	0,80	0,90	365	4	202	0,73
Obývací pokoj	33,4	350	80	0,80	0,90	365	6	230	0,83
Ložnice	28,4	300	60	0,40	0,90	365	4	75	0,27
Dětský pokoj	19,1	350	80	0,60	0,90	365	6	99	0,36
Koupelna	4,4	200	18	0,30	0,90	365	4	19	0,07
WC	2,2	100	10	0,50	1,00	365	2	8	0,03
Sušárna	16,8	150	10	0,30	1,00	365	1	28	0,10
Prádelna	4,6	150	10	0,30	1,00	365	1	8	0,03
Předsíň	22,8	100	10	0,30	1,00	365	2	50	0,18
Spíž	8,4	100	10	0,20	1,00	365	0,5	3	0,01
<b>Celkem</b>	<b>168,9</b>							<b>721</b>	<b>2,60</b>

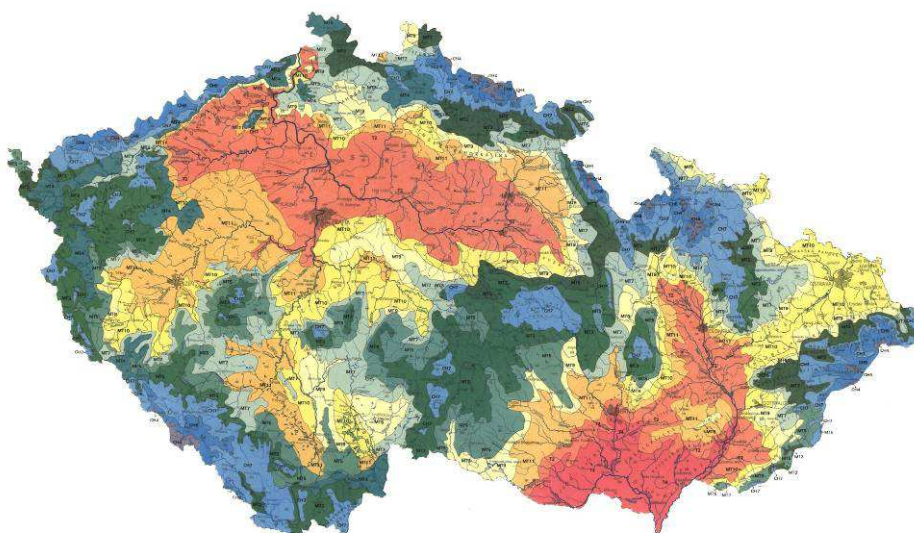
### 3.8 Klimatické podmínky lokality

Dlouhodobé klimatické podmínky lokality, ve které se nachází posuzované objekty, jsou klasifikovány jako mírně teplé - území města Chrudim leží v klimatické oblasti T2. Klimatické podmínky jsou charakterizovány těmito údaji:

- nadmořská výška 276 m n. m.
- nejnižší dlouhodobá teplota dle ČSN  $t_e = -12\text{ °C}$
- krajina s intenzivními větry
- délka topného období pro  $t_{em} = 12\text{ °C}$  je 225 dnů (pro  $t_{em} = 13\text{ °C}$  je délka TO 238 dnů a pro  $t_{em} = 15\text{ °C}$  je délka TO 276 dnů)

- střední venkovní teplota v topném období  $t_{es} = 3,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (pro  $t_{em} = 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$  je  $t_{es} = 4,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a pro  $t_{em} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  je  $t_{es} = 5,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ )
- roční průměrná teplota vzduchu  $8,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- denní střední teplota v nejchladnějším měsíci (leden) je  $-1,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- roční úhrn slunečního záření dopadajícího na plochu  $1 \text{ m}^2$  je cca  $1028 \text{ kWh}$  ( $3700 \text{ MJ}$ )
- průměrná roční rychlost větru je menší než  $4,1 \text{ m/s}$

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  $t_{em} = 12 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $t_{em} = 13 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a  $t_{em} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$  a pro průměrnou vnitřní teplotu vytápěných místností od  $18$  do  $24 \text{ }^{\circ}\text{C}$  byly vypočteny následující roční doby využití maxima a spotřeba tepla, která odpovídá maximu  $1 \text{ kW}_t$ :

**Tab. 3.8.1. Roční doba využití maxima a spotřeba tepla pro otop na 1 kW<sub>t</sub> ztrátového výkonu**

Lokalita Chrudim	pro t <sub>em</sub> = 12 °C		pro t <sub>em</sub> = 13 °C		pro t <sub>em</sub> = 15 °C	
průměrná vnitřní teplota místnosti	t <sub>max</sub> [hod]	Q [GJ]	t <sub>max</sub> [hod]	Q [GJ]	t <sub>max</sub> [hod]	Q [GJ]
18 °C	2 104	7,58	2 128	7,66	2 241	8,07
19 °C	2 176	7,83	2 207	7,95	2 340	8,42
20 °C	2 243	8,07	2 281	8,21	2 433	8,76
21 °C	2 306	8,30	2 350	8,46	2 519	9,07
22 °C	2 365	8,51	2 415	8,70	2 601	9,36
23 °C	2 421	8,71	2 477	8,92	2 678	9,64
24 °C	2 474	8,90	2 535	9,13	2 751	9,90
<b>délka topného období</b>	<b>5 400</b> [hod]	<b>2258</b> [dnů]	<b>5 712</b> [hod]	<b>238</b> [dnů]	<b>6 624</b> [hod]	<b>276</b> [dnů]

Výpočty jsou provedeny v souladu s platnými normami a teplotně-energetickou 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<sub>p</sub> (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 (°C), dříve prům. vnitř. výpočtová teplota
- $\theta_{e,m}$  - střední teplota venkovního vzduchu (°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 °C, 19 °C, 18 °C a 17 °C. Meziroční změny těchto údajů jsou pro konkrétní období a pro různé lokality publikovány ve statistických a klimatologických ročenkách. Porovnání počtu denostupňů pro lokalitu Chrudim je následující:

**Tab. 3.8.2. Porovnání počtu denostupňů**

	Počet denostupňů			
	rok 2016	rok 2017	rok 2018	klimatický normál
<b>D<sub>10</sub></b>	1327	1303	1080	1458
<b>D<sub>11</sub></b>	1565	1541	1318	1696
<b>D<sub>12</sub></b>	1803	1779	1556	1934
<b>D<sub>13</sub></b>	2041	2017	1794	2172
<b>D<sub>14</sub></b>	2279	2255	2032	2410
<b>D<sub>15</sub></b>	2517	2493	2270	2648
<b>D<sub>16</sub></b>	2755	2731	2508	2886
<b>D<sub>17</sub></b>	2993	2969	2746	3124
<b>D<sub>18</sub></b>	3231	3207	2984	3362
<b>D<sub>19</sub></b>	3469	3445	3222	3600
<b>D<sub>20</sub></b>	3707	3683	3460	3838
<b>D<sub>21</sub></b>	3945	3921	3698	4076
<b>D<sub>22</sub></b>	4183	4159	3936	4314
<b>D<sub>23</sub></b>	4421	4397	4174	4552

### 3.9 Údaje o energetických vstupech

Celková koncepce energetického zásobování posuzovaného objektu Obchodní akademie Chrudim je založena v současné době na zásobování elektřinou z NN sítě a dodávkách tepla ze soustavy ZTE Elektrárny opatovice. V následujících tabulkách jsou uvedeny energetické vstupy za roku 2016, 2017 a 2018, získané z účetních dokladů.

### 3.9.1 Soupis údajů o energetických vstupech za roky 2016, 2017 a 2018

**Tab. 3.9.1.1. Přehled měsíčních spotřeb elektřiny za budovu, rok 2016**

Soupis základních údajů o energetických vstupech pro rok						2016
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotk	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč
Elektřina	MWh	75,68	3,60	272,46	75,68	226,46
Teplo	GJ	1 111,00	1,00	1 111,00	308,61	482,85
Zemní plyn	tis. m <sup>3</sup>					
Jiné plyny	tis. m <sup>3</sup>					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná pevná paliva - dřevo	t					
TO	t					
TOEL	t					
Druhotné zdroje <sup>1)</sup>	GJ					
Obnovitelné zdroje <sup>2)</sup>	GJ (MWh)					
Jiná paliva	GJ					
Celkem vstupy paliv a energie		x	x		384,29	709,30
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)		x	x		0,00	0,00
Celkem spotřeba paliv a energie		x	x		384,29	709,30

Pozn.: <sup>1)</sup> Druhotné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

<sup>2)</sup> Obnovitelné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

**Tab. 3.9.1.2. Přehled měsíčních spotřeb elektřiny za budovu, rok 2017**

Soupis základních údajů o energetických vstupech pro rok						2017
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotk	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč
Elektřina	MWh	82,57	3,60	297,26	82,57	220,25
Teplo	GJ	1 135,50	1,00	1 135,50	315,42	506,91
Zemní plyn	tis. m <sup>3</sup>					
Jiné plyny	tis. m <sup>3</sup>					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná pevná paliva - dřevo	t					
TO	t					
TOEL	t					
PHM	t					
Druhotné zdroje <sup>1)</sup>	GJ					
Obnovitelné zdroje <sup>2)</sup>	GJ (MWh)					
Jiná paliva	GJ					
Celkem vstupy paliv a energie		x	x		397,99	727,17
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)		x	x		0,00	0,00
Celkem spotřeba paliv a energie		x	x		397,99	727,17

Pozn.: <sup>1)</sup> Druhotné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

<sup>2)</sup> Obnovitelné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

**Tab. 3.9.1.3. Přehled měsíčních spotřeb elektřiny za budovu, rok 2018**

Soupis základních údajů o energetických vstupech pro rok						2018
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotk	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč
Elektřina	MWh	83,23	3,60	299,64	83,23	244,08
Teplo	GJ	1 021,50	1,00	1 021,50	283,75	489,15
Zemní plyn	tis. m <sup>3</sup>					
Jiné plyny	tis. m <sup>3</sup>					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná pevná paliva - dřevo	t					
TO	t					
TOEL	t					
PHM	t					
Druhotné zdroje <sup>1)</sup>	GJ					
Obnovitelné zdroje <sup>2)</sup>	GJ (MWh)					
Jiná paliva	GJ					
Celkem vstupy paliv a energie		x	x		366,98	733,23
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)		x	x		0,00	0,00
Celkem spotřeba paliv a energie		x	x		366,98	733,23

Pozn.: <sup>1)</sup> Druhotné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

<sup>2)</sup> Obnovitelné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

### 3.9.2 Soupis údajů o energetických vstupech - souhrn za předchozí tříleté období

Před vyhotovením soupisu o základních energetických vstupech, resp. souhrnu za předchozí tříleté období, je v následující tabulce provedeno porovnání klimatických údajů v lokalitě za roku 2016, 2017 a 2018, které jsou vyjádřeny počtem denostupňů (°D) za příslušný rok. Skutečné roční spotřeby tepla jsou prostřednictvím poměru denostupňů přepočteny na spotřeby odpovídající DDP za 30 let, což znamená přepočet spotřeby energie na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr.

**Tab. 3.9.2.1. Přepočet spotřeby energie (paliva) na vytápění na dlouhodobý klimatický průměr (Průměr DDP 30)**

Hodnocené období	2016	2017	2018	Dlouhodobý průměr
Roční spotřeba energie pro vytápění vycházející z účetních dokladů [GJ/rok]	1 111,00	1 135,50	1 021,50	x
Počet denostupňů °D pro průměrnou vnitřní teplotu	3 469	3 445	3 222	3 600
Podíl denostupňů k dlouhodobému klimatickému normálu	0,964	0,957	0,895	x
Roční spotřeba energie pro vytápění přepočtená na dlouhodobý klimatický průměr [GJ/rok]	1 152,95	1 186,59	1 141,34	1 160,29

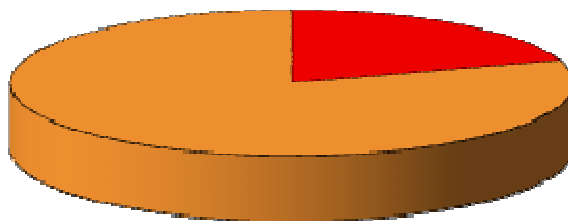
**Tab. 3.9.2.3. Průměrné hodnoty - souhrn za předchozí tříleté období**

Průměrné hodnoty - souhrn za předchozí tříleté období						
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost GJ/jednotku	Přepočet na GJ	Přepočet na MWh	Roční náklady tis. Kč
Elektřina	MWh	80,50	3,60	289,78	80,50	236,05
Teplo	GJ	1160,29	1,00	1160,29	322,30	555,61
Zemní plyn	tis. m <sup>3</sup>					
Jiné plyny	tis. m <sup>3</sup>					
Hnědé uhlí	t					
Černé uhlí	t					
Koks	t					
Jiná pevná paliva - dřevo	t					
TO	t					
TOEL	t					
PHM	t					
Druhotné zdroje <sup>1)</sup>	GJ					
Obnovitelné zdroje <sup>2)</sup>	GJ (MWh)					
Jiná paliva	GJ					
Celkem vstupy paliv a energie		x	x		402,80	791,66
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)		x	x		0,00	0,00
Celkem spotřeba paliv a energie		x	x		402,80	791,66

Pozn.: <sup>1)</sup> Druhotné zdroje a jejich podíl na užití energie budou uvedeny samostatně

<sup>2)</sup> 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 <sup>1)</sup> |
| ■ Obnovitelné zdroje <sup>2)</sup> | ■ Jiná paliva                   |

### 3.9.3 Fakturační údaje za odběr tepla a elektřiny za roky 2016, 2017 a 2018

<b>Odběr tepelné energie, Obchodní akademie Chrudim</b>					
Období	Odběr tepla	Příkon	Plat za odebrané množství	Stálý plat	Platba celkem
	[GJ]	[kW]	[Kč]	[Kč]	[Kč]
01.01.2016 - 31.12.2016	1 111,0	240,0	376 740,10	106 104,96	482 845,06
01.01.2017 - 31.12.2017	1 135,5	240,0	344 170,05	162 743,04	506 913,09
01.01.2018 - 31.12.2018	1 021,5	240,0	293 885,55	195 264,00	489 149,55

<b>Odběr elektrické energie, Obchodní akademie Chrudim, rok 2016</b>				
Produkt: KRPAR, Jistič: 3 × 63 A, Sazba: C03d				
Období	Odběr elektřiny			Platba za odběr
	VT	NT	Celkem	
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[Kč]
01.01.2016 - 31.01.2016	7,290	0,000	7,290	21 378,50
01.02.2016 - 29.02.2016	5,955	0,000	5,955	17 974,36
01.03.2016 - 31.03.2016	7,198	0,000	7,198	21 143,90
01.04.2016 - 30.04.2016	6,324	0,000	6,324	18 915,28
01.05.2016 - 31.05.2016	6,186	0,000	6,186	18 563,39
01.06.2016 - 30.06.2016	5,281	0,000	5,281	16 255,72
01.07.2016 - 03.08.2016	4,494	0,000	4,494	14 519,49
04.08.2016 - 31.08.2016	3,989	0,000	3,989	12 691,19
01.09.2016 - 30.09.2016	6,055	0,000	6,055	18 229,36
01.10.2016 - 31.10.2016	6,933	0,000	6,933	20 468,18
01.11.2016 - 30.11.2016	7,833	0,000	7,833	22 763,11
01.12.2016 - 31.12.2016	8,144	0,000	8,144	23 555,54
Celkem	75,682	0,000	75,682	226 458,02

<b>Odběr elektrické energie, Obchodní akademie Chrudim, rok 2017</b>				
Produkt: KRPAR, Jistič: 3 × 63 A, Sazba: C03d				
Období	Odběr elektřiny			Platba za odběr
	VT	NT	Celkem	
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[Kč]
01.01.2017 - 31.01.2017	8,824	0,000	8,824	21 839,51
01.02.2017 - 28.02.2017	7,805	0,000	7,805	20 028,46
01.03.2017 - 31.03.2017	7,163	0,000	7,163	18 887,44
01.04.2017 - 30.04.2017	7,241	0,000	7,241	19 026,08
01.05.2017 - 31.05.2017	6,040	0,000	6,040	16 477,47
01.06.2017 - 30.06.2017	5,613	0,000	5,613	15 507,22
01.07.2017 - 28.07.2017	4,009	0,000	4,009	13 341,18
29.07.2017 - 31.08.2017	4,897	0,000	4,897	14 146,74
01.09.2017 - 30.09.2017	6,561	0,000	6,561	17 661,34
01.10.2017 - 31.10.2017	7,670	0,000	7,670	19 788,53
01.11.2017 - 30.11.2017	8,572	0,000	8,572	21 391,63
01.12.2017 - 31.12.2017	8,177	0,000	8,177	22 156,42
Celkem	82,572	0,000	82,572	220 252,02



**Odběr elektrické energie, Obchodní akademie Chrudim, rok 2018**

Produkt: Basic 24, Jistič: 3 × 63 A, Sazba: C03d

Období	Odběr elektřiny			Platba za odběr
	VT	NT	Celkem	
	[MWh]	[MWh]	[MWh]	[Kč]
01.01.2018 - 31.01.2018	8,797	0,000	8,797	24 308,87
01.02.2018 - 28.02.2018	7,717	0,000	7,717	22 028,67
01.03.2018 - 31.03.2018	7,599	0,000	7,599	21 779,54
01.04.2018 - 30.04.2018	7,285	0,000	7,285	21 116,60
01.05.2018 - 31.05.2018	6,212	0,000	6,212	18 851,18
01.06.2018 - 30.06.2018	5,788	0,000	5,788	17 956,00
01.07.2018 - 31.07.2018	5,182	0,000	5,182	16 397,19
01.08.2018 - 31.08.2018	5,335	0,000	5,335	16 795,97
01.09.2018 - 30.09.2018	6,508	0,000	6,508	19 476,13
01.10.2018 - 31.10.2018	7,430	0,000	7,430	21 422,73
01.11.2018 - 30.11.2018	7,874	0,000	7,874	22 360,14
01.12.2018 - 31.12.2018	7,506	0,000	7,506	21 583,19
Celkem	83,233	0,000	83,233	244 076,21

**3.10 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  $\theta_{\text{int}}$ , která odpovídá požadavku na příslušné prostory dle normy ČSN EN 12831-1. Pro každý 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 akademie..... 18,7 °C

Pro stanovení tepelných ztrát jsou použity průměrné hodnoty, charakterizující topné období v klimatické oblasti Chrudim, které je definované teplotou zahájení vytápění  $\theta_{\text{em}} = 13$  °C. Výpočtová venkovní teplota  $\theta_e = -12$  °C a průměrná roční venkovní teplota resp. průměrná teplota v topném období  $\theta_m = 4,1$  °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 12831-1. Základem pro stanovení tepelné ztráty prostupem tepla  $\Phi_T$  [W] je stanovení měrných tepelných toků prostupem  $H_T$  [W/K] pro jednotlivé druhy funkčních konstrukcí, kde se jedná o:

- $H_{T,ie}$  - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e)
- $H_{T,iae}$  - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do venkovního prostředí (e) nevytápěným prostorem (ae)
- $H_{T,ig}$  - měrný tepelný tok prostupem z vytápěného prostoru (i) do zeminy (g)
- $H_{T,ia}$  - měrný tepelný tok z vytápěného prostoru (i) do sousedního vytápěného prostoru (a)
- $H_{T,iaBE}$  - měrný tepelný tok z vytápěného prostoru (i) do sousední funkční části budovy (aBE)

Měrný tepelný tok 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  $\Delta U_{tb}$  [W/m<sup>2</sup>.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  $A_k$ , opravný činitel  $f_{U,k}$  zohledňující vliv vlastností stavebních částí a povětrnostní vlivy, jehož základní hodnota  $f_{U,k} = 1$  (dle A.2.2. resp. B2.2), a teplotní opravný činitel  $f_{i,e,k}$ , jehož základní hodnota = 1.

Při výpočtu měrného tepelného toku  $H_{T,iae}$  nevytápěným prostorem je kromě lineárních tepelných ztrát použit teplotní opravný činitel  $f_{i,x,k}$  dle 6.3.2.5, který se skládá ze součtu opravného činitele  $f_1$  zohledňujícího rozdíl mezi teplotou sousedního prostředí nebo prostoru (x) a venkovní výpočtovou teplotou podle rovnice (10) a tabulky 7, a opravného činitele  $f_2$

zohledňujícího rozdíl mezi vnitřní výpočtovou teplotou prostoru (i) a průměrnou povrchovou teplotou stavební části (k) podle rovnice (11) a tabulky 8. Tedy  $f_{i,x,k} = f_1 + f_2$ .

A dále  $f_1 = (\theta_{\text{int},i} - \theta_x) / (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$ ,  $f_2 = (\theta_{\text{int},k}^* - \theta_{\text{int},i}) / (\theta_{\text{int},i} - \theta_e)$ . Opravný činitel pro výšku prostoru (i) < 4 m je roven 0 a pro výšku  $\geq 4$  m se stanoví podle 6.3.8.2. Obdobným způsobem se vypočítá měrný tepelný tok z vytápěného prostoru (i) do sousední funkční části budovy (aBE)  $H_{T,iaBE}$ .

Měrný tepelný tok  $H_{T,ig}$  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:

- $f_{\text{Bann}}$  - opravný činitel zohledňující vliv změny venkovní teploty v průběhu roku, hodnota  $f_{\text{Bann}} = 1,45$
- $f_{g,k}$  - teplotní opravný činitel dle 6.3.2.5.
- $f_{\text{GW},k}$  - opravný činitel zohledňující vliv spodní vody, je-li vzdálenost mezi předpokládanou hladinou spodní vody a úrovní základů menší než 1 m je  $f_{\text{GW},k} = 1,15$ , jinak  $f_{\text{GW},k} = 1$

Hodnota vlastního součinitele prostupu tepla podlahové konstrukce je korigována na tzv. ekvivalentní součinitel prostupu tepla stavební částí  $U_{\text{equiv},k}$  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.

Měrný tepelný tok  $H_{T,ia}$  vyjadřuje tok tepla prostupem z vytápěného prostoru (i) do sousedního prostoru (a) 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  $H_{T,ia}$  je používán teplotní opravný činitel  $f_{ia,k}$  dle 6.3.2.5. normy

Velikost tepelné ztráty větráním vytápěného prostoru  $\Phi_V$  [W] závisí na měrném tepelném toku větráním  $H_V$  [W/K] a na rozdílu výpočtové vnitřní teploty  $\theta_{int}$  [°C] a výpočtové venkovní teploty  $\theta_e$  [°C]. Součinitel tepelné ztráty větráním  $H_V$  je stanoven jako součin výměny vzduchu  $V'_i$  [m<sup>3</sup>/h], hustoty vzduchu  $\rho$  [kg/m<sup>3</sup>] při teplotě  $\theta_{int}$  a měrné tepelné kapacity vzduchu  $c_p$  [kJ/kg.K] při teplotě  $\theta_{int}$ . Za předpokladu konstantních hodnot  $\rho$  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 se uvažuje jako přirozeným větráním.

Základní vztah pro tepelnou ztrátu větráním je:

$$\Phi_V = 0,34 \times [\max(q_{v,env} + q_{v,open}; q_{v,min} - q_{v,tech}) \times (\theta_i - \theta_e) + q_{v,sup} \times (\theta_i - \theta_{rec}) + q_{v,transf} \times (\theta_i - \theta_{transf})]$$

kde  $q_{v,env}$  je objemový tok přes obálku místnosti,  $q_{v,open}$  je objemový tok přes velké otevřené otvory,  $q_{v,min}$  je návrhový (minimální) objemový tok,  $q_{v,tech}$  je technický objemový tok,  $q_{v,sup}$  je objemový tok nuceně přiváděného vzduchu,  $q_{v,transf}$  je objemový tok vzduchu přiváděného z vedlejší místnosti,  $\theta_i$  je návrhová vnitřní teplota,  $\theta_{rec}$  je teplota vzduchu přiváděného nuceným větráním do místnosti (po případném pasivním předeřtátí v zařízení pro zpětné získávání tepla),  $\theta_{transf}$  je teplota vzduchu přiváděného z vedlejší místnosti a  $\theta_e$  je návrhová venkovní teplota.

### 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)  $V$  [m<sup>3</sup>] a minimální intenzity výměny venkovního

vzduchu za hodinu  $n_{\min}$  [ $\text{h}^{-1}$ ], jejíž základní hodnoty jsou uvedeny v příloze B.2.11 normy ČSN EN 12831-1.

Množství vzduchu infiltrací  $V'_{\text{inf}}$  vytápěného prostoru, způsobené větrem a účinkem vztaku na plášť budovy je stanoveno jako dvojnásobek součinu objemu vytápěného prostoru  $V$  [ $\text{m}^3$ ], intenzity výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi vnitřkem a vnějškem budovy zahrnující účinky přívodu vzduchu  $n_{50}$  [ $\text{h}^{-1}$ ], stínícího činitele  $e_i$  a výškového korekčního činitele  $\epsilon_i$ , který zohledňuje zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou prostoru nad povrchem země. Hodnoty činitelů objemového průtoku zóny jsou uvedeny v příloze B.2.12 normy ČSN EN 12831-1.

### 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  $V'$  [ $\text{m}^3/\text{h}$ ] ve vytápěném prostoru (místnosti), která se zjistí jako součet množství vzduchu infiltrací  $V'_{\text{inf}}$  ve vytápěné místnosti, rozdílu  $V'_{\text{mech,inf}}$  mezi množstvím nuceně odváděného vzduchu  $V'_{\text{ex}}$  a přiváděného vzduchu  $V'_{\text{su}}$  v místnosti a součinu množství vzduchu  $V'_{\text{su}}$  přiváděného do místnosti a teplotního redukčního činitele  $f_v$  zohledňujícího rozdíl teploty přiváděného vzduchu  $\theta_{\text{su}}$  a výpočtové venkovní teploty  $\theta_e$ . Velikost výměny vzduchu  $V'$  musí být stejné 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 předeřhříván, 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)  $\theta_{\text{nt}}$  a teploty vzduchu přiváděného do vytápěného prostoru (místnosti)  $\theta_{\text{su}}$  a rozdílu výpočtové vnitřní teploty  $\theta_{\text{nt}}$  a výpočtové venkovní teploty  $\theta_e$ . 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  $\theta_{\text{su}}$  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  $V'_{\text{ex}}$  a přiváděného vzduchu soustavou  $V'_{\text{su}}$ , přitom platí, že  $V'_{\text{mech,inf}} = \max(V'_{\text{ex}} - V'_{\text{su}}; 0)$ . Rozdíl  $V'_{\text{mech,inf}}$  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 4 m je prováděn se stejnou teplotou vytápěného prostoru. U místností (prostor) vyšších než 4 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, které jsou závislé de facto na výškovém teplotním gradientu vzduchu v místnosti  $G_{\theta,\text{air}}$  a na opravné hodnotě  $\Delta\theta_{\text{surf}}$  zohledňující rozdíl mezi teplotou vzduchu a povrchovou teplotou, pomocí kterých lze dle 6.3.8.2. stanovit průměrnou vnitřní povrchovou teplotu stavební příslušné části (v závislosti na střední výšce uvažované stavební části nad úrovní podlahy a výšce uživatelské zóny místnosti). Ve výpočtu tepelné ztráty větráním ve vysokých místnostech se dále využívá průměrná teplota vnitřního vzduchu, která je stanovena dle rovnice (49) v 6.3.8.3. Výpočet je založen na výškovém teplotním gradientu vzduchu  $G_{\theta,\text{air}}$  a na středním rozdílu mezi operativní teplotou a teplotou vzduchu  $\Delta\theta_{\text{rad}}$ . Výškový teplotní gradient se liší podle použitého hlavního systému pro sdílení tepla.

Tepelná ztráta prostupem  $\Phi_T$  a tepelná ztráta větráním  $\Phi_V$  a celková tepelná ztráta  $\Phi$  pro základní řešení objektu jsou uvedeny v následujícím přehledu:

	$\Phi_T [W_t]$	$\Phi_V [W_t]$	$\Phi [W_t]$
<b>Budova akademie</b>	167 158	98 297	265 455

Návrhová tepelná ztráta větráním pro jednotlivé zóny je následující.

<b>Zóna</b>	<b><math>\Phi_{V,i} [W_t]</math></b>
1 - byt	2 499
2 - šatny, tělocvičny, dílny	11 575
3 - učebny, kanceláře, WC	78 215
4 - komunikační prostory, kotelna	6 007
<b>Celkem</b>	<b>98 297</b>

### 3.11 Potřeba tepla na vytápění budovy

Výpočet roční potřeby tepla na vytápění budovy stravování za roky 2016, 2017 a 2018 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 12831-1. Jejich hodnoty jsou uvedeny v protokolech o výpočtu tepelných ztrát a potřeby energie na vytápění v přílohách tohoto posudku.

$\theta_{es}$  - střední teplota venkovního vzduchu ve vytápěcím období roku a za tzv.

normálový rok:  $\theta_{es} = + 4,1 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\theta_e$  - výpočtová nejnižší teplota - Chrudim:  $-12 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$\tau_{vyt.}$  - délka vytápěcího období roku za tzv. normálový rok: 238 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 následující tabulce jsou kvantifikovány potřeby tepla na vytápění objektu 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: Obchodní akademie Chrudim	Lokalita: Chrudim
------------------------------------	-------------------

Potřeba tepla	1148,7 [GJ]	2	Součinitel vívu regulace - f3	Otopná soustava		
	319,1 [MWh]			velkoplošné sálavé, akumulální topidla statická	teplovodní vytápění, akumulální topidla dynamická	teplovzdušná, přímotopná
Celková návrhová tepelná ztráta - Φt	265,5 [kW]		ruční automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti pro více místností nebo bytů ústřední automatická podle počasí a času automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti a temostatické ventily ústřední automatická podle počasí a času a zónová regulace podle světových stran ústřední automatická podle počasí a času a aut. indiv. regulace teploty v místnostech			
Délka topného období - dt	238 [dny]			1,15	1,10	1,05
Výpočtová vnitřní teplota θint	20,0 [°C]			1,10	1,04	1,00
Střední venkovní teplota v topném období - θes	4,1 [°C]					
Výpočtová venkovní teplota θe	-12,0 [°C]			1,07	1,00	0,93
Celkový součinitel - fct	0,54 [-]			1,05	0,98	0,91
Dílčí součinitel						
nesoučasnosti - f1	0,85 [-]					
zvýšení vnitřní teploty - f2	1,00 [-]			1,03	0,95	0,88
vívu regulace - f3	0,98 [-]					
vív režimu vytápění - f4	0,65 [-]			-	0,85	0,80

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]		828,9	406,8	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]		526,6	289,3	0,0	0,0	0,0
střecha, strop	[GJ]		104,0	28,9	0,0	0,0	0,0
podlaha nad venkovním prostorem	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]		198,3	88,6	0,0	0,0	0,0
Konstrukce do nevytápěných prostorů celkem	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]		0,0	0,0	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]		57,8	57,8	0,0	0,0	0,0
z toho: podlahová konstrukce	[GJ]		44,7	44,7	0,0	0,0	0,0
svislé stěny	[GJ]		13,1	13,1	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]		262,0	233,6	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba tepla	[GJ]		1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Úspora tepla	[GJ]		0,0	450,5	0,0	0,0	0,0
	[%]		0,0%	39,2%	0,0%	0,0%	0,0%
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ							
		úspora					
Úprava zdroje tepla	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Ústřední regulace	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Vyregulování otopné soustavy a TRV	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Měření	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Energetické manažerství	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba tepla na vytápění	[GJ]		1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Úspora tepla	[%]		0,0%	39,2%	0,0%	0,0%	0,0%

### 3.12 Vlastní zdroje energie

#### 3.12.1 Energetické bilance výroby energie z vlastních zdrojů

Objekt není vybaven vlastním energetickým zdrojem na vytápění v pravém slova smyslu, tepelná energie je do něj přiváděna z výměňkové stanice, která je součástí rozvodů tepelné energie. Nicméně energetická bilance výroby energie z vlastních energetických zdrojů na vytápění je sestavena pro výměňkovou stanici, dle ČSN 73 03331-1 je objektové předávací stanici jako zdroji tepla přiřazena sezónní účinnost výroby tepla 99 %. Za zdroje tepla lze považovat i elektrické ohřívače teplé vody.

**Tab. 3.12.1.1. Bilance výroby energie z vlastního zdroje - předávací stanice**

Ř.	Ukazatel	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	[MW]	0,0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	[MW]	0,300
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]	2,30
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	[GJ/r]	0,00
7	Výroba tepla	[GJ/r]	1 148,69
8	Dodávka tepla	[GJ/r]	1 148,69
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]	1 160,29
12	Spotřeba energie v palivu celkem	[GJ/r]	1 160,29

**Tab. 3.12.1.2. Bilance výroby energie z vlastního zdroje - elektrické ohřívače TV**

Ř.	Ukazatel	Jednotka	Hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	[MW]	0,0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	[MW]	0,022
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]	0,00
6	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny	[GJ/r]	0,00
7	Výroba tepla	[GJ/r]	71,23
8	Dodávka tepla	[GJ/r]	71,23
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]	74,98
12	Spotřeba energie v palivu celkem	[GJ/r]	74,98

### 3.12.2 Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů

Objekt není vybaven vlastním energetickým zdrojem na vytápění v pravém slova smyslu, tepelná energie je do něj přiváděna z výměníkové stanice, která je součástí rozvodů tepelné energie. Základní technické ukazatele vlastních energetických zdrojů pro vytápění jsou tedy uvedeny pro předávací stanici. A dále rovněž pro elektrické ohřívače TV.

**Tab. 3.12.2.1. Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie - předávací stanice**

Ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky 3.12.1.1. - $(\check{r}.3 \times 3,6 + \check{r}.7) / \check{r}.12$ ]	[%]	99,0
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky 3.12.1.1. - $(\check{r}.3 \times 3,6) / \check{r}.6$ ]	[%]	0,0
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky 3.12.1.1. - $\check{r}.7 / \check{r}.11$ ]	[%]	99,0
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky 3.12.1.1. - $\check{r}.6 / \check{r}.3$ ]	[GJ/MWh]	0,000
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky 3.12.1.1. - $\check{r}.11 / \check{r}.7$ ]	[GJ/GJ]	1,010
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky 3.12.1.1. - $\check{r}.3 / \check{r}.1$ ]	[hod/rok]	0
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky 3.12.1.1. - $(\check{r}.7 / 3,6) / \check{r}.2$ ]	[hod/rok]	1064

**Tab. 3.12.2.2. Základní technické ukazatele vlastního zdroje energie - el. ohříváče TV**

Ř.	Název ukazatele	Jednotka	Hodnota
1	Roční celková účinnost zdroje [z tabulky 3.12.1.2. - $(\check{r}.3 \times 3,6 + \check{r}.7) / \check{r}.12$ ]	[%]	95,0
2	Roční účinnost výroby elektrické energie [z tabulky 3.12.1.2. - $(\check{r}.3 \times 3,6) / \check{r}.6$ ]	[%]	0,0
3	Roční účinnost výroby tepla [z tabulky 3.12.1.2. - $\check{r}.7 / \check{r}.11$ ]	[%]	95,0
4	Spotřeba energie v palivu na výrobu elektřiny [z tabulky 3.12.1.2. - $\check{r}.6 / \check{r}.3$ ]	[GJ/MWh]	0,000
5	Spotřeba energie v palivu na výrobu tepla [z tabulky 3.12.1.2. - $\check{r}.11 / \check{r}.7$ ]	[GJ/GJ]	1,053
6	Roční využití instalovaného elektrického výkonu [z tabulky 3.12.1.2. - $\check{r}.3 / \check{r}.1$ ]	[hod/rok]	0
7	Roční využití instalovaného tepelného výkonu [z tabulky 3.12.1.2. - $(\check{r}.7 / 3,6) / \check{r}.2$ ]	[hod/rok]	912

### 3.13 MODEL energetické potřeby

MODEL energetické potřeby hodnocené budovy Obchodní akademie v Chrudimi byl zpracován na základě celkové analýzy energetického hospodářství, provedené v rámci zpracování energetického posouzení. Jednotlivé složky energetických vstupů do budovy jsou měřeny centrálně. Odběr tepla je měřen ve výměňkové stanici.

MODEL energetické spotřeby vychází ze stávajících hodnot ročních odběrů tepla i elektřiny, které jsou objektivizovány v případě vytápění na tzv. normálové venkovní klimatické podmínky, které jsou pro město Chrudim charakterizovány délkou topného období 238 dnů a střední teplotou venkovního vzduchu v topném období  $+4,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

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 posouzení.

## Model energetické potřeby

**Obchodní akademie Chrudim, Tyršovo náměstí 250, Chrudim**

### V ý c h o z í s t a v

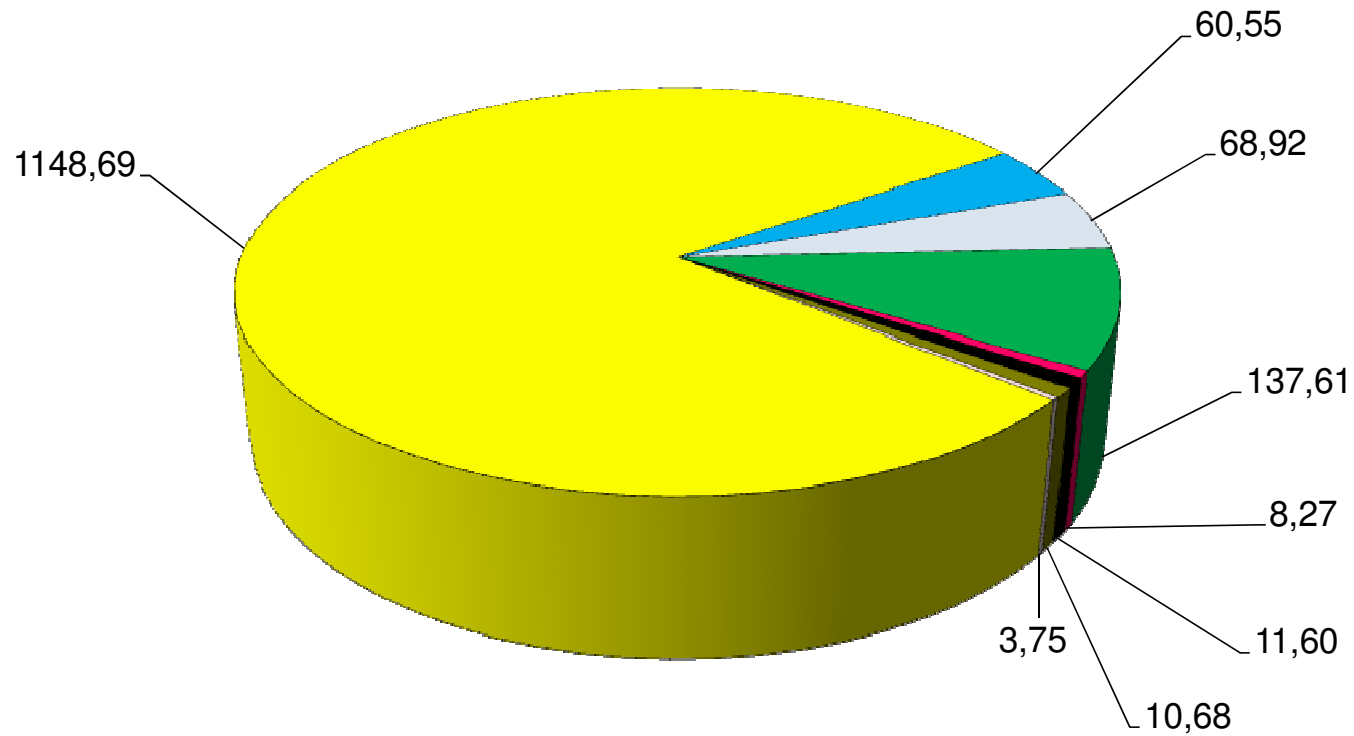
(Model je sestaven pro střední teplotu venkovního vzduchu ve vytápěcím období

$\theta_{es} = 4,10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , teploty vnitřního vzduchu  $\theta_{is}$  dle výpočtů tepelných ztrát objektu,

normálovou délkou topného období 238 dní a pro referenční způsob užívání a provozování)

<b>Budova školy</b>	<b>Energetická</b>
<b>Obchodní akademie Chrudim</b>	<b>potřeba</b>
<b>537 01 Chrudim, Tyršovo náměstí 250</b>	<b>celkem</b>
	<b>GJ/rok<sub>norm.</sub></b>
Teplo na vytápění a větrání (SZTE)	1 148,69
Teplo v dodávané teplé vodě (EL)	60,55
Elektřina na osvětlení	68,92
Elektřina pro ostatní účely (audiovizuální a výpočetní technika, apod. ...)	137,61
Elektřina na výrobu a distribuci tepla	8,27
Ztráty tepla na výměnících při dodávce tepla pro vytápění (SZTE)	11,60
Ztráty v rozvodech TV v budově (EL)	10,68
Ztráty na ohřívácích TV (EL)	3,75
Nevyužitelné ztráty celkem	<b>26,04</b>
<b>Spotřeba energie pro provoz budovy celkem</b>	<b>1 450,08</b>

**MODEL energetické potřeby  
Budova Obchodní akademie Chrudim  
za tzv. normálový rok (GJ)**



■ Teplo na vytápění a větrání (SZTE)	■ Teplo v dodávané teplé vodě (EL)
□ Elektřina na osvětlení	■ Elektřina pro ostatní účely (audiovizuální a výpočetní technika, apod. ...)
■ Elektřina na výrobu a distribuci tepla	■ Ztráty tepla na výměnících při dodávce tepla pro vytápění (SZTE)
■ Ztráty v rozvodech TV v budově (EL)	□ Ztráty na ohřívacích TV (EL)

### 3.14 Výchozí roční energetická bilance

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

Výchozí roční energetická bilance		Výchozí stav		
Ř	Ukazatel	Energie		Náklady
		GJ/r. <sub>norm.</sub>	MWh/r. <sub>norm.</sub>	Kč
1	Vstupy paliv a energie	1 450,08	402,80	791 661
2	Změna zásob paliva	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 450,08	402,80	791 661
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie ( ř.3 - ř.4)	1 450,08	402,80	791 661
	z toho: elektřina	289,78	80,50	236 049
	teplo (SZTE)	1 160,29	322,30	555 612
6	Ztráty ve vlastních zdrojích	15,35	4,26	8 610
	z toho: ztráty na výměnících při dod. tepla pro vytápění (SZTE)	11,60	3,22	5 556
	ztráty při výrobě tepla na ohřev TV (EL)	3,75	1,04	3 054
7	Ztráty v rozvodech	10,68	2,97	8 704
	z toho: ztráty ve vnitřních rozvodech TV (EL)	10,68	2,97	8 704
8	Spotřeba tepla na vytápění a větrání	1 148,69	319,08	550 056
	z toho: teplo na vytápění a větrání (SZTE)	1 148,69	319,08	550 056
9	Spotřeba energie na chlazení	0,00	0,00	0
10	Spotřeba en. na přípravu teplé vody (teplo v TV)	60,55	16,82	49 321
	z toho: energie na přípravu - teplo v TV (EL)	60,55	16,82	49 321
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	68,92	19,15	56 143
14	Spotřeba energie na ostatní procesy	145,88	40,52	118 828
	z toho: elektřina na výrobu a distribuci tepla	8,27	2,30	6 737
	elektřina pro ostatní účely, dr. spotřebiče	137,61	38,22	112 091
15	PHM (související s provozem budovy)	0,00	0,00	0

Z hodnot kvantifikovaných v základním tvaru energetické bilance pro výchozí stav předmětu energetického posouzení vyplývá, že celková energetická spotřeba činí za rok charakterizovaný tzv. normálovými klimatickými podmínkami a referenčním způsobem využívání a provozování budovy celkem 1.450,08 GJ, tj. 402,80 MWh energie. Z toho připadá na elektřinu 289,78 GJ, resp. 80,50 MWh, na teplo 1.160,29 GJ, resp. 322,30 MWh. Uvedeným ročním spotřebám tepla a elektřiny odpovídají roční náklady na energie v celkové roční úrovni 791,66 tis. Kč bez DPH, jednotkové ceny energií vycházejí z roku 2018.

### 3.15 Zhodnocení výchozího stavu

Z celkové analýzy energetických potřeb objektu Obchodní akademie v Chrudimi vyplývá, že hlavní podíl na spotřebě energie tvoří teplo pro vytápění a větrání. Energetický systém budovy se vyznačuje - přes péči, která je ze strany provozovatele problematice snižování nákladů na energetické zásobování budovy věnována - poměrně významnými ztrátami a relativně nízkou účinností, na které se podílí technicko-ekonomické parametry energetického hospodářství, zejména systému koncové spotřeby, především spotřeby tepla na vytápění a větrání, který vykazuje určité nedostatky. Jedná se zejména o nevyhovující tepelné technické vlastnosti většiny částí stavební konstrukce budovy.

Teplo pro vytápění a větrání do budovy je zabezpečováno dodávkami z výměňkové stanice. Ve výměňkové stanici je realizována ekvitermní regulace vytápění na úrovni celého objektu. Oběh topné vody v budově je zabezpečován jednak čerpadlem s proměnlivými otáčkami, na jednotlivých větvích jsou osazena tříotáčková čerpadla. Z hlediska topného systému lze konstatovat, že otopná tělesa nejsou v převážné většině vybavena regulačními armaturami s termostatickými hlavicemi, což vytváří jistý potenciál energetických úspor. Stav izolací rozvodů topné vody není dostatečný, tepelně-izolační vrstvy neodpovídají požadavkům vyhl. 193/2007 Sb. Nicméně největší potenciál úspor energie lze spatřovat v opatřeních ve stavební konstrukci budovy, které jsou prakticky původní (s výjimkou zateplené podlahy v části půdy, několika plastových otvorových výplní s izolačním dvojsklem osazených v suterénních prostorech a nových výplní v sociálních zařízeních). Jedná se o zcela nevyhovující otvorové výplně, částečně stropní konstrukce a dále podlahy s nedostatečnou tepelně izolační schopností, rovněž obvodové zdivo z plných cihel má nevyhovující tepelné technické vlastnosti. Dílčí úpravy těchto konstrukcí proto byly zahrnuty do projektu směřujícího k dosažení úspor, na který vlastník objektu má v úmyslu žádat o dotaci z aktuální výzvy Operačního programu Životní prostředí.

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 ta, která jsou uvedena v následující kapitole.



## 4 DOPORUČENÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

### 4.1 Popis navrhovaných opatření

Posuzovaný návrh představuje energetickou vědomou modernizaci školní budovy, která se nachází památkové zóně, resp. v památkově chráněném území. Vzhledem k vyjádření odborných pracovníků památkové ochrany nelze uvažovat o zateplení svislých neprůsvitných konstrukcí obvodového pláště budovy v uličních průčelích, 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 části fasády (víceméně ve dvorních průčelích), na otvorové výplně, tj. okna a vchodové dveře, a dále potom na dosud nezateplené části stropu nad nejvyšším vytápěným podlažím. Upravované konstrukce bez dveří, střešních oken a světlíků musí podle parametrů 121. 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  $\theta_{im}$  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  $U_{rec}$  ( $W/m^2.K$ ) 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 přepočet 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  $\theta_{im}$  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*

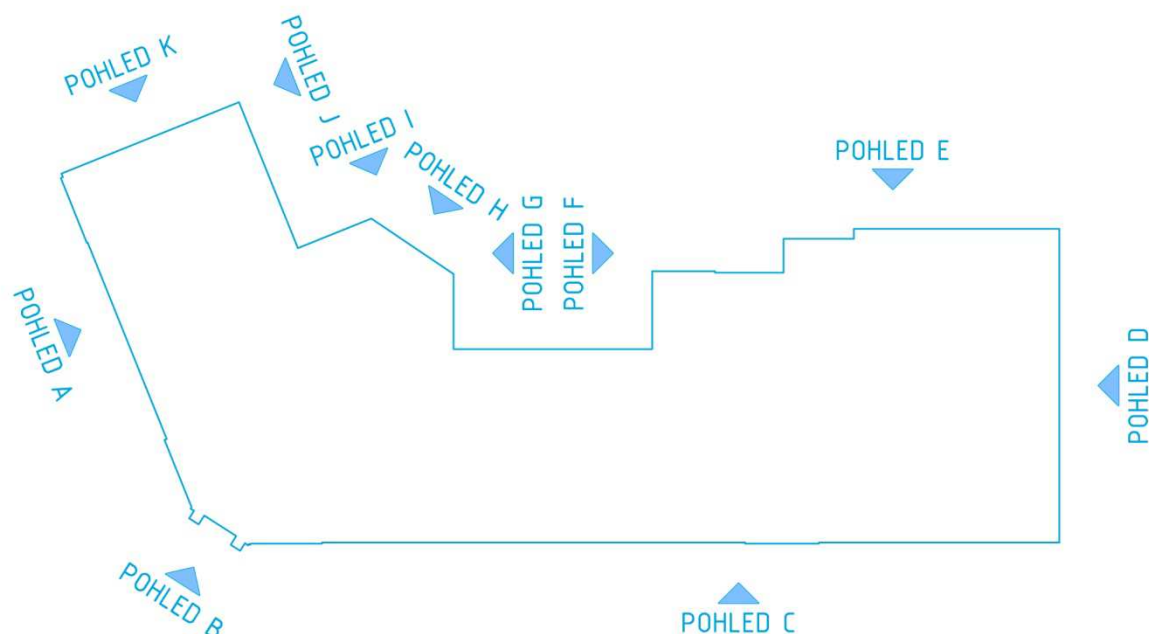
*požadavcích na prostory pro provoz zařízení a provozoven pro výchovu a vzdělání dětí a mladistvých, ve znění pozdějších předpisů. Souladu je dosaženo pouze realizací jednoho ze systémů větrání definovaného v ČSN EN 15665/Z1 v souladu s Metodickým pokynem pro návrh větrání škol pro SC 5.1, PO5, OPŽP, Výzva č. 100 (121). 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 neprůsvitného obvodového pláště ve dvorním průčelí (pohledy D, E, F, G, H, I, J) je navrženo kontaktním zateplovacím systémem na bázi pěnového polystyrénu tl. 150 mm (deklarovaný součinitel tepelné vodivosti  $\lambda_D \leq 0,032 \text{ W/(m.K)}$ ). Část soklového zdiva a také část zdiva přilehlého k zemině je v současné době již zateplena kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 60 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ), zateplení je provedeno 1000 mm pod úroveň terénu a 50 mm nad úroveň terénu. Zbývající plochy soklového zdiva ve výše uvedených pohledech budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 150 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ).

Celková plocha zateplovaných konstrukcí 1.221,1 m<sup>2</sup>.

Schematické vyznačení zateplovaných fasád resp. průčelí je znázorněno níže. Fasády v pohledech A, B, C, K nemohou být zatepleny v souvislosti se zájmy státní památkové péče.



Dosud nezateplené plochy podlahy půdy (konstrukce S4a) resp. stropu nad 3. NP (s výjimkou stropní konstrukce nad místnostmi 2.02 a 2.03) budou zatepleny minerální plstí tl. 300 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ) položenou do dřevěného roštu z řeziva  $40 \times 60 \text{ mm}$  na parozábranu a očištěný povrch půdy, a opatřenou záklopem z OSB desek tl. 25 mm.

Zateplení stropu v prostoru místností 2.02 a 2.03 bude provedeno z vnitřní strany minerální plstí tl. 300 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ) položené na parozábranu a nový SDK podhled (konstrukce S4b).

Celková plocha zateplovaných konstrukcí 384,6 m<sup>2</sup>.

Nové otvorové výplně (nahrazující původní dřevěná, kovová i plastová okna) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi  $U_w \leq 0,9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ . Nově vyměněná okna v sociálních zařízeních, na výkresech označená jako ST, budou ponechána bez změny, součinitel prostupu tepla těchto oken odpovídá parametrům nově navrhovaných oken.

Nové vchodové dveře, nahrazující dveře do dvorní části, budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi  $U_D \leq 1,7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ . Vchodové dveře hlavního vstupu do budovy v západním průčelí budou repasovány.

Uvedená hodnota součinitele prostupu tepla výplní otvorů je včetně vlivu ráků či nosných prvků tvořících tepelné mosty uvnitř výplně otvoru a nezahrnuje 15 % přirážku 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 °C. Rámy otvorových výplní pro převažující návrhovou vnitřní teplotu 15 °C musí splnit doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla  $U_{\text{rec},15} = 1,9 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  pro nekovové ráky a  $U_{\text{rec},15} = 2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  pro kovové ráky. Zároveň se předpokládá, že otevíratelné části otvorových výplní budou osazeny silikonovým těsněním.

Celková plocha měněných otvorových výplní je 388,4 m<sup>2</sup>, z toho 383,2 m<sup>2</sup> oken a 5,2 m<sup>2</sup> dveří.

Investiční náklady na realizaci opatření (celkové uznatelné dle rozpočtu PD bez DPH pro výměnu otvorových výplní a s využitím maximálních způsobilých výdajů pro zateplení obvodových stěn a stropů):

10.974.068,- Kč

Úspora energie: 127,30 MWh

Úspora provozních nákladů: 220.546,- Kč/rok

**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
	$U_{\text{stávající}}$	$U_{\text{navrhovaná}}$	$U_N$ (požad.)	$U_{\text{rec}}$ (dopor.)	$0,9 \times U_{\text{rec}}$	
- sokl - zdivo tl. 900 mm, XPS tl. 150 mm (Z1)	0,91	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 590 mm, XPS tl. 150 mm (Z1)	1,26	0,22	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 900 mm, EPS tl. 150 mm (Z1)	0,91	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 980 mm, XPS tl. 150 mm (Z2)	0,85	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 150 mm (Z2)	0,93	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 150 mm (Z2)	1,03	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 980 mm, EPS tl. 150 mm (Z2)	0,85	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 870 mm, EPS tl. 150 mm (Z2)	0,93	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 770 mm, EPS tl. 150 mm (Z2)	1,03	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 790 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,01	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 720 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,08	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 620 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,21	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 460 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,51	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 430 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,58	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 490 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,44	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	0,93	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 620 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,21	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 870 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	0,93	0,19	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 770 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,03	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 670 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,14	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 670 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,14	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 620 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,21	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 620 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,21	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 520 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,38	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 490 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,44	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 450 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,53	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 450 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,53	0,23	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 260 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	2,21	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,03	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- S4b - nezateplený strop pod půdou (2.02, 2.03)	1,31	0,13	0,30	0,20	0,18	Splňuje
- S4a - nezateplený strop pod půdou	1,31	0,15	0,30	0,20	0,18	Splňuje
- okno plastové s iz. dvojsklem	1,50	0,90	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné zdvojené	2,40	0,90	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojité	2,35	0,90	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojité	2,35	0,90	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno kovové zdvojené	3,30	0,90	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno kovové zdvojené	3,30	0,90	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- vchodové dveře dřevěné prosklené	4,00	1,70	2,50	1,75	1,75	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 $U_{\text{em}}$	1,07	0,55
- požadovaná hodnota $U_{\text{em},N} = 0,46$	N	N
- doporučená hodnota $U_{\text{em},\text{rec}} = 0,35$	N	N

LEGENDA: V - vyhovuje N - nevyhovuje

**Tab. 4.1.1.3. Klasifikace prostupu tepla obálkou**

Parametr	Základní řešení	Navrhované řešení
Klasifikace	F - Velmi ne hospodárná	D - Nevyhovující
Klasifikační ukazatel $CI$	2,32	1,20

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 Ostatní 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, napojený od roku 2013 na výměňkovou stanici, prostřednictvím které je do systému dodáváno teplo ze soustavy ZTE Elektrárny Opatovice, a.s. 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.*

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

V rámci této kapitoly je provedeno zhodnocení plnění požadavků ČSN 73 0540-2 na tepelnou stabilitu místností v letním období a případný návrh opatření, které bude zabráňovat nadměrnému vzestupu vnitřní teploty vzduchu v obytných místnostech v letním období. Hodnocení se provádí pro tzv. kritickou místnost (vnitřní prostor), která musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max}$  ve °C podle vztahu:

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N}$$

kde  $\theta_{ai,max,N}$  je požadovaná hodnota nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období ve °C, která se stanoví podle tabulky 12, kap. 8.2.1., ČSN 73 0540-2.

Kritickou místností dle kapitoly 8.2.1. se rozumí místnost s největší plochou přímo osluněných výplní otvorů orientovaných na Z, JZ, J, JV, V, a to v poměru k podlahové ploše přilehlého prostoru.

Splnění podmínky výše uvedeného vztahu se obvykle ověřuje výpočtovými postupy podle ČSN EN ISO 13791 a ČSN EN ISO 13792 při použití okrajových podmínek podle ČSN 73 0540-3. Hodnocení se provádí bez započtení vnitřních zisků v místnosti.

S ohledem na zařazení objektu mezi architektonicky cenné budovy nelze použít venkovní zařízení protisluneční ochrany (např. předokenní žaluzie). Z tohoto důvodu budou na všech měněných oknech osazeny vnitřní žaluzie.

#### **4.1.3.1 Určení kritických místností v hodnoceném objektu**

Za kritické pobytové místnosti ve smyslu ČSN 73 0540-2 lze považovat dvě učebny ve 3. NP. Jedná se o učebnu 2.08 (307) s podlahovou plochou 73,65 m<sup>2</sup>, okna učebny jsou orientována k jihozápadu, poměr plochy výplní otvorů vůči velikosti podlahové plochy přilehlého prostoru je 0,1564. A dále o učebnu 2.04 (304) s podlahovou plochou 52,72 m<sup>2</sup>, okna učebny jsou orientována k jihozápadu a k západu, poměr plochy výplní otvorů vůči velikosti podlahové plochy přilehlého prostoru je 0,1639.

#### **4.1.3.2 Výpočtové posouzení a návrh opatření**

V rámci vyhodnocení je uvažováno s osazením vnitřních žaluzií na přímo osluněná okna orientovaná na JZ a Z. Je to z toho důvodu, protože budova se nachází v památkové zóně, resp. v památkově chráněném území a nelze tedy použít venkovní zařízení protisluneční ochrany. Výpočty bylo zjištěno, že při osazení oken zvolených kritických místností vnitřními žaluziemi nejsou požadavky na tepelnou stabilitu místností v letním období splněny

(předpoklad větrání resp. násobnosti výměny vzduchu v letním období - noc 50 %, den 10 %, okna na jedné straně fasády).

**Tab. 4.1.3.2.1. Popis základních předpokladů výpočtu**

Posuzovaný den	21.6.
Vnitřní zdroj tepla	Bez vnitřního zdroje tepla
Výměna vzduchu v hodnocený den	Viz protokol výpočtu (50 % noc, 10 % den)
Vnější teplota	Viz protokol výpočtu
Intenzita slunečního záření	Viz protokol výpočtu
Vnitřní vybavení	Málo nábytku
Vnitřní stínící prvky	Vnitřní žaluzie bílé barvy
Vnější stínící prvky	Nejsou přípustné

**Tab. 4.1.3.2.2. Popis základních předpokladů výpočtu**

Místnost	Teplota vnitřního vzduchu kritické místnosti [°C]	Nejvýše přípustná denní teplota vzduchu v místnosti v letním období dle ČSN 73 0540-2 $\theta_{ai,max,N}$ [°C]	Hodnocení
Učebna 2.08 (307)	28,02	27,00	Nesplněno
Učebna 2.04 (304)	28,48	27,00	Nesplněno

#### 4.1.4 Opatření pro zabezpečení větrání v souladu s Metodickým pokynem pro návrh větrání škol

Pokud je jedním z energeticky úsporných opatření v budovách sloužících pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých (dále jen školy) zlepšení tepelně technických vlastností obvodových konstrukcí budovy, musí projektové řešení obsahovat i návrh systému větrání v souladu s vyhláškou č. 410/2005 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Žadatel musí brát do úvahy, že dodržení hygienických a provozních požadavků na větrání je upřednostněno před dosažením energetických úspor v souladu s normou ČSN 73 0540-2 [13], která stanovuje požadavky na tepelnou ochranu budov.

Větrání zajišťuje přívod venkovního vzduchu a odvod znehodnoceného vzduchu z vnitřních prostor budov pro zajištění požadované kvality vnitřního ovzduší. V teplém období roku větrání přispívá i k odvodu tepelné zátěže. K znehodnocování vzduchu v učebnách dochází produkcí oxidu uhličitého CO<sub>2</sub> při dýchání a dalšími škodlivinami (např. VOC, vodní pára, prach, radon apod.), které se mohou uvolňovat v prostředí učeben, případně mohou být



obsaženy ve venkovním přiváděném vzduchu. Kvalita ovzduší v učebnách se hodnotí podle koncentrace oxidu uhličitého CO<sub>2</sub>; v souladu s vyhláškou č. 268/2009 Sb. v platném znění [7] nesmí tato koncentrace v pobytových prostorách převýšit hodnotu 1500 ppm.

### **Stanovení množství větracího vzduchu**

#### Učebny

Vyhláška č. 410/2005 Sb. ve znění pozdějších předpisů [5] požaduje množství přiváděného venkovního vzduchu do učeben 20 až 30 m<sup>3</sup>/h na žáka. Uvedené množství nerozlišuje věk žáků. S ohledem na hospodárnost se doporučuje navrhovat průtok venkovního vzduchu, trvale přiváděného do učeben v době pobytu žáků, podle tab. 4.1.4.1. Toto množství bylo stanoveno podle bilance CO<sub>2</sub> ve větraném prostoru

**Tab. 4.1.4.1 Minimální množství venkovního vzduchu**

Množství venkovního vzduchu ( m <sup>3</sup> /hod na žáka/studenta)			
3 až 6 let	6 až 10 let	10 až 15 let	15 až 18 let
Školka	1. stupeň ZŠ	2. stupeň ZŠ	Střední škola
10	12	18	20

Pro vyučující je učebna trvalým pracovištěm a průtok vzduchu na osobu se stanoví podle nařízení vlády č. 93/2012 Sb. [4], tj. minimálně 25 m<sup>3</sup>/h.os. Specializované učebny (dílny, chemické laboratoře, apod.) se větrají rovněž s ohledem na produkci škodlivin.

Ostatní prostory školy

#### Kabinety a sborovny

Kabinety a sborovny nejsou trvalým pracovištěm ve smyslu nařízení vlády č. 93/2012 Sb. a připouští se přirozené větrání oknem (provětrávání).

#### Hygienické zázemí

Hygienické zázemí (toalety, umývárny, sprchy) je možné větrat podtlakově s nárazovým (pohybové čidlo) nebo časovým provozem (např. o přestávkách) se zajištěním doběhu.

Průtoky odsávaného vzduchu se stanoví podle vyhlášky č. 410/2005 Sb. v platném znění [5]. V případě podtlakového větrání je nutné zajistit přívod vzduchu (venkovního nebo převáděného) vč. jeho ohřevu.

#### Centrální šatny

Centrální šatny se větrají v souladu s vyhláškou č. 410/2005 Sb. ve znění vyhlášky č. 343/2009 Sb. §18, odst. 5.

#### Tělocvičny

Tělocvičny se připouští větrat přirozeně. V případě využití tělocvičny jako shromažďovacího prostoru se doporučuje použít nucené větrání s regulací průtoku vzduchu podle koncentrace CO<sub>2</sub>. Průtoky vzduchu se stanoví podle vyhlášky č. 410/2005 Sb. v platném znění [5] ve výši 20 až 90 m<sup>3</sup>/h na žáka. Průtok vzduchu 90 m<sup>3</sup>/h na žáka je nutné přivést cvičícímu žákovi. Pokud se tělocvična používá zároveň jako shromažďovací prostor pro různé školní akce, použije se průtok 20 m<sup>3</sup>/h na žáka.

### **Větrací systémy pro učebny**

Hlavní typy větracích systémů:

- systémy přirozené,
- systémy nucené,
- systémy hybridní.

Pro větrání učeben se doporučuje využít systémy, které umožňují řízené nucené větrání. To jsou takové systémy, které regulují průtok větracího vzduchu na základě požadavku uživatele (prioritně řízené podle koncentrace CO<sub>2</sub>).

#### Obecné požadavky na provedení větracích systémů

Minimální průtok přiváděného venkovního vzduchu se stanoví podle hodnot uvedených v tab. 4.1.4.1 tohoto energetického posouzení:

- větrací zařízení se dimenzují na základě kapacity objektu,

- nucené větrací systémy navržené dle závazných předpisů musí být vybaveny regulací průtoku vzduchu v závislosti na aktuálním obsazení a zátěži učebny,
- v zimním období musí být ohřev přiváděného venkovního vzduchu zajištěn tak, že ve větraném prostoru bude dodržena požadovaná výsledná teplota dle vyhlášky č. 410/2005 Sb., v platném znění,
- okna v učebnách by měla být navržena jako otevíratelná, s ohledem na odvod tepelné zátěže v letním a přechodovém období,
- systémy nuceného větrání musí být opatřeny filtrací přiváděného vzduchu odpovídající znečištění venkovního vzduchu,
- hladina akustického tlaku v učebnách nesmí převyšovat limitní hodnoty dané nařízením vlády č. 272/2011 Sb.

### **Přírozené větrání**

Funkce přírozeného větrání závisí na přírozených zdrojích pohybu vzduchu:

- rozdílu teploty vnitřního a venkovního vzduchu a na vertikální vzdálenosti otvorů pro přívod a odvod vzduchu, případně na vertikálních rozměrech větracích šachet,
- tlakovém účinku větru,
- v letním období na rozdílu teploty vzduchu na osluněné a neosluněné fasádě.

Působení zdrojů pohybu vzduchu u přírozeného větrání je nahodilé a pro prostory s větším počtem osob (žáků) takto navržené větrání nemůže splnit požadavek na zajištění trvale kvalitního vnitřního prostředí. Negativní skutečností, která provází přírozené větrání okny, je lokální přívod chladného venkovního vzduchu do učeben v zimním období roku a nemožnost filtrace venkovního vzduchu. Větrání okny je často hodnoceno jako problematické s ohledem na bezpečnost žáků. Přírozené větrání učeben infiltrací a tzv. mikroventilací se nedoporučuje, neboť nelze splnit požadavky na větrání dle této metodiky.

Použití přírozeného větrání je možné při rekonstrukci památkově chráněných objektů, kde je instalace nuceného větrání problematická. Podmínkou je funkčnost nebo obnova původního systému přírozeného větrání (pokud existuje) s přívodem i odvodem vzduchu (větracími otvory, šachtami, apod.) a vybavení min. učeben automatickým systémem měření

koncentrace CO<sub>2</sub>, který bude podporovat plnění vyhlášky č. 410/2005 v platném znění, resp. vyhlášky č. 268/2009 v platném znění.

**V případě budovy Obchodní akademie Chrudim, která se nachází v památkové zóně, resp. v památkově chráněném území, na základě vyjádření odborných pracovníků, vykonávajících dohled na budovami s památkovou ochranou, nelze do budovy vzduchotechnické systémy, které by zabezpečovaly účinné a hospodárné větrání prostorů školy, instalovat, neboť by se jednalo o zásah nepřiměřeného rozsahu. Z toho důvodu bude větrání učeben realizováno nadále přirozeným způsobem otevíráním oken, přičemž do každé učebny bude instalován automatický systém měření koncentrace CO<sub>2</sub>, který bude podporovat plnění vyhlášky č. 410/2005 v platném znění, resp. vyhlášky č. 268/2009 v platném znění.**

Indikátory koncentrace CO<sub>2</sub> 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. Rozmístění indikátorů CO<sub>2</sub> je řešeno v rámci projektové dokumentace.

## **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 23, účinné od 27. 8. 2019. 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 úspoře emisí oproti původnímu stavu o 10 % (do celkové energie není započítávána spotřeba energie na technologické a ostatní procesy, při výpočtu emisí CO<sub>2</sub> 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/m<sup>2</sup>.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.  $\leq 1,20 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$  pro prostory za konstrukcí s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{im}$  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 přepočet 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  $\theta_{im}$  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 posouzení 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 posouzení 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

**Obchodní akademie Chrudim, Tyršovo náměstí 250, Chrudim**

**Stav po realizaci projektu**

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

$\theta_{es} = 4,10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , teploty vnitřního vzduchu  $\theta_{is}$  dle výpočtů tepelných ztrát objektu,

normálovou délkou topného období 238 dní a pro referenční způsob užívání a provozování)

<b>Budova školy</b>	<b>Energetická</b>
<b>Obchodní akademie Chrudim</b>	<b>potřeba</b>
<b>537 01 Chrudim, Tyršovo náměstí 250</b>	<b>celkem</b>
	<b>GJ/rok<sub>norm.</sub></b>
Teplo na vytápění a větrání (SZTE)	698,19
Teplo v dodávané teplé vodě (EL)	60,55
Elektřina na osvětlení	68,92
Elektřina pro ostatní účely (audiovizuální a výpočetní technika, apod. ...)	137,61
Elektřina na výrobu a distribuci tepla	5,03
Ztráty tepla na výměnících při dodávce tepla pro vytápění (SZTE)	7,05
Ztráty v rozvodech TV v budově (EL)	10,68
Ztráty na ohřívácích TV (EL)	3,75
Nevyužitelné ztráty celkem	<b>21,49</b>
<b>Spotřeba energie pro provoz budovy celkem</b>	<b>991,78</b>

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

Upravená roční energetická bilance		Výchozí stav			Stav po realizaci projektu		
		Energie		Náklady	Energie		Náklady
Ř	Ukazatel	GJ/r. <sub>norm.</sub>	MWh/r. <sub>norm.</sub>	Kč	GJ/r. <sub>norm.</sub>	MWh/r. <sub>norm.</sub>	Kč
1	Vstupy paliv a energie	1 450,08	402,80	791 661	991,78	275,50	571 115
2	Změna zásob paliva	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	1 450,08	402,80	791 661	991,78	275,50	571 115
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
5	Konečná spotř. paliv a energie ( ř.3 - ř.4)	1 450,08	402,80	791 661	991,78	275,50	571 115
	z toho: elektřina	289,78	80,50	236 049	286,54	79,59	233 407
	teplo (SZTE)	1 160,29	322,30	555 612	705,24	195,90	337 708
6	Ztráty ve vlastních zdrojích	15,35	4,26	8 610	10,80	3,00	6 431
	z toho: ztráty na výměnících při dod. tepla pro vytápění (SZTE)	11,60	3,22	5 556	7,05	1,96	3 377
	ztráty při výrobě tepla na ohřev TV (EL)	3,75	1,04	3 054	3,75	1,04	3 054
7	Ztráty v rozvodech	10,68	2,97	8 704	10,68	2,97	8 704
	z toho: ztráty ve vnitřních rozvodech TV (EL)	10,68	2,97	8 704	10,68	2,97	8 704
8	Spotřeba tepla na vytápění a větrání	1 148,69	319,08	550 056	698,19	193,94	334 331
	z toho: teplo na vytápění a větrání (SZTE)	1 148,69	319,08	550 056	698,19	193,94	334 331
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)	60,55	16,82	49 321	60,55	16,82	49 321
	z toho: energie na přípravu - teplo v TV (EL)	60,55	16,82	49 321	60,55	16,82	49 321
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	68,92	19,15	56 143	68,92	19,15	56 143
14	Spotřeba energie na ostatní procesy	145,88	40,52	118 828	142,63	39,62	116 186
	z toho: elektřina na výrobu a distribuci tepla	8,27	2,30	6 737	5,03	1,40	4 095
	elektřina pro ostatní účely, dr. spotřebiče	137,61	38,22	112 091	137,61	38,22	112 091
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 a dálkového tepla, které se z hlediska místního užití jeví jako jedny 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 rozsáhlejší 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<sub>2</sub>), který není klasifikován jako škodlivina, ale patří mezi tzv. skleníkové plyny a jehož produkce je stále bedlivěji sledována.

Z lokálního pohledu se provoz objektu jeví z hlediska produkce emisí jako čistý. 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 plynných emisí jsou oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>), oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>), oxid uhelnatý (CO) a uhlovodíky (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>). 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<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub>/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 <sub>3</sub>	VOC	CO	NO <sub>x</sub>	SO <sub>2</sub>	TZL	PM <sub>2,5</sub>
Emisní faktor	0,00000	0,00249	0,08621	0,56764	0,84124	0,03680	0,02208

**Tab. 5.3. Měrné emise vztažené na 1 GJ dodaného tepla, zdroj tepla Elektrárna Opatovice, a.s.**

Druh emisí	Jednotka	Hodnota emisního faktoru
TZL	[kg/GJ]	0,0024
PM10	[kg/GJ]	0,0015
SO <sub>2</sub>	[kg/GJ]	0,0470
NO <sub>x</sub>	[kg/GJ]	0,0456
CO	[kg/GJ]	0,0111
CO <sub>2</sub>	[kg/GJ]	44,2950

#### **Výpočet emisí ostatních znečišťujících látek**

Pro výpočet emisí primárních PM<sub>2,5</sub> 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<sub>2,5</sub> se použijí emise SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> a VOC násobené potenciálem tvorby sekundárních emisí PM<sub>2,5</sub>, které jsou 0,298 pro SO<sub>2</sub>, 0,067 pro NO<sub>x</sub>, 0,194 pro NH<sub>3</sub> 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 PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>, a prekurzorů<sub>sek</sub>PM<sub>2,5</sub> 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]**

<b>Produkce emisí - lokální hodnocení</b>			
<b>Znečišťující látka</b>	<b>Výchozí stav</b>	<b>Posuzovaný návrh</b>	<b>Rozdíl</b>
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,000	0,000	0,000
SO <sub>2</sub>	0,000	0,000	0,000
NO <sub>x</sub>	0,000	0,000	0,000
CO	0,000	0,000	0,000
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,000	0,000	0,000
CO <sub>2</sub>	0,000	0,000	0,000
PM <sub>10</sub>	0,000	0,000	0,000
PM <sub>2,5</sub>	0,000	0,000	0,000
prekurzory sek PM <sub>2,5</sub>	0,000	0,000	0,000
EPS	0,000	0,000	0,000

**Tab. 5.5. Produkce emisí [tuny/rok]**

<b>Produkce emisí - globální hodnocení</b>			
<b>Parametr</b>	<b>Výchozí stav</b>	<b>Posuzovaný návrh</b>	<b>Rozdíl</b>
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,006	0,005	0,001
PM <sub>10</sub>	0,003	0,002	0,001
PM <sub>2,5</sub>	0,004	0,003	0,001
SO <sub>2</sub>	0,123	0,100	0,023
NO <sub>x</sub>	0,099	0,077	0,022
CO	0,020	0,015	0,005
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,013	0,008	0,005
CO <sub>2</sub>	132,824	111,757	21,067
prekurzory sek PM <sub>2,5</sub>	0,043	0,035	0,008
EPS	0,047	0,038	0,009

**(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]**

<b>Produkce emisí - lokální hodnocení</b>			
<b>Znečišťující látka</b>	<b>Výchozí stav</b>	<b>Posuzovaný návrh</b>	<b>Rozdíl</b>
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,000	0,000	0,000
SO <sub>2</sub>	0,000	0,000	0,000
NO <sub>x</sub>	0,000	0,000	0,000
CO	0,000	0,000	0,000
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,000	0,000	0,000
CO <sub>2</sub>	0,000	0,000	0,000
PM <sub>10</sub>	0,000	0,000	0,000
PM <sub>2,5</sub>	0,000	0,000	0,000
prekurzory sek PM <sub>2,5</sub>	0,000	0,000	0,000
EPS	0,000	0,000	0,000

**Tab. 5.7. Produkce emisí [tuny/rok]**

<b>Produkce emisí - globální hodnocení</b>			
<b>Parametr</b>	<b>Výchozí stav</b>	<b>Posuzovaný návrh</b>	<b>Rozdíl</b>
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,005	0,004	0,001
PM <sub>10</sub>	0,002	0,001	0,001
PM <sub>2,5</sub>	0,003	0,002	0,001
SO <sub>2</sub>	0,091	0,068	0,023
NO <sub>x</sub>	0,077	0,055	0,022
CO	0,017	0,012	0,005
C <sub>x</sub> H <sub>y</sub>	0,013	0,008	0,005
CO <sub>2</sub>	94,157	73,089	21,068
prekurzory sek PM <sub>2,5</sub>	0,032	0,024	0,008
EPS	0,035	0,026	0,009

**Tab. 5.8. Globální hodnocení CO<sub>2</sub> pro zjištění indikátoru „Snížení emisí skleníkových plynů“**

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl	
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]	[%]
CO <sub>2</sub>	94,157	73,089	21,068	22,4

## 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 Způsobilé výdaje projektu (redukované náklady projektu)**

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 23. účinná od 27. 8. 2019, 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 zateplované obvodové stěny - je maximální výše způsobilých výdajů stanovena na 3.335 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH, pro ploché a šikmé střešní konstrukce 2.530 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH, pro konstrukce k nevytápěným prostorům (půdám, suterénům, ostatním místnostem) 1.150 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH, pro podlahy na zemině 2.875 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH a pro otvorové výplně - okna a domovní dveře - je maximální výše způsobilých výdajů stanovena na 8.050 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH.

Dle poznámky pod tabulkou je u památkově chráněných nebo architektonicky cenných budov možné maximální způsobilý limit překročit. Výše překročení musí být podložena požadavkem příslušného orgánu památkové péče a oceněním projektanta.

V případě Obchodní akademie Chrudim se jedná, jak již bylo uvedeno výše, o budovu nacházející se v městské památkové zóně, kde každý zásah podléhá vyjádření odborných pracovníků památkové péče, kteří také stanovili požadavky na měnění otvorové výplně. Na základě požadavků musí být zachován původní charakter výplní, co se týká rozměrů, členění a způsobu provedení. Vesměs se tedy jedná o zakázkové výrobky, tzv. repliky původních oken. Náklady na jejich výrobu, pořízení a montáž doložil projektant v projektové dokumentaci a rozpočtu.

U konstrukcí k nevytápěným prostorům, kde nebyly vzneseny žádné požadavky, je vycházeno z maximálních způsobilých výdajů v úrovni 1.150 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH. U zateplení obvodových stěn je vycházeno z maximálních způsobilých výdajů v úrovni 3.335 Kč/m<sup>2</sup> bez DPH.

U otvorových výplní je vycházeno z rozpočtu projektanta, resp. položek souvisejících s demontáží stávajících oken, montáží nových oken a položek souvisejících s výměnou oken, jako např. opravy omítek kolem oken, příslušné plochy výmaleb atd.

1)	<b>Výměna otvorových výplní:</b> Nové otvorové výplně (nahrazující původní dřevěná, kovová i plastová okna) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_w \leq 0,9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ . Nově vyměněná okna v sociálních zařízeních, na výkresech označená jako ST, budou ponechána bez změny, součinitel prostupu tepla těchto oken odpovídá parametrům nově navrhovaných oken.  Nové vchodové dveře, nahrazující dveře do dvorní části, budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi $U_D \leq 1,7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ . Vchodové dveře hlavního vstupu do budovy v západním průčelí budou repasovány. Otevíratelné části otvorových výplní budou osazeny silikonovým těsněním.	
	<b>Celková plocha měněných výplní: 388,4 m<sup>2</sup></b>	<b>5 804 748 Kč</b>
2)	<b>Práce a úpravy přímo související s výměnou oken a dveří</b> - např. vybourání původních oken, úpravy povrchů (omítek), malby, přesuny hmot, ...	
	<b>Způsobilé výdaje - práce a úpravy přímo související s výměnou oken a dveří celkem:</b>	<b>654 661 Kč</b>
3)	<b>Stropní konstrukce:</b> Dosud nezateplené plochy podlahy půdy (konstrukce S4a) resp. stropu nad 3. NP (s výjimkou stropní konstrukce nad místnostmi 2.02 a 2.03) budou zatepleny minerální plstí tl. 300 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ) položenou do dřevěného roštu z řeziva 40 × 60 mm na parozábranu a očištěný povrch půdy, a opatřenou záklopem z OSB desek tl. 25 mm. Zateplení stropu v prostoru místností 2.02 a 2.03 bude provedeno z vnitřní strany minerální plstí tl. 300 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ) položené na parozábranu a nový SDK podhled (konstrukce S4b).	
	<b>Plocha zateplované stropní konstrukce celkem: 384,6 m<sup>2</sup></b>	<b>442 290 Kč</b>



4)	<b>Obvodové stěny:</b> Zateplení neprůsvitného obvodového pláště ve dvorním průčelí (pohledy D, E, F, G, H, I, J) je navrženo kontaktním zateplovacím systémem na bázi pěnového polystyrénu tl. 150 mm (deklarovaný součinitel tepelné vodivosti $\lambda_D \leq 0,032$ W/(m.K)). Část soklového zdiva a také část zdiva přilehlého k zemině je v současné době již zateplena kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 60 mm ( $\lambda_D \leq 0,035$ W/(m.K)), zateplení je provedeno 1000 mm pod úroveň terénu a 50 mm nad úroveň terénu. Zbývající plochy soklového zdiva ve výše uvedených pohledech budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 150 mm ( $\lambda_D \leq 0,035$ W/(m.K)). Fasády v pohledech A, B, C, K nemohou být zatepleny v souvislosti se zájmy státní památkové péče.	
	<b>Celková plocha zateplovacích obvodových konstrukcí:</b> <b>1.221,1 m<sup>2</sup></b>	<b>4 072 369 Kč</b>
5)	<b>Hydraulické vyregulování otopného systému:</b> Provedení hydraulické regulace stávajícího topného systému v souladu s požadavky výzvy v případě, že jsou navrhována opatření na stavebních konstrukcích budovy.	
	<b>Hydraulická regulace provedena na náklady provozovatele</b>	<b>0 Kč</b>
	<b>Způsobilé (redukované) výdaje projektu (bez DPH) celkem:</b>	<b>10 974 068 Kč</b>

## 6.2 Kvantifikace jednotlivých kritérií ekonomického vyhodnocení

### 6.2.1 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)  $T_{PN}$  je vypočítána podle vztahu:

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

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

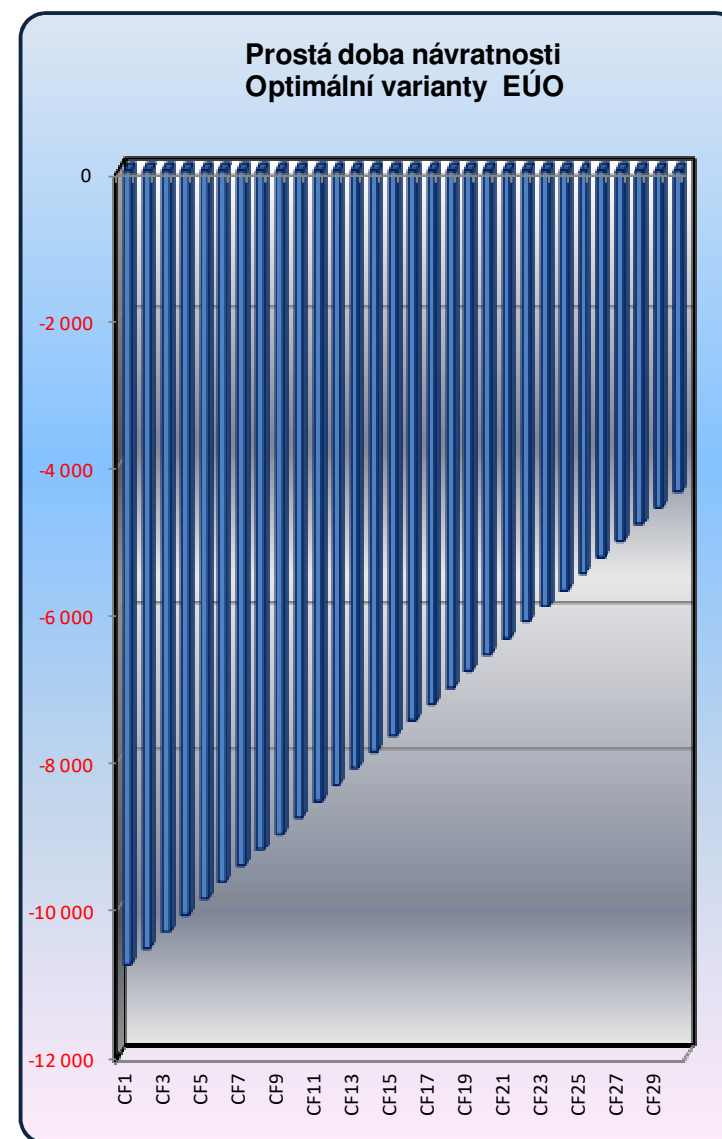
#### Uvažované fyzické životnosti, dodatečné investice:

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 <sub>v</sub> jedn. letech	suma CF <sub>t</sub> Kč	CF <sub>t</sub> Kč	V <sub>úsp.energie</sub> Kč	Δ Pr.náklady Kč	Dod. IN Kč
IN	-10 974 068	-10 974 068			
CF <sub>1</sub>	-10 753 522	220 546	220 546	0	
CF <sub>2</sub>	-10 532 976	220 546	220 546	0	
CF <sub>3</sub>	-10 312 430	220 546	220 546	0	
CF <sub>4</sub>	-10 091 884	220 546	220 546	0	
CF <sub>5</sub>	-9 871 338	220 546	220 546	0	
CF <sub>6</sub>	-9 650 792	220 546	220 546	0	
CF <sub>7</sub>	-9 430 246	220 546	220 546	0	
CF <sub>8</sub>	-9 209 700	220 546	220 546	0	
CF <sub>9</sub>	-8 989 155	220 546	220 546	0	
CF <sub>10</sub>	-8 768 609	220 546	220 546	0	
CF <sub>11</sub>	-8 548 063	220 546	220 546	0	
CF <sub>12</sub>	-8 327 517	220 546	220 546	0	
CF <sub>13</sub>	-8 106 971	220 546	220 546	0	
CF <sub>14</sub>	-7 886 425	220 546	220 546	0	
CF <sub>15</sub>	-7 665 879	220 546	220 546	0	
CF <sub>16</sub>	-7 445 333	220 546	220 546	0	
CF <sub>17</sub>	-7 224 787	220 546	220 546	0	
CF <sub>18</sub>	-7 004 241	220 546	220 546	0	
CF <sub>19</sub>	-6 783 695	220 546	220 546	0	
<b>CF<sub>20</sub></b>	<b>-6 563 149</b>	<b>220 546</b>	<b>220 546</b>	<b>0</b>	
CF <sub>21</sub>	-6 342 603	220 546	220 546	0	
CF <sub>22</sub>	-6 122 057	220 546	220 546	0	
CF <sub>23</sub>	-5 901 511	220 546	220 546	0	
CF <sub>24</sub>	-5 680 965	220 546	220 546	0	
CF <sub>25</sub>	-5 460 419	220 546	220 546	0	
CF <sub>26</sub>	-5 239 874	220 546	220 546	0	
CF <sub>27</sub>	-5 019 328	220 546	220 546	0	
CF <sub>28</sub>	-4 798 782	220 546	220 546	0	
CF <sub>29</sub>	-4 578 236	220 546	220 546	0	
CF <sub>30</sub>	-4 357 690	220 546	220 546	0	



## 6.2.2 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:

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

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:

$$\sum_{i=1}^{T_{\Sigma}} CF_t \cdot (1+r)^{-i} = IN \quad \text{splněna pro } i :$$

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

Optimální varianta EUO	$\sum_{i=1}^{T_{\Sigma}} CF_t \cdot (1+r)^{-i} - IN = 0 \quad \text{pro } :$	
	počet roků	
OVEÚO	návrtný pro $i >$	NPV pro $i = 20$ : -7 976 777 Kč
		NPV pro $i = 30$ : -7 160 380 Kč

### 6.2.3 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:

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

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

Na základě  $\sum CF_t$  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: - 7 976 777,- Kč.**

### 6.2.4 Vnitřní výnosové procento IRR (%)

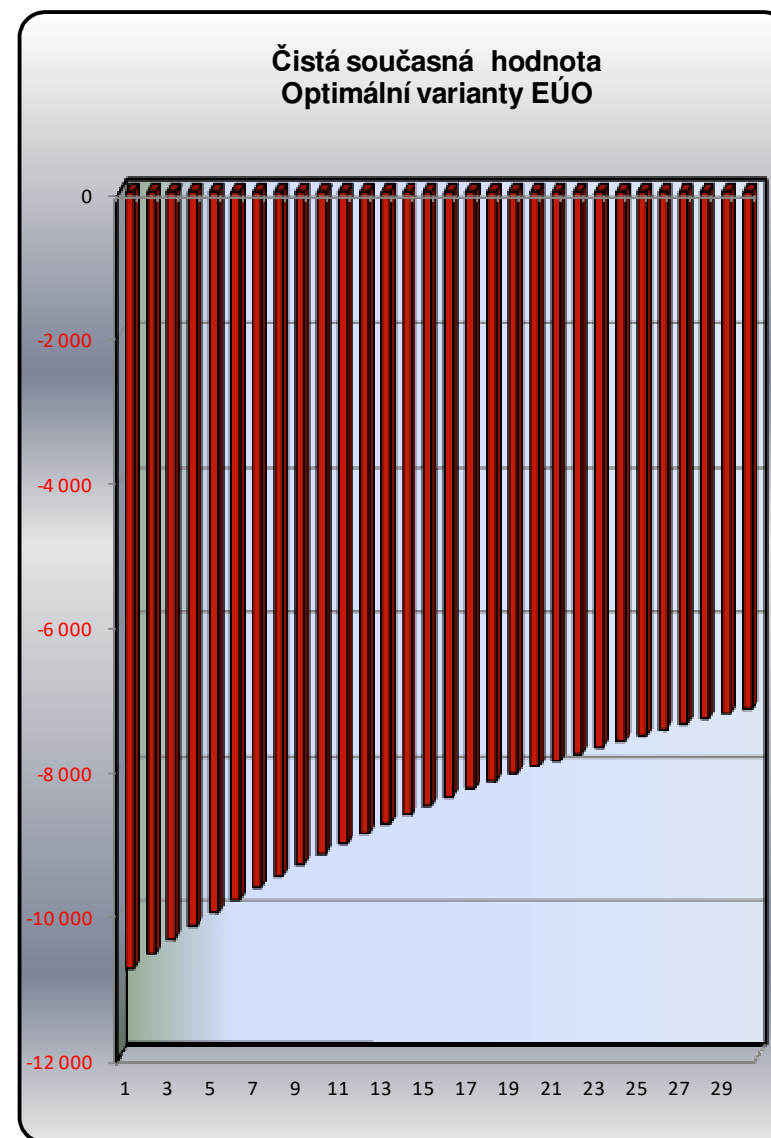
Vnitřní výnosové procento navržených energeticky úsporných opatření je vypočteno ze vztahu:

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

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 (IRR<sub>20</sub>):

$$IRR_{20 \text{ let}} : - 7,46 \%$$

NPV OV EÚO			
i - tý rok po realizaci	CF <sub>ti</sub>	NPV <sub>CF</sub> pro i-tý rok po realizaci	NPV <sub>OV EÚO</sub>
opatření	( Kč )	opatření ( Kč )	Zisk (+) Kč Ztráta (-) Kč
1	220 546	212 063	-10 762 005
2	220 546	415 971	-10 558 097
3	220 546	612 035	-10 362 033
4	220 546	800 559	-10 173 509
5	220 546	981 831	-9 992 237
6	220 546	1 156 132	-9 817 936
7	220 546	1 323 729	-9 650 339
8	220 546	1 484 880	-9 489 188
9	220 546	1 639 832	-9 334 236
10	220 546	1 788 825	-9 185 243
11	220 546	1 932 088	-9 041 980
12	220 546	2 069 840	-8 904 228
13	220 546	2 202 294	-8 771 774
14	220 546	2 329 654	-8 644 414
15	220 546	2 452 115	-8 521 953
16	220 546	2 569 866	-8 404 202
17	220 546	2 683 089	-8 290 979
18	220 546	2 791 957	-8 182 111
19	220 546	2 896 637	-8 077 431
20	220 546	2 997 291	-7 976 777
21	220 546	3 094 074	-7 879 994
22	220 546	3 187 135	-7 786 933
23	220 546	3 276 616	-7 697 452
24	220 546	3 362 656	-7 611 412
25	220 546	3 445 386	-7 528 682
26	220 546	3 524 935	-7 449 133
27	220 546	3 601 424	-7 372 644
28	220 546	3 674 971	-7 299 097
29	220 546	3 745 689	-7 228 379
30	220 546	3 813 688	-7 160 380



Výsledky ekonomického vyhodnocení					
Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Varianta č. 1	Varianta č. 2	Varianta č. 3
<b>Přínosy projektu celkem (roční) (+ snížení, - zvýšení)</b>	Kč	irelevantní	220 546 Kč	0 Kč	0 Kč
z toho: tržby za teplo a elektřinu	Kč	0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
<b>Investiční výdaje projektu</b>	Kč	irelevantní	10 974 068 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	10 974 068 Kč	0 Kč	0 Kč
náklady na přípojky		0	0 Kč	0 Kč	0 Kč
<b>Změna provozních nákladů celkem (+ snížení, - zvýšení)</b>		irelevantní	220 546 Kč	0 Kč	0 Kč
z toho: změna nákladů na energii (+ snížení, - zvýšení)	Kč	0	220 546 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
<b>Doba hodnocení</b>	roky	20 let	20 let	20 let	20 let
<b>Roční růst cen energie</b>	%	irelevantní	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Diskont</b>	%	4,00%	4,00%	4,00%	4,00%
<b>Hodnoty kritérií:</b> $T_s$ (prostá doba návratnosti)	roky	irelevantní	>30	1	1
$T_{sd}$ (reálná doba návratnosti)	roky	irelevantní	>30	1	1
<b>NPV</b> <sub>20 let</sub> (čistá současná hodnota)	Kč	irelevantní	-7 976 777 Kč	0 Kč	0 Kč
<b>IRR</b> <sub>20 let</sub> (vnitřní výnosové procento)	%	irelevantní	-7,46%		

## 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

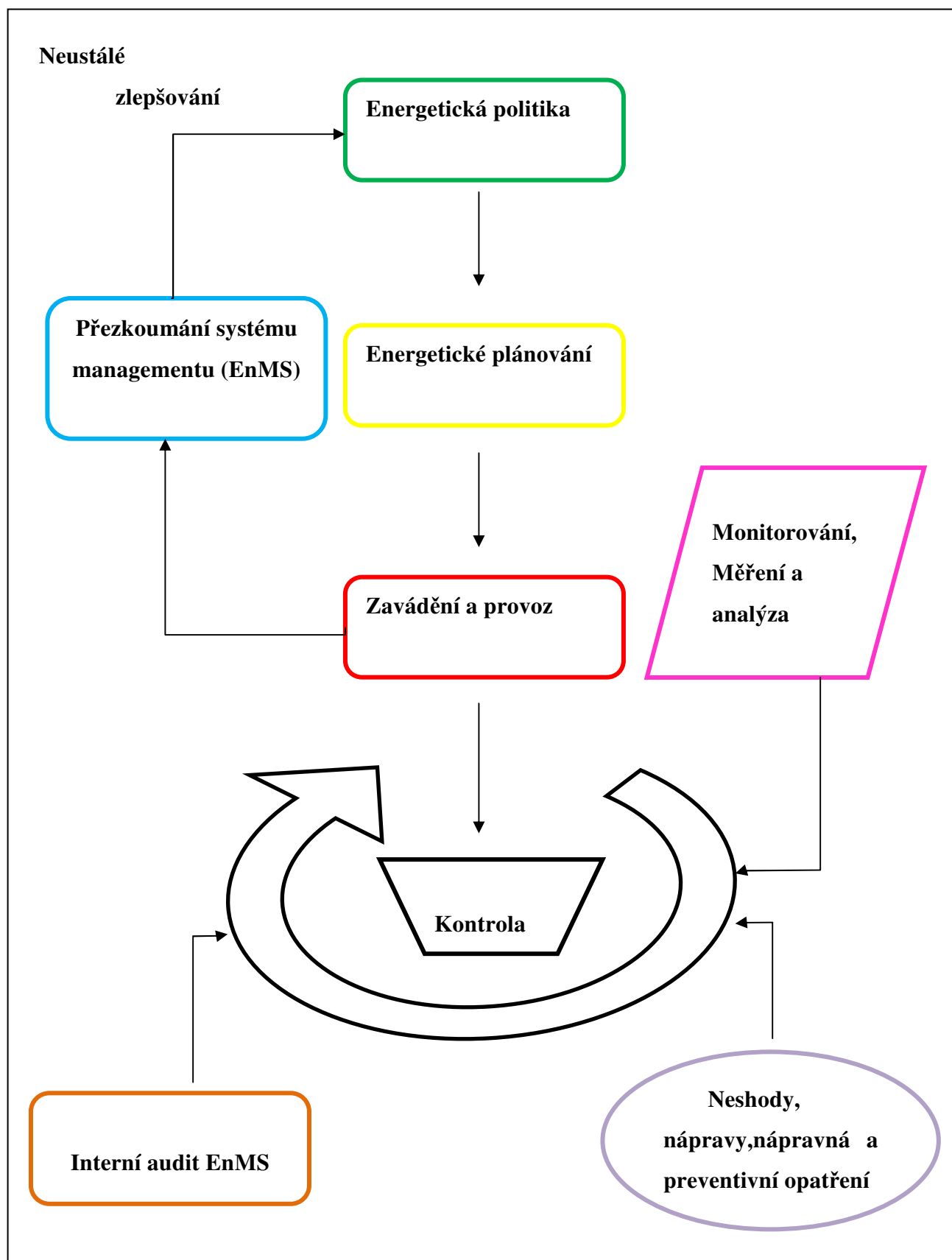
**Provedení:** znamená zavádění akčních plánů managementu hospodaření s energií. Plánování, příprava a realizace konkrétních opatření, investičních i neinvestičních akcí ve správné časové souslednosti, na základě objektivních ukazatelů a podle stanoveného harmonogramu (obvykle roční plány v návaznosti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

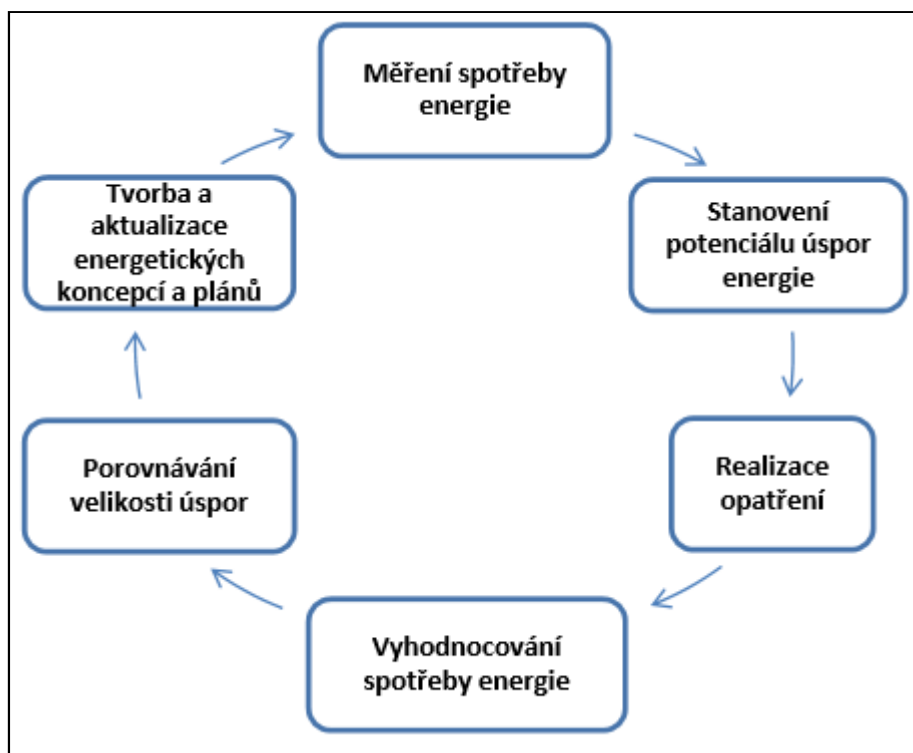


Model systému managementu hospodaření s energií lze zavést podle následujícího obecného schématu, uvedeného v ČSN EN ISO 50001:



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 měřicí 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 tepla pro vytápění. 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. 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 neznamená, 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.**

Budova Obchodní akademie Chrudim je majetkem Pardubického kraje. Na něm má co by vlastník a současně zřizovatel jednotlivých organizací zaveden jednotný certifikovaný systém energetického managementu, který mimo jiné spočívá v pravidelném sledování spotřeb energií nejméně v měsíčním intervalu a jejich následném vyhodnocování dle klimatických či jiných provozních podmínek. Pro řízení energetického managementu byl jmenován energetický manažer kraje a na úrovni krajem zřízených a založených organizací místní energetičtí manažeři. Certifikace energetického managementu Pardubického kraje byla provedena 26. září 2016 DNV - Business Assurance, Holandsko pod č. j. 206711 - 2016 - CZS - RvA a certifikát systému řízení je přístupný na webové adrese: <https://www.pardubickykraj.cz/system-managementu-hospodareni-energie>

Pardubický kraj tedy má zaveden Systém managementu hospodaření s energií dle požadavků ČSN EN ISO 50001:2011 od roku 2015. Systém energetického managementu (EnMS) je zaveden v organizacích zřizovaných a zakládaných Pardubickým krajem a na Krajském úřadě. Tento systém je certifikován autorizovanou osobou od září 2016. Hranicí systému jsou všechny budovy v majetku Pardubického kraje, kde dochází ke spotřebě energií.

Vedení Pardubického kraje přijalo Politiku energetického managementu a jmenovalo Představitel vedení kraje pro EnMS. Je jím vedoucí odboru majetkového, správního řádu a investic, do jehož gesce patří energetický management, který řídí a koordinuje energetický manažer Pardubického kraje (EMPk). Představitel vedení kraje pro EnMS prostřednictvím

EMPk a ekonomického oddělení odboru odpovídá za celkovou koordinaci a provádění pravidelných přezkoumání, které mohou mít zásadní dopady na hospodaření energií.

Pro uplatňování EnMS je vydána směrnice VN/12/2016 s názvem „Systém managementu hospodaření energií“, která je závazná pro všechny zaměstnance kraje zařazené do Krajského úřadu Pardubického kraje, pro členy Pardubického kraje a pro všechny krajem zřízené a založené organizace. Tato směrnice určuje veškeré aspekty řízení EnMS v Pardubickém kraji včetně energetického plánování, přezkoumání spotřeb energie, provozu, interních auditů, nápravných a preventivních opatření, akčních plánů a podobně.

S ostatními odbory a odděleními (hlavně oddělení investic a odbor rozvoje) jsou na poradách dle potřeby konzultovány energetické projekty, databáze energetických hodnot a nové investiční akce, které mají přímou vazbu na hospodaření s energií - zateplování objektů, rekonstrukce zdrojů tepla, využívání obnovitelných zdrojů apod.

Ve všech organizacích zřizovaných a zakládaných Pardubickým krajem jsou hejtmanem Pardubického kraje jmenováni ředitelé těchto organizací jako „Představitelé vedení Organizace pro implementaci a provoz Systému managementu hospodaření s energií.“ Tito Představitelé pak jmenují na svých organizacích Energetické manažery pro provoz Systému managementu hospodaření s energií.

Energetičtí manažeři jednotlivých organizací odpovídají za zavádění, udržování a zlepšování energetického managementu v souladu se schválenou Politikou energetického managementu Pardubického kraje. Základním principem činnosti energetického manažera je monitoring spotřeby energií a hospodárné využívání všech druhů energií, především k vytápění.

Odborné poradenství v oblasti energetických služeb, energetického managementu a pro naplňování normy ČSN EN ISO 50001 zajišťuje EMPk a pracovníci ekonomického oddělení odboru majetkového, správního řádu a investic formou pravidelných školení i formou denní operativy. Hlavní činnosti EMPk v systému energetického managementu:

- Kontroluje a vyhodnocuje spotřeby energií a nákladů dle fakturačních měřidel v informačním systému FAMA na všech příspěvkových organizacích.

- Provádí kontrolu provozu, kontrolu nastavení regulačních prvků, sestavování měrných ukazatelů a nápravu nedostatků.
- Kontroluje naplňování požadavků zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií.
- Provádí revize smluvních vztahů mezi organizacemi a dodavateli energií.
- Kontroluje technickou pasportizaci stavu technologických zařízení budov v majetku PK.
- Stanovuje potenciál energetických úspor a vyhodnocuje provedená opatření mající vliv na snížení energetické náročnosti, sestavuje cíle a vyhodnocování cílů EnMS.
- Provádí školení pracovníků zřizovaných a zakládaných organizací Pk a Krajského úřadu Pk.
- Vyhodnocuje naplňování Politiky energetického managementu a podává zprávu vedení kraje o hospodaření s energiemi.

Pro evidenci, kontrolu a řízení spotřeby energií má kraj implementován informační systém FAMA+ s modulem ENERGIE. V tomto informačním systému je databáze všech budov v majetku PK, kontaktní údaje osoby energetického manažera, spotřeby energií dle fakturačních údajů jednotlivých příspěvkových organizací apod. V databázi jsou smlouvy s dodavateli energií, seznamy odběrných a fakturačních míst a veškeré důležité technické údaje vztahující se ke spotřebám energií. Do databáze spotřeb energií jsou zaznamenávány jak fakturované hodnoty energií, tak hodnoty odečítané přímo na fakturačních měřidlech jednotlivých energií a médií. Odečty probíhají vždy na konci kalendářního měsíce a jsou zaznamenávány do databáze. Ze zadaných parametrů a spotřeb energií je možno vygenerovat měrné hodnoty spotřeb jednotlivých druhů energií. Poměrové hodnoty mohou lépe pomoci k přesnějšímu směřování investic a realizaci opatření snižujících energetickou náročnost.

Modul ENERGIE FAMA+ se skládá z následujících oblastí:

- Energetický management – slouží pro potřeby vyhodnocování dat a porovnání základních ukazatelů. Ukazatelé se počítají automatizovaně ze zadaných nákladů a spotřeb z fakturace. Sada ukazatelů je k dispozici pro jednotlivé měsíce a roky pro každé odběrné místo.
- Energetický portál - umožňuje prezentaci průběhu spotřeb a nákladů za energie z hlediska různých kritérií (např. druh energie, odběrná místa, PO, dodavatel, útvar)

prostřednictvím webové nadstavby formou grafů, diagramů a tabulek pro definované uživatele.

**Podmínka na zavedení energetického managementu je tedy již splněna.**

## 8 POSOUZENÍ VHODNOSTI APLIKACE EPC

**Objekt Obchodní akademie Chrudim je v rámci Pardubického kraje zařazen do skupiny objektů, které nebyly vybrány k přípravě energeticky úsporných projektů řešených metodou EPC. Znamená to tedy, že z hlediska energeticky úsporných opatření neexistuje 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 458,3 GJ, což odpovídá 34,9 % 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 128,13 GJ za rok, což není po realizaci energeticky úsporných opatření ve stavební konstrukci budovy již reálné (např. s ohledem na využívání termostatických ventilů se dá předpokládat, že požadovanou míru úspory by nebylo možné dosáhnout ani instalací IRC regulace). **Splnění podmínky po realizaci EPC nelze garantovat.**

- Prostá doba návratnosti souboru opatření zahrnutých do projektu EPC (2. etapa) je rovna nebo nižší než 8,0 let. **Není splněno, opatření tohoto typu 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 splňují.

**V případě posuzovaného projektu není naplněna první ani druhá podmínka.** 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	NE
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
<b>CELKEM ZA SOUBOR OPATŘENÍ</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
<b>Poznámka: *) EPC se nedoporučuje, výpočet hodnot irelevantní</b>						
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

<sup>1)</sup> 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 276 m n. m.
- nejnižší dlouhodobá teplota dle ČSN  $t_e = -12\text{ °C}$
- krajina s intenzivními větry
- délka topného období pro  $t_{em} = 12\text{ °C}$  je 225 dnů (pro  $t_{em} = 13\text{ °C}$  je délka TO 238 dnů a pro  $t_{em} = 15\text{ °C}$  je délka TO 276 dnů)
- střední venkovní teplota v topném období  $t_{es} = 3,6\text{ °C}$  (pro  $t_{em} = 13\text{ °C}$  je  $t_{es} = 4,1\text{ °C}$  a pro  $t_{em} = 15\text{ °C}$  je  $t_{es} = 5,9\text{ °C}$ )
- roční průměrná teplota vzduchu  $8,2\text{ °C}$
- denní střední teplota v nejchladnějším měsíci (leden) je  $-1,7\text{ °C}$
- roční úhrn slunečního záření dopadajícího na plochu  $1\text{ m}^2$  je cca 1028 kWh (3700 MJ)
- průměrná roční rychlost větru je menší než 4,1 m/s
- vytápění objektu v TO na úroveň návrhových teplot vnitřního vzduchu
- ceny za energie: elektřina průměr 2.932,45 Kč/MWh resp. 814,57 Kč/GJ, teplo 478,85 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 121. 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 CO<sub>2</sub> je uvažováno s celkovou energií bez spotřeby na technologické a ostatní procesy). **Podmínka je splněna, dochází k úspoře energie ve výši 34,92 % z celkové výchozí energetické spotřeby a ke snížení emisí CO<sub>2</sub> o 22,4 % (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)**. Nová okna jsou navržena se součinitelem prostupu tepla otvorovou výplní  $U_w \leq 0,90 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ .
- 3) Měněné domovní dveře jsou navrženy se součinitelem prostupu tepla  $U_d \leq 1,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ . 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 (zateplováných) konstrukcí**

Typ konstrukce	Hodnota U [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]					Kritérium
	$U_{\text{stávající}}$	$U_{\text{navrhovaná}}$	$U_N$ (požad.)	$U_{\text{rec}}$ (dopor.)	$0,9 \times U_{\text{rec}}$	
- sokl - zdivo tl. 900 mm, XPS tl. 150 mm (Z1)	0,91	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 590 mm, XPS tl. 150 mm (Z1)	1,26	0,22	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 900 mm, EPS tl. 150 mm (Z1)	0,91	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 980 mm, XPS tl. 150 mm (Z2)	0,85	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 150 mm (Z2)	0,93	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 150 mm (Z2)	1,03	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 980 mm, EPS tl. 150 mm (Z2)	0,85	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 870 mm, EPS tl. 150 mm (Z2)	0,93	0,19	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 770 mm, EPS tl. 150 mm (Z2)	1,03	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 790 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,01	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 720 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,08	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 620 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,21	0,20	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 460 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,51	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 430 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,58	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- zdivo tl. 490 mm, EPS tl. 150 mm (Z3)	1,44	0,21	0,30	0,25	0,23	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 870 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	0,93	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 620 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,21	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 870 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	0,93	0,19	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 770 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,03	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 670 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,14	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 670 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,14	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 620 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,21	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 620 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,21	0,20	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 520 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,38	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 490 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,44	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 450 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	1,53	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 450 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,53	0,23	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- zdivo tl. 260 mm, EPS tl. 150 mm (Z4)	2,21	0,22	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- sokl - zdivo tl. 770 mm, XPS tl. 150 mm (Z4)	1,03	0,21	0,45	0,36	0,32	Splňuje
- S4b - nezateplený strop pod půdou (2.02, 2.03)	1,31	0,13	0,30	0,20	0,18	Splňuje
- S4a - nezateplený strop pod půdou	1,31	0,15	0,30	0,20	0,18	Splňuje
- okno plastové s iz. dvojsklem	1,50	0,90	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné zdvojené	2,40	0,90	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno dřevěné dvojité	2,35	0,90	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno dřevěné dvojité	2,35	0,90	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- okno kovové zdvojené	3,30	0,90	1,50	1,20	1,08	Splňuje
- okno kovové zdvojené	3,30	0,90	2,20	1,75	1,58	Splňuje
- vchodové dveře dřevěné prosklené	4,00	1,70	2,50	1,75	1,75	Splňuje

## 10.2 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 121. 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 ..... 15. 12. 2019

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 - Obchodní akademie Chrudim

b) adresa nebo umístění

537 60 Chrudim, Tyršovo náměstí 250

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 čtyřpodlažní školní budově Obchodní akademie. Předmětem projektu jsou energeticky úsporná opatření ve stavební konstrukci budovy. Vlastníkem je Pardubický kraj, budova stojí na pozemku s parcelním číslem st. 991, v obci Chrudim (571164), v katastrálním území Chrudim (654299), číslo LV 1327. V katastru nemovitostí je zapsána jako stavba občanského vybavení. Hospodaření se svěřeným majetkem kraje má Obchodní akademie, Chrudim, Tyršovo náměstí 250.

Energetické zásobování budovy Obchodní akademie Chrudim je založeno na odběru dálkového tepla ze soustavy ZTE se zdrojem v Elektrárně Opatovice a odběru elektřiny z veřejných rozvodů dodavatelské sítě. Dodávkovým teplem je v objektu kryta potřeba tepla na vytápění a větrání. Elektřina je využívána k přípravě teplé vody, k osvětlení, pro výrobu a distribuci tepla a na pohon drobných spotřebičů.

**Budova se nachází v památkové zóně, resp. v památkově chráněném území.**

## 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 CO<sub>2</sub> 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/m<sup>2</sup>.K).

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.  $\leq 1,20 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$  pro prostory za konstrukcí s převládající návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{\text{in}}$  v intervalu 18 °C až 22 °C.

## 3. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EP

### 1. Charakteristika hlavních činností

**Stavební část:** Na obvodové zdivo objektu je použito pálených cihel v tloušťkách od 260 mm do 1.060 mm. Vnitřní omítky jsou vápenné hladké doplněné keramickými obklady v sociálních zařízeních. Část soklového zdiva a také část zdiva přilehlého k zemině je v současné době již zateplena kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 60 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ), zateplení je provedeno 1000 mm pod úroveň terénu a 50 mm nad úroveň terénu, viz projektová dokumentace.

Stropní konstrukce nad 3. NP (pod půdou) je dřevěná trámová s oboustranným záklopem, ze strany interiéru opatřená omítkou, z vrchní strany násypem a půdovými dlaždicemi. Přesné složení je následující od spodního líce omítky tl. 15 mm, bednění tl. 25 mm, trámová konstrukce tl. 400 mm, bednění tl. 40 mm, násyp tl. 120 mm, půdovky tl. 30 mm. Převážná část plochy půdních prostor je dodatečně zateplena volně položenou minerální plstí tl. 300 mm. Jedná se o celé střední křídlo včetně bloku sociálních zařízení a schodiště, a část severozápadního křídla s výjimkou vyvýšené části půdního prostoru s technickou místností telekomunikačního operátora. Jako otvorové výplně jsou použita dřevěná okna dvojitá, zdvojená, okna kovová s dvěma skly a okna plastová s izolačním dvojsklem. Vchodové dveře jsou dřevěné prosklené. Okna v sociálních zařízeních, na výkresech označená jako ST, jsou nově vyměněná, součinitel prostupu tepla těchto oken odpovídá parametrům nově navrhovaných oken.

**Vytápění:** V současné době hodnocená budova není vybavena vlastním energetickým zdrojem (výměňíková stanice je součástí rozvodů tepla), roční bilance výroby z vlastního energetického zdroje stejně jako základní technické ukazatele vlastního energetického zdroje nebudou sestavovány, neboť nejsou relevantní, protože zdroj tepla v Elektrárně Opatovice není předmětem tohoto energetického posudku. Výměňíková stanice je napojená na horkovodní primární soustavu s teplotním spádem 138/65 °C, teplotní spád v sekundárním okruhu výměňíkové stanice je v topném období 95/60 °C a mimo topnou sezónu 70/45 °C. Rozvod tepla po budově je tvořen ocelovým potrubím, opatřeným oplechováním (ochranným pláštěm) s povrchovou úpravou fólií Fatroid nebo s ochrannými pásy Aludor a volně pěchovanou minerální vatou (plstí). Teplota topné vody je centrálně (ve výměňíkové stanici) a ekvitemně regulována podle nastavené topné křivky. Oběh topné vody mezi výměňíkem tepla a rozdělovačem resp. sběračem je zajištěn čerpadlem Wilo TOP s regulovatelnými otáčkami. Jednotlivé větve jsou osazeny čerpadly Grundfos typ UPS.

Otopnou plochu v jednotlivých místnostech tvoří nejčastěji litinová článková a částečně ocelová desková topná tělesa připojená termostatickými ventily s termostatickými hlavici. Lze konstatovat, že ve většině případů regulační ventily na otopných tělesech dokážou tedy zabezpečit dynamickou regulaci vytápění, tedy dostatečnou identifikaci a využití vnitřních i vnějších tepelných zisků. Doba vytápění budovy a teplota topné vody jsou zcela závislé na centrální



regulaci ve výměňkové stanici, což nelze považovat za optimální stav.

**Příprava teplé vody:** Teplá voda je připravována jednak ve dvou elektrických zásobníkových ohřivačích. První je OKCE 80 o objemu 80 l a příkonu 2.000 W. Druhým je OKCE 180 o objemu 180 l s příkonem 2.200 W. Dále je teplá voda připravována v lokálně umístěných elektrických průtokových ohřivačích. Výtakovými místy teplé vody jsou směšovací baterie.

**Osvětlení:** Osvětlení je v současné době zabezpečováno svítidly různého typu. Nejčastěji jsou využívána zářivková svítidla s trubicemi o příkonu 58 W a 36 W a dále v omezené míře žárovková svítidla o příkonu 100 W a 60 W. Základním informačním materiálem byla zpráva o revizi elektrického zařízení. Ovládání osvětlení je manuální.

**Vzduchotechnická zařízení:** Vzduchotechnické zařízení není v objektu využíváno, větrání prostorů objektu je zajišťováno přirozeným způsobem.

**Klimatizace:** V posuzovaném objektu není instalováno klimatizační zařízení pro chlazení vzduchu.

## 2. Vlastní zdroje energie

### a) zdroje tepla

počet	8	
instalovaný výkon		MW
roční výroba	338,87	MWh
roční spotřeba paliva	1 235,28	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

počet	Nejsou	ks
instal. výkon elektrický		MW
instal. výkon tepelný		MW
roční výroba elektřiny		MWh
roční výroba tepla		MWh
roční spotřeba paliva		GJ/r

### d) druhy primárního zdroje energie

druh OZE	Není
druh DEZ	Není
fosilní zdroje	Není

## 3. Spotřeba energie

<u>Druh spotřeby</u>	<u>Příkon</u>		<u>Spotřeba energie</u>		<u>Energonositel</u>
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	0,004	MW	7,23	MWh/r	SZTE/el. energie
Vytápění	0,265	MW	321,38	MWh/r	SZTE
Chlazení	0,000	MW	0,00	MWh/r	Není
Větrání	0,000	MW	0,00	MWh/r	Není
Úprava vlhkosti	0,000	MW	0,00	MWh/r	Není
Příprava TV	0,022	MW	16,82	MWh/r	Elektrická energie

Osvětlení	0,022	MW	19,15	MWh/r	Elektrická energie
Technologie a ostatní	0,013	MW	38,22	MWh/r	Elektrická energie
Celkem	0,327	MW	402,80	MWh/r	SZTE/el. energie

#### 4. Část - Doporučená varianta navrhovaných opatření

##### 1. Popis doporučených opatření

**Opatření na stavebních konstrukcích:** Zateplení neprůsvitného obvodového pláště ve dvorním průčelí (pohledy D, E, F, G, H, I, J) je navrženo kontaktním zateplovacím systémem na bázi pěnového polystyrénu tl. 150 mm (deklarovaný součinitel tepelné vodivosti  $\lambda_D \leq 0,032 \text{ W/(m.K)}$ ). Část soklového zdiva a také část zdiva přilehlého k zemině je v současné době již zateplena kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 60 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ), zateplení je provedeno 1000 mm pod úroveň terénu a 50 mm nad úroveň terénu. Zbývající plochy soklového zdiva ve výše uvedených pohledech budou zatepleny kontaktním zateplovacím systémem na bázi extrudovaného polystyrénu tl. 150 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ). Fasády v pohledech A, B, C, K nemohou být zatepleny v souvislosti se zájmy státní památkové péče.

Celková plocha zateplovacích konstrukcí 1.221,1 m<sup>2</sup>.

Dosud nezateplené plochy podlahy půdy (konstrukce S4a) resp. stropu nad 3. NP (s výjimkou stropní konstrukce nad místnostmi 2.02 a 2.03) budou zatepleny minerální plstí tl. 300 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ) položenou do dřevěného roštu z řeziva 40 × 60 mm na parozábranu a očištěný povrch půdy, a opatřenou záklopem z OSB desek tl. 25 mm.

Zateplení stropu v prostoru místností 2.02 a 2.03 bude provedeno z vnitřní strany minerální plstí tl. 300 mm ( $\lambda_D \leq 0,035 \text{ W/(m.K)}$ ) položené na parozábranu a nový SDK podhled (konstrukce S4b).

Celková plocha zateplovacích konstrukcí 384,6 m<sup>2</sup>.

Nové otvorové výplně (nahrazující původní dřevěná, kovová i plastová okna) budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi  $U_w \leq 0,9 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ . Nově vyměněná okna v sociálních zařízeních, na výkresech označená jako ST, budou ponechána bez změny, součinitel prostupu tepla těchto oken odpovídá parametrům nově navrhovaných oken. Nové vchodové dveře, nahrazující dveře do dvorní části, budou se součinitelem prostupu tepla otvorovými výplněmi  $U_D \leq 1,7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ . Vchodové dveře hlavního vstupu do budovy v západním průčelí budou repasovány.

Uvedená hodnota součinitele prostupu tepla výplní otvorů je včetně vlivu rámu či nosných prvků tvořících tepelné mosty uvnitř výplně otvoru a nezahrnuje 15 % přírůžku 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 rámu  $U_f \leq 1,8 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$ , 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. Zároveň se předpokládá, že otevíratelné části otvorových výplní budou osazeny silikonovým těsněním.

Celková plocha měněných otvorových výplní je 388,4 m<sup>2</sup>, z toho 383,2 m<sup>2</sup> oken a 5,2 m<sup>2</sup> dveří.

Investiční náklady na realizaci opatření (celkové ustatné dle rozpočtu PD bez DPH pro výměnu otvorových výplní a s využitím maximálních způsobilých výdajů pro zateplení obvodových stěn a stropů):

10.974.068,- Kč

Úspora energie: 127,30 MWh

Úspora provozních nákladů: 220.546,- Kč/rok

**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, napojený od roku 2013 na výměňkovou stanici, prostřednictvím které je do systému dodáváno teplo ze soustavy ZTE Elektrárny Opatovice, a.s. 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.*

**Opatření zabírající nadměrnému vzestupu vnitřní teploty vzduchu v pobytových místnostech v letním období:**

Za kritické pobytové místnosti ve smyslu ČSN 73 0540-2 lze považovat dvě učebny ve 3. NP. Jedná se o učebnu 2.08 (307) s podlahovou plochou 73,65 m<sup>2</sup>, okna učebny jsou orientována k jihozápadu, poměr plochy výplní otvorů vůči

velikosti podlahové plochy přilehlého prostoru je 0,1564. A dále o učebnu 2.04 (304) s podlahovou plochou 52,72 m<sup>2</sup>, okna učebny jsou orientována k jihozápadu a k západu, poměr plochy výplní otvorů vůči velikosti podlahové plochy přilehlého prostoru je 0,1639.

V rámci vyhodnocení je uvažováno s osazením vnitřních žaluzií na přímo osluněná okna orientovaná na JZ a Z. Je to z toho důvodu, protože budova se nachází v památkové zóně, resp. v památkově chráněném území a nelze tedy použít venkovní zařízení protisluneční ochrany. Výpočty bylo zjištěno, že při osazení oken zvolených kritických místností vnitřními žaluziemi nejsou požadavky na tepelnou stabilitu místností v letním období splněny (předpoklad větrání resp. násobnosti výměny vzduchu v letním období - noc 50 %, den 10 %, okna na jedné straně fasády).

**Opatření pro zabezpečení větrání v souladu s Metodickým pokynem pro návrh větrání škol:** V případě budovy Obchodní akademie Chrudim, která se nachází v památkové zóně, resp. v památkově chráněném území, na základě vyjádření odborných pracovníků, vykonávajících dohled na budovami s památkovou ochranou, nelze do budovy vzduchotechnické systémy, které by zabezpečovaly účinné a hospodárné větrání prostorů školy, instalovat, neboť by se jednalo o zásah nepřiměřeného rozsahu. Z toho důvodu bude větrání učeben realizováno nadále přirozeným způsobem otevíráním oken, přičemž do každé učebny bude instalován automatický systém měření koncentrace CO<sub>2</sub>, který bude podporovat plnění vyhlášky č. 410/2005 v platném znění, resp. vyhlášky č. 268/2009 v platném znění.

Indikátory koncentrace CO<sub>2</sub> 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 místností. Rozmístění indikátorů CO<sub>2</sub> je řešeno v rámci projektové dokumentace.

## 2. Úspory energie a nákladů

### Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Energie	402,80	MWh/r	275,50	MWh/r	127,30	MWh/r
Náklady	791,66	tis. Kč/r	571,12	tis. Kč/r	220,55	tis. Kč/r

### Spotřeba energie

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Ztráty ve vlastních zdrojích a rozvodech	7,23	MWh/r	5,97	MWh/r	1,26	MWh/r
Vytápění	321,38	MWh/r	195,34	MWh/r	126,04	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	16,82	MWh/r	16,82	MWh/r	0,00	MWh/r
Osvětlení	19,15	MWh/r	19,15	MWh/r	0,00	MWh/r
Technologie	38,22	MWh/r	38,22	MWh/r	0,00	MWh/r

## 3. Dosažená úspora energie podle jednotlivých energonositelů

	Stávající stav		Navrhovaný stav		Úspory	
Elektrina	80,50	MWh	79,59	MWh	0,90	MWh

SZTE	322,30	MWh	195,90	MWh	126,40	MWh
ZP	0	MWh	0	MWh	0	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 10 974,07 tis. Kč

IRR<sub>20</sub> - 7,46 % cash flow 220,55 tis. Kč/r

rok realizace 2019 - 2021 NPV<sub>20</sub> - 7 976,78 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	
		t/r		t/r		t/r		t/r		t/r		t/r
Tuhé látky	0,006	t/r	0,005	t/r	0,005	t/r	0,004	t/r	0,001	t/r	0,001	t/r
PM <sub>10</sub>	0,003	t/r	0,002	t/r	0,002	t/r	0,001	t/r	0,001	t/r	0,001	t/r

PM <sub>2,5</sub>	0,004	t/r	0,003	t/r	0,003	t/r	0,002	t/r	0,001	t/r	0,001	t/r
SO <sub>2</sub>	0,123	t/r	0,091	t/r	0,100	t/r	0,068	t/r	0,023	t/r	0,023	t/r
NO <sub>x</sub>	0,099	t/r	0,077	t/r	0,077	t/r	0,055	t/r	0,022	t/r	0,022	t/r
NH <sub>3</sub>	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	0,013	t/r	0,013	t/r	0,008	t/r	0,008	t/r	0,005	t/r	0,005	t/r
CO <sub>2</sub>	132,824	t/r	94,157	t/r	111,757	t/r	73,089	t/r	21,067	t/r	21,068	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 CO<sub>2</sub> > 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/m<sup>2</sup>.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/(m<sup>2</sup>.K) pro prostory za konstrukcí s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_{\text{in}}$  v intervalu 18 °C až 22 °C. SPLNĚNO

## 6. Část - Údaje o energetickém specialistovi

### 1. Jméno (jména) a přímení

Vladislav Schmidt

### Titul

Ing.

### 2. Číslo oprávnění v seznamu energetických specialistů

Neuvádí se

### 3. Datum vydání oprávnění

Neuvádí se

### 5. Podpis



### 6. Datum

15. prosince 2019

## 12 PŘÍLOHOVÁ ČÁST

- 1) Soulad projektu s požadavky OPŽP.
- 2) Indikátory pro vyhodnocení a monitorování projektu.
- 3) Výpočet tepelných ztrát objektu a potřeby tepla na vytápění (bilanční).
- 4) Protokol posouzení tepelné stability místností.
- 5) Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy pro výchozí a návrhový stav.

### 12.1 Příloha č. 1 - Soulad projektu s požadavky OPŽP

#### Obsahová kritéria přijatelnosti:

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

1. Nebudou podporována opatření realizovaná na novostavbách, přístavbách a nástavbách. Omezení se netýká půdních vestaveb, kde nedochází k rozšíření stávajícího obestavěného prostoru. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
2. Po realizaci projektu musí budova plnit minimálně parametry energetické náročnosti definované § 6 odst. 2 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 a architektonicky cenných budov. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
3. 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. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
4. Pokud je jedním z opatření projektu instalace fotovoltaického systému, 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**)

5. Maximální navrhovaná roční výroba elektřiny z fotovoltaického systému nesmí být vyšší než roční spotřeba elektřiny v budově. (~~Ano~~ / Irelevantní)
6. 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)
7. V případě realizace fotovoltaických systémů musí hodnota využití instalovaného výkonu pro lokální spotřebu dosahovat min. 750 hod./rok. (~~Ano~~ / Irelevantní)
8. 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)
9. 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)
10. 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)
11. Po realizaci projektu musí dojít k úspoře celkové energie min. o 20 % oproti původnímu stavu, u památkově chráněných a architektonicky cenných budov min. o 10 %. Do celkové energie nemusí být započítána spotřeba energie na technologické a ostatní procesy. (~~Ano~~ / Irelevantní)
12. Realizací projektu musí dojít k min. úspoře 20 % emisí CO<sub>2</sub> oproti původnímu stavu, u památkově chráněných a architektonicky cenných budov 10 %. Při výpočtu emisí je uvažováno s celkovou energií bez spotřeby energie na technologické a ostatní procesy. (~~Ano~~ / Irelevantní)
13. V případě realizace zdroje tepla na vytápění musí dojít min. k úspoře 30 % emisí CO<sub>2</sub> 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)
14. Pokud je to technicky možné, musí realizací projektu dojít k úspoře emisí TZL a NO<sub>x</sub>. (~~Ano~~ / Irelevantní)

15. 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**)
16. 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**)
17. 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**)
18. V případě realizace solárních termických soustav budou podporována pouze zařízení splňující požadavky ČSN EN ISO 9806 nebo ČSN EN 12975-2. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
19. V případě realizace solárních termických soustav budou podporovány pouze solární kolektory splňující minimální hodnotu účinnosti  $\eta_{sk}$  dle vyhlášky č. 441/2012 Sb., o stanovení minimální účinnosti užití energie při výrobě elektřiny a tepelné energie za podmínky slunečního ozáření  $1000 \text{ W/m}^2$ . (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
20. 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**)
21. 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**)
22. 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**)
23. 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 ohřívačů pro vytápění vnitřních prostorů a kombinovaných ohřívačů (požadavky od 26. 9. 2018). (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
24. 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**)
25. V případě realizace obnovitelného zdroje tepla nebo elektřiny bude zajištěno měření vyrobené energie z OZE. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
26. 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<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> a CO pro rok 2018 ve vyhlášce č. 415/2012 Sb. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
27. 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**)
28. V případě realizace systémů nuceného větrání s rekuperací odpadního tepla musí být (u relevantních budov a místností) systém regulován dle množství CO<sub>2</sub> ve větraných místnostech prostřednictvím infračervených čidel tzv. IR senzorů. (~~Ano~~ / **Irelevantní**)
29. 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 - Obchodní akademie Chrudim		
Indikátor (Parametr)	Jednotka	Hodnota
EKOLOGICKÉ PARAMETRY PROJEKTU		
Emise skleníkových plynů před realizací projektu	tun / rok	94,157
Emise skleníkových plynů po realizaci projektu	tun / rok	73,089
Snížení emisí skleníkových plynů	tun / rok	21,068
Snížení emisí skleníkových plynů	%	22,38
TECHNICKÉ PARAMETRY PROJEKTU		
Spotřeba energie před realizací projektu	GJ/rok	1312,47
Spotřeba energie po realizaci projektu	GJ/rok	854,18
Snížení spotřeby energie	GJ/rok	458,296
Snížení spotřeby energie	%	34,92
Plocha zateplovacího obvodového pláště na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m <sup>2</sup>	1 221,1
Plocha měněných výplní na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m <sup>2</sup>	388,4
Plocha zateplovacích plochých a šikmých střešních konstrukcí na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m <sup>2</sup>	
Plocha zateplovacích konstrukcí k nevytápěným prostorům na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m <sup>2</sup>	384,6
Plocha zateplovacích podlah na zemině na systémové hranici budovy (vyplývající z EŠOB)	m <sup>2</sup>	
Průměrný součinitel prostupu tepla (požadovaný) - U <sub>em,N,rq</sub> (vyplývající z EŠOB)	W / (m <sup>2</sup> · K)	0,46
Průměrný součinitel prostupu tepla (dosažený) – U <sub>em</sub> (vyplývající z EŠOB)	W / (m <sup>2</sup> · K)	0,55
Energeticky vztáhná plocha objektu / budovy po realizaci projektu	m <sup>2</sup>	4307,6
Typ objektu / budovy	-	střední škola
Typ zdroje č. 1 - Nově instalovaný výkon tepelný - OZE (včetně plynových TČ)	kW <sub>t</sub>	
Typ zdroje č. 1 - Nově instalovaný výkon tepelný - zdroje na zemní plyn (mimo plynových TČ)	kW <sub>t</sub>	
Typ zdroje č. 2 - Nově instalovaný výkon tepelný - OZE (včetně plynových TČ)	kW <sub>t</sub>	
Typ zdroj č. 2 - Nově instalovaný výkon tepelný - zdroje na zemní plyn (mimo plynových TČ)	kW <sub>t</sub>	
Nově instalovaný výkon elektrický (pouze KVE)	kW <sub>e</sub>	
Výroba tepla z obnovitelných zdrojů	GJ / rok	
Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů	GJ / rok	
Typ zdroje č. 1 - Využití instalovaného výkonu (roční provoz) (bez solárního fototerminického systému a KVE)	hod / rok	
Typ zdroje č. 2 - Využití instalovaného výkonu (roční provoz) (bez solárního fototerminického systému a KVE)	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)	%	99,00
Typ zdroje vytápění ve výchozím stavu	-	SZTE
Typ zdroje vytápění v navrhovaném stavu	-	SZTE
Typ zdroje pro výrobu elektrické energie	-	
Výkon vzduchotechnické jednotky (jednotek)	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>	
Minimální účinnost vzduchotechnické jednotky (suchá účinnost ZZT bez vlivu kondenzace)	%	
Nově instalovaný (špičkový) výkon FV systému	kW <sub>p</sub>	
Předpokládaná el. energie z FVS lokálně využitá ke krytí spotřeby el. energie	kWh	
Účinnost fotovoltaických modulů	%	
Plocha stíněných výplní stínicí technikou s ručním mechanickým ovládáním	m <sup>2</sup>	
Plocha stíněných výplní stínicí technikou s ručním elektronickým ovládáním	m <sup>2</sup>	
Plocha stíněných výplní stínicí technikou s inteligentním motorickým řízením	m <sup>2</sup>	
Užitná plocha místností s úpravou osvětlení - učebny, předn. sály, posluchárny - LED, dynamický způsob ovládání	m <sup>2</sup>	
Užitná plocha místností s úpravou osvětlení - učebny, předn. sály, posluchárny - LED, biodynam. systém osvětlení	m <sup>2</sup>	
Užitná plocha místností s úpravou osvětlení - ostatní prostory - pokročilý systém aut. ovl.	m <sup>2</sup>	
Užitná plocha místností s úpravou akustických parametrů	m <sup>2</sup>	
Roční úspora energie dosažená realizací dalších opatření navržených v energetickém posudku	GJ / rok	
<b>EKONOMICKÉ PARAMETRY PROJEKTU</b>		
NPV – čistá současná hodnota	tis. Kč	-7 976,777
Reálná doba návratnosti	roky	>30
<b>ÚSPORA CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE PO TECHNICKÝCH CELCÍCH</b>		
Vytápění	MWh / rok	127,300
Chlazení	MWh / rok	
Větrání	MWh / rok	
Úprava vlhkosti	MWh / rok	
Příprava TV	MWh / rok	
Osvětlení	MWh / rok	
Technologie	MWh / rok	
<b>ÚSPORA CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE PODLE ENERGOPOSITELŮ</b>		
Elektřina	MWh / rok	0,900
SZTE	MWh / rok	126,400
ZP	MWh / rok	
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) Protokol posouzení tepelné stability místností
- 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: Obchodní akademie Chrudim

Lokalita: Chrudim

## 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 [m <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	e <sub>k</sub> [-]	B <sub>u</sub> [-]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	ΔU <sub>tb</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	U <sub>kc</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	HT <sub>je</sub> [W/K]	Φ <sub>T,je</sub> [W]
<b>Obvodový plášť neprůsvitný</b>									
Stavební části celkem	2420,5	18,9						3222,4	99162
z toho: sokl - zdivo tl. 590-900-770-870-980 mm (XPS 150 mm)	24,5	20,0	1,0	1,00	0,93	0,00	0,93	22,8	729
sokl - zdivo tl. 590-900-770-870-980 mm, XPS tl. 60 mm	2,4	20,0	1,0	1,00	0,37	0,00	0,37	0,9	28
zdivo tl. 900-770-870-980-430-460-490-620-720-790 mm (EPS 150 mm)	745,7	20,0	1,0	1,00	1,17	0,00	1,17	872,5	27919
sokl - zdivo tl. 590-850-900 mm, zdivo tl. 850-900-430-720-790-830-870-910-980-1060 mm	1094,1	20,0	1,0	1,00	1,04	0,00	1,04	1137,9	36412
zdivo tl. 770 mm proti zvedací plošině	4,8	20,0	1,0	1,00	0,98	0,00	0,98	4,7	151
sokl - zdivo tl. 450-620-770-870 mm (XPS 150)	18,4	15,0	1,0	1,00	1,30	0,00	1,30	23,9	646
zdivo tl. 450-620-770-870 mm, XPS tl. 60 mm	1,9	15,0	1,0	1,00	0,42	0,00	0,42	0,8	22
zdivo tl. 260-450-490-520-620-670-770-870 mm (EPS 150 mm)	429,9	15,0	1,0	1,00	1,26	0,00	1,26	541,7	14625
Tepelné vazby	1,0	18,7	1,0	1,00	524,22	0,00	524,22	524,2	16119
sokl a zdivo tl. 870-900-980 mm	81,8	15,0	1,0	1,00	0,91	0,00	0,91	74,4	2010
zdivo tl. 620 mm proti zvedací plošině	13,4	15,0	1,0	1,00	1,16	0,00	1,16	15,5	420
zdivo tl. 620-670 mm (XPS 150 mm)	2,6	15,0	1,0	1,00	1,18	0,00	1,18	3,1	83
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
<b>Střecha, strop</b>									
Stavební části celkem	1083,9	18,8						628,3	19607
z toho: S4b - nezateplený strop pod půdou (2.02, 2.03)	98,2	20,0	1,0	1,00	1,31	0,00	1,31	128,6	4117
S4a - nezateplený strop pod půdou	286,4	19,4	1,0	1,00	1,31	0,00	1,31	375,2	11795
zateplený strop pod půdou	689,7	18,5	1,0	1,00	0,14	0,00	0,14	96,6	2942
plochá střecha nad zadním vchodem	9,6	15,0	1,0	1,00	2,91	0,00	2,91	27,9	754
střešní konstrukce ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
střešní konstrukce ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
<b>Podlaha nad venkovním prostorem</b>									
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
<b>Otvorové výplně</b>									
Pozn.: hodnoty U <sub>k</sub> resp. U <sub>w</sub> pro výplně otvorů jsou uvedeny bez 15 % přírůžky na nízkou tepelnou setrvačnost, pro výplně otvorů se při výpočtu měrné tepelné ztráty neuplatňuje zvýšení činitele b o 15 %									
Stavební části celkem	445,6	18,9			2,37			1058,4	37303
z toho: Okna	421,5	19,1	1,0	1,00	2,25	0,00	2,25	947,2	33849
Dveře	24,1	15,0	1,0	1,00	4,47	0,14	4,62	111,2	3454
Prosklené stěny neotevřivé (pevné)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Skleněné tvárnice	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Výplně z polykarbonátu otevřivé	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
Světlíky, střešní 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
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí celkem</b>									
								4909,1	156073

## 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 <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	B <sub>u</sub> [-]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	ΔU <sub>tb</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	U <sub>kc</sub> = U <sub>k</sub> + ΔU <sub>tb</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	HT <sub>je</sub> [W/K]	Φ <sub>T,je</sub> [W]
<b>Obvodový plášť neprůsvitný</b>								
Stavební části celkem	0,0	0,0					0,0	0
z toho: 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
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
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
<b>Otvorové výplně</b>								
Pozn.: hodnoty U <sub>k</sub> resp. U <sub>w</sub> pro výplně otvorů jsou uvedeny bez 15 % přírůžky na nízkou tepelnou setrvačnost								
Stavební části celkem	0,0	0,0					0,0	0
z toho: Okna	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Dveře	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Prosklené stěny neotevřivé (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 otevřivé	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
Světlíky	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
<b>Podlahová konstrukce</b>								
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	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem celkem</b>								
							0,0	0

# Vyhodnocení tepelné ztráty prostupem tepla (B)

Základní řešení

Projekt: Obchodní akademie Chrudim

Lokalita: Chrudim

## Tepelné ztráty do přilehlé zeminy

	plocha konstrukce	vnitřní výpočtová teplota	součinitel prostupu tepla	korekční součinitelé		korekční činitel	charakteristický parametr	ekvivalentní součinitel prostupu tepla	součinitel tepelné ztráty prostupem	tepelná ztráta prostupem	souč. TZ prostupem pro výpočet
	A [m <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	F <sub>g1</sub> [-]	F <sub>g2</sub> [-]	G <sub>w</sub> [-]	B'	U <sub>equiv,bf</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	HT,ie [W/K]	Φ <sub>T,ie</sub> [W]	U <sub>em</sub> HT,ie [W/K]
<b>Podlahová konstrukce</b>											
Stavební části celkem	1084,5	18,5							407,9	8544	597,4
z toho: podlaha byt	223,5	20,0	2,38	1,45	0,50	1,0	10,0	0,47	105,0	2422	145,8
podlaha, teracová dlažba	644,2	17,9	2,46	1,45	0,46	1,0	12,0	0,34	219,0	4392	326,9
podlaha, koberec	109,6	20,0	2,18	1,45	0,50	1,0	10,0	0,38	41,6	960	57,8
podlaha, beton	31,1	20,0	2,49	1,45	0,50	1,0	16,0	0,28	8,7	201	12,1
podlaha, keramická dlažba	76,1	15,8	2,47	1,45	0,42	1,0	8,0	0,44	33,5	569	54,8
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0	0,0
<b>Svislé stěny</b>											
Stavební části celkem	211,8	18,0							126,9	2542	193,1
z toho: zdivo tl. 550-720-740-870-900-980-1060 mm	86,1	20,0	0,94	1,45	0,50	1,0	-	0,68	58,5	1350	81,3
zdivo tl. 590-770-870-900-980 mm, XPS tl. 60 mm	39,5	20,0	0,37	1,45	0,50	1,0	-	0,39	15,4	355	21,4
zdivo tl. 450-620-670-770-870 mm, XPS tl. 60 mm	19,5	15,0	0,40	1,45	0,40	1,0	-	0,39	7,6	120	13,0
zdivo tl. 640-790-870-980 mm	66,7	15,0	1,12	1,45	0,40	1,0	-	0,68	45,4	717	77,5
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
<b>Tepelné ztráty do přilehlé zeminy celkem</b>									<b>534,8</b>	<b>11086</b>	<b>790,5</b>

## 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 <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	f <sub>j</sub> [-]	HT,ie [W/K]	Φ <sub>T,ie</sub> [W]
<b>Svislé stěny</b>						
Stavební části 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
<b>Podlahová konstrukce</b>						
Stavební části celkem	0,0	0,0	0,00		0,00	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
<b>Stropní konstrukce</b>						
Stavební části celkem	0,0	0,0	0,00		0,00	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
<b>Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů celkem</b>					<b>0,0</b>	<b>0</b>
<b>Tepelné ztráty prostupem tepla celkem</b>					<b>5443,9</b>	<b>167158</b>
						<b>5699,7</b>

# Vyhodnocení tepelné ztráty prostupem tepla (A)

Varianta 1

Projekt: Obchodní akademie Chrudim

Lokalita: Chrudim

## 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 [m <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	e <sub>k</sub> [-]	B <sub>u</sub> [-]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	ΔU <sub>ib</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	U <sub>kc</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	HT <sub>je</sub> [W/K]	Φ <sub>T,je</sub> [W]
<b>Obvodový plášť neprůsvitný</b>									
Stavební části celkem	2420,5	18,9						1741,4	54489
z toho: sokl - zdivo tl. 590-900-770-870-980 mm (XPS 150 mm)	24,5	20,0	1,0	1,00	0,21	0,00	0,21	5,1	165
sokl - zdivo tl. 590-900-770-870-980 mm, XPS tl. 60 mm	2,4	20,0	1,0	1,00	0,37	0,00	0,37	0,9	28
zdivo tl. 900-770-870-980-430-460-490-620-720-790 mm (EPS 150 mm)	745,7	20,0	1,0	1,00	0,20	0,00	0,20	149,1	4772
sokl - zdivo tl. 590-850-900 mm, zdivo tl. 850-900-430-720-790-830-870-910-980-1060 mm	1094,1	20,0	1,0	1,00	1,04	0,00	1,04	1137,9	36412
zdivo tl. 770 mm proti zvedací plošině	4,8	20,0	1,0	1,00	0,98	0,00	0,98	4,7	151
sokl - zdivo tl. 450-620-770-870 mm (XPS 150)	18,4	15,0	1,0	1,00	0,22	0,00	0,22	4,0	109
zdivo tl. 450-620-770-870 mm, XPS tl. 60 mm	1,9	15,0	1,0	1,00	0,42	0,00	0,42	0,8	22
zdivo tl. 260-450-490-520-620-670-770-870 mm (EPS 150 mm)	429,9	15,0	1,0	1,00	0,20	0,00	0,20	86,0	2321
Tepelné vazby	1,0	18,7	1,0	1,00	262,27	0,00	262,27	262,3	8064
sokl a zdivo tl. 870-900-980 mm	81,8	15,0	1,0	1,00	0,91	0,00	0,91	74,4	2010
zdivo tl. 620 mm proti zvedací plošině	13,4	15,0	1,0	1,00	1,16	0,00	1,16	15,5	420
zdivo tl. 620-670 mm (XPS 150 mm)	2,6	15,0	1,0	1,00	0,22	0,00	0,22	0,6	15
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
<b>Střecha, strop</b>									
Stavební části celkem	1083,9	18,8						180,2	5455
z toho: S4b - nezateplený strop pod půdou (2.02, 2.03)	98,2	20,0	1,0	1,00	0,13	0,00	0,13	12,8	409
S4a - nezateplený strop pod půdou	286,4	19,4	1,0	1,00	0,15	0,00	0,15	43,0	1351
zateplený strop pod půdou	689,7	18,5	1,0	1,00	0,14	0,00	0,14	96,6	2942
plochá střecha nad zadním vchodem	9,6	15,0	1,0	1,00	2,91	0,00	2,91	27,9	754
střešní konstrukce ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
střešní konstrukce ...	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
<b>Podlaha nad venkovním prostorem</b>									
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
<b>Otvorové výplně</b>									
Stavební části celkem	445,6	18,9						478,6	16662
z toho: Okna	421,5	19,1	1,0	1,00	0,90	0,00	0,90	379,4	13580
Dveře	24,1	15,0	1,0	1,00	3,98	0,14	4,12	99,3	3082
Prosklené stěny neotevřavé (pevné)	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Skleněné tvárnice	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
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	81,8	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
Světlíky, střešní 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
<b>Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí celkem</b>								2400,2	76606

Pozn.: hodnoty U<sub>k</sub> resp. U<sub>w</sub> 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 [m <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	B <sub>u</sub> [-]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	ΔU <sub>ib</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	U <sub>kc</sub> = U <sub>k</sub> + ΔU <sub>ib</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	HT <sub>je</sub> [W/K]	Φ <sub>T,je</sub> [W]
<b>Obvodový plášť neprůsvitný</b>								
Stavební části celkem	0,0	0,0					0,0	0
z toho: 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
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
obv. plášť neprůsvit. (...)	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0
<b>Otvorové výplně</b>								
Stavební části celkem	0,0	0,0					0,0	0
z toho: Okna	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
Dveře	0,0	0,0	0,00	0,00	-	-	0,00	0,0
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
Světlíky	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
<b>Podlahová konstrukce</b>								
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
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-	0,0
<b>Tepelné ztráty nevytápěným prostorem celkem</b>								0,0

Pozn.: hodnoty U<sub>k</sub> resp. U<sub>w</sub> pro výplně otvorů jsou uvedeny bez 15 % přírážky na nízkou tepelnou setrvačnost

# Vyhodnocení tepelné ztráty prostupem tepla (B)

Varianta 1

Projekt: Obchodní akademie Chrudim

Lokalita: Chrudim

## 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 U <sub>em</sub> HT,ie [W/K]
	A [m <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	F <sub>g1</sub> [-]	F <sub>g2</sub> [-]	G <sub>w</sub> [-]	B' [-]	U <sub>equiv,bf</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	HT,ie [W/K]	Φ <sub>T,ie</sub> [W]
<b>Podlahová konstrukce</b>										
Stavební části celkem	1084,5	18,5							407,9	8544
z toho: podlaha byt	223,5	20,0	2,38	1,45	0,50	1,0	10,0	0,47	105,0	2422
podlaha, teracová dlažba	644,2	17,9	2,46	1,45	0,46	1,0	12,0	0,34	219,0	4392
podlaha, koberec	109,6	20,0	2,18	1,45	0,50	1,0	10,0	0,38	41,6	960
podlaha, beton	31,1	20,0	2,49	1,45	0,50	1,0	16,0	0,28	8,7	201
podlaha, keramická dlažba	76,1	15,8	2,47	1,45	0,42	1,0	8,0	0,44	33,5	569
konstrukce podlahy ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0
<b>Svislé stěny</b>										
Stavební části celkem	211,8	18,0							126,9	2542
z toho: zdivo tl. 550-720-740-870-900-980-1060 mm	86,1	20,0	0,94	1,45	0,50	1,0	-	0,68	58,5	1350
zdivo tl. 590-770-870-900-980 mm, XPS tl. 60 mm	39,5	20,0	0,37	1,45	0,50	1,0	-	0,39	15,4	355
zdivo tl. 450-620-670-770-870 mm, XPS tl. 60 mm	19,5	15,0	0,40	1,45	0,40	1,0	-	0,39	7,6	120
zdivo tl. 640-790-870-980 mm	66,7	15,0	1,12	1,45	0,40	1,0	-	0,68	45,4	717
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0
konstrukce stěny ...	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,0	-	0,00	0,0	0
<b>Tepelné ztráty do přilehlé zeminy celkem</b>									<b>534,8</b>	<b>11086</b>

## 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 <sup>2</sup> ]	θ <sub>int</sub> [°C]	U <sub>k</sub> [W/m <sup>2</sup> .K]	f <sub>j</sub> [-]	HT,ie [W/K]	Φ <sub>T,ie</sub> [W]
<b>Svislé stěny</b>						
Stavební části 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
<b>Podlahová konstrukce</b>						
Stavební části 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
<b>Stropní konstrukce</b>						
Stavební části 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
<b>Tepelné ztráty do nebo z vytápěných prostorů celkem</b>					<b>0,0</b>	<b>0</b>
<b>Tepelné ztráty prostupem tepla celkem</b>						
					<b>2935,1</b>	<b>87692</b>

3190,8



# Vyhodnocení tepelné ztráty větráním (A1)

Projekt: Obchodní akademie Chrudim	Lokalita: Chrudim
------------------------------------	-------------------

## Návrhová tepelná ztráta větráním (Přirozené větrání)

4 zóny

Zóna 1 (Byt) (i = 1)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	459,4	459,4	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	-12	-12	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 <sup>-1</sup> ]	0,50	0,50	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	229,7	229,7	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 <sup>-1</sup> ]	3,00	1,90	0,00	0,00	0,00
	Činitel zaclonění $e$ [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel $\epsilon$	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	82,7	52,4	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V'_i = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m <sup>3</sup> /h]	229,7	229,7	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	78,1	78,1	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	2499	2499	0	0	0
Zóna 2 (Šatny, tělocvičny, dílny) (i = 2)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	1063,9	1063,9	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	-12	-12	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 <sup>-1</sup> ]	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	1063,9	1063,9	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 <sup>-1</sup> ]	3,00	1,90	0,00	0,00	0,00
	Činitel zaclonění $e$ [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel $\epsilon$	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	191,5	121,3	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V'_i = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m <sup>3</sup> /h]	1063,9	1063,9	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	361,7	361,7	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	11575	11575	0	0	0
Zóna 3 (Učebny, kanceláře, WC) (i = 3)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	7188,9	7188,9	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	-12	-12	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 <sup>-1</sup> ]	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	7188,9	7188,9	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 <sup>-1</sup> ]	3,00	1,90	0,00	0,00	0,00
	Činitel zaclonění $e$ [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel $\epsilon$	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	1294,0	819,5	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V'_i = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m <sup>3</sup> /h]	7188,9	7188,9	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	2444,2	2444,2	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	78215	78215	0	0	0
Zóna 4 (Komunikační prostory, kotelná) (i = 4)		Základ. řešení	Varianta 1	Varianta 2	Varianta 3	Varianta 4
Min. hygienické požadavky	Objem $V_i$ [m <sup>3</sup> ]	3272,0	3272,0	0,0	0,0	0,0
	Výpočtová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]	-12	-12	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 <sup>-1</sup> ]	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00
	Nejmenší hygienické množství vzduchu $V'_{min,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	654,4	654,4	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 <sup>-1</sup> ]	3,00	1,90	0,00	0,00	0,00
	Činitel zaclonění $e$ [na jedn.]	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
	Výškový korekční činitel $\epsilon$	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00
	Množství vzduchu infiltrací $V'_{inf,i}$ [m <sup>3</sup> /h]	589,0	373,0	0,0	0,0	0,0
Výpočet TZ větráním	Zvolená výpočtová hodnota $V'_i = \max(V'_{inf,i}; V'_{min,i})$ [m <sup>3</sup> /h]	654,4	654,4	0,0	0,0	0,0
	Návrhový součinitel tepelné ztráty $H_{v,i}$ [W/K]	222,5	222,5	0,0	0,0	0,0
	Návrhová tepelná ztráta větráním $\Phi_{v,i}$ [W]	6007	6007	0	0	0

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

Projekt: Obchodní akademie Chrudim	Lokalita: Chrudim
------------------------------------	-------------------

		plocha konstrukce  A [m2]	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]	Uk [W/m2.K]
Tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkovního prostředí pláštěm budovy																	
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí celkem		3950,0	4909,1	156073	1,24	2400,2	76606	0,61	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
z toho: obvodový plášť neprůsvitný		2420,5	3222,4	99162	1,33	1741,4	54489	0,72	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
střecha, strop		1083,9	628,3	19607	0,58	180,2	5455	0,17	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		445,6	1058,4	37303	2,38	478,6	16662	1,07	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem																	
Tepelné ztráty nevytápěným prostorem 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: obvodový plášť neprůsvitný		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		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
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy																	
Tepelné ztráty do přilehlé zeminy celkem		1296,3	534,8	11086	0,41	534,8	11086	0,41	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
z toho: podlahová konstrukce		1084,5	407,9	8544	0,38	407,9	8544	0,38	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
svislé stěny		211,8	126,9	2542	0,60	126,9	2542	0,60	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: svislé 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		5246,3	5443,9	167158	1,04	2935,1	87692	0,56	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00	0,0	0	0,00
Tepelné ztráty větráním (Přirozené větrání)																	
		Objem Vi [m3]		14665,4		14665,4		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
		Výpočtová venkovní teplota θe [°C]		-12		-12		0		0		0		0		0	
		Návrhová tepelná ztráta větráním Φv,i [W]		98297		98297		0		0		0		0		0	
Tepelné ztráty větráním (Nucené větrání)																	
		Objem Vi [m3]		0,0		0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0	
		Výpočtová venkovní teplota θe [°C]		0		0		0		0		0		0		0	
		Návrhová tepelná ztráta větráním Φv,i [W]		0		0		0		0		0		0		0	
Celkové tepelné ztráty																	
Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla ΦT [W]		167158		63,0%		87692		47,1%		0		0,0%		0		0,0%	
Návrhová tepelná ztráta větráním Φv [W]		98297		37,0%		98297		52,9%		0		0,0%		0		0,0%	
Celková návrhová tepelná ztráta Φi [W]		265455		100,0%		185989		100,0%		0		0,0%		0		0,0%	
Výškový korekční činitel fh,i		1,00				1,00				0,00				0,00			
Korigovaná celková návrhová tepelná ztráta Φi [W]		265455				185989				0				0			
Celková návrhová tepelná ztráta Φi [%]		100,0%		-		70,1%				0,0%		-		0,0%		-	

## Spotřeba tepla na větrání - zónový výpočet

Projekt: Obchodní akademie Chrudim

Lokalita: Chrudim

### 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 $\theta_i$	Součinitel vlivu regulace	Vliv režimu vytápění	Celkový součinitel	Tepelná ztráta větráním	
		$\theta_{es}$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	n [1]	$\theta_i$ [°C]	$\tau_i$ [%]	f1 [-]	f2 [-]	f3 [-]	f4 [-]	f <sub>c</sub> [-]	$\Phi_t$ [W]	
Zóna 1	Byt	4,1	-12	238	20,0	1,00	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	2499	13,8
Zóna 2	Šatny, tělocvičny, dílny	4,1	-12	238	20,0	0,33	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	11575	21,1
Zóna 3	Učebny, kanceláře, WC	4,1	-12	238	20,0	0,33	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	78215	142,4
Zóna 4	Komunikační prostory, kotelna	4,1	-12	238	15,0	0,33	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	6007	8,88
Zóna 5	zóna 5	0	0	0	0,0	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
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
<b>Celkem</b>		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	<b>98297</b>	<b>186,1</b>
<b>Korigovaná návrhová tepelná ztráta větráním</b>		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	<b>98297</b>	<b>186,1</b>

## Spotřeba tepla na větrání - zónový výpočet

Projekt: Obchodní akademie Chrudim

Lokalita: Chrudim

### Přirozené větrání

Popis zóny		Topné období			Varianta 1								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 $\theta_i$	Součinitel vlivu regulace	Vliv režimu vytápění	Celkový součinitel	Tepelná ztráta větráním	
		$\theta_{es}$ [°C]	$\theta_e$ [°C]	n [1]	$\theta_i$ [°C]	$\tau_i$ [%]	f1 [-]	f2 [-]	f3 [-]	f4 [-]	f <sub>c</sub> [-]	$\Phi_t$ [W]	
Zóna 1	Byt	4,1	-12	238	20,0	1,00	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	2499	13,8
Zóna 2	Šatny, tělocvičny, dílny	4,1	-12	238	20,0	0,33	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	11575	21,1
Zóna 3	Učebny, kanceláře, WC	4,1	-12	238	20,0	0,33	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	78215	142,4
Zóna 4	Komunikační prostory, kotelna	4,1	-12	238	15,0	0,33	0,85	1,00	0,98	0,65	0,54	6007	8,9
Zóna 5	zóna 5	0	0	0	0,0	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,0
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
<b>Celkem</b>		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	<b>98297</b>	<b>186,1</b>
<b>Korigovaná návrhová tepelná ztráta větráním</b>		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	<b>98297</b>	<b>186,1</b>

Potřeba tepla pro základní řešení

Projekt: Obchodní akademie Chrudim	Lokalita: Chrudim
------------------------------------	-------------------

Potřeba tepla	1148,7 [GJ]	2	Součinitel vlivu regulace - f3	Otopná soustava		
	319,1 [MWh]			velkoplošné sálavé, akumulální topidla statická	teplovodní vytápění, akumulální topidla dynamická	teplovzdušná, přímotopná
Celková návrhová tepelná ztráta - Φi	265,5 [kW]		Typ regulace			
Délka topného období - d	238 [dny]					
Výpočtová vnitřní teplota θint	20,0 [°C]			ruční	1,15	1,10
Střední venkovní teplota v topném období - θes	4,1 [°C]			automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti pro více místností nebo bytů	1,10	1,04
Výpočtová venkovní teplota θe	-12,0 [°C]			ústřední automatická podle počasí a času	1,07	1,00
Celkový součinitel - f0	0,54 [-]			automatická podle vnitřní teploty v referenční místnosti a termostatické ventily	1,05	0,98
Dílčí součinitel				ústřední automatická podle počasí a času	1,03	0,95
nesoučasnosti - f1	0,85 [-]			a zónová regulace podle světových stran		
zvýšení vnitřní teploty - f2	1,00 [-]			ústřední automatická podle počasí a času	-	0,85
vliv regulace - f3	0,98 [-]			a aut. indiv. regulace teploty v místnostech		
vliv režimu vytápění - f4	0,65 [-]					

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]	828,9	406,8	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]	526,6	289,3	0,0	0,0	0,0
střecha, strop	[GJ]	104,0	28,9	0,0	0,0	0,0
podlaha nad venkovním prostorem	[GJ]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]	198,3	88,6	0,0	0,0	0,0
Konstrukce do nevytápěných prostorů celkem	[GJ]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
z toho: obvodový plášť neprůsvitný	[GJ]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
otvorové výplně	[GJ]	0,0	0,0	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]	57,8	57,8	0,0	0,0	0,0
z toho: podlahová konstrukce	[GJ]	44,7	44,7	0,0	0,0	0,0
svíslé stěny	[GJ]	13,1	13,1	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: svíslé 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]	262,0	233,6	0,0	0,0	0,0
Celková potřeba tepla	[GJ]	1148,7	698,2	0,0	0,0	0,0
Úspora tepla	[GJ]	0,0	450,5	0,0	0,0	0,0
	[%]	0,0%	39,2%	0,0%	0,0%	0,0%
POTŘEBA TEPLA PO ZAVEDENÍ ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ PRO VYTÁPĚNÍ						
		úspora				
Úprava zdroje tepla	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0
Ústřední regulace	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0
Vyregulování otopné soustavy a TRV	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0
Měření	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0
Energetické manažerství	[GJ]	0,0%	1148,7	698,2	0,0	0,0
Celková potřeba tepla na vytápění	[GJ]		1148,7	698,2	0,0	0,0
Úspora tepla	[%]		0,0%	39,2%	0,0%	0,0%