



ENERGETICKÝ AUDIT

DLE ZÁKONA Č. 406/2000 Sb.



objekt: VŠ koleje Vinařská – blok A2

adresa: Vinařská 5
603 00 Brno

ZPRÁVA O ENERGETICKÉM AUDITU

**MASARYKOVA UNIVERZITA V BRNĚ
SPRÁVA KOLEJÍ A MENZ
AREÁL VINAŘSKÁ 5, BLOK A2**

Zpracovatel:	DEA Energetická agentura s. r. o.
Energetický auditor:	RNDr. Tomáš Chudoba, CSc.
Specialisté:	Ing. René Borek

Brno, leden 2010

OBSAH

A. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	5
A.1. Zadavatel energetického auditu.....	5
A.2. Provozovatel předmětu energetického auditu	5
A.3. Zpracovatel energetického auditu	5
A.3.1 Energetický auditor	5
A.3.2 Obchodní společnost	5
A.4. Předmět energetického auditu	6
A.4.1 Areál Vinařská 5	6
A.4.2 Lokalizace předmětu auditu	7
A.5. Použité zákony, vyhlášky, normy	8
A.6. Aplikace DPH	8
B. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU	9
B.1. Základní charakteristika předmětu auditu	9
B.1.1 Popis objektu	9
B.1.2 Základní údaje objektu.....	9
B.1.3 Provoz objektu	10
B.1.4 Vybavení ubytovacích buněk	10
B.1.5 Půdorys objektu	10
B.2. Energetické vstupy a výstupy	11
B.2.1 Přehled energetických vstupů a výstupů: tab. T1	11
B.2.2 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů: tab. T2.....	12
B.3. Stavební popis konstrukcí.....	13
B.3.1 Obvodový plášť.....	13
B.3.2 Podlahy.....	14
B.3.2 Střecha	14
B.3.3 Výplně otvorů.....	15
B.3.4 Provedené rekonstrukce	15
B.4. Energie, technologie	16
B.4.1 Energetické hospodářství obecně.....	16
B.4.2 Zemní plyn.....	16
B.4.3 Elektrická energie	16
B.4.4 Výroba tepla na vytápění	17
B.5. Spotřeby energií	21
B.5.1 Spotřeba energie pro vytápění.....	21
B.5.2 Spotřeba energie pro ohřev teplé vody.....	22
B.5.3 Spotřeba elektrické energie	22
C. ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU	23
C.1. Potřeba tepla: metodika výpočtu	23
C.1.1 Postup a metodika výpočtu	23
C.1.2 Přesnost metody.....	23
C.1.3 Klimatické údaje	24
C.1.4 Otopné období.....	24
C.1.5 Teplotní zóny a podzóny	24
C.2. Potřeba tepla: přípravné výpočty	25
C.2.1 Stanovení teplotních zón	25
C.2.2 Provozní doby objektu	29
C.2.3 Tepelné ztráty prostupem	30

C.2.4 Tepelné ztráty větráním	31
C.2.5 Solární tepelné zisky	33
C.2.6 Vnitřní tepelné zisky	35
C.2.7 Vnější teploty	36
C.2.8 Vnitřní teploty.....	37
C.3. Potřeba tepla	38
C.3.1 POTŘEBA tepla na vytápění	38
C.3.2 Celková potřeba tepla v palivu na vytápění	39
C.3.3 Rekapitulace SPOTŘEBY tepla na vytápění	40
C.3.4 Zhodnocení modelu potřeby tepla	40
C.4. Energetické bilance	41
Energetická bilance předmětu auditu: tabulka T3	41
C.4.2 Parametry vlastního zdroje tepla: tabulka T4.....	42
C.5. Zhodnocení hospodárnosti	43
C.5.1. Kontrola smluvních vztahů.....	43
C.5.2 Úroveň technických zařízení.....	44
C.5.3 Míra zanedbané údržby	44
C.5.3 ET křivka	45
C.5.4 Splnění podmínek zákona 406/2006 Sb.....	47
C.6. Dosažitelné úspory	50
C.6.1 Vymezení pojmů.....	50
C.6.2 Dosažitelné energetické úspory.....	50
C.6.3 Investiční záměry zadavatele	52
D. NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ	53
D.1. Výpočet úspor a nákladů	53
D.2. Nízkonákladová opatření	54
D.2.1 Snížení spotřeby elektrické energie.....	54
D.2.2 Omezení nadměrného větrání	54
D.2.3 Kontrola funkce ekvitermní regulace	55
D.2.4 Energetický management: ÚT	55
D.2.5 Energetický management: TUV	55
D.2.6 Kontrola tepelné izolace vnitřních rozvodů	56
D.3. Středněnákladová opatření	57
D.3.1 Zateplení ploché střechy	57
D.4. Vysokonákladová opatření	59
D.4.1 Tepelné izolace vnějších svislých konstrukcí.....	59
D.4.2 Výměna výplní stavebních otvorů	61
D.4.3 Vynucená opatření	63
D.5. Obnovitelné zdroje energie	64
D.5.1 Přehled OZE.....	64
D.5.2 Podmínky využitelnosti OZE	64
D.5.3 Instalace plochých solárních kolektorů	65
D.5.3.1 Výpočet množství energie zachycené solárními kolektory	66
D.5.3.2 Investiční náklady instalace plochých solárních kolektorů	68
D.5.3.3 Výpočet úspor a nákladů – solární zařízení pro přípravu teplé vody	69
D.5.4 Využitelnost OZE v předmětu auditu	70
D.6. Přehled všech opatření	71
D.6.1 Hodnocené varianty.....	72
VARIANTA A – NÍZKÁ INVESTICE	72
D.5.7 VARIANTA B – OPTIMÁLNÍ	73

D.5.8 Graf úspor nákladů na vytápění.....	74
D.7. Upravená energetická bilance	75
D.6.1 Tabulka T5A: VARIANTA A	75
D.6.2 Tabulka T5B: VARIANTA B	75
E. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ	76
E.1. Způsoby výpočtu ekonomického vyhodnocení	76
E.1.1 Kritéria používaná vyhláškou	76
E.1.2 Podmínky doporučení	77
E.2. Ekonomické hodnocení	78
E.2.1 VARIANTA A – KOMPLEXNÍ.....	78
E.2.2 VARIANTA B – OPTIMÁLNÍ	79
E.3. Výběr doporučené varianty	80
E.3.1 Výklad legislativy	80
E.3.2 Doporučená varianta	80
F. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ.....	81
F.1. Výpočet množství paliva	81
F.2. Výpočet množství polutantů	81
G. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU	83
G.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	83
G.1.1 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí dle ČSN 73 0540-2	83
G.1.2 Provoz vytápění a systému TUV	85
G.2. Celková výše dosažitelných úspor.....	86
G.3. Návrh optimální varianty	87
G.3.1 Optimální varianta	87
G.3.2 Zdůvodnění optimální varianty	87
G.3.3 Okrajové podmínky	89
G.4. Využití obnovitelných zdrojů energie.....	90
G.5. Konečné stanovisko energetického auditora.....	91
G.6. Evidenční list energetického auditu	92
H. PŘÍLOHA 1 – REKAPITULACE HODNOCENÝCH PARAMETRŮ PRO ZÍSKÁNÍ DOTACE Z OP ŽP	94
H.1. Specifická kritéria přijatelnosti	94
H.2. Deklarace plnění specifických kritérií přijatelnosti.....	94
H.2.1. Požadavek na součinitel prostupu tepla U.....	94
I. PŘÍLOHA 2 – ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY	97
I.1. Protokol k energetickému štítku obálky budovy	97
I.2. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy.....	100
I.3. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy	100
I.4. Energetický štítek obálky budovy	101

A. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

A.1. Zadavatel energetického auditu

Název: Masarykova Univerzita v Brně
Adresa: Žerotínovo nám. 9, 601 77 Brno
Tel.: 549 491 011
IČO: 00 21 62 24
Odpovědný zástupce: prof. PhDr. Petr Fiala, Ph.D., rektor

A.2. Provozovatel předmětu energetického auditu

Název: Správa kolejí a menz
Adresa: Vinařská 5, 659 13 Brno
Tel.: 549 493 701
IČO: 00 21 62 24
Odpovědný zástupce: Ing. Zdeněk Čížek, ředitel

A.3. Zpracovatel energetického auditu

A.3.1 Energetický auditor

Jméno a příjmení: RNDr. Tomáš Chudoba, CSc.
Trvalý pobyt: Cikánkova 2, 621 00 Brno
Osvědčení o zápisu: seznam MPO, číslo 025 ze dne 22.2.2002

A.3.2 Obchodní společnost

Obchodní firma: DEA Energetická agentura s.r.o.
Sídlo: Benešova 425, 664 42 Modřice
IČ: 41 53 96 56
Statutární zástupce: RNDr. Tomáš Chudoba, CSc. - jednatel

Server:

Z:\2010\10019_MU_A1A2\08071o_Brn_Vinarska_A2\EA\TEXT\audit.doc

A.4. Předmět energetického auditu

A.4.1 Areál Vinařská 5

Předmětem energetického auditu je blok A2 v areálu Správy kolejí a menz Masarykovy Univerzity v Brně na ulici Vinařská 5. Samotný areál sestává ze tří ubytovacích objektů, propojovacího a komunikačního objektu a objektu menzy a administrativy. V areálu je k dispozici asi 1 200 lůžek a slouží k ubytování a stravování studentů vysoké školy. V samotném bloku A2 je k dispozici 414 lůžek z nich část, cca 16 lůžek využívá Správa kolejí a menz (SKM) jako lůžka pro hosty a to nejen v letních měsících.

Objekty

Areál na Vinařské ulici je poměrně rozsáhlý a zahrnuje více objektů, přičemž jen některé objekty jsou vyčleněny pro Správu kolejí a menz. Objekty jsou vzájemně provázány a tvoří poměrně komplikovanou strukturu.

Přehled objektů uvádí následující tabulka:

Název budovy	Zkratka	Komentář	Předmět auditu
Blok A1	A1	ubytovací objekt	ne
Blok A2	A2	ubytovací objekt	ano
Blok A3	A3	ubytovací objekt	ne
Blok C1	C1	kanceláře, komunikační objekt, pomocné provozy	ne
Blok C2	C2	kanceláře, komunikační objekt, pomocné provozy	ne
Blok C3	C3	kanceláře, komunikační objekt, pomocné provozy	ne
Menza	Menza	menza, aula, varna, výdejna jídel, kanceláře	ne
Tělocvična	T	2 tělocvičny, posilovny, kabinet	ne
Ekonomicko-správní fakulta	ESF	učebny, posluchárny, kanceláře	ne
Kotelna	PK	plynová kotelna	ne

Objekty jsou situovány na poměrně strmém jižním svahu nad areálem brněnského výstaviště a jsou chráněny před severními větry. Objekty byly vybudovány počátkem 80. let 20. století převážně panelovou výstavbou.

Objekty A1, A2 a A3 jsou samostatně stojící šestipodlažní ubytovací panelové domy orientované ve směru JZ-SV. Objekty C1, C2 a C3 jsou částečně propojené dvoupodlažní objekty s komunikační funkcí a pomocnými provozy. Tvoří páteř areálu.

Objekt menzy je architektonicky i funkčně komplikovaný objekt obsahující všechny nezbytné prostory a provozy nutné pro přípravu jídel, jejich výdej a konzumaci, administrativu a dále pak prostornou aulu s doplňkovými sály a přísálími.

Předmětný audit, jak je v tabulce uvedeno, se zabývá pouze objektem bloku A2.

A.4.2 Lokalizace předmětu auditu

Adresa objektu:	Vinařská 5b, blok A2
Teplotní oblast*:	2
Přibližná nadmořská výška h :	250 m n.m.
Umístění v zástavbě:	intravilán
Nejbližší okolí objektu:	samostatně stojící
Exponovanost vůči větrům:	normální
*) dle ČSN 73 0540-3 (2007)	

Objekty areálu Vinařská 5



A.5. Použité zákony, vyhlášky, normy

Energetický audit je zpracován v souladu s požadavky úplného znění zákona **406/2006 Sb.** o hospodaření energií a jeho prováděcími vyhláškami, zejména pak v souladu s vyhláškami:

- **213/2001 Sb.**, kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu;
- **425/2004 Sb.**, kterou se mění vyhláška 213/2001 Sb., kterou;
- **214/2001 Sb.**, kterou se stanoví vymezení zdrojů energie, které budou hodnoceny jako obnovitelné;
- **193/2007 Sb.**, kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie;
- **194/2007 Sb.**, kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku ...
- zákon č. **86/2002 Sb.** o ochraně ovzduší v platném znění;
- nařízení vlády **146/2007 Sb.** o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší;

- Pro zpracování energetického auditu byly dále použity zejména tyto české technické normy:
- **ČSN EN ISO 13790** Tepelné chování budov - Výpočet potřeby energie na vytápění;
- **ČSN 73 0540 -1,-2, -3, -4**, Tepelná ochrana budov, v poslední platné verzi;
- **ČSN 73 0542** Způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště budov;
- **ČSN EN ISO 13 789** Tepelné chování budov - Měrná ztráta prostupem tepla.

A.6. Aplikace DPH

Zadavatel předmětu auditu není plátcem DPH. To má závažné dopady zejména do ekonomického hodnocení. **Všechny dále uvedené ceny jsou uvedeny vč. DPH.** Tedy ceny energií i úsporných opatření. Aplikované sazby DPH zobrazuje tabulka:

Elektrická energie	20 % (od 1.1.2010)
Zemní plyn	20 % (od 1.1.2010)
Teplo	10 % (od 1.1.2010)
Studená voda	10 % (od 1.1.2010)
Stavební práce – investiční náklady opatření	20 % (od 1.1.2010)

B. POPIS STÁVAJÍCÍHO STAVU

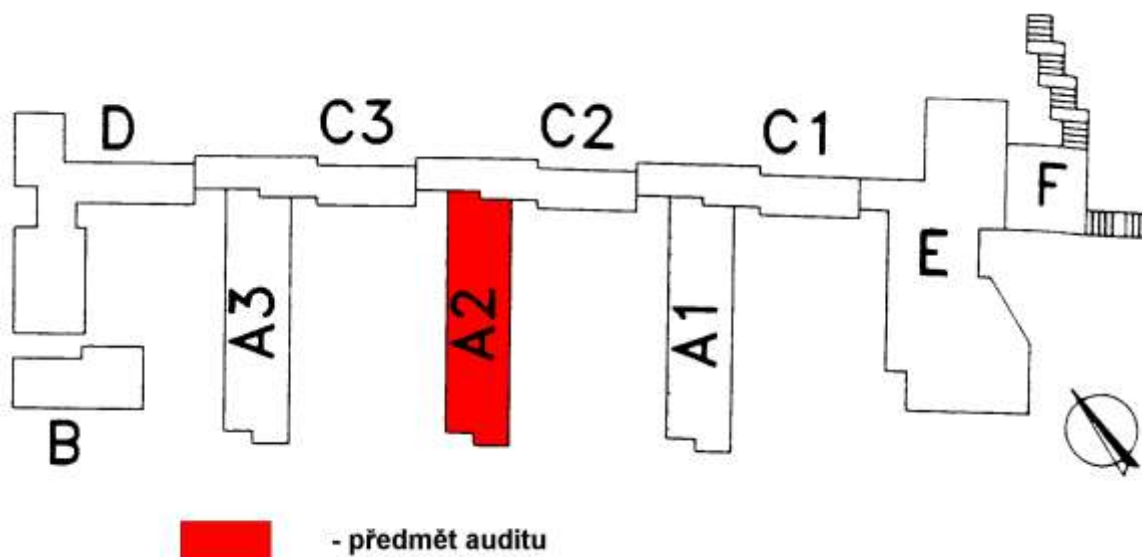
B.1. Základní charakteristika předmětu auditu

B.1.1 Popis objektu

Blok A2 je stejně jako ostatní bloky A1 a A3 sedmipodlažní ubytovací objekt obdélníkového půdorysu, orientované podélně směrem JZ – SV se zastavěnou plochou kolem 1 600 m². Jsou vybudovány panelovou technologií: svislé konstrukce jsou tvořeny železobetonovým prefabrikovaným příčným stěnovým systémem s obvodovým pláštěm sendvičovým prefabrikovaným. Střechy jsou ploché, jednoplášťové s původní živičnou krytinou, po obnově hydroizolace kryté vrstvou Vaeplan.

Vnitřní prostory podlaží jsou rozděleny do buněk vždy s jednou místností, předsíní a sociálním zařízením. Buňky jsou vybaveny přístroji s významnou spotřebou energií (popis viz jinde). Objekt je nepodsklepen, avšak zasazen do svahu.

Situace nejbližšího okolí objektu



B.1.2 Základní údaje objektu

Budou uvedeny pouze údaje pro budovy řešené části areálu.

Parametr	Hodnota	Jednotky
Zastavěná plocha	1 600	m ²
Obestavěný objem	32 100	m ³
Výška objektu	20,1	m
Počet nadzemních podlaží	7	-
Počet podzemních podlaží	2	-
Počet uživatelů	414	-

B.1.3 Provoz objektu

V období od asi poloviny září do poloviny července je plně obsazen studenty vysoké školy. Během léta je využíván jen částečně. Toto období slouží k provádění drobné údržby. Provoz objektu je vzhledem k ubytovaným trvalý, 24 hodin denně.

B.1.4 Vybavení ubytovacích buněk

Buňky obsahují elektrické vařiče a chladničky, některé i mikrovlnné trouby. Svítidla jsou vesměs osazena klasickými žárovkami, část stolních lokálních svítidel je osazena výbojkami, jejichž počet je nevýznamný. Zdravotechnická jádra (záchod, sprcha) jsou vyústěna do nástřešních odsávacích ventilátorů, které jsou však ve většině případů odpojeny. Větrání se děje pouze přirozeným komínovým tahem.

Fotodokumentace



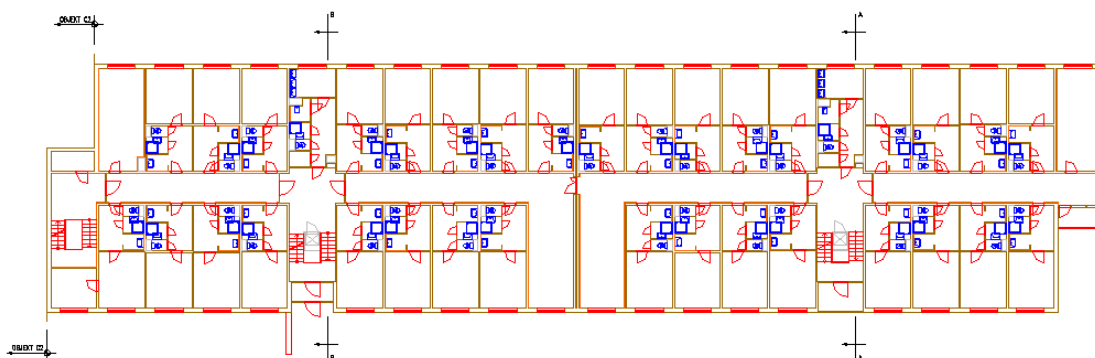
Boční pohled na blok A2



Střecha bloku A2

B.1.5 Půdorys objektu

Funkčnímu využití jednotlivých místností a rozdělení do teplotních zón se věnuje kap.C.2. Zde bude uveden pouze pro orientaci půdorys 1.NP.



B.2. Energetické vstupy a výstupy

B.2.1 Přehled energetických vstupů a výstupů: tab. T1

Zde budou uvedeny základní parametry energetických vstupů, které byly zjištěny především z fakturačních a účetních dokladů a pravidelných odečtů měřidel. Podrobný popis energetického hospodářství objektu a jednotlivých spotřeb je uveden v kap. B.4.

Celý areál je otápěn vlastní plynovou kotelnou umístěnou v samostatném objektu, s decentrální přípravou TUV a vnějšími rozvody tepelné energie. Na patě bloku A2 je umístěna objektová předávací stanice s místní ekvitermní regulací a přípravou TUV.

V bloku A2 se nenacházejí zvláštní technologické zdroje energií a tepla, mimo standardních.

Elektrická energie	
Dodavatel elektrické energie	E.ON Energie, a.s.
Způsob fakturace	měsíčně
Počet odběrných míst	1 – podružný měřič pro blok A2
Sazba odběru	ExtraPower – individuální cena
Poznámka	Spotřeba elektrické energie není předmětem auditu

Zemní plyn	
Dodavatel zemního plynu	-
Způsob fakturace	-
Počet odběrných míst	-
Poznámka	Do bloku A2 není zemní plyn dodáván

Teplo a teplá voda	
Dodavatel tepla a teplé vody	Erding, a.s.
Způsob fakturace	měsíčně
Druh topného média	voda

Následující tabulka je soupisem základních energetických vstupů. Tabulka je zpracována dle přílohy č. 2 k vyhlášce č. 213/2001 Sb.

Roční náklady jsou stanoveny pro období provádění energetického auditu, proto zde byly zavedeny **jednotkové ceny**, které byly stanoveny navýšením cen energií posledního uzavřeného roku (2008).

Náklady za sledované období (poslední tři roky) jsou uvedeny níže v tabulkách spotřeb energií.

Soupis základních údajů o energetických vstupech Sestaveno pro průměrný klimatický rok					T1
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost	Přepočet	Roční náklady
			GJ/jedn.	na GJ	Kč
Nákup el. energie	MWh	247	3,6	888	688 335
Nákup tepla	GJ	4 718		4 718	2 548 797
Zemní plyn	tis. m ³		34,05		
Hnědé uhlí	t				
Černé uhlí	t				
Koks	t				
Jiná pevná paliva	t				
TTO	t				
LTO	t				
Nafta	t				
Jiné plyny	tis. m ³				
Druhotná energie	GJ				
Obnovitelné zdroje	GJ				
Jiná paliva	GJ				
Celkem vstupy paliv a energie				5 606	3 237 131
Změna stavu zásob paliv					
Celkem spotřeba paliv a energie				5 606	3 237 131
Jednotková cena za teplo pro stanovení ročních nákladů				[Kč/GJ]	550
Jednotková cena za elektřinu pro stanovení ročních nákladů				[Kč/GJ]	780

B.2.2 Bilance výroby energie z vlastních zdrojů: tab. T2

Bilance výroby energie z vlastních zdrojů Sestaveno pro průměrný klimatický rok			T2
ř.	Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
1	Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
2	Instalovaný tepelný výkon celkem	MW _{tep}	0
3	Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
4	Pohotový elektrický výkon celkem	MW	0
5	Výroba elektřiny	MWh	0
6	Prodej elektřiny	MWh	0
7	Vlastní spotřeba elektřiny na výrobu energie	MWh	0
8	Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
9	Výroba dodávkového tepla	GJ	0
10	Prodej tepla (z ř. 9)	GJ	0
11	Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	0
12	Spotřeba tepla v palivu celkem (ř.8 + ř.11)	GJ	0

Komentář:

Blok A2 nemá vlastní tepelný zdroj ani zdroj elektrické energie.

B.3. Stavební popis konstrukcí

Blok A2 je vybudován panelovou technologií: svislé konstrukce jsou tvořeny železobetonovým prefabrikovaným příčným stěnovým systémem s obvodovým pláštěm sendvičovým prefabrikovaným.

Střechy jsou ploché, jednoplášťové s původní živičnou krytinou, po obnově hydroizolace kryté vrstvou Vaepplan. Vnitřní prostory podlaží jsou rozděleny do buněk vždy s jednou místností, předsíní a sociálním zařízením. Objekt je zasazen do svahu, nepodsklepen.

V následujících odstavcích budou popsány jednotlivé obvodové konstrukce.

B.3.1 Obvodový plášť

Blok A2 je vybudován panelovou technologií T 06 B, stejně jako ostatní bloky A1 a A3: svislé konstrukce jsou tvořeny železobetonovým prefabrikovaným příčným stěnovým systémem s obvodovým pláštěm sendvičovým prefabrikovaným.

Obvodový plášť I – nad terénem, panely T 06 B

- vnitřní omítka VPC 20 mm
- panely T 06 B – KD 300 mm

Obvodový plášť II – pod terénem, panely T 06 B

- vnitřní omítka VPC 20 mm
- panely T 06 B – KD 300 mm

Obvodový plášť III – k nevytápěnému prostoru, panely T 06 B

- vnitřní omítka VPC 20 mm
- panely T 06 B – KD 300 mm

Obvodový plášť IV – sousedící s blokem C1, panely T 06 B

- vnitřní omítka VPC 20 mm
- panely T 06 B – KD 300 mm



B.3.2 Podlahy

V blok A2 nejsou sklepní prostory. 2.PP má ovšem svojí podlahovou plochou pouze třetinu rozměru 1.PP. Za podlahu na terénu lze proto považovat plochu 2.PP a část podlahové plochy 1.PP.

Jednotlivé podlahy se liší zejména použitými nášlapnými vrstvami (keramická dlažba, PVC), což je ovšem z tepelně technického hlediska nepodstatné. Všechny podlahy jsou původní.

Podlaha na zemině

- | | |
|-----------------------------|--------|
| • pískocementový potěr | 25 mm |
| • betonová mazanina | 35 mm |
| • lepenka, nátěr | 5 mm |
| • podkladový beton armovaný | 100 mm |
| • dusaný štěrkový podsyp | 200 mm |

B.3.2 Střecha

Střechy jsou ploché, jednoplášťové s původní živичnou krytinou, po obnově hydroizolace kryté vrstvou Vaeplan.

Střecha terasa – jednoplášťová, plochá

- | | |
|-------------------------------|--------|
| • hydroizolace VAEPLAN | 40 mm |
| • polystyren | 50 mm |
| • maltové lože | 80 mm |
| • spad. podsyp | 75 mm |
| • vyr. vrstva beton. mazanina | 20 mm |
| • stropní panel | 120 mm |
| • omítka VPC | 20 mm |

Střecha 6.NP – jednoplášťová, plochá

- | | |
|-------------------------------|--------|
| • hydroizolace VAEPLAN | 40 mm |
| • polystyren | 50 mm |
| • maltové lože | 80 mm |
| • spad. podsyp | 75 mm |
| • vyr. vrstva beton. mazanina | 20 mm |
| • stropní panel | 120 mm |
| • omítka VPC | 20 mm |

B.3.3 Výplně otvorů

Okna jsou dřevěná zdvojená otevírací a sklápěcí. Svěšení závěsů, popřípadě rozbité kování způsobují nedoléhání okenního křídla k rámu, což má za následek vysokou hodnotu spárové průvzdušnosti.

Špatný stav oken je způsoben jednak jejich nízkou kvalitou již při výstavbě objektu a poté i způsobem provozu. Nátěry okenních konstrukcí jsou rovněž v celkově špatném stavu.

Vstupní dveře jsou dřevěné s jednoduchým zasklením a zádveřím.



Boční dveře



Okno s dřevěným rámem

Výplně otvorů I

– **Copilitová stěna** – výplně otvorů ve schodišťových prostorech;

Výplně otvorů II

– původní okna s **dřevěným rámem**, dvojitě zasklení, netěsná;

Výplně otvorů III

– původní okna a dveře s **kovovým rámem**, jednoduché zasklení, netěsné;

B.3.4 Provedené rekonstrukce

Na objektu A2 byly provedeny následující významné rekonstrukce a opravy:

- rekonstrukce hydroizolace ploché střechy;
- instalace TRV ventilů a hydraulické vyregulování otopné soustavy;
- instalace podružných měřidel energií.

B.4. Energie, technologie

V následující kapitole budou popsány všechny významné vstupy energií do objektu, způsob jejich měření, regulace a následně spotřeby. Kapitoly budou členěny podle typu dodávaného média příp. typu technologie. Spotřeby energií budou uvedeny v kapitole následující.

B.4.1 Energetické hospodářství obecně

Celý areál Vinařská je připojen k odběru zemního plynu. Areál je otápěn vlastní plynovou kotelnou (která ovšem není předmětem auditu) umístěnou v samostatném objektu, s decentralní přípravou TUV a vnějšími rozvody tepelné energie. Kotelna je vybavena lokálním systémem měření a regulace, avšak bez centrálního dispečinku. Na patách jednotlivých objektů, tedy i bloku A2, jsou umístěny objektové předávací stanice s místní ekvitermní regulací a přípravou TUV.

B.4.2 Zemní plyn

Přípojka, rozvody

Celý areál je zásobován zemním plynem z Jihomoravských plynáren a.s. Přívodní potrubí zásobující kotelnu je DN 80. Jmenovitý tlak zemního plynu v potrubí je 100 kPa (STL). Při provozu byly na tlakoměru odečítány hodnoty oscilující kolem čísla 90 kPa.

Zemním plynem je zásobována kotelna a objekt menzy, do bloku A2 není zavedena přípojka plynu, nejsou v něm tedy přítomny ani rozvody pro plynové spotřebiče.

B.4.3 Elektrická energie

Dodavatel, rozvodná síť

Dodavatelem elektrické energie do celého areálu je E.ON, a.s. Transformátorová stanice se dvěma transformátory se nachází v objektu kotelny. Každý transformátor je o výkonu 630 kVA a pracují na hladinách 22/0,4 kV v zapojení Dyl.

V objektu se rovněž nachází hlavní NN rozvodna zásobující elektrickou energií objekt menzy, objekt kotelny, předávací stanice pro ubytovací bloky A1, A2, A3 a pro menzu, spojovací krčky C1, C2, C3 a ubytovací bloky A1, A2, A3.

Měření spotřeby elektrické energie je společné pro celý areál jedním centrálním fakturačním elektroměrem, v bloku A2 je pouze podružný elektroměr.

Spotřebiče elektrické energie

Nejvýznamnějším spotřebičem elektrické energie v bloku A2 je osvětlení vnitřních prostor budovy, provoz kancelářské techniky a provoz kuchyňských spotřebičů na pokojích studentů.

Osazení světelných zdrojů je většinou původní. Chodby v jednotlivých budovách jsou nepřetržitě osvětlovány zářivkovými svítidly. Z úsporných důvodů je zapnuta pouze polovina z nainstalovaných svítidel. Schodiště, kuchyně, sociální a ubytovací prostory jsou osvětleny žárovkovými svítidly.

Každý ze studentů má k dispozici lampičku vybavenou žárovkovým svítidlem.

Na bloku A2 byla žárovková svítidla vyměněna za úsporné zářivky. Žářivková tělesa, která s ohledem na životnost přestala fungovat, jsou z nedostatku financí zpětně nahrazována žárovkovými svítidly.

Každý pokoj je vybaven plotýnkovým elektrickým vařičem o příkonu 2 kW a ledničkou o příkonu 30W. Přesné elektrické příkony jednotlivých zařízení však nebyly pro potřebu auditu zjišťovány, neboť vybavení a počet spotřebičů, mimo vařiče a lednice, na pokojích studentů není známo, uživatelé by měli registrovat pouze osobní počítače, ale spotřebiče jako jsou varné konvice, topinkovače, televizory, remosky, magnetofony registrovat nemusejí. Údaj počtu spotřebičů, uvedený v tabulce, je odhad skutečného počtu těchto zařízení.

název spotřebiče	počet	celkem příkon [kW]
Varná konvice	150	270
Mikrovlnná trouba	20	60
Lednice	190	6
Počítač	250	80
Topinkovač	10	3
Televizor	40	3
Plotýnkový vařič	190	380
Osvětlení		90

Většina z uvedených zařízení ovlivňuje odběr pouze špičkově a to zejména v ranních hodinách při přípravě horkých nápojů a večer při přípravě pokrmů.

Rozvody elektrické energie jsou původní, realizovány hliníkovými vodiči pod omítkou.

B.4.4 Výroba tepla na vytápění

Blok A2 je zásobován tepelnou energií z plynové kotelny. Na vnější rozvody je objekt připojen přes objektovou předávací stanici. Otopný systém (ÚT) je regulován ekvitermně. Jednotlivá stoupační potrubí jsou vedena při vnější zdi, v každém podlaží jsou na ně napojeny 2 až 3 radiátory.

Systém vytápění je teplovodní s nuceným oběhem se spádem 80/60 °C. Radiátory jsou osazeny termoregulačními ventily (TRV). Vnitřní teploty se v areálu neměří.

Zdroj tepla

Kotelna zásobující jednotlivé bloky je kotelnou se třemi kotli na zemní plyn STL 20 kPa, rekonstruovanou v roce 1997 dle projektu firmy Erding s.r.o. Celkový instalovaný výkon tří shodných nízkoteplotních kotlů VIESSMANN TURBOMAT činí 5,6 MW. Výkon každého z nich je 1 860 kW. Každý jednotlivý kotel je vybaven hořákem WEISSHAUPT typu G8/T-D s dvoustupňovou regulací výkonu 50% a 100%, který nasává vzduch ze společného kanálu ústícího mimo budovu. Každý hořák je vybaven plnou automatikou.



Kotle VIESSMANN TURBOMAT

Každý kotel je přes čerpadlo, uzavírací ventil a zpětnou klapku zkratován na zpátečku do kotlů. Na výstupu z kotlů jsou nainstalovány uzavírací klapky, které jsou při odstavení kotle uzavřeny.

Topná voda ze všech tří kotlů je vedena na jeden společný rozdělovač. Ze společného rozdělovače je vedena neregulovaná topná voda dvěma větvemi (zimní a letní provoz) přes cirkulační čerpadla do předávacích stanic jednotlivých objektů, kde je ekvitemně regulována.

V samotné kotelně je regulovaná pouze topná voda pro VZT menzy, které ovšem není předmětem auditu.

Dvě tlakové expanzní nádoby objemu 2 x 6 300l pracují do společného sběrače. Tyto dvě nádoby jsou tlakovány pomocí dvou kompresorů JSK 75-15, z nichž jeden slouží jako 100% záloha.

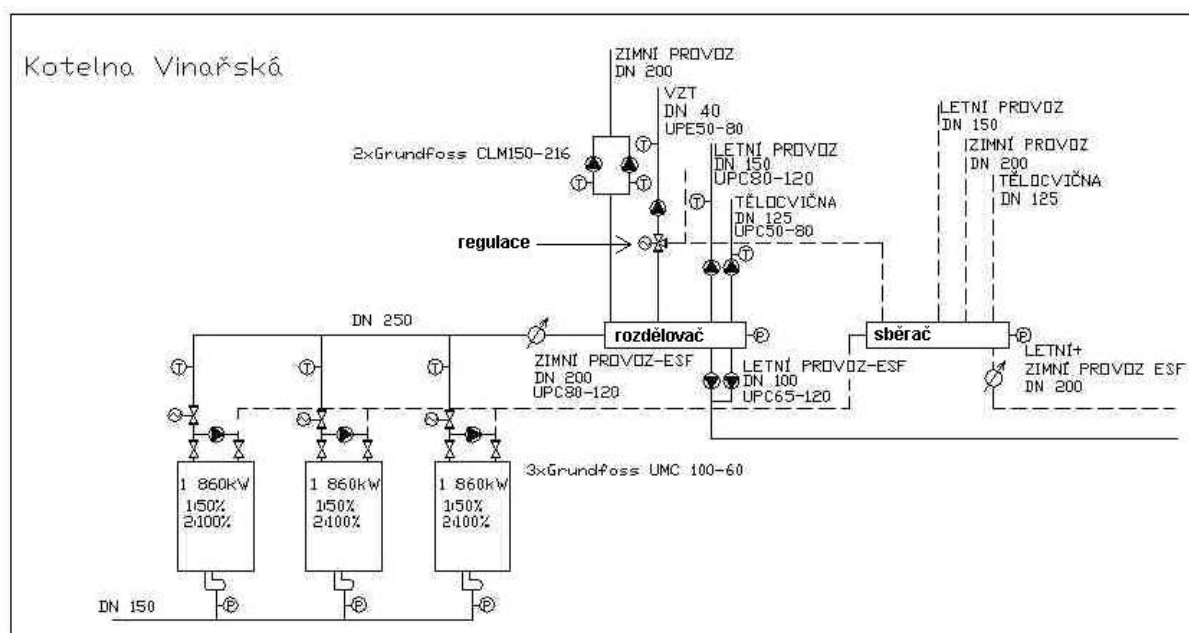


Schéma kotelny Vinařská

MaR - kotelna

Centrální automatický regulační systém je typu Landis a Gyr, rok instalace 1997. MaR jednotka na základě vloženého softwaru zabezpečuje v závislosti na venkovní teplotě provoz celé kotelny a sama dle potřeby uvádí v provoz jednotlivé stupně všech kotlů. Další informace než zde zmíněné obsluha kotelny, provozní firma, vlastník a ani autor softwaru neposkytlí.

Systém MaR zabezpečuje tyto funkce:

- kaskádové spínání kotlů;
- spínání čerpadla;
- časové útlumy.

Předávací stanice bloku A2

Z kotelny je kanálem vedena topná voda dvěma páry potrubí dle nastavení zimní nebo letní větvi. Zimní větev má průměr DN 200, letní větev DN 150. Obě větve jsou izolovány minerální vatou tloušťky 5cm. Izolace je původní. Přibližná délka kanálu je 210 m.

U vstupu do objektu je umístěna elektronická měřicí stanice ELITE typ MT 200 vyhodnocující např. rozdíl teplot vody vstupní a zpáteční, hodinový průtok, celkový průtok a teplo dodané do objektu.

Dále je topná voda vedena do tří větví zásobujících teplem pro vytápění západní část budovy A, východní část budovy A a provoz (objekt C) spolu s vrátnicí.

Každá větev je vybavena vlastním tlakoměrem a teploměrem. Izolace větví je zajištěna minerální vatou tloušťky 5cm, která je chráněna hliníkovou folií. Izolace je ve vyhovujícím stavu.

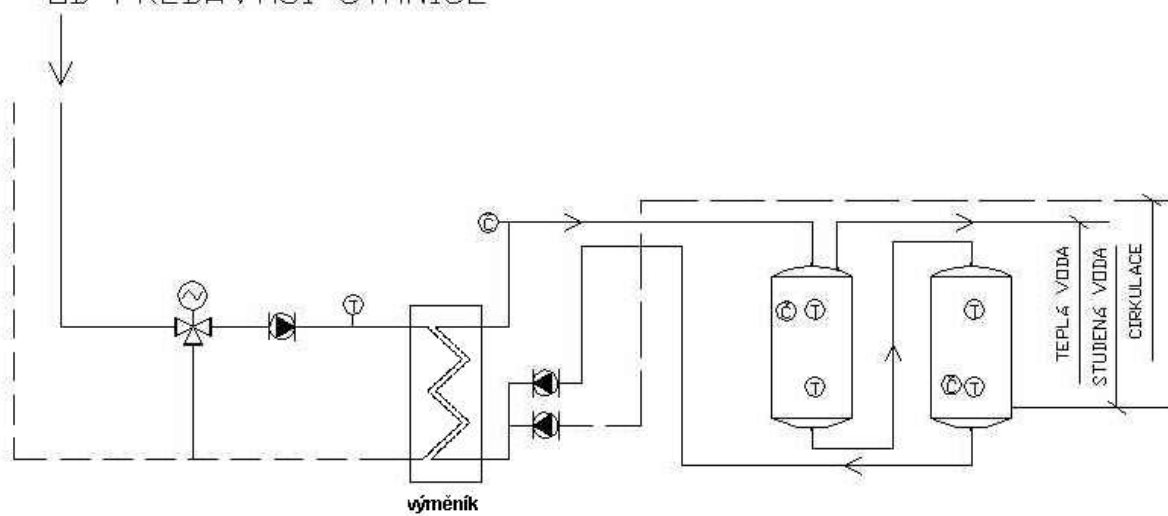
Topná voda pro ohřev teplé vody je odebírána bezprostředně za měřičem tepla a je vytlačena čerpadlem GRUNDFOSS přes třicestný ventil do tepelného výměníku. Za výměníkem je umístěno teplotní čidlo a pojistný přetlakový ventil. Teplá voda je vedena do dvou tlakových nádob EPZ typu TNS roku výroby 1999 o objemu 2 x 1 300 l.

První z těchto nádob slouží jako zásobník a z ní je také rozváděna teplá voda do celého objektu. V případě, že teplota v celém jejím objemu je stejná a z tepelného výměníku je přiváděna další teplá voda, je pak přebytečná teplá voda přepouštěna do nádoby druhé, do které ústí přívod studené vody. Tato nádoba je opatřena pojistným přetlakovým ventilem a zpětnou klapkou. Odtud po společném promísení je voda odváděna zpět k výměníku.

Celé vedení je až po výměník včetně izolováno minerální vatou tloušťky 5cm a chráněné Al-folií. Od výměníku dále je použita izolace typu MIRELON. Tlakové nádoby jsou opatřeny izolací z minerální vaty o tloušťce 7cm a chráněny Al-folií. Izolace je opět neporušená.



SCHEMA PŘEDÁVACÍ STANICE TUV BLOKU A2
OD PŘEDÁVACÍ STANICE



B.5. Spotřeby energií

B.5.1 Spotřeba energie pro vytápění

Spotřeba energie pro vytápění pro blok A2 je samostatně měřena a uvádí ji následující tabulka.

Spotřeba tepla pro vytápění						
	Teplo na vytápění na patě	Náklady na teplo za rok	Jednotková cena	Teplo na vytápění se zap. účinností soustavy	Počet denostupňů	Teplo pro D°
	[GJ]	[Kč]	[Kč/GJ]	[GJ]	[D°]	3 600
2006	3 382	1 445 298	427	2 900	3 882	3 137
2007	3 148	1 284 114	408	2 699	3 489	3 248
2008	2 887	1 416 951	491	2 475	3 395	3 061

Spotřeba zemního plynu pro vytápění bloku A2 samostatně měřena není, je proto přepočtena ze spotřeby tepelné energie pro vytápění.

Spotřeba zemního plynu pro vytápění							
	Celková spotřeba ZP na vytápění	Náklady na ZP za rok	Jednotková cena	Celková spotřeba tepla na vytápění	Spotřeba tepla pro vytápění bez ztrát	Počet denostupňů	Teplo pro D°
	[m ³]	[Kč]	[Kč/m ³]	[GJ]	[GJ]	[D°]	3 600
2006	99 325	1 445 298	14,55	3 382,0	2 899,6	3 882	2 689,4
2007	92 446	1 284 114	13,89	3 147,8	2 698,8	3 489	2 785,0
2008	84 793	1 416 951	16,71	2 887,2	2 475,4	3 395	2 624,6

Poznámka: Denostupně byly vypočteny pro průměrnou vnitřní teplotu.

B.5.2 Spotřeba energie pro ohřev teplé vody

Následující tabulka zobrazuje spotřebu energie pro přípravu teplé vody. Spotřeba tepla pro ohřev teplé vody je měřena samostatně.

Spotřeba tepla pro přípravu teplé vody			
	Spotřeba tepla	Náklady za rok	Jednotková cena
	[GJ]	[Kč]	[Kč/GJ]
2006	1 277,0	545 726	427,4
2007	1 487,2	606 688	407,9
2008	1 507,8	739 983	490,8
Průměr	1 424,0	783 200	550,0

B.5.3 Spotřeba elektrické energie

Celková spotřeba elektrické energie celého areálu Vinařská je měřena společně jedním elektroměrem, fakturace probíhá měsíčně.

Měření spotřeby elektrické energie bloku A2 probíhá na podružném elektroměru, proto hodnoty lze brát pouze orientačně.

Spotřeba elektrické energie			
	Elektrina [kWh]	Cena za rok [Kč]	Jednotková cena včetně DPH [Kč/kWh]
2006	243 110	527 549	2,17
2007	282 520	689 349	2,44
2008	246 715	688 335	2,79

C. ZHODNOCENÍ STÁVAJÍCÍHO STAVU


Část C. *Zhodnocení stávajícího stavu* se bude zabývat zejména:

- sestavením modelu potřeby tepla předmětu auditu;
- zhodnocením skutečného stavu tepelného hospodářství a spotřeby energií.

C.1. Potřeba tepla: metodika výpočtu

C.1.1 Postup a metodika výpočtu

Tato kapitola se věnuje tvorbě modelu potřeby tepelné energie v objektu. Vyjde z metod popsanych v odpovídajících normách, zejména pak v normě ČSN EN ISO 13790 a ČSN 73 0540. Tvorba fyzikálního modelu spočívá v těchto krocích:

- 
- rozdělení objektu na teplotní zóny a podzóny v souladu ČSN EN ISO 13790 – volba jednozónového či vícezónového výpočtu;
 - výpočet tepelně technických vlastností obálky zón z již uvedených vlastností konstrukcí (zpravidla obvodový plášť, střecha, nejnižší podlaha);
 - odhad a stanovení provozních parametrů jednotlivých zón a podzón;
 - stanovení tepelných ztrát objektu větráním a prostupem v jednotkách [W/K];
 - výpočet disponibilních tepelných zisků z vnitřních zdrojů a ze slunečního záření a určení stupně využití těchto zisků;
 - určení potřeby tepla v objektu po jednotlivých měsících a pro konkrétní klimatické podmínky.

V následující kapitole porovnáme takto spočtenou **potřebu** tepla se skutečně zjištěnou **spotřebou** v daném roce.

C.1.2 Přesnost metody

Norma ČSN EN ISO 13790 stanoví metody výpočtu energetické náročnosti objektů s ohledem na tepelné ztráty a využití tepelných zisků. Pro jednotlivé konkrétní výpočty umožňuje výběr z různých variant, které mimo složitost objektu zohledňují větší nebo menší množství vstupních dat, a to vzhledem k jejich existenci, dostupnosti, k nákladům na jejich získání a zejména s ohledem na validitu a možnou chybu konečných výsledků. Norma explicitně umožňuje zjednodušení výpočtů všude tam, kde je to opodstatněné. Sama norma v kapitole J.5 zdůrazňuje, že: „... různí uživatelé mohou získat pro tutéž budovu v stejném klimatu vzájemně odlišné výsledky o více než 20%“, a to z důvodů různých možných výpočtových metod, odlišných vstupních údajů apod.

Dle této normy tedy stanovujeme **přípustnou odchylku výsledků na 20 %**.

C.1.3 Klimatické údaje

Hodnoty vnějších průměrných měsíčních teplot jsou převzaty, není-li uvedeno jinak, z měření Českého hydrometeorologického institutu, který je prezentuje na adrese www.chmi.cz.

Údaje vstupující do výpočtů využití slunečních zisků byly převzaty z normy ČSN 73 0542 *Způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště budov*. Norma udává hodnoty globálního slunečního záření v jednotkách $[MJ.m^{-2}.měs^{-1}]$ a bezrozměrného činitele jeho využití v závislosti na výšce slunce nad obzorem a orientaci sběrných ploch.

C.1.4 Otopné období

Otopné období je sice definováno prováděcími vyhláškami k zákonu 406/2000 Sb., avšak pro srovnání potřeby tepla reálného objektu se skutečnou spotřebou v daném roce a za daných reálných klimatických dat je tato definice nevhodná. Nevyhovující je zejména v těch měsících, kdy poměr využitelných tepelných zisků a tepelných ztrát je vyšší než asi 0,75. To jsou velmi často měsíce květen a září a v některých případech měsíce duben a říjen.

Délka otopného období je tedy v níže uvedených kalkulacích proměnná, vždy však po celých měsících, a to tak, že otopné období začíná ten měsíc (září nebo říjen), kdy je skutečná spotřeba tepelné energie pro vytápění významná, tj. vyšší než předpokládaná chyba metody a výpočtu. Podobně otopné období končí ten měsíc, kdy je rozumné kalkulovat se spotřebovaným teplem pro vytápění.

C.1.5 Teplotní zóny a podzóny

Teplotní zóna je v normě ČSN EN ISO 13790 definována takto:

objem budovy vymezený spojitou uzavřenou plochou;

část budovy s danou vnitřní teplotou, uvnitř kterého se odchylky vnitřní teploty považují za zanedbatelné;

vnitřní teplota se v různých částech otopné zóny neliší více než o 4 K;

mezi jednotlivými částmi je možná snadná výměna tepla, a to zejména prouděním nebo prostupem (dveře jsou zpravidla otevřené, součinitelé prostupu jsou vysoké apod.).

Teplotní podzóna je definována vnitřně firemně pro zpřesnění výpočtu a slouží k nastavení rozdílných provozních parametrů různých částí objektu v rámci jedné teplotní zóny.

C.2. Potřeba tepla: přípravné výpočty

C.2.1 Stanovení teplotních zón


Stanovování teplotních zón je popsáno v normě ČSN EN ISO 13790.


Budova je členěna na **jednu teplotní zónu a ta dále na dvě teplotní podzóny**, které se liší zejména vnitřní teplotou a charakterem provozu.

V půdorysech jsou vyznačeny barevně jednotlivé zóny a podzóny tak, jak byly definovány v kap.C.1.5.

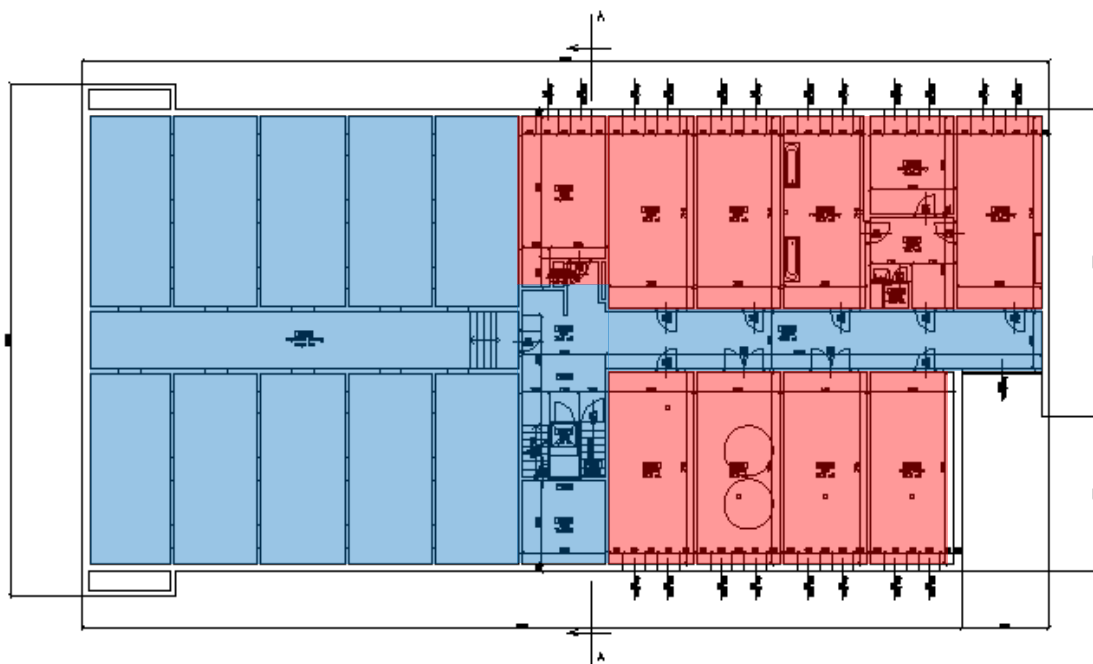
LEGENDA BAREV:

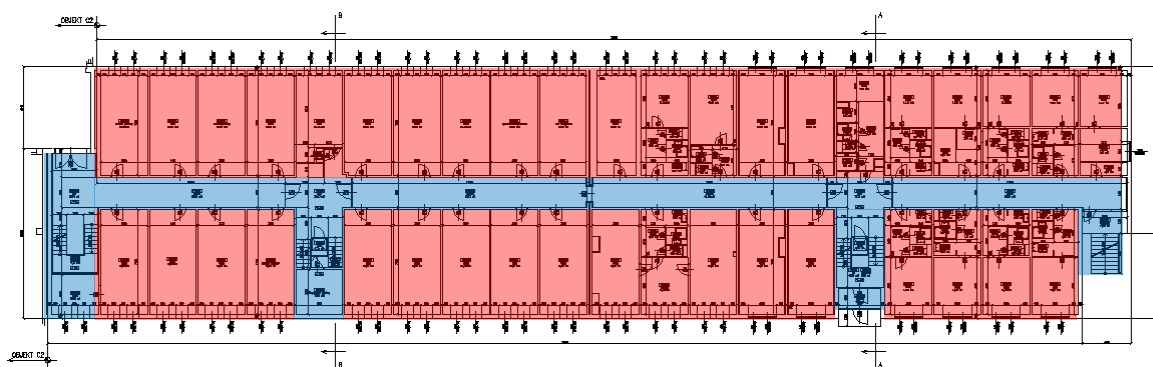
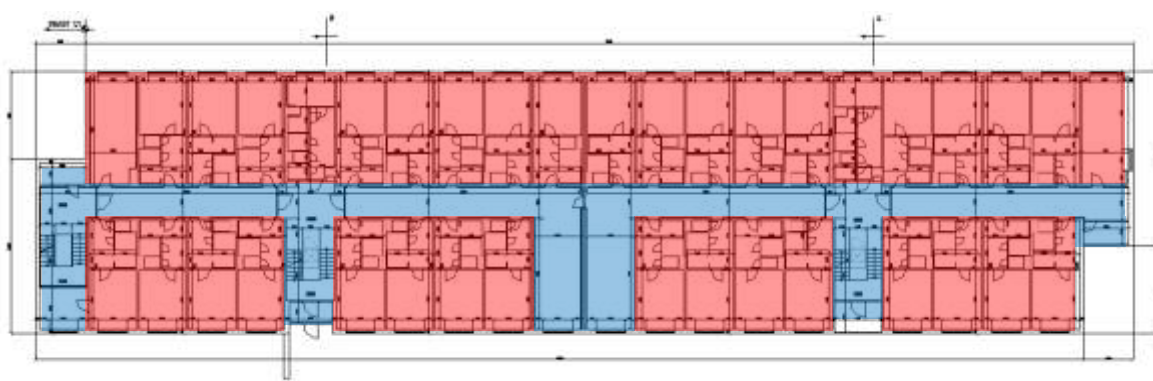
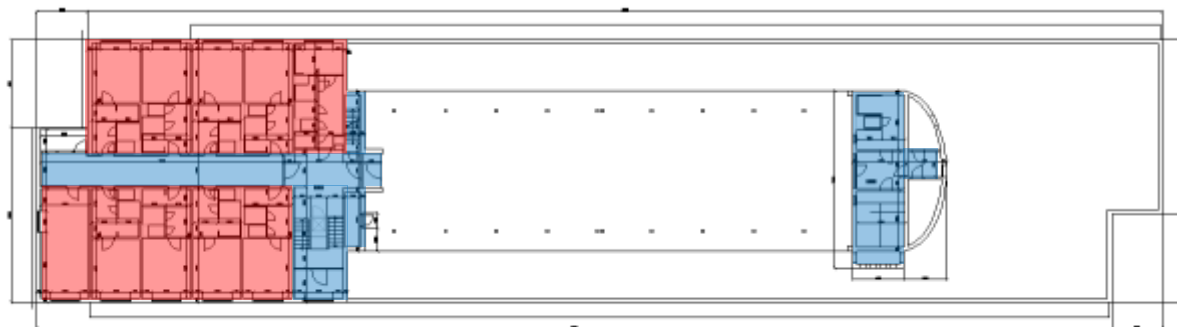
Teplotní zóna 1:

 - podzóna 1 – pokoje, společné prostory

 - podzóna 2 – chodby, schodiště

Půdorys 2. PP



Půdorys 1.PP**Půdorys 1.NP až 5.NP****Půdorys 6.NP****Teplotní zóny – vymezení konstrukcí**

Teplotní zóny jsou vymezeny těmito konstrukcemi, které v jednotlivých zónách tvoří uzavřenou plochu. Pokud v tabulce není uvedena konstrukce, znamená to, že se v dané zóně nevyskytuje.

Skladby jednotlivých konstrukcí byly uvedeny v kap. B.3.

Obvodový plášť

- **OP I** – obvodové zdivo nad terénem z panelů T06B – tl. 300 mm;
- **OP II** – obvodové zdivo sousedící s terénem z panelů T06B – tl. 300 mm;
- **OP III** – obvodové zdivo sousedící s nevyt. prostorem z panelů T06B – tl. 300 mm;
- **OP IV** – obvodové zdivo s blokem C2 z panelů T06B – tl. 300 mm;

Podlahy

- **Podlaha na zemině** – podlaha 2.PP a 1.PP;

Střeby

- **Střeby – terasa** – plochá střeby terasy;
- **Střeby – nad 6.NP** – plochá střeby;

Výplně otvorů – okna dveře

- **VO I** – výplně otvorů – Copilitová stěna;
- **VO II** – výplně otvorů – okna, s dřevěným rámem, dvojsklo;
- **VO III** – výplně otvorů – okna a vstupní dveře s kovový rámem, jednosklo;

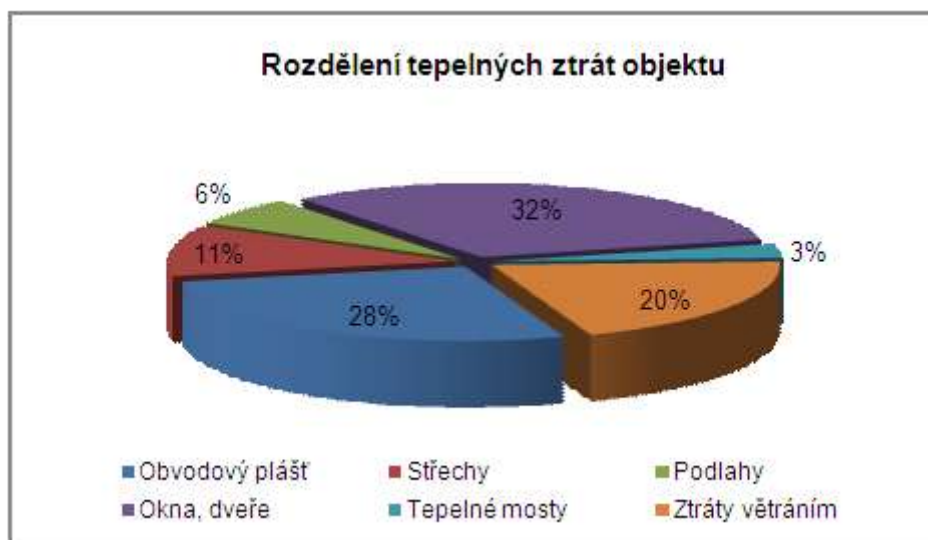
blok A2	plocha [m²]
Systémové hranice	
Neprůsvitné konstrukce: svislé	2 767,0
OP I nad terénem- panely T06B	2123
OP II sousedící s terénem - panely T06B	405
OP III sous. s nevyt. prost.- panely T06B	52
OP IV soused. s blokem C2- panely T06B	187
Neprůsvitné konstrukce: vodorovné	2 870,0
Podlaha na zemině	1435
Střeby - terasa	962
Střeby - nad 6.NP	473
Průsvitné konstrukce: severní	9,6
VO II - okna, dřevo, dvojsklo	9,6
Průsvitné konstrukce: východní	486,1
VO II - okna, dřevo, dvojsklo	465,6
VO III - okna, dveře, kov, jednosklo	20,5
Průsvitné konstrukce: jižní	16,6
VO II - okna, dřevo, dvojsklo	16,6
Průsvitné konstrukce: západní	596,8
VO I - Copilitová stěna	96
VO II - okna, dřevo, dvojsklo	436,9
VO III - okna, dveře, kov, jednosklo	63,9

Celkový přehled konstrukcí

Následující tabulky uvádějí souhrnné informace o jednotlivých teplotních zónách a charakteristikách budovy.

Základní geometrické charakteristiky budovy		
	Zóna 1	Celkem
Obestavěný objem [m ³]	26 263	26 263
Systémová hranice [m ²]	6 746	6 746
Objemový faktor zóny/budovy [m ⁻¹]	0,26	0,26
Větraný objem [m ³]	22 323	22 323
Podlahová plocha zóny [m ²]	9 380	9 380

Přehled ploch konstrukcí		
Systémové hranice	Plocha [m ²]	
	Zóna 1	Celkem
Neprůsvitné konstrukce: svislé	2 767	2 767
Neprůsvitné konstrukce: vodorovné	2 870	2 870
Průsvitné konstrukce: severní	10	10
Průsvitné konstrukce: východní	486	486
Průsvitné konstrukce: jižní	17	17
Průsvitné konstrukce: západní	597	597
Celkem	6 746	6 746



C.2.2 Provozní doby objektu

Pro definování charakteristik, které se vztahují ke skutečnému využívání objektu, je nutné stanovit provozní doby jednotlivých prostorů. Tyto hodnoty jsou použity v dalších výpočtech.

Teplotní zóny, tak jak byly definovány výše, jsou dále rozděleny na podzóny, čímž se zpřesňuje výpočet a výsledky se přibližují skutečnému stavu.

Provozní doby						
	Přítomnost osob [hod/den]		Činnost přístrojů [hod/den]		Doba vytápění KOMFORT [hod/den]	
	po-pá	so+ne	po-pá	so+ne	po-pá	so+ne
blok A2						
Pokoje, kanceláře	20,0	20,0	5,0	5,0	18,0	18,0
Chodby, schodiště	2,0	2,0	1,0	1,0	18,0	18,0

Programy vytápění - pracovní dny																								
Zóny a podzóny	hodiny																							
blok A2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Pokoje, kanceláře																								
Chodby, schodiště																								
Programy vytápění - sobota-neděle																								
blok A2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Pokoje, kanceláře																								
Chodby, schodiště																								
<div> <div></div> vytápěcí režim KOMFORT <div></div> vytápěcí režim ÚTLUM </div>																								

C.2.3 Tepelné ztráty prostupem

Požadavky normy ČSN 73 05 40-2

Uvedená norma byla novelizována v roce 2007. V rámci rozsahu své platnosti a závaznosti uvádí v **Tabulce 3** na straně 10 *Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla U_N pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou $\theta_m = 20^\circ\text{C}$.*

Požadované hodnoty $U_{N,rq}$ z normy ČSN 73 0540-2 (2007)			
Popis konstrukce	Typ konstrukce	Požadované hodnoty U_N	Doporučené hodnoty U_N
		W/(m ² .K)	W/(m ² .K)
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně Podlaha nad venkovním prostorem		0,24	0,16
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace) Podlaha a stěna s vytápěním		0,30	0,20
Stěna vnější Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace) Střecha strmá se sklonem nad 45°	lehká	0,30	0,20
	těžká	0,38	0,25
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou poznámky 2)		0,45	0,30
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru		0,60	0,40
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k částečně vytápěnému prostoru Strop a stěna vnější z částečně vytápěného prostoru k venkovnímu prostředí		0,75	0,50
Podlaha a stěna částečně vytápěného prostoru přilehlá k zemině (s výjimkou poznámky 2)		0,85	0,60
Stěna mezi sousedními budovami Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 K včetně		1,05	0,70
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 K včetně		1,30	0,90
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 K včetně		2,2	1,45
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 K včetně		2,7	1,80
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve vnější stěně a šikmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, ostatní rámy těchto výplní otvorů musí mít $U_f \leq 1,7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$		1,7	1,2
Okno, dveře a jiná výplň otvoru ve stěně a strmé střeše, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného do venkovního prostředí (včetně rámu)		3,5	2,3
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 °, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu) Jejich kovové rámy přitom musí mít $U_f \leq 2,0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$, ostatní rámy těchto výplní otvorů musí mít $U_f \leq 1,7 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$		1,5	1,1
Šikmé střešní okno, světlík a jiná šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 °, z vytápěného do částečně vytápěného prostoru nebo z částečně vytápěného do venkovního prostředí (včetně rámu)		2,6	1,7

Při výpočtu bude porovnán stávající součinitel prostupu tepla konstrukce s požadovanou nebo doporučenou hodnotou.

Výpočet tepelných ztrát prostupem

Areál byl rozdělen do dvou teplotních zón (viz výše). Označení, které je užíváno pro jednotlivé konstrukce bylo vysvětleno v kap. C.2.1.

ZÓNA 1		Tepelné ztráty prostupem					Splnění požadavků na	
blok A2							U POŽADOVANÉ	
Konstrukce	U	A	A . U	b	H _T	U, N,rq	Splněno	
	[W/(m ² .K)]	[m ²]	[W/K]	-	[W/K]	[W/(m ² .K)]		
OP I nad terénem- panely T06B	1,26	2123	2678	1,00	2678	0,38	NE	
OP II sousedící s terénem -	1,26	405	511	0,49	250	0,45	NE	
OP III sous. s nevyt. prost.-	1,26	52	66	0,49	32	0,60	NE	
OP IV soused. s blokem C2-	1,26	187	236	0,00	0	0,75	NE	
Podlaha na zemině	1,73	1435	2479	0,49	1215	0,45	NE	
Střecha - terasa	0,52	962	500	1,00	500	0,24	NE	
Střecha - nad 6.NP	0,39	473	184	1,00	184	0,24	NE	
VO I - Copilitová stěna	2,20	96	211	1,15	243	1,70	NE	
VO II - okna, dřevo, dvojsklo	2,60	929	2415	1,15	2777	1,70	NE	
VO III - okna, dveře, kov,	4,50	84	380	1,15	437	1,70	NE	
Přirážka na tepelné mosty					336			
Celkem		6 746 m ²		8 653 W/K				

C.2.4 Tepelné ztráty větráním**Výchozí podmínky výpočtu**

V následující kapitole bude vypočítána tepelná ztráta větráním. Celková tepelná ztráta objektu je potom složena ze ztráty prostupem a větráním.

Tepelné ztráty větráním vycházejí z těchto hodnot:

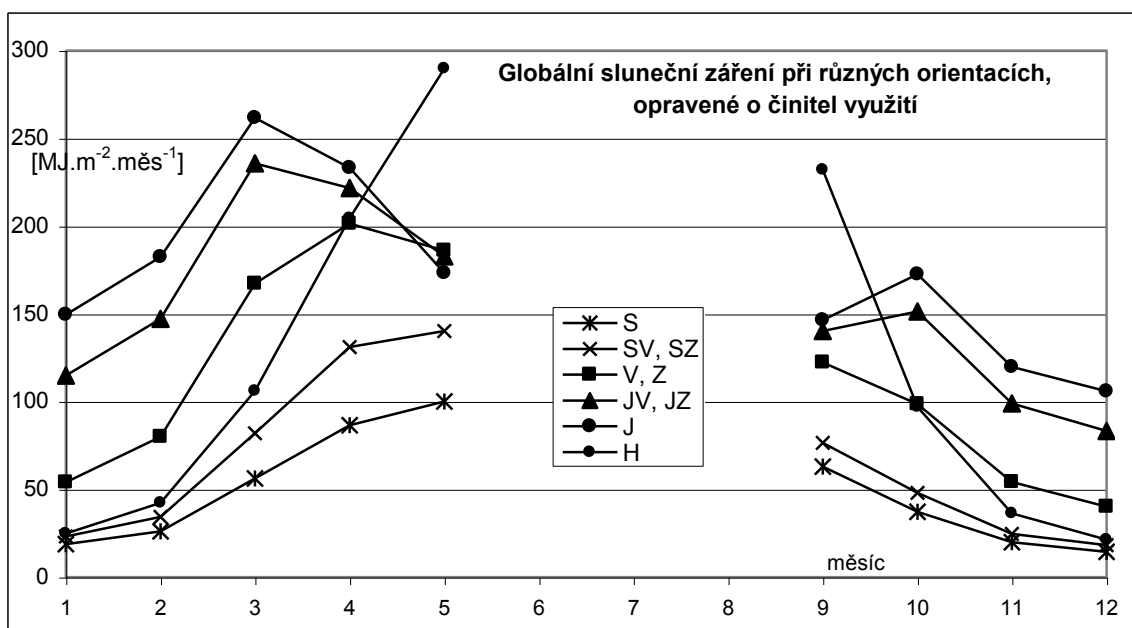
- větraný vnitřní objem objektů (obestavěný objem, většinou zmenšený činitelem 0,85);
- doba přítomnosti osob v objektu tzn. doba, kdy je předpoklad cíleného přirozeného větrání (zde je nutné předpokládat uzavření všech oken mimo dobu provozu);
- zohlednění provozu v pracovní dny a o víkendech;
- obvyklá intenzita výměny vzduchu v budovách podobného typu (hodnota stanovená dlouhodobým sledováním a měřením);
- vnější průměrná teplota v daném měsíci;
- účinnost případné rekuperace na výslednou tepelnou ztrátu větráním.

Tepelné ztráty větráním							
	Objem [m ³]	Doba větrání = přítomnost osob [hod/den]		Intenzita výměny vzduchu [hod ⁻¹]			Ztráty větráním [W/K]
	větraný			Při provozu	Účinnost rekuper.	Výsledná intenzita	
		po-pá	so+ne				
	22 323,2	blok A2				0,29	2 185
Pokoje, kanceláře	16 727,8	20,0	20,0	0,40	0,00		
Chodby, schodiště	5 595,4	2,0	2,0	0,40	0,00		
V době mimo přítomnost osob klesá intenzita výměny na				25%	intenzity zadané v tabulce		

C.2.5 Solární tepelné zisky

Použitá norma

Výpočty vycházejí z hodnot globálního slunečního záření uvedených v normě ČSN 73 0542. Pro různé orientace sběrných ploch jsou hodnoty globálního záření na jednotkovou plochu (kolmou k dopadajícímu záření), opravené o činitel využití, uvedeny pro jednotlivé měsíce v následujícím grafu.



Solární tepelné zisky předmětu auditu

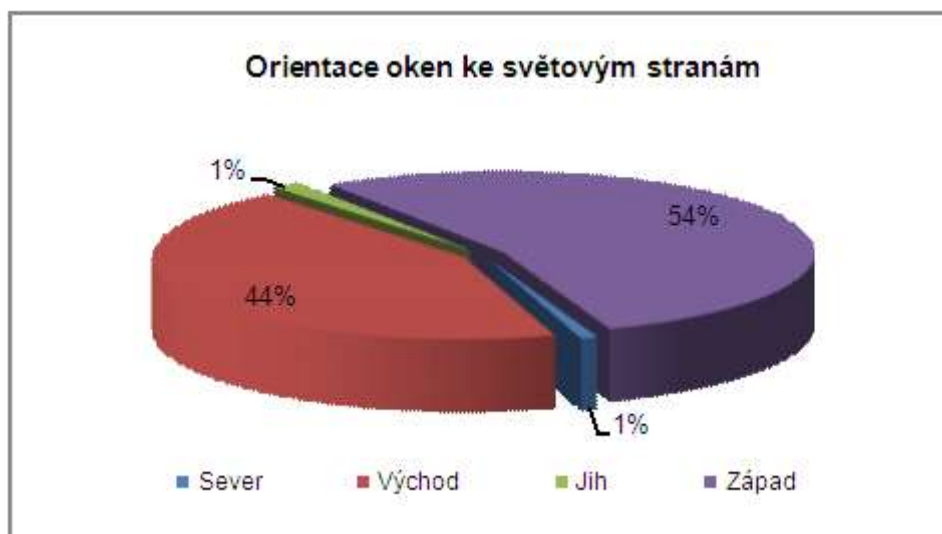
Následující tabulka uvádí přehled sběrných ploch a příslušných korekčních činitelů. Tabulka je uvedena pro všechny počitatelné strany budovy. První sloupec je plocha průsvitných konstrukcí, zejména okenních otvorů. Druhý sloupec hodnotí stínění fasády okolními objekty nebo terénem. Další sloupec je korekční činitel rámu – poměrná plocha průsvitných a neprůsvitných částí konstrukce. Korekční činitel clonění je všude roven jedné – pevné protisluneční prvky se na objektech nevyskytují.

Výslednou hodnotou v posledním sloupci (*Účinná sběrná plocha opravená ...*) je násobena hodnota globálního záření, a to pro každý měsíc zvlášť a pro jednotlivé orientace sběrných ploch vůči světovým stranám.

Účinná sběrná plocha zasklení							
Orientace	Plocha průsvitných konstrukcí	Kor. činitel rámu	Propustnost slunečního záření zasklením	Činitel znečištění	Clonění (záclony, žaluzie)	Stínění (terénem, budovami)	Účinná sběrná plocha, opravená na všechny činitele
	[m ²]	---	---	---	---	---	[m ²] (korigované)
Zóna 1		blok A2					
Sever	10	0,90	0,85	1,00	1,00	1,00	7
Východ	486	0,90	0,85	1,00	1,00	0,80	297
Jih	17	0,90	0,85	1,00	1,00	1,00	13
Západ	597	0,90	0,85	1,00	1,00	0,80	365

Jedním z důležitých ukazatelů, který má vliv na potřebu energie je orientace prosklených ploch ke světovým stranám. Význam tepelných zisků z osluněných stran, příp. tepelných ztrát ze severní strany hraje zejména u dobře zateplených objektů značnou roli v celkové energetické bilanci objektu.

Graf zobrazuje rozložení pro součet ploch přes všechny teplotní zóny.



Celkové solární zisky jsou uvedeny v následující tabulce. Po korekci o stupeň využití tepelných zisků se započítávají do měsíční potřeby tepla.

Solární zisky [MJ/měsíc]		
	Zóna 1	Celkem
leden	37 847	37 847
únor	55 497	55 497
březen	114 547	114 547
duben	137 118	137 118
květen	126 217	126 217
červen		
červenec		
srpen		
září	83 441	83 441
říjen	67 828	67 828
listopad	37 637	37 637
prosinec	28 124	28 124

C.2.6 Vnitřní tepelné zisky

Použitá norma

Vnitřní zisky budou určeny v souladu s normou ČSN EN ISO 13790. Vnitřní zisky zahrnují přeměněnou elektrickou energii ze spotřebičů a metabolické teplo o uživatelů. Výkon vnitřních zisků vztažený na m² podlahové plochy je uvažován během provozní doby tak, jak byla definována výše. Jako vodítko pro stanovení měrného výkonu vnitřních zisků byly brány hodnoty pro referenční objekty v NKN verze 2.05.

Vnitřní zisky předmětu auditu

V následující tabulce je znázorněn výpočet celkových vnitřních zisků v jednotlivých zónách a podzónách:

Výpočet vnitřních zisků				
	Podlahová plocha	Vnitřní zisky [W/m ²]		Vnitřní zisky
		uživatelé	přístroje	
	[m ²]	[W/m ²]	[W/m ²]	[MJ/měsíc]
blok A2				41 104
Pokoje, kanceláře	7 028,5	3,0	3,0	41 104
Chodby, schodiště	2 351,0	0,0	0,0	0

Stupeň využití tepelných zisků

Pro stanovení reálného stupně využití tepelných zisků (solárních a vnitřních) je využita metodika normy ČSN EN ISO 13790 a vyhlášky 148/2007 Sb. Do výpočtu vstupují parametry dynamického chování budovy, které souvisí zejména se schopností akumulace tepla konstrukcí.

Parametry pro určení dynamických charakteristik objektu	
blok A2	
468	Zvolená velikost tepelné kapacity budovy c_m [kJ/K]
1,0	Zvolená velikost referenčního parametru $a_{0,H}$
70	Zvolená velikost referenční časové konstanty $\tau_{0,H}$ [hod]
0,012	Časová konstanta budovy τ_H
1,000	Číselný parametr a_H

C.2.7 Vnější teploty

Zdroje dat

Pro výpočet potřeby tepla je nutné znát průměrné vnější teploty dané lokality. Hodnoty v posledním sloupci jsou průměrem teplot z let 2002 – 2007. Tyto budou použity pro výpočet potřeby tepla v průměrném roce (viz níže).

Uvedená data byla převzata z dlouhodobých meteorologických měření Českého hydrometeorologického ústavu. Stanoviště, jehož údaje byly brány pro potřeby auditu jako relevantní, je uvedeno v tabulce.

Průměrná teplota venkovního vzduchu							
meteorologická stanice:			Brno - Tuřany				
měsíc	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Průměr
leden	-2,1	-3,3	0,2	-6,3	3,2	1,7	-1,1
únor	-2,7	1,0	-2,2	-2,9	3,2	3,1	-0,1
březen	4,7	3,8	2,1	1,2	6,3	4,6	3,8
duben	9,1	10,7	10,9	10,3	11,8	10,1	10,5
květen	17,2	13,1	14,8	13,9	15,7	15,5	15,0
červen							
červenec							
srpen							
září	15,4	14,9	15,5	16,5	13,3	14,4	15,0
říjen	6,9	10,9	9,6	11,0	8,8	9,9	9,5
listopad	5,9	4,6	2,6	6,1	2,7	6,5	4,7
prosinec	0,2	0,4	-1,2	1,9	-0,2	2,1	0,5
Průměr	6,1	6,2	5,8	5,7	7,2	7,5	6,4

Korekce vnější teploty

Vzhledem k tomu, že objekt se nenachází v lokalitě se stejnými klimatickými podmínkami jako hydrometeorologická stanice, bylo nutné provést korekci průměrné vnější teploty o **0,5°C**.

C.2.8 Vnitřní teploty

K vnitřním teplotám uvádíme:

- objektivní údaje o vnitřní teplotě nejsou k dispozici, ale teplota je nastavována na vnitřním prostorovém termostatu, vycházíme proto z předpokladu, že těchto hodnot je dosahováno;
- v objektu je topeno optimálně – nedochází k výraznému nedotápění těles;
- systém ÚT má instalovány prvky dynamické regulace (např. TRV);
- regulace teploty je možná pouze pro soustavu jako celek;
- při stanovování teplot při útlumu soustavy jsou zohledněny tepelně izolační vlastnosti konstrukcí a tím míra kolísání teplot uvnitř objektu.

Průměrnou vnitřní teplotu v objektu zjišťujeme zprůměrnováním po celé otápené zóně, přes denní i noční provoz a přes pracovní dny a víkend. Níže uvedená hodnota je výsledkem výpočtů uvedených v následující tabulce.

Průměrné vnitřní teploty							
	Doba vytápění KOMFORT [hod/den]		Vnitřní teploty [°C]				Prům. teplota zóny [°C]
			komfort		útlum		
	po-pá	so+ne	po-pá	so+ne	po-pá	so+ne	
blok A2							
Pokoje, kanceláře	18,0	18,0	21,0	21,0	18,0	18,0	19,9
Chodby, schodiště	18,0	18,0	20,0	20,0	16,0	16,0	

C.3. Potřeba tepla

C.3.1 POTŘEBA tepla na vytápění

Dále uvedená tabulka je přehledným výpočtem potřeb tepla objektu.

První sloupec je výpočtem tepelných ztrát [MJ], a je roven součinu (1) tepelných ztrát vypočtených z tabulky tepelně technických vlastností objektu a vyjádřených v jednotkách [W/K] a (2) počtu denostupňů, a to pro každý měsíc zvlášť. Další sloupce přebírají dle popsané metodiky hodnoty z výpočtů vnitřních zisků a slunečních zisků. Je uveden jejich součet a stupeň využití celkových zisků.

Významná veličina je podíl tepelných ztrát a tepelných zisků γ , kdy se při jejich vyšších hodnotách než asi 0,75 výrazně snižuje přesnost výpočtu (viz norma ČSN EN ISO 13790), a to právě v důsledku výrazného podílu tepelných zisků. Čím jsou tepelně izolační vlastnosti objektu lepší, tím je vliv tepelných zisků větší a možná chyba výpočtu roste.

Poslední sloupec je hodnota potřeby tepla v objektu, tj. je to takové množství tepla, které objekt není schopen pokrýt vnitřními a solárními zisky a které je třeba do něj přivést otopným systémem.

POTŘEBA tepla na vytápění - průměrný klimatický rok									
	Tepelné ztráty		Tepelné zisky		Podíl tepel. zisků a ztrát	Stupeň využití tepelných zisků		Teplo z/do sousedních zón [MJ/měsíc]	Potřeba tepla [MJ]
Měsíc	Prostupem	Větráním	Vnitřní	Solární		Dle vyhl. 148/2007	Korigovaný auditem		
Zóna 1		blok A2							
leden	471 326	119 001	41 104	37 847	0,13	0,88	0,70	0	535 061
únor	404 432	102 112	41 104	55 497	0,19	0,84	0,60	0	448 583
březen	358 149	90 426	41 104	114 547	0,35	0,74	0,50	0	370 750
duben	196 325	49 568	41 104	137 118	0,72	0,58	0,40	0	174 604
květen	97 417	24 596	41 104	126 217	1,37	0,42	0,30	0	71 817
červen									
červenec									
srpen									
září	95 023	23 991	41 104	83 441	1,05	0,49	0,40	0	69 196
říjen	225 273	56 877	41 104	67 828	0,39	0,72	0,50	0	227 684
listopad	325 289	82 130	41 104	37 637	0,19	0,84	0,60	0	360 174
prosinec	433 472	109 444	41 104	28 124	0,13	0,89	0,70	0	494 455
Celkem	2 606 705	658 146	369 938	688 255	0,32	0,76		0	2 752 324

Potřeba tepla v dalších obdobích

Naprosto shodným postupem byla vypočítána potřeba tepla s použitím klimatickým dat jednotlivých let sledovaného období. Výsledky jsou uvedeny v kap. C.3.3. Zhodnocení modelu potřeby tepla, kde jsou zároveň srovnány se skutečnou spotřebou tepla dle faktur za dodané médium.

Potřeba tepla na přípravu teplé vody

Potřeba tepla na přípravu teplé vody nebyla modelována. Bylo vycházeno ze spotřeb měřených na patě bloku A2.

C.3.2 Celková potřeba tepla v palivu na vytápění

Metodika stanovení účinnosti soustavy

Hodnota potřeby tepla uvedená v souhrnné tabulce výše je potřebou tepla skutečně využitou pro vytápění objektu. Pro stanovení hodnoty potřeby tepla v palivu je nutné potřebu navýšit o tepelné ztráty v rozvodech příp. ve zdroji tepla.

Za spodní rozvody se považuje horizontální vedení tepla mimo teplotní zónu – pod stropem suterénu na závěsech, v topných kanálech pod objektem, přičemž uvažována je délka rozvodů od měřiče tepla (plynoměru) po vstup rozvodů do teplotní zóny. Zohledněna je délka a kvalita izolace potrubí.

MaR v objektu zahrnuje množství a těsnost prvků regulace (rozdělovače, sběrače atd.), které způsobují také ztráty tepla v systému a jsou umístěny v mimo teplotní zónu.

Za vnější rozvody jsou považovány například topné kanály mezi několika objekty napojené na jeden zdroj tepla. Zohledněna je délka a kvalita izolace potrubí.

Při výpočtu je uvažováno s jednotlivými zónami, přičemž celková účinnost soustavy je dána váženým průměrem dílčích účinností.

Stanovení celkové potřeby tepla v palivu na vytápění

Celková potřeba je stanovena také pro průměrný klimatický rok.

Celková POTŘEBA tepla v palivu na vytápění - průměrný klimatický rok								
		POTŘEBA tepla na vytápění	Účinnost soustavy				Celková účinnost	POTŘEBA tepla v palivu na vytápění
			Spodní rozvody	MaR v objektu	Vnější rozvody	Vlastní zdroj tepla		
		[GJ/rok]	[-]	[-]	[-]	[-]	[-]	[GJ/rok]
Zóna 1	blok A2	2 752	0,95	0,95	0,95	1,00	0,86	3210
Celkem		2 752	0,95	0,95	0,95	1,00	0,86	3210

Poznámka: Pokud je u některých parametrů uvedeno 1,00, znamená to, že buď nejsou přítomny, nebo jsou uvnitř vytápěného prostoru a tyto ztráty nelze uvažovat.

C.3.3 Rekapitulace SPOTŘEBY tepla na vytápění

Zde uvádíme pro rekapitulaci tabulku spotřeby tepla tak, jak byla uvedena v kap.B.5. Uvedené hodnoty spotřeb budou sloužit pro porovnání s vypočítanými hodnotami potřeby.

Spotřeba tepla pro vytápění						
	Teplo na vytápění na patě	Náklady na teplo za rok	Jednotková cena	Teplo na vytápění se zap. účinností soustavy	Počet denostupňů	Teplo pro D°
	[GJ]	[Kč]	[Kč/GJ]	[GJ]	[D°]	3 600
2006	3 382	1 445 298	427	2 900	3 882	3 137
2007	3 148	1 284 114	408	2 699	3 489	3 248
2008	2 887	1 416 951	491	2 475	3 395	3 061

C.3.4 Zhodnocení modelu potřeby tepla

Tato kapitola srovnává hodnoty vypočtené potřeby tepla a hodnoty skutečné spotřeby. Všechny hodnoty neuvažují účinnost soustavy – jedná se o celkové hodnoty (s)potřeby v palivu na patě objektu.

Srovnání POTŘEBY a SPOTŘEBY tepla				
	Celková potřeba tepla na vytápění - dle modelu [GJ]		Celková spotřeba tepla na vytápění - dle faktur [GJ]	Odchylka
Rok	Zóna 1	Celkem		
2006	3 500	3 500	3 382	-3%
2007	3 071	3 071	3 148	2%
2008	2 969	2 969	2 887	-3%

V posledním sloupci tabulky jsou uvedeny hodnoty odchylky vzniklé mezi skutečnou spotřebou tepelné energie a hodnotou vypočtenou pomocí modelu. K výsledkům je možné uvést následující komentář:

- model potřeby tepelné energie objektu odpovídá skutečným spotřebám;
- v roce 2006 dochází k největší odchylce; tato hodnota není významná, neboť nepřevyšuje hodnotu chyby 20%, což je v souladu s normou ČSN EN ISO 13790 hodnota přijatelná;
- model tedy jsme oprávněni použít pro výpočet úspor tepelné energie v důsledku dále navržených úsporných opatření;

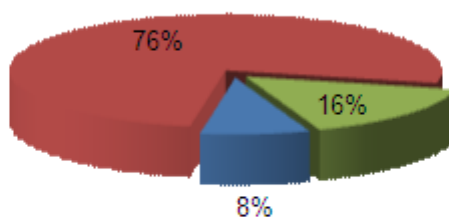
C.4. Energetické bilance

Energetická bilance předmětu auditu: tabulka T3

V souladu s požadavky vyhlášky 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu v platném znění uvádíme tabulku energetické bilance předmětu auditu.

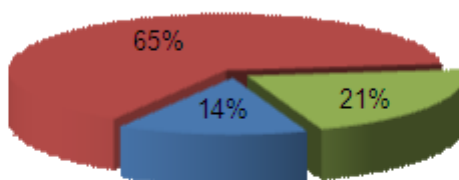
Energetická bilance předmětu auditu Sestaveno pro průměrný klimatický rok			T3
ř.	Ukazatel	GJ/a	tis. Kč/a
1	Vstupy paliv a energie	5 606	3 237
2	Změna zásob paliv	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	5 606	3 237
4	Prodej energie cizím	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	5 606	3 237
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	458	458
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř. 5)	4 260	2 091
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	888	688

Rozdělení spotřeby - energetické jednotky



- Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)
- Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř. 5)
- Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy

Rozdělení spotřeby - finanční náklady



- Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)
- Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř. 5)
- Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy

C.4.2 Parametry vlastního zdroje tepla: tabulka T4

Následující tabulka prezentuje základní parametry energetických zdrojů předmětu auditu, které jsou instalovány.

Charakteristika vlastního energetického zdroje Sestaveno pro průměrný klimatický rok	T4
Parametr	Vypočtená hodnota
Roční energetická účinnost zdroje	---
Roční energetická účinnost výroby elektrické energie	---
Roční energetická účinnost výroby tepla	---
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	---
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla pro vlastní spotřebu	---
Roční využití instalovaného elektrického výkonu	---
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu	---
Roční využití pohotového elektrického výkonu	---
Roční využití instalovaného tepelného výkonu [hod/rok]	---

Komentář:

Blok A2 nemá vlastní tepelný zdroj ani zdroj elektrické energie.

C.5. Zhodnocení hospodárnosti

C.5.1. Kontrola smluvních vztahů

Následující tabulky již byly uvedeny. Zde bude provedeno zhodnocení hospodárnosti daných smluvních vztahů. K dispozici byly faktury za tepelnou energii a pravidelné měsíční odečty stavu měřidel spotřeby tepelné energie na ohřev teplé vody a elektrické energie.

Elektrická energie	
Dodavatel elektrické energie	E.ON Energie, a.s.
Způsob fakturace	ročně
Počet odběrných míst	1
Sazba odběru	ExtraPower – individuální cena
Velikost předřazeného jističe	3x100 A
Zhodnocení hospodárnosti:	Sazba je platná pro celý areál kolejí Vinařská 5. Celý areál je brán jako jedno odběrné místo, spotřeba elektrické energie bloku A1 je měřena podružným měřičem. Vzhledem k způsobu a charakteru provozu VŠ kolejí Vinařská je zvolený tarif (sazba) adekvátní.

Zemní plyn	
Dodavatel zemního plynu	-
Způsob fakturace	-
Počet odběrných míst	-
Zhodnocení hospodárnosti:	-

Teplo a teplá voda	
Dodavatel tepelné energie	Erding, a.s.
Způsob fakturace	měsíčně
Druh topného média	voda
Zhodnocení hospodárnosti:	Způsob fakturace tepelné energie odpovídá skutečným spotřebám tepla pro vytápění a přípravu teplé vody..

C.5.2 Úroveň technických zařízení

Technická zařízení byla popsána v kap. B.4. V následující tabulce hodnotíme jejich technickou úroveň a stáří a nakolik odpovídají účelu funkce:

Úroveň technických zařízení	
Zařízení ústředního topení (ÚT)	Zařízení je na vyhovující technické úrovni.
Zařízení ohřevu teplé vody (TV)	Zařízení je na vyhovující technické úrovni.
Zařízení měření a regulace (MaR)	Zařízení je na vyhovující technické úrovni.

C.5.3 Míra zanedbané údržby

Pojem zanedbané údržby není ve vyhlášce 213/2001 Sb. v platném znění přesněji vymezen. Následující hodnocení proto využívá vnitrofiremních metodik. Hodnoceny jsou především konstrukce, které budou v auditu doporučeny k rekonstrukci:

- **Obvodový plášť** - fasáda je v nevyhovujícím technickém stavu, tepelně technické parametry svislých obvodových konstrukcí neodpovídají současným nárokům;
- **výplně otvorů** - výplně otvorů jsou v havarijním technickém stavu s velmi vysokými tepelnými ztrátami;
- **střecha** – na ploché střeše byla vyměněna hydroizolace, nicméně tepelně technické parametry neodpovídají současným nárokům;

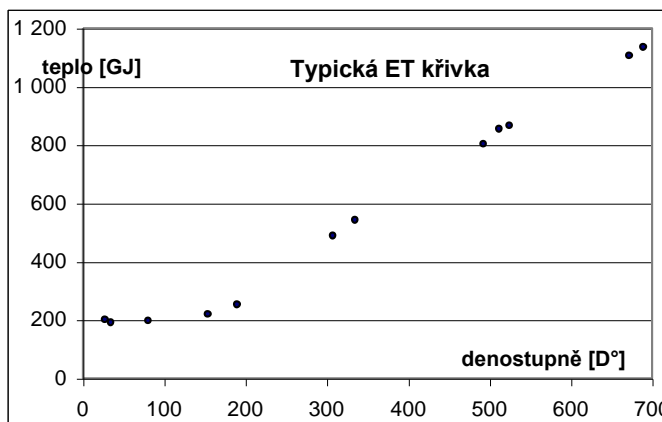
V souladu s § 7 odst. 3 vyhlášky 213/2001 Sb. v platném znění stanovujeme pro účely ekonomického hodnocení následující hodnoty míry zanedbané údržby jednotlivých konstrukcí objektu.

Konstrukce/ technologie	Stáří [roky]	Životnost [roky]	Míra zanedbané údržby	Snížení ceny úsporných opatření
Výplně otvorů	více než 20 let	30	zanedbaná	nesníženo
Obvodový plášť	více než 20 let	30	zanedbaná	nesníženo
Střecha	více než 20 let	30	zanedbaná	nesníženo

C.5.3 ET křivka

Typická ET křivka

K objektivnímu posouzení funkce regulačního systému, které zohledňuje klimatické podmínky, slouží tzv. *ET křivka*. Každý bod ET křivky zobrazuje množství dodaného tepla v určitém měsíci konkrétního roku s konkrétním počtem denostupňů. Pokud pracuje systém ekvitermního řízení teploty topné vody řádně, pak ET křivka sestává ze dvou rozdílných částí (viz graf typické ET křivky):



horizontální část

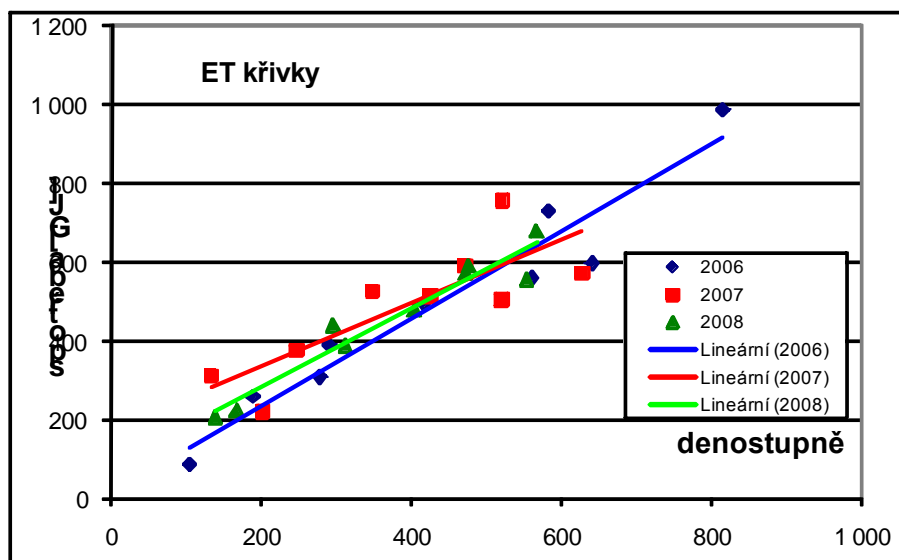
Horizontální část ET křivky odráží spotřebu tepelné energie, která je v průběhu roku stálá, nezávislá na klimatických podmínkách (tedy nezávislá na počtu denostupňů). V obvyklých případech bývá touto spotřebou spotřeba tepelné energie pro přípravu TV, je-li nezávislá na ročním období. Pokud měřič tepelné energie nezaznamenává žádnou tepelnou energii, která je odebírána stabilně a nezávisle na klimatických podmínkách, pak na ET křivce horizontální část chybí.

(přímková) rostoucí část

Je-li systém regulace funkční a správně nastaven, pak při jinak stejných podmínkách provozu objektu jsou jednotlivé body o souřadnicích (*spotřeba tepla; počet denostupňů*) položeny v blízkosti pomyslné lineárně rostoucí přímky. Odpovídá to té skutečnosti, že při vyšším počtu denostupňů (tj. např. nižší průměrné vnější teplotě) je spotřeba tepla vyšší. Závislost mezi spotřebou tepla a počtem denostupňů by měla být přibližně lineární.

Pokud některý bod na pomyslné přímce neleží a je od ní více nebo méně vzdálen, znamená to buď poruchu systému ekvitermní regulace nebo takový vliv na spotřebu tepelné energie, který není spřáhnut s vnější teplotou ovzduší.

ET křivky sledovaných období



Komentář:

ET křivka odpovídá klimatickým podmínkám v dané lokalitě a spotřebě tepelné energie objektem. Dílčí odchylky mohou být způsobeny odečty měřidel tepelné energie ne ve zcela shodném období.

C.5.4 Splnění podmínek zákona 406/2006 Sb.

Související legislativa

Předmětný energetický audit je zpracováván v souladu požadavky zákona 406/2006 Sb. o hospodaření energií a zejména pak dle metodiky prováděcí vyhlášky 213/2001 Sb. o podrobnostech náležitostí energetického auditu. Oba zmiňované dokumenty byly novelizovány následujícími, se kterými je audit taktéž v souladu:

- vyhl. 425/2004 Sb., kterou se mění vyhláška č. 213/2001 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu.
- Na předmět auditu se však vztahují nebo mohou vztahovat další prováděcí vyhlášky citovaného zákona a normy. Máme na mysli tyto:
- 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie ...;
- 194/2007 Sb., kterou se stanoví pravidla pro vytápění a dodávku ...;
- norma ČSN EN ISO 13790 Tepelné chování budov – Výpočet potřeby energie na vytápění

Vyhláška 193/2007 Sb., účinnost při rozvodu tepelné energie a chladu

Pod pojmem *rozvod* se rozumí vnější rozvody tepelné energie a vnitřní rozvody tepelné energie včetně rozvodů TUV. Pod pojem rozvod se zahrnují i předávací, výměňkové a domovní blokové stanice. Vyhláška stanoví postupy zabezpečení optimální účinnosti, určuje tloušťky tepelných izolací, stanoví nejvyšší teploty teplonosných látek a vymezuje vybavení předávacích stanic a dalších zařízení regulační technikou.

V rozsahu platnosti platí o vyhlášce 193/2007 Sb. toto: budou-li v budoucnu prováděny práce, které lze zahrnout pod pojem „změna dokončených staveb (tzv. rekonstrukce)“, pak bude nutné požadavky citované vyhlášky dodržet.

Vyhláška 194/2007 Sb., o pravidlech pro vytápění a dodávku TUV

Vyhláška specifikuje pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody, zejména pak:

- rozsah vnějších teplot pro rozhodnutí o zahájení dodávky tepelné energie pro vytápění;
- denní časové vymezení dodávky tepla;
- způsob měření teplot, definici průměrných vnitřních teplot, limity teplot;
- měrné ukazatele spotřeby tepelné energie pro přípravu teplé vody;
- vybavení regulační technikou.

Pravidla pro vytápění a dodávku teplé vody dle vyhl. 194/2007 Sb.

Uvedeme nyní, jak je nebo byla v daném objektu vyhláška naplňována. Vycházíme přitom z následujících skutečností:

- průměrné denní venkovní teploty dle požadavků vyhl. 194/2007 Sb. (měřeno v 7.00, 14.00, 21.00 hod) nebyly ve sledovaném období objektivně měřeny;
- jako referenční místnost pro hodnocení dosahovaných teplot v průběhu vytápění byla zvolena obytná místnost s jednou ochlazovanou stěnou;
- teplota teplé vody na výtoku u spotřebitele nebyla měřena, vzhledem k systému provozu dodávky teplé vody lze předpokládat splnění požadavku.

Požadavek vyhlášky 194/2007 Sb.	Poznámky	Plnění požadavku
- dle § 2 odst. (2) a (4) přísl. vyhl. Okamžik zahájení, omezení a ukončení dodávky tepelné energie v otopném období		splněno
- dle § 2 odst. (9) přísl. vyhl. Omezení vytápění v době 22:00 až 6:00 hod.	Teplotní útlum je nastaven správně.	splněno
- dle § 2 odst. (6) a (10) a § 3 odst. (2) přísl. vyhl. V průběhu vytápění jsou v místnostech dosahovány průměrné teploty vnitřního vzduchu stanovené projektem budovy. Pro obytné prostory max. 23°C.	V obytných prostorech je dosahováno teploty maximálně 22°C	splněno
- dle § 4 odst. (1) přísl. vyhl. Teplota teplé vody na výtoku u spotřebitele (od 45 do 60 °C)		splněno
- dle § 4 odst. (2) přísl. vyhl. Doba dodávky teplé vody (nejméně od 6:00 do 22:00)		splněno
- dle § 6 odst. (1) přísl. vyhl. Způsob regulace vytápění:	ekvitermní regulace: ANO zónová regulace: NE termostatické ventily: ANO	
- dle § 6 odst. (1) přísl. vyhl. Způsob měření tepelné energie:	plynoměr NE měřič tepla pro ÚT ANO měřič tepla pro teplou vodu ANO	

Měrné ukazatele spotřeby tepelné energie dle vyhl. 194/2007 Sb.

Zmiňovaná vyhláška stanoví požadavky a metodiku výpočtu měrných ukazatelů spotřeb tepelné energie pro vytápění a přípravu teplé vody. Požadavky se vztahují na:

- nové budovy;
- budovy u nichž byla dokončena změna mající vliv na všechny tepelně technické vlastnosti budovy po 1. lednu 2002

Vzhledem k uvedenému se zmíněné požadavky na předmět energetického auditu **nevztahují**.

Měrné ukazatele spotřeby tepla na vytápění a přípravu teplé vody dle vyhl. 194/2007 Sb.							
Typ provozu	nebytový dům						
Příprava teplé vody	v objektu						
	Jednotky	2006	2007	2008	Průměr	Požadavek vyhlášky	Plnění požadavku
Celková vytápěná podlahová plocha	m ²	9 380					
Spotřeba tepla na vytápění	GJ	3 382	3 148	2887			
Spotřeba tepla na přípravu teplé vody	GJ	1 277	1 487	1508			
Počet denostupňů	D°	3 882	3 489	3 395			
Spotřeba studené vody	m ³ .rok	4 721	4 184	4 606			
Měrná spotřeba tepla na vytápění	GJ/m ² za otop. období	0,36	0,34	0,31	0,33	0,47	splněno
	MJ/(m ² .D°)	0,093	0,096	0,091	0,093	0,138	splněno
Měrná spotřeba tepla na přípravu teplé vody	GJ/m ² .rok	0,14	0,16	0,16	0,15	0,21	splněno
	GJ/m ³	0,27	0,36	0,33	0,32	0,35	splněno

Komentář: Požadavky zmíněné vyhlášky byly splněny.

C.6. Dosažitelné úspory

C.6.1 Vymezení pojmů

V souladu s textem odst. (9), § 5 vyhlášky 213/2001 Sb., *kteou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu*, se kapitola zabývá „... vyčíslením výše dosažitelných energetických úspor ... včetně možných úspor nákladů na energii.“ Vyhláška však neposkytuje žádné konkrétní vodítko, jak se má při výpočtu dosažitelných energetických úspor postupovat.

Pro účely předmětného auditu budeme postupovat takto:

- budeme předpokládat, že objekty se aplikací maximálního množství úsporných opatření přesunou do kategorie A dle vyhlášky 148/2007 Sb. o energetické náročnosti budov (pokud je toto technicky dosažitelné);
- budeme předpokládat, že na ostatní technologie (zdroje, rozvody, spotřebiče, technologická výrobní zařízení apod.) budou aplikována úsporná opatření na nejvyšší současné možné technické a technologické úrovni;
- rozdíl mezi stávající spotřebou a spotřebou stanovenou dle předcházející dvou odrážek prohlásíme za „dosažitelné energetické úspory“.

V předmětném energetickém auditu, nebude-li uvedeno jinak, se tedy nebudeme snažit dosáhnout pro dané místo, dobu a předmět auditu takových měrných hodnot spotřeby energie nebo takových účinností užití energie, které je možné považovat v dané lokalitě a čase za extrémní, neobvyklé nebo pokusné.

C.6.2 Dosažitelné energetické úspory

Pro stanovení hodnoty dosažitelných energetických úspor nyní předpokládáme provedení jistých úsporných opatření. Neposuzujeme však konkrétní investiční náklady, technologické postupy, ani další detaily úsporných opatření. Vycházíme pouze z předpokladu, kde je možné tato opatření realizovat a jak mnoho je možné snížit spotřebu energií. Nezabýváme se již však způsobem, jak spotřebu snížit.

Způsob dosažení úspor

V objektu předmětu auditu lze dosáhnout energetických úspor na následujících místech spotřeby nebo výroby energií, v souladu s požadavky stávajících legislativní předpisů.

V uvedené přehledové tabulce jsou uvedeny pouze ty možnosti, které jsou pro daný předmět auditu relevantní.

Typ opatření	Rozsah opatření	Dopad opatření
Zateplení obvodového pláště	Aplikace EPS Neopor $\lambda=0,031 \text{ W/m.K}$ Tloušťka – 120 mm Aplikace bez bodových tepelných mostů	Snížení tepelných ztrát prostupem Snížení vlivu tepelných mostů
Zateplení ploché střechy	Aplikace EPS Neopor $\lambda=0,037 \text{ W/m.K}$ tloušťka – 100 mm	Snížení tepelných ztrát prostupem
Výměna výplní otvorů	Instalace oken a dveří Rám: trojitě dorazové těsnění, komory vyplněny PUR pěnou, teplý distanční rámeček Zasklení: trojsklo se dvěma pokovenými vrstvami Výplň dutiny: inertní plyn – krypton Zabudování bez vytvoření tepelného mostu Použití speciálních pásek proti spárové průvzdušnosti $U_w=0,8 \text{ W/m}^2.\text{K}$	Snížení tepelných ztrát prostupem Snížení vlivu tepelných mostů Snížení intenzity výměny vzduchu infiltrací.
Instalace nuceného větrání se zpětným získáváním tepla (ZZT)	Aplikace na všechny prostory objektu Minimální účinnost ZZT: 70 %	Snížení tepelných ztrát větráním
Instalace úsporných žárovek třídy A a vyšší	Nahrazení všech svítidel úspornými.	Snížení spotřeby elektrické energie
Izolace rozvodů	Izolace všech rozvodu v objektu min. na vyhláškou stanovenou úroveň	Zvýšení účinnosti rozvodné soustavy (snížení tepelných ztrát v rozvodech)

Při výpočtu dosažitelných úspor nebyla uvažována instalace obnovitelných zdrojů energie (tepelná čerpadla, solární kolektory, fotovoltaické panely apod.), kterými by bylo možné dosáhnout nulové potřeby tepla – zbytková minimální potřeba by byla pokryta z obnovitelných zdrojů a tím dosáhnout úplné soběstačnosti objektu.

Kalkulace dosažitelných úspor

Za uvedených předpokladů a prostřednictvím způsobů popsanych v předcházející tabulce je možné dosáhnout následujících hodnot spotřeby energie.

Dosažitelné úspory						
	Stávající stav		Nový stav		Dosažitelné úspory	
	[GJ]	[tis.Kč]	[GJ]	[tis.Kč]	[GJ]	[Kč]
Vytápění	2 752	1 514	952	523	2 100	1 155
Příprava teplé vody	1 508	829	1 508	829	0	0
Elektrická energie	888	693	711	485	178	208
Zdroj/Rozvody	458	252	158	87	300	165
Celkem	5 606	3 288	3 328	1 925	2 577	1 528

C.6.3 Investiční záměry zadavatele

Zadavatel auditu má v plánu provést rekonstrukci objektu, zejména výměnu výplní otvorů za současné nevyhovující a zateplení obvodového pláště.

D. NÁVRH ÚSPORNÝCH OPATŘENÍ

Úsporná opatření jsou předmětem celé následující kapitoly. Postupně budou popsána a následně bude proveden odhad jejich investičních a provozních nákladů. Bude vypočten jejich vliv na spotřeby energií, zejména tepelné a elektrické.

Nejdříve je proveden všeobecný popis jednotlivých opatření, v závěru kapitoly kalkulujeme konkrétní hodnoty nákladů a úspor.

D.1. Výpočet úspor a nákladů

Kapitola se zabývá konkrétními hodnotami jednotlivých úsporných opatření předmětu auditu. Pro jednotlivá opatření vypočteme:

- potřeby tepelné energie po realizaci úsporného opatření (obecný popis je uveden výše);
- úspory energie a úspory nákladů na energie;
- investiční náklady na realizaci opatření;
- stanovíme další důsledky realizace opatření;
- vypočteme prostou návratnost opatření.

Kalkulace jsou provedeny pouze pro středněnákladová a vysokonákladová opatření.

Kalkulace jsou provedeny pomocí modelu potřeby tepla, který byl sestaven výše v textu, za podmínek blíže specifikovaných pro každé úsporné opatření.

Změny v parametrech teplotního modelu (zlepšení tepleně technických vlastností, snížení vnitřní teploty atd.) jsou uvedeny u jednotlivých opatření

Cenové údaje

Veškeré cenové údaje uvedené v následujících kapitolách jsou uvedeny s DPH dle aktuálně platných daňových předpisů – 20%.

Při kalkulaci úspor nákladů na energie bylo uvažováno s jednotkovou cenou energií, která byla stanovena v kap. B.2.

Jsou používány následující jednotkové ceny energií (rekapitulace):

Jednotková cena za teplo pro stanovení ročních nákladů	[Kč/GJ]	550
Jednotková cena za elektřinu pro stanovení ročních nákladů	[Kč/GJ]	780

D.2. Nízkonákladová opatření

Nízkonákladová opatření mají jen velmi nízké nebo žádné náklady na jejich realizaci. Většinu z nich lze realizovat v rámci standardních povinností nebo činností uživatelů prostor, správce domu, obsluhy technických zařízení a podobně.

Realizací některých opatření bezprostředně nevzniknou žádné úspory energií, avšak preventivně se zabrání případnému zvýšení v důsledku poruch, havárií, běžného opotřebení, nedůslednosti obsluhy apod.

D.2.1 Snížení spotřeby elektrické energie

Snížení spotřeby elektrické energie lze dosáhnout následujícími opatřeními. Dosažitelné úspory nejsou pro celkovou energetickou bilanci objektu zásadní.

- kontrolovat výkony žárovek v osazených osvětlovacích tělesech;
- dosáhnout stavu, kdy budou použity jen takové výkony, které jsou potřebné pro osvětlení prostor v souladu s bezpečnostními či jinými požadavky;
- pravidelně kontrolovat funkci časových spínačů nebo pohybových čidel tak, aby plnily řádně svoji funkci a právě splňovaly požadavky na bezpečnost užívání chodeb, schodišť a výtahů.

D.2.2 Omezení nadměrného větrání

Dosažitelné úspory nejsou pro celkovou energetickou bilanci objektu zásadní, avšak nejsou zanedbatelné. Přispívají zejména k tepelné pohodě uživatelů místností:

- zamezit trvalému otevření oken; pravidelně kontrolovat jejich správné uzavření;

D.2.3 Kontrola funkce ekvitermní regulace

V závislosti na umístění (pata objektu, výměníková stanice, předávací stanice, kotelna) a míře automatizace (analogový přístroj × volně programovatelný; místní × dálkové ovládání) regulačního systému ekvitermní regulace je doporučeno provádět občasnou kontrolu nastavení základních parametrů řídicích funkcí, zejména:

- tvar, sklon a posuv ekvitermní křivky;
- změny posuvu a sklonu křivky v závislosti na časovém programu;
- vyhodnocení záznamů o poruchách a haváriích, ke kterým došlo v uplynulém období;
- činnost zabezpečovacích okruhů systému (překročení teplot, tlaků, hladin apod.).

D.2.4 Energetický management: ÚT

Provádění energetického managementu systému ÚT spočívá v následujících jednorázových nebo opakovaných činnostech:

- občasné měření vnitřních teplot místností: prověření, zda nepřekračují hodnoty povolené v § 3 vyhlášky 194/2007 Sb.;
- kontrola dodržení podmínek pro zahájení a ukončení dodávek tepla dle denní průměrné venkovní teploty (odst. (2), § 2 vyhlášky 194/2007 Sb.);
- kontrola způsobu omezení či přerušení dodávek tepelné energie v mimopracovní době;
- pro dlouhodobě nevyužívané prostory stanovit zvláštní režim otápění (snížení teploty, uzavření vybraných radiátorů, zamezení zbytečného přetápění);
- provádění měsíčních odečetů náměrů měřidel tepelné energie s následným zanesením odpovídajícího bodu (*spotřeba tepla; počet denostupňů*) do ET křivky; do vytvářených tabulek – zápisů o skutečné spotřebě – uvést veškeré nestandardní stavy nebo okolnosti dodávek tepelné energie za uplynulé období (přerušení dodávek v důsledku havárie, extrémní klimatické podmínky, období pracovního volna).

D.2.5 Energetický management: TUV

Provádění energetického managementu systému TUV spočívá v následujících jednorázových nebo opakovaných činnostech:

- kontrolovat teplotu TUV na výtoku;
- kontrolovat stav výtokových armatur (úky, těsnění);
- prověřovat hodnoty měrných spotřeb tepelné energie pro přípravu TUV proti nejvyšším povoleným limitům daným vyhláškou 194/2007 Sb.

D.2.6 Kontrola tepelné izolace vnitřních rozvodů

Je doporučena občasná kontrola tepelné izolace vnitřních rozvodů ÚT v neotápěných prostorech a rozvodů ÚT po celé jejich délce. V případě zjištění poškozené izolace je doporučena oprava pro uvedení do stavu v souladu s vyhláškou 193/2007 Sb. Postup výpočtu tloušťky izolace na základě použitého izolačního materiálu je uveden v § 5 předmětné vyhlášky.



D.3. Středněnákladová opatření

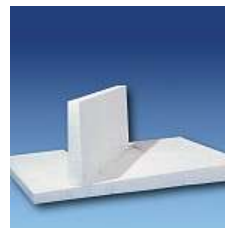
D.3.1 Zateplení ploché střechy

Zlepšení tepelně izolačních vlastností střechy je možném provést dvěma způsoby.

Jednoplášťová střecha

Za předpokladu, že objekt netrpí poruchami hydroizolačních vrstev a že tyto jsou vyhovující a funkční, je možné provést následující opatření:

- zateplení tepelnou izolací – polystyrénové špalíky nebo polystyrénové desky;
- nadezdění atiky;
- nové oplechování atiky;
- přeložení hromosvodu a úprava vpustí.



Dvouplášťová střecha

Zateplení ploché střechy lze také provést vytvořením *dvouplášťové střechy*. Tento způsob je finančně náročnější, ale vlastník objektu se zbaví problémů s nefunkční hydroizolací. V tomto případě je třeba provést:

- zateplení stávající střechy polystyrénem
- konstrukce druhého pláště

Potřebná tloušťka tepelné izolace bude stanovena níže.

Investiční náklady

Vzhledem k tomu, že pro daný případ je vhodnější varianta zateplení jednoplášťové střechy, bude kalkulována cena pro toto opatření:

Jednotková cena těchto prací a materiálu činí	1 250,- Kč/m² bez DPH
	1 500,- Kč/m² s DPH.

Rozsah opatření

Opatření zahrnuje zateplení plochých střech bloku A2. Jako tepelná izolace byl zvolen klasický pěnový polystyren EPS.

Nové parametry aplikované v úsporném opatření

Pro předmětné úsporné opatření aplikujeme následující hodnoty jednotlivých parametrů.

- náklady na realizaci úsporného opatření byly sníženy na 70% - viz kap.C.5. Snížení nákladů přehledně zobrazuje tabulka uvedená níže;
- zlepšily se tepelně technické vlastnosti tak, že konstrukce střechy splňuje **požadovanou hodnotu** součinitele prostupu tepla U danou normou ČSN 73 0540-2 (2007), a to **$U \leq 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$** . **Požadovaná hodnota** je dosažena instalací tohoto tepelně izolačního materiálu:
 - EPS 150 tepelná vodivost $\lambda = 0,038 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ **$d = 120 \text{ mm}$**

Nová potřeba tepla

V důsledku provedeného úsporného opatření budou energetické a finanční bilance pro výše popsané podmínky výpočtu následující.

Stav realizace	Potřeba tepla	Náklady na teplo	Úspora tepla		Úsp. pr. nákl.	Výsledná úspora	Hodnota pův. stavu
	[GJ/a]	[Kč/a]	[GJ/a]	[Kč/a]	[Kč]	[Kč]	[%]
Současný stav	3 210	1 765 597	---	---	---	---	100
Zateplení ploché střechy	3 053	1 678 993	157	86 604	0	86 604	95

Ekonomické údaje

Tabulka přehledně uvádí základní ekonomické a finanční údaje.

Plocha střechy	Jednotková cena	Celkové náklady	Snížené náklady	Úspora za rok	Prostá návratnost
	Kč	Kč	Kč	Kč/a	roky
1 435	1 500	2 152 500	2 152 500	86 604	24,9

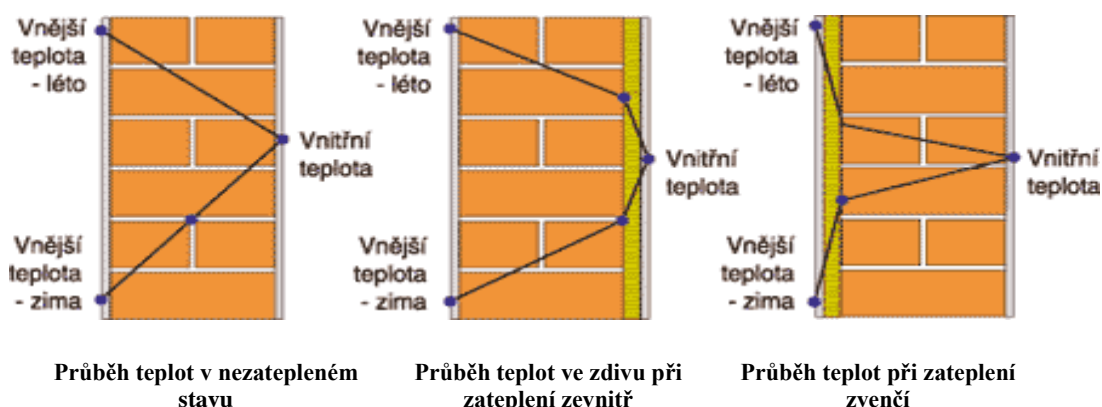
Analyzované úsporné opatření **je možné** z hlediska prosté návratnosti doporučit.

D.4. Vysokonákladová opatření

D.4.1 Tepelné izolace vnějších svislých konstrukcí

Zateplení obvodových stěn z vnější strany

Vnější zateplovací systémy jsou nejčastějším způsobem tepelné izolace objektů. Jejich obrovskou výhodou je celistvost tepelně izolační vrstvy. Izolace chrání objekt jako celek, nejen jeho oddělené části. Použitím vnějšího zateplovacího systému se také podstatnou měrou snižuje namáhání obvodové konstrukce - zejména jejich spojů - výkyvy teplot a povětrnostními vlivy. Pro trvalé obývání je také důležité zachování masivního zdiva uvnitř izolačního systému, což zaručuje dostatečnou tepelnou setrvačnost vnitřního prostoru.



Způsoby vnějšího zateplení

Zateplení z vnější strany se provádí většinou formou *kontaktních zateplovacích systémů - ETICS*.

Kontaktní zateplovací systémy tvoří jednotlivý celek jednotlivých vrstev systému. Tepelná izolace působí v tomto případě jako nosný prvek povrchových vrstev. Povrch fasády tvoří většinou omítka, v ojedinělých případech lepený obklad.

Fasádní kontaktní zateplovací systémy se dodávají v různých tloušťkách. Běžně používané jsou od 80 do 160 mm. Součinitel tepelné vodivosti je určen vlastnostmi polystyrenu nebo minerální vlny:

- | | | |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| • polystyrenové desky | tepelná vodivost λ | 0,038 - 0,043 W/(m.K) |
| • minerální vlna | tepelná vodivost λ | 0,039 - 0,042 W/(m.K). |

Požární bezpečnost

Nad bezpečnostní kótu (výška objektu 22,5 m) nelze používat z důvodu hořlavosti polystyrenové fasádní desky, ale pouze desky z minerálních vláken.



Investiční náklady

Jednotková cena těchto prací a materiálu činí:

2 066,- Kč/m² bez DPH

2 479,- Kč/m² s DPH.

Rozsah opatření

Opatření zahrnuje zateplení fasády objektu včetně zateplení soklu budovy.

Nové parametry aplikované v úsporném opatření

Pro předmětné úsporné opatření aplikujeme následující hodnoty jednotlivých parametrů.

V důsledku zateplení fasády se:

- náklady na realizaci úsporného opatření byly sníženy na 70% - viz kap.C.5.2. Snížení nákladů přehledně zobrazuje tabulka uvedená níže;
- byla snížena hodnota vlivu tepelných mostů na celkové ztráty prostupem;
- zlepšily se tepelně technické vlastnosti tak, že svislá obvodová konstrukce splňuje **doporučenou hodnotu** součinitele prostupu tepla danou normou ČSN 73 0540-2 (2007), a to **$U \leq 0,25 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$** . **Doporučená hodnota** je dosažena instalací tohoto tepelně izolačního materiálu:
- EPS-F 70 tepelná vodivost $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$ **$d = 120 \text{ mm}$**

Nová potřeba tepla

V důsledku provedeného úsporného opatření budou energetické a finanční bilance pro výše popsané podmínky výpočtu následující.

Stav realizace	Potřeba tepla	Náklady na teplo	Úspora tepla		Úsp. pr. nákl.	Výsledná úspora	Hodnota pův. stavu
	[GJ/a]	[Kč/a]	[GJ/a]	[Kč/a]	[Kč]	[Kč]	[%]
Současný stav	3 210	1 765 597	---	---	---	---	100
Zateplení fasády	2 182	1 199 878	1 029	565 718	0	565 718	68

Ekonomické údaje

Tabulka přehledně uvádí základní ekonomické a finanční údaje.

Plocha fasády	Jednotková cena	Celkové náklady	Snížené náklady	Úspora za rok	Prostá návratnost
	Kč	Kč	Kč	Kč/a	roky
2 123	2 479	5 262 595	5 262 595	565 718	9,3

Analyzované úsporné opatření **je možné** z hlediska prosté návratnosti doporučit.

D.4.2 Výměna výplní stavebních otvorů

Výplněmi stavebních konstrukcí dochází často k největším ztrátám tepelné energie, a to jak prostupem (příliš vysoká hodnota součinitele prostupu tepla U), tak infiltrací v důsledku vysoké spárové průvzdušnosti.

Vlastnosti moderních konstrukcí

Moderní okenní konstrukce s vícekomorovými profily mají vynikající zvukově a tepelně izolační vlastnosti. Vyrábějí se v různých barvách a provedeních.

Jednou z možností jsou okna plastová (z důvodu ošetřování), a to dnes již většinou pětikomorová, bez plnění plynem. Použití plastových oken však není podmínkou. Energetický audit kalkuluje s vlastnostmi okna jako celku, rozhodně neurčuje materiál nebo konstrukci rámu.



Norma ČSN 73 0540-2 (2007) doporučuje pro objekty okenní a dveřní konstrukce s těmito hodnotami součinitele prostupu tepla U :

Konstrukce	Hodnota U_N [W/(m ² .K)]	
	Požadovaná	Doporučená
okna, dveře a jiné výplně	1,70	1,20

Poznámky k instalaci

Postupnou realizaci (nejdříve výměnu oken a pak zateplení) nedoporučujeme, neboť tento způsob sebou přináší výrazně vyšší náklady. Další podstatný důvod spočívá ve zhoršených vlastnostech obytného prostředí. Při výměně oken za nová dojde ke snížení spárové průvzdušnosti a tedy vyššímu utěsnění domu. Sníží se difúze vodních par do vnějšího prostředí. Pokud nebude současně objekt zateplen, bude na vnitřním povrchu chladných vnějších stěn docházet k povrchové kondenzaci vodní páry a následnému výskytu plísní.

Investiční náklady

Jednotková cena těchto prací a materiálu činí:

4 971,- Kč/m² bez DPH

5 965,- Kč/m² s DPH.

Rozsah opatření

Opatření spočívá v instalaci nových moderních oken s nízkou spárovou průvzdušností a s nízkou hodnotou měrného prostupu tepla do všech stavebních otvorů, kde jsou původní výplně.

Podmínky výpočtu

Výpočet předpokládané potřeby tepelné energie a dalších parametrů úsporného opatření bude proveden za těchto podmínek a předpokladů:

- náklady na realizaci úsporného opatření byly sníženy na 70% - viz'kap.C.5. Snížení nákladů přehledně zobrazuje tabulka uvedená níže;
- na objektu nebylo dosud provedeno jiné zlepšení jeho tepelně izolačních vlastností;
- se v důsledku výměny oken snížila hodnota intenzity výměny vzduchu ve všech zónách;
- zlepšily se tepelně technické vlastnosti tak, že výplně otvorů splňují **doporučenou hodnotu** součinitele prostupu tepla danou normou ČSN 73 0540-2 (2007), a to **$U \leq 1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$** .

Doporučená hodnota je dosažena instalací tohoto tepelně izolačního materiálu:

- plastový (dřevěný) izolační rám, dvojsklo s pokovenou vrstvou, výplň dutiny argonem, překrytí části rámu izolací **$U \leq 1,2 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$**

Nová potřeba tepla

V důsledku provedeného úsporného opatření budou energetické a finanční bilance pro výše popsané podmínky výpočtu následující.

Stav realizace	Potřeba tepla	Náklady na teplo	Úspora tepla		Úsp. pr. nákl.	Výsledná úspora	Hodnota pův. stavu
	[GJ/a]	[Kč/a]	[GJ/a]	[Kč/a]	[Kč]	[Kč]	[%]
Současný stav	3 210	1 765 597	---	---	---	---	100
Výměna oken a dveří	2 199	1 209 397	1 011	556 200	0	556 200	68

Ekonomické údaje

Tabulka přehledně uvádí základní ekonomické a finanční údaje.

Plocha oken	Jednotková cena	Celkové náklady	Snížené náklady	Úspora za rok	Prostá návratnost
	Kč	Kč	Kč	Kč/a	roky
1 109	5 965	6 615 664	6 615 664	556 200	11,9

Analyzované úsporné opatření **je možné** z hlediska prosté návratnosti doporučit.

D.4.3 Vynucená opatření

Budou-li provedena výše uvedená vysokonákladová úsporná opatření, dojde k razantnímu snížení potřeby tepelné energie pro vytápění. V důsledku toho bude nezbytné provést revizi způsobu provozu otopného systému, jakož i technických vlastností systému samotného. Bude tak nezbytné:

- posoudit instalované výkony otopných těles v každé místnosti;
- přepočítat hydrauliku otopného systému;
- revidovat nastavení topné křivky ekvitermní regulace;
- snížit náběhovou teplotu topné vody.

Tato opatření si mohou vynutit drobné úpravy na technických zařízeních. Jejich finanční náročnost je však proti nákladům na zateplení nebo výměnu oken nepodstatná.

D.5. Obnovitelné zdroje energie

D.5.1 Přehled OZE

Obnovitelné zdroje energie vymezuje vyhláška 214/2001 Sb.

OZE pro výrobu elektřiny

Obnovitelnými zdroji pro výrobu elektřiny jsou:

- vodní energie v zařízeních do 10 MW_{el};
- sluneční energie;
- větrná energie;
- biomasa v zařízeních do 5 MW_{el};
- bioplyn;
- palivové články;
- geotermální energie.

OZE pro výrobu tepelné energie

Obnovitelnými zdroji pro výrobu tepelné energie jsou:

- sluneční energie;
- geotermální energie;
- biomasa v zařízeních do 5 MW_t;
- bioplyn;
- palivové články.

D.5.2 Podmínky využitelnosti OZE

Pro účely analýzy shrneme obnovitelné zdroje do společné tabulky. U každého zdroje stručně uvedeme, za jakých podmínek je využitelný. Zejména tedy uvedeme nejvíce omezující kritéria.

OZE	Podmínky využitelnosti
vodní energie	blízkost řeky s trvalým dostatečným spádem a průtokem (průtok 1 m ³ /s na spádu 1 m poskytne výkon asi 7 kW)
sluneční energie	dostatečná plocha pro kolektory (hustota toku sluneční energie je max. 1 kW/m ²) nejvyšší výkony jsou k dispozici v letních měsících
větrná energie	dostatečně stabilní a vysoká rychlost vanoucích větrů (5 až 10 m/s) dostatečná vzdálenost od lidských sídlišť (hluk, odlétající námraza)
geotermální energie	existence zdroje geotermální energie
biomasa	zdroj biomasy možnost instalace technologie, která emituje hluk a spaliny
bioplyn	zdroj biomasy možnost instalace technologie, která emituje hluk a spaliny
palivové články	vysoká cena investic nerozvinutý trh s technologiemi

D.5.3 Instalace plochých solárních kolektorů

Použití

Ploché sluneční kolektory jsou vysoce účinná zařízení pro fototermickou přeměnu slunečního záření na teplo vhodné k přímému využití spotřebitelem. Používají se především na přípravu teplé užitkové vody, přitápění, ohřev bazénů a technologické účely.

Jsou určeny pro celoroční provoz, proto pracují s odděleným primárním solárním okruhem plněným nemrznoucí kapalinou. Ve spojení s příslušnými upevňovacími soupravami je možná samostatná montáž i montáž několika kolektorů vedle sebe.



Princip

Solární kolektory přeměňují sluneční záření na teplo, které je pomocí kapaliny nebo vzduchu odváděno do místa okamžité spotřeby, nebo se akumuluje v zásobníku. Při dostatečném slunečním svitu dojde k ohřátí absorbéru a také k ohřátí čidla, které je umístěno na absorbéru blízko výstupu. Při teplotě kolektoru vyšší než je teplota v daném sledovaném okruhu o nastavenou diferenci na regulátoru, dojde k automatickému zapojení cirkulačního obvodu pomocí oběhového čerpadla primárního okruhu. V automatické je prioritní diference teplot, aby slunce mohlo vždy jen topit.

Systém automaticky, při teplotě v kolektoru vyšší než je momentální teplota vody v zásobníku, zapíná oběhové čerpadlo, a dopravuje teplo z kolektorů do zásobníku TUV do akumulace nebo přímo do otopného systému.

Schéma příkladu zapojení solární soustavy – ohřev teplé vody



Montáž

Montáž solárních kolektorů (dále jen SK) by měla být prováděna za nízkého slunečního záření nebo pod mrakem. Zásadně by se měly SK osazovat na střechu až po zapojení a utěsnění všech spojů nebo po připojení primárního okruhu tak, aby v případě slunečního záření mohl systém ihned fungovat. V opačném případě je nutné kolektory zakrýt.

Obsluhu SK na střeše po jejich zakotvení již nesmí provádět provozovatel. Nastavení je definitivní. Při jakýchkoliv pochybnostech se provozovatel obrací na montážní firmu, na servis či přímo na dodavatele solárního systému.

Zapojení solárních regulátorů a oběhového čerpadla musí být provedeno podle ČSN 33 21 80 – Připojování el. přístrojů a spotřebičů.

Nastavení solárního regulátoru je provedeno na určitou tepelnou diferenci, pomocí samotného regulátoru. Tímto nastavením bude regulátor spínat oběhové čerpadlo při teplotě v kolektorech vyšší o nastavenou diferenci než je teplota vody v zásobníku TUV nebo v akumulární nádobě.

Podmínky provozu a údržba

Zařízení nevyžaduje stálý dohled, pouze zpočátku kontrolu a dotažení spojů, kontrolu manometru a těsnění. Při vlhnutí spojů se spoje dotáhnou nebo se kontaktuje servis.

Pravidelně 1x za rok je třeba provést zkoušku průchodnosti pojistného ventilu rychlým pootočením ve směru šipky, nejlépe na jaře a za studena. Více ve statí o závadách, která by měla být dodávána montážní firmou.

Revize elektrických rozvodů se provádí podle místních poměrů ve smyslu příslušných platných norem.

!! Doporučení energetického auditora !!

Vzhledem k nevyhovujícím tepelně technickým vlastnostem stávající skladby střechy doporučujeme před instalací solárních kolektorů zateplení střešního pláště.

Dále je nutné posouzení statika.

D.5.3.1 Výpočet množství energie zachycené solárními kolektory

Pro optimalizaci opatření byl zvolen modelový případ s jižní orientací, lokalita Brno, kdy bylo navrženo 100 ks solárních kolektorů o celkové ploše **180 m² účinné plochy** solárních kolektorů s **úhlem sklonu od vodorovné roviny 45° a jižní orientací**. Výsledky výpočtu jsou uvedeny v následující tabulce:

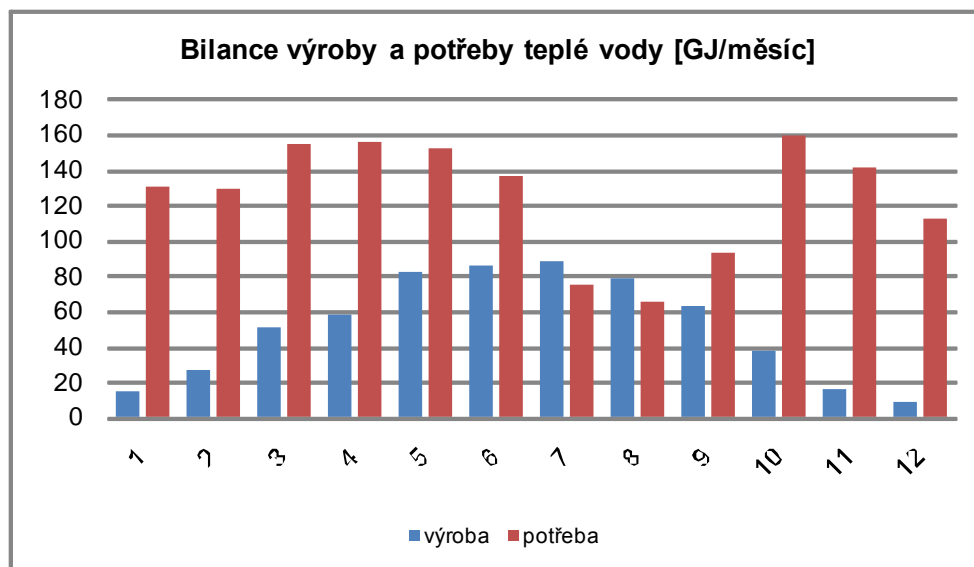
45° JIH +/- 0°														
	$Q_{s,den,teor}$	t_p	$Q_{D,den}$	$1-t_p$	$Q_{s,den}$	n	$Q_{s,měs}$	t_v	I_s	(t_a-t_v)	η	$Q_{k,den}$	$Q_{k,měsíc}$	$Q_{k,měsíc}$
	kWh/m ²	(-)	kWh/m ²	(-)	kWh/m ²		kWh/m ²	°C	W/m ²	°C		kWh/m ²	kWh/m ²	MJ
Leden	3,40	0,18	0,48	0,82	1,01	31	31,17	1,7	412	28,3	0,73	0,73	22,61	14 650
Únor	4,96	0,31	0,69	0,69	2,01	28	56,38	2,8	490	32,2	0,74	1,48	41,56	26 933
Březen	6,70	0,38	0,97	0,62	3,15	31	97,57	7,0	558	28,0	0,80	2,52	77,99	50 535
Duben	8,06	0,39	1,22	0,61	3,89	30	116,63	12,0	580	33,0	0,77	3,00	90,09	58 375
Květen	9,42	0,48	1,40	0,52	5,25	31	162,74	17,2	600	32,8	0,78	4,10	127,15	82 395
Červen	9,64	0,53	1,45	0,47	5,79	30	173,72	20,2	590	34,8	0,76	4,42	132,73	86 012
Červenec	9,42	0,56	1,40	0,44	5,89	31	182,63	22,1	600	37,9	0,75	4,40	136,48	88 441
Srpen	8,06	0,53	1,22	0,47	4,85	31	150,20	21,8	580	28,2	0,81	3,90	120,99	78 401
Září	6,70	0,50	0,97	0,50	3,84	30	115,05	18,5	558	21,5	0,85	3,24	97,32	63 062
Říjen	4,96	0,37	0,69	0,63	2,27	31	70,37	13,1	490	21,9	0,82	1,86	57,79	37 446
Listopad	3,40	0,23	0,48	0,77	1,15	30	34,55	7,7	412	27,3	0,73	0,85	25,39	16 453
Prosinec	2,70	0,12	0,40	0,88	0,68	31	20,96	3,5	344	26,5	0,69	0,47	14,50	9 395
Celkem													945	612 099

Množství energie zachycené SK při sklonu 45° a cca 180 m² účinné plochy

Pro účely orientačního návrhu solárních kolektorů bylo nutné rozdělit spotřebu TUV do jednotlivých měsíců dle charakteru provozu areálu – prostřední sloupec následující tabulky. Jedná se však o odhad nutný pro zhodnocení úsporného opatření, který může být mírně odlišný od skutečných měsíčních spotřeb. Ty jsou sice měřeny, ale jen množství spotřebované TUV v m³, potřeba tepelné energie v GJ na její přípravu však může být mírně odlišná.

orientace jih, sklon 45°			
Období	výroba	potřeba	rozdíl
	GJ	GJ	GJ
Leden	14,7	130,8	-116,1
Únor	26,9	129,0	-102,1
Březen	50,5	155,0	-104,5
Duben	58,4	156,0	-97,6
Květen	82,4	152,0	-69,6
Červen	86,0	137,0	-51,0
Červenec	88,4	75,0	13,4
Srpen	78,4	66,0	12,4
Září	63,1	93,0	-29,9
Říjen	37,4	160,0	-122,6
Listopad	16,5	142,0	-125,5
Prosinec	9,4	112,0	-102,6
Celkem	612,1	1507,8	-895,7

Bilance toků tepelné energie je přehledně znázorněna v grafu níže.



Poznámka: Množství tepla vyrobeného solárními kolektory pro přípravu TUV by nemělo být vyšší než spotřeba tepelné energie pro přípravu TUV, zejména v letních měsících.

D.5.3.2 Investiční náklady instalace plochých solárních kolektorů

Náklady na pořízení solárního systému **musí být kalkulovány a konzultovány realizační firmou** provozovatelem objektu a vycházet z projektové dokumentace.

Následující **výše investice je pouze orientační** a vychází ze skutečně realizovaných solárních systémů. V ceně již zahrnujeme nejen cenu za vlastní solární kolektory (180 m²), ale i ceny za ostatní nezbytné položky solárního systému, jako rozvody potrubí, armatury, akumulční nádrž apod.

Odhadovaná cena soustavy (vč. DPH):

5 400 000,- Kč

D.5.3.3 Výpočet úspor a nákladů – solární zařízení pro přípravu teplé vody

Rozsah opatření

Opatření zahrnuje montáž solárního zařízení (solárních kolektorů, výměníků tepla a zásobníkových nádrží) pro přípravu teplé vody.

Nová potřeba tepla

Následující tabulka zobrazuje konkrétní energetické přínosy solární soustavy a jejich vliv na výslednou potřebu tepla na ohřev TUV, která je nyní kryta stávajícím plynovým kotlem.

orientace jih, sklon 45°			
Období	výroba GJ	potřeba GJ	potřeba GJ
Leden	14,7	130,8	116,1
Únor	26,9	129,0	102,1
Březen	50,5	155,0	104,5
Duben	58,4	156,0	97,6
Květen	82,4	152,0	69,6
Červen	86,0	137,0	51,0
Červenec	88,4	75,0	-13,4
Srpen	78,4	66,0	-12,4
Září	63,1	93,0	29,9
Říjen	37,4	160,0	122,6
Listopad	16,5	142,0	125,5
Prosinec	9,4	112,0	102,6
Celkem	612,1	1507,8	895,7

Následující tabulka shrnuje potřebu tepla na ohřev TUV, kterou je nutno dodat ze stávajícího plynového zdroje.

Jednotková cena tepla výhledově činí cca 550 Kč/GJ (bez DPH).

Stav realizace	Potřeba tepla	Náklady na teplo	Úspora tepla pro přípravu TUV		Hodnota pův. stavu
	[GJ/a]	[Kč/a]	[GJ/a]	[Kč/a]	[%]
Současný stav	1 508	829 290	---	---	100
Solární kolektory	896	492 636	612	336 654	59

Ekonomické údaje

Tabulka přehledně uvádí základní ekonomické a finanční údaje.

Počet kolektorů	Jednotk. cena	Celkové náklady	Snížené náklady	Úspora za rok	Prostá návratnost
	Kč	Kč	Kč	Kč/a	roky
90	60 000	5 400 000	0	336 654	16,0

Analyzované úsporné opatření **je možné** z hlediska prosté návratnosti doporučit.

D.5.4 Využitelnost OZE v předmětu auditu

V předmětu auditu není většina obnovitelných zdrojů využitelná. Konkrétní důvody jsou uvedeny v přehledné tabulce.

OZE	Problémy využitelnosti
vodní energie	není k dispozici zdroj proudící vody s trvalým dostatečným spádem a průtokem
sluneční energie	Instalace slunečních kolektorů je možná, avšak vzhledem k charakteru provozu a využití objektu ji nedoporučujeme.
větrná energie	dostatečně intenzivní a stabilní větry v lokalitě nevanou lokalita nevhodná pro montáž technologie
geotermální energie	neexistence zdroje geotermální energie
biomasa	nemožnost instalace technologie, která emituje hluk a spaliny
bioplyn	nemožnost instalace technologie, která emituje hluk a spaliny
palivové články	nerozvinutý trh s technologiemi

V předmětu energetického auditu tedy nelze doporučit využití žádného obnovitelného zdroje energie.

D.6. Přehled všech opatření

V této podkapitole uvádíme stručné přehledové tabulky výše uvedených opatření. Výpočet souboru opatření byl již proveden pro řešené budovy jako celek – dílicí údaje všech otápaných zón byly tedy sečteny.

Vysvětlení pojmů použitých dále v textu:

- **Současný stav** stav, jak byl zjištěn z dokumentace a prohlídek;
- **Výměna oken** stav po výměně okenních a dveřních konstrukcí;
- **Zateplení fasády** stav po zateplení obvodového pláště;
- **Zateplení ploché střechy** stav po zateplení ploché střechy;

Nová potřeba tepla

Stav realizace	Potřeba energií [GJ/rok]	Náklady na energii [Kč]	Výsledná úspora [Kč/a]	Hodnota pův. stavu [%]
Současný stav	3 210	1 765 597	---	100
Výměna oken a dveří	2 199	1 209 397	556 200	68
Zateplení fasády	2 182	1 199 878	565 718	68
Zateplení ploché střechy	3 053	1 678 993	86 604	95

Ekonomické údaje

Opatření	Investice bez zanedbané údržby	Úspora za rok	Prostá návratnost
	Kč	Kč/a	roky
Výměna oken a dveří	6 615 664	556 200	11,9
Zateplení fasády	5 262 595	565 718	9,3
Zateplení ploché střechy	2 152 500	86 604	24,9

D.6.1 Hodnocené varianty

Z dosud získaných výsledků jednotlivých opatření nyní sestavíme dvě varianty, které budou dále podrobně zkalkulovány i z hledisek dopadu do životního prostředí a z hledisek ekonomických. Bude pro ně sestavena i upravená energetická bilance.

VARIANTA A – NÍZKÁ INVESTICE

Varianta A je tvořena opatřeními, která jsou v současné chvíli možná. Varianta přitom nebere ohled na požadavky dotačních titulů.

VARIANTA A:		NÍZKÁ INVESTICE		
- realizovaná opatření -				
Výměna oken a dveří				
- úspora energie na vytápění -				
Nová potřeba energie	Původní potřeba energie	Náklady na vytápění	Úspora nákladů na vytápění	Hodnota původního stavu
[GJ/rok]	[GJ/rok]	[Kč/rok]	[Kč/rok]	[%]
2 199	3 210	1 209 397	556 200	68
- finanční a ekonomické údaje varianty -				
Celkové náklady na realizaci	Náklady na realizaci snížené o zanedbanou údržbu	Úspora nákladů na vytápění	Prostá návratnost varianty	
[Kč]	[Kč]	[Kč/rok]	[roky]	
6 615 664	6 615 664	556 200	11,9	

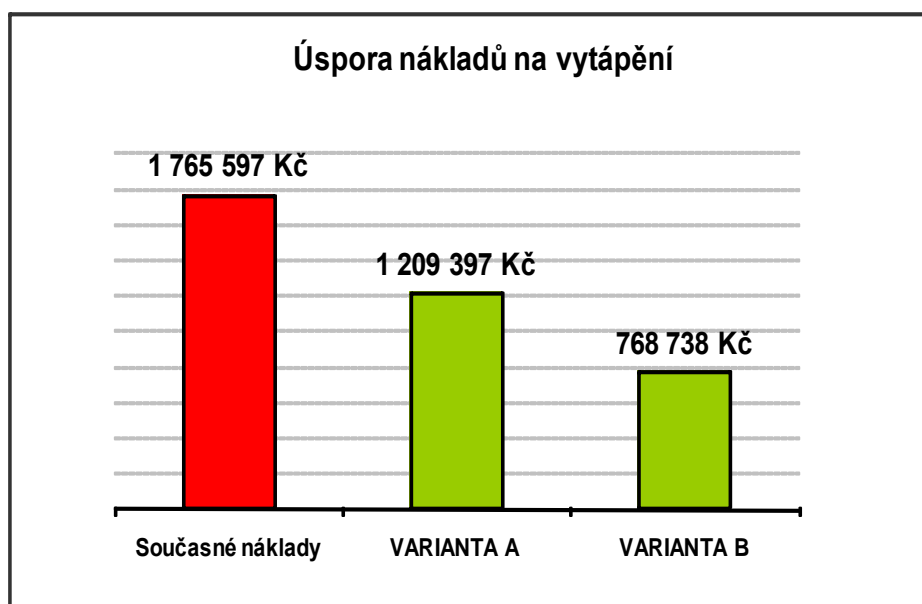
D.5.7 VARIANTA B – OPTIMÁLNÍ

Do varianty B byla zahrnuta opatření, na která je možné získat finanční podporu. Zároveň však bylo přihlédnuto k ekonomické a energetické výhodnosti tohoto opatření.

VARIANTA B:		OPTIMÁLNÍ		
- realizovaná opatření -				
Výměna oken a dveří				
Zateplení fasády				
- úspora energie na vytápění -				
Nová potřeba energie	Původní potřeba energie	Nové náklady na vytápění	Úspora nákladů na vytápění	Hodnota původního stavu
[GJ/rok]	[GJ/rok]	[Kč/rok]	[Kč/rok]	[%]
1 398	3 210	768 738	996 859	44
- finanční a ekonomické údaje varianty -				
Celkové náklady na realizaci	Náklady na realizaci snížené o zanedbanou údržbu	Úspora nákladů na vytápění	Prostá návratnost varianty	
[Kč]	[Kč]	[Kč/rok]	[roky]	
11 878 259	11 878 259	996 859	11,9	

D.5.8 Graf úspor nákladů na vytápění

Následující graf přehledně shrnuje možné finanční úspory nákladů na vytápění po realizaci navržených variant.



D.7. Upravená energetická bilance

V tabulkách jsou uvedeny upravené energetické bilance pro dvě vybrané varianty.

D.6.1 Tabulka T5A: VARIANTA A

Energetická bilance předmětu auditu - Varianta A Sestaveno pro průměrný klimatický rok					T5 _A
		PŘED		PO	
ř.	Ukazatel	GJ/a	tis. Kč/a	GJ/a	tis. Kč/a
1	Vstupy paliv a energie	5 606	3 237	4 595	2 681
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	5 606	3 237	4 595	2 681
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	5 606	3 237	4 595	2 681
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	458	458	314	327
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř. 5)	4 260	2 091	3 393	1 665
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	888	688	888	688

D.6.2 Tabulka T5B: VARIANTA B

Energetická bilance předmětu auditu - Varianta B Sestaveno pro průměrný klimatický rok					T5 _B
		PŘED		PO	
ř.	Ukazatel	GJ/a	tis. Kč/a	GJ/a	tis. Kč/a
1	Vstupy paliv a energie	5 606	3 237	3 794	2 240
2	Změna zásob paliv	0	0	0	0
3	Spotřeba paliv a energie	5 606	3 237	3 794	2 240
4	Prodej energie cizím	0	0	0	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu (ř.3 - ř.4)	5 606	3 237	3 794	2 240
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech (z ř. 5)	458	458	199	224
7	Spotřeba energie na vytápění a TUV (z ř. 5)	4 260	2 091	2 706	1 328
8	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	888	688	888	688

E. EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V této kapitole představíme výsledky ekonomického hodnocení dvou variant úsporných opatření.

E.1. Způsoby výpočtu ekonomického vyhodnocení

E.1.1 Kritéria používaná vyhláškou

Základními parametry používanými vyhláškou 213/2001 Sb. jsou:

- prostá doba návratnosti;
- reálná doba návratnosti;
- čistá současná hodnota NPV (z anglického *Net Present Value*);
- vnitřní výnosové procento IRR (z anglického *Internal Rate of Return*).

Prostá doba návratnosti nebo doba splacení investice, je rovna

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

kde IN jsou investiční výdaje projektu
 CF roční přínosy projektu (cash-flow, změna peněžních toků).

Reálná doba návratnosti při uvažování diskontní sazby T_{sd} se vypočte z podmínky

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

kde CF_t roční přínosy projektu
 r diskont
 $(1+r)^{-t}$ odúročitel.

Čistá současná hodnota (NPV) je rovna

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

kde T_z doba životnosti (hodnocení) projektu.

Vnitřní výnosové procento (IRR) se vypočte z podmínky

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

E.1.2 Podmínky doporučení

Aby bylo možné variantu úsporných opatření doporučit, je nutné, aby splňovala následující podmínky (ve skutečnosti je možností více):

- reálná doba návratnosti musí být kratší, než je technická a morální doba života použitých technických prostředků;
- čistá současná hodnota musí být kladná, přičemž její absolutní hodnota nesmí být vzhledem k výši investic nesrovnatelná;
- vnitřní výnosové procento musí být dostatečně vysoké, vyšší než je použitá hodnota diskontní míry.

E.2. Ekonomické hodnocení

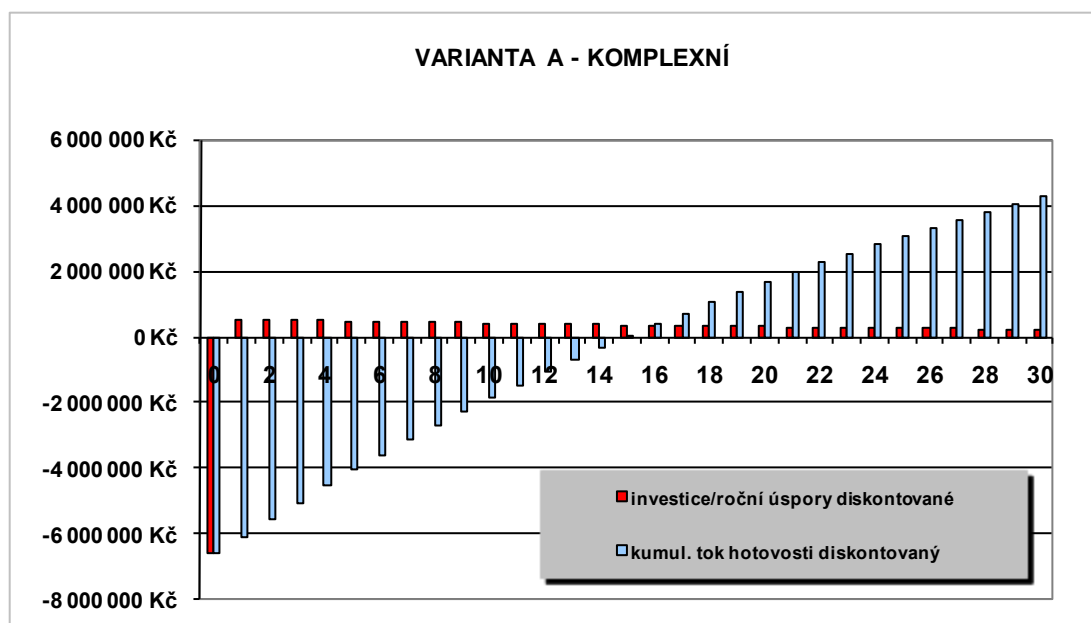
E.2.1 VARIANTA A – KOMPLEXNÍ

Opatření, která byla realizována v této variantě jsou popsána a finančně zkalkulována v kap.**D.5.6.**

Ekonomické údaje

Investiční výdaje: cena plná	6 615 664
Investiční výdaje: cena snižená o zanedbanou údržbu	6 615 664
Roční úspory energií: změna nákladů	556 200
Změna ostatních provozních nákladů	0
Přínosy projektu celkem	556 200
Doba hodnocení	30
Diskontní míra	3%
Roční úspory diskontované	540 000
Doba návratnosti prostá	11,9
Doba návratnosti reálná	15,0
Čistá současná hodnota NPV	4 161 262
Vnitřní výnosové procento IRR	7,4%

Graf toku hotovosti



Komentář

Předmětnou variantu z ekonomického hlediska hodnocení **doporučujeme**.

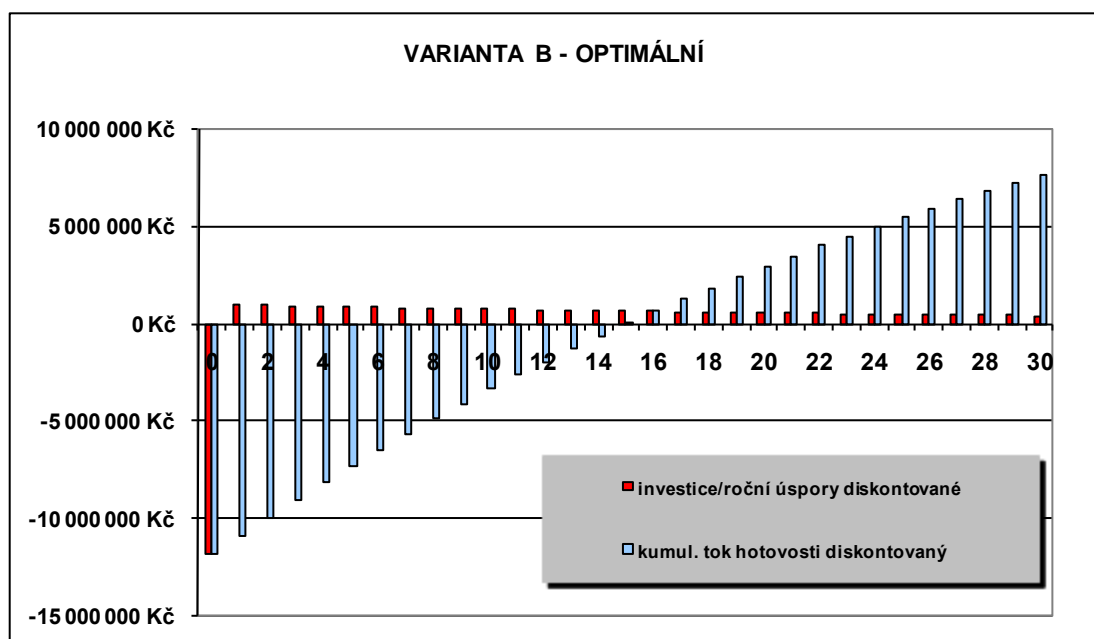
E.2.2 VARIANTA B – OPTIMÁLNÍ

Opatření, která byla realizována v této variantě jsou popsána a finančně zkalkulována v kap.**D.5.7**.

Ekonomické údaje

Investiční výdaje: cena plná	11 878 259
Investiční výdaje: cena snižená o zanedbanou údržbu	11 878 259
Roční úspory energií: změna nákladů	996 859
Změna ostatních provozních nákladů	0
Přínosy projektu celkem	996 859
Doba hodnocení	30
Diskontní míra	3%
Roční úspory diskontované	967 824
Doba návratnosti prostá	11,9
Doba návratnosti reálná	15,0
Čistá současná hodnota NPV	7 437 488
Vnitřní výnosové procento IRR	7,4%

Graf toku hotovosti



Komentář

Předmětnou variantu z ekonomického hlediska hodnocení **doporučujeme**.

E.3. Výběr doporučené varianty

E.3.1 Výklad legislativy

Možná kritéria

Stanovíme nyní na základě zjištěných výsledků optimální variantu úsporných opatření. V této souvislosti je nezbytné zdůraznit, že vyhláška 213/2001 Sb. o náležitostech energetického auditu nestanovuje žádná kritéria pro výběr doporučené varianty a ani nestanovuje kritéria pro určení pořadí realizovaných opatření.

Vzhledem k tomu, že energetický audit je zhotoven především za účelem získání dotace z **Operačního programu Životní prostředí** bude vybrána varianta, která je v souladu s podmínkami tohoto programu. Níže uvedená kritéria jsou však také zohledněna.

Váha kritérií

Při výběru optimální varianty postupujeme takto (v naznačeném pořadí):

- vybrali jsme taková úsporná opatření do varianty A a B, která byla schopna zabezpečit znatelné energetické úspory (nikoliv však nutně největší);
- mezi takto vybranými opatřeními vybereme taková, která jsou technicky a ekonomicky průchodná, a to alespoň z hlediska prosté návratnosti;
- pro obě varianty A i B propočteme vliv na životní prostředí, vybrána bude taková varianta, která bude mít výrazně pozitivní dopad na životní prostředí (především snížením emisí CO₂);
- doporučíme k realizaci jednu ze dvou navržených variant.

E.3.2 Doporučená varianta

Jako doporučená varianta úsporných opatření byl vybrán soubor obsažený ve Variantě B.

Doporučená varianta má následující základní ekonomické parametry.

Doporučená varianta:	B		
Kalkulované úspory energií	1 812	GJ/a	
Kalkulované úspory nákladů na energie	996 859	Kč/a	
Investiční náklady, snížené	11 878 259	Kč	
Doba života projektu	30	roků	
Prostá návratnost	11,9	roků	
Reálná návratnost	15,0	roků	

F. VYHODNOCENÍ Z HLEDISKA OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

F.1. Výpočet množství paliva

Při výpočtu postupujeme tak, že množství tepelné energie dodané do objektu korigujeme o ztráty vnějších rozvodů tepla resp. ztráty ve zdroji, pokud je tento zdroj v daném objektu.

Výpočet množství spotřebovaného paliva				
Druh paliva: ZEMNÍ PLYN				
	Spotřeba tepla na vytápění a ohřev teplé vody	Ztráty ve zdroji a rozvodech	Konečná spotřeba paliv a energie	Množství paliva zemního plynu
	[GJ]	[GJ]	[GJ]	[tis. m ³]
Stávající stav	4 260	458	4 718	138,6
Varianta A	3 393	314	3 707	108,9
Varianta B	2 706	199	2 906	85,3

Poznámka: Počítané emise tedy nezahrnují např. elektrickou energii na osvětlení, spotřebiče atd. Vzhledem k tomu, že na daném objektu nejsou doporučena žádná opatření, která by vyvolala úsporu elektrické energie, výslednou úsporu emisí tento fakt neovlivní.

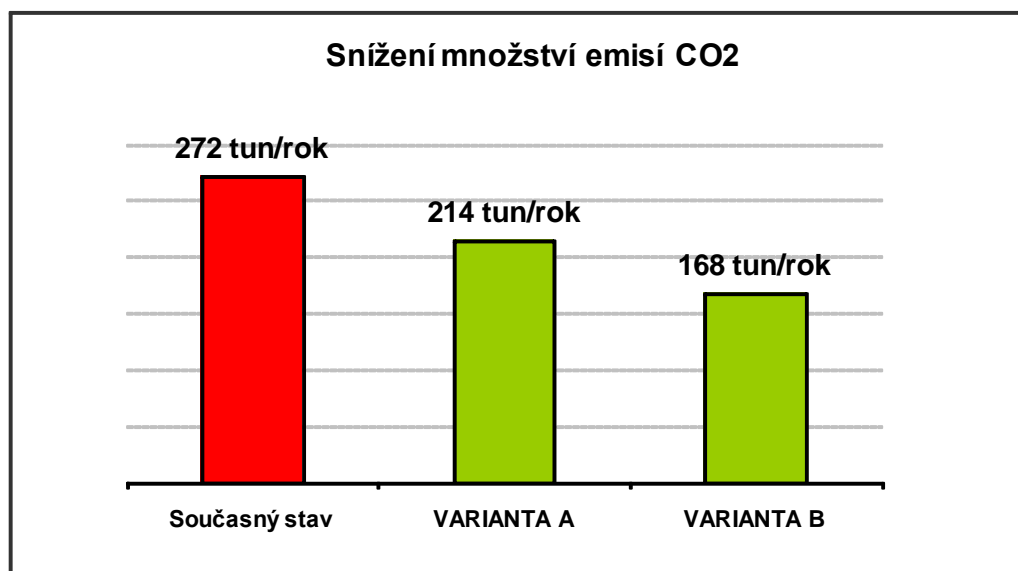
F.2. Výpočet množství polutantů

V souladu s metodikou nařízení vlády 352/2002 Sb., *kterým se stanoví emisní limity...* a s Přílohou č. 8 vyhlášky 213/2001 Sb. v platném znění byly vypočteny následující hodnoty znečišťujících látek.

Hodnoty znečišťujících látek - VARIANTA A			
Znečišťující látka	Stávající stav	Stav po realizaci	Rozdíl
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,0028	0,0022	0,0006
SO₂	0,0000	0,0000	0,0000
NO_x	0,2660	0,2090	0,0570
CO	0,0443	0,0348	0,0095
CO₂	272,17	213,83	58,34

Hodnoty znečišťujících látek - VARIANTA B			
Znečišťující látka	Stávající stav	Stav po realizaci	Rozdíl
	[t/rok]	[t/rok]	[t/rok]
Tuhé látky	0,0028	0,0017	0,0011
SO₂	0,0000	0,0000	0,0000
NO_x	0,2660	0,1638	0,1022
CO	0,0443	0,0273	0,0170
CO₂	272,17	167,61	104,56

Následující graf přehledně zobrazuje snížení množství emisí plynu CO₂.



G. VÝSTUPY ENERGETICKÉHO AUDITU

G.1. Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

G.1.1 Tepelně technické vlastnosti stavebních konstrukcí dle ČSN 73 0540-2

Souhrnné hodnocení stavebních konstrukcí jednotlivých zón je uvedeno v následujících tabulkách.

Současný stav

Součinitel prostupu tepla U - POŽADOVANÁ HODNOTA dle ČSN 73 0540-2 (2007)				
Konstrukce	A_{celkem}	U	$U_{požadované}$	Splněno
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/(m ² .K)]	
OP I nad terénem- panely T06B	2123	1,26	0,38	NE
OP II sousedící s terénem - panely T06B	405	1,26	0,45	NE
OP III sous. s nevyt. prost.- panely T06B	52	1,26	0,60	NE
OP IV soused. s blokem C2- panely T06B	187	1,26	0,75	NE
Podlaha na zemině	1435	1,73	0,45	NE
Střecha - terasa	962	0,52	0,24	NE
Střecha - nad 6.NP	473	0,39	0,24	NE
VO I - Copilitová stěna	96	2,20	1,70	NE
VO II - okna, dřevo, dvojsklo	929	2,60	1,70	NE
VO III - okna, dveře, kov, jednosklo	84	4,50	1,70	NE

Navrhovaný stav – Požadovaná hodnota

Součinitel prostupu tepla U - POŽADOVANÁ HODNOTA dle ČSN 73 0540-2 (2007)				
Konstrukce	A_{celkem}	U	$U_{požadované}$	Splněno
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/(m ² .K)]	
OP I nad terénem- panely T06B	2123	0,22	0,38	ANO
OP II sousedící s terénem - panely T06B	405	1,26	0,45	NE
OP III sous. s nevyt. prost.- panely T06B	52	1,26	0,60	NE
OP IV soused. s blokem C2- panely T06B	187	1,26	0,75	NE
Podlaha na zemině	1435	1,73	0,45	NE
Střecha - terasa	962	0,52	0,24	NE
Střecha - nad 6.NP	473	0,39	0,24	NE
VO I - plastová stěna	96	1,20	1,7	ANO
VO II - okna, plast, dvojsklo	913	1,20	1,7	ANO
VO III - okna, dveře, plast, dvojsklo	84	1,20	1,7	ANO
VO IV - hliníkový portál	15	1,30	1,7	ANO

Navrhovaný stav – Doporučená hodnota

Součinitel prostupu tepla U - DOPORUČENÁ HODNOTA dle ČSN 73 0540-2 (2007)				
Konstrukce	A_{celkem}	U	$U_{doporučené}$	Splněno
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/(m ² .K)]	
OP I nad terénem- panely T06B	2123	0,22	0,25	ANO
OP II sousedící s terénem - panely T06B	405	1,26	0,30	NE
OP III sous. s nevýt. prost.- panely T06B	52	1,26	0,40	NE
OP IV soused. s blokem C2- panely T06B	187	1,26	0,50	NE
Podlaha na zemině	1435	1,73	0,30	NE
Střecha - terasa	962	0,52	0,16	NE
Střecha - nad 6.NP	473	0,39	0,16	NE
VO I - plastová stěna	96	1,20	1,2	ANO
VO II - okna, plast, dvojsklo	913	1,20	1,2	ANO
VO III - okna, dveře, plast, dvojsklo	84	1,20	1,2	ANO
VO IV - hliníkový portál	15	1,30	1,2	NE

G.1.2 Provoz vytápění a systému TUV

Následující tabulka přehledně uvádí hlavní ukazatele a požadavky na funkci otopného systému a přípravy TUV, které jsou shrnuty ve vyhlášce 194/2007 Sb.

Požadavek vyhlášky 194/2007 Sb.	Poznámky	Plnění požadavku
- dle § 2 odst. (2) a (4) přísl. vyhl. Okamžik zahájení, omezení a ukončení dodávky tepelné energie v otopném období		splněno
- dle § 2 odst. (9) přísl. vyhl. Omezení vytápění v době 22:00 až 6:00 hod.	Teplotní útlum je nastaven správně.	splněno
- dle § 2 odst. (6) a (10) a § 3 odst. (2) přísl. vyhl. V průběhu vytápění jsou v místnostech dosahovány průměrné teploty vnitřního vzduchu stanovené projektem budovy. Pro obytné prostory max. 23°C.	V obytných prostorech je dosahováno teploty maximálně 22°C	splněno
- dle § 4 odst. (1) přísl. vyhl. Teplota teplé vody na výtoku u spotřebitele (od 45 do 60 °C)		splněno
- dle § 4 odst. (2) přísl. vyhl. Doba dodávky teplé vody (nejméně od 6:00 do 22:00)		splněno
- dle § 6 odst. (1) přísl. vyhl. Způsob regulace vytápění:	ekvitermní regulace: ANO zónová regulace: NE termostatické ventily: ANO	
- dle § 6 odst. (1) přísl. vyhl. Způsob měření tepelné energie:	plynoměr NE měřič tepla pro ÚT ANO měřič tepla pro teplou vodu ANO	

G.2. Celková výše dosažitelných úspor

V objektu předmětu auditu lze dosáhnout energetických úspor aplikací opatření, která byla popsána výše v auditu kap.D.5. Nejedná se o úspory doporučené varianty!

Celkové dosažitelné úspory jsou uvedeny v tabulce (dle odst. (9), § 5 vyhlášky 213/2001 Sb.).

Dosažitelné úspory						
	Stávající stav		Nový stav		Dosažitelné úspory	
	[GJ]	[tis.Kč]	[GJ]	[tis.Kč]	[GJ]	[Kč]
Vytápění	2 752	1 514	952	523	2 100	1 155
Příprava teplé vody	1 508	829	1 508	829	0	0
Elektrická energie	888	693	711	485	178	208
Zdroj/Rozvody	458	252	158	87	300	165
Celkem	5 606	3 288	3 328	1 925	2 577	1 528

Poznámka: Tyto dosažitelné úspory tedy nejsou totožné s úsporami, které vzniknou jako důsledek navrhovaných úsporných opatření ve vybrané variantě.

G.3. Návrh optimální varianty

G.3.1 Optimální varianta

Z navržených a propočtených variant byla k realizaci doporučena **Varianta B**.

VARIANTA B:		OPTIMÁLNÍ		
- realizovaná opatření -				
Výměna oken a dveří				
Zateplení fasády				
- úspora energie na vytápění -				
Nová potřeba energie	Původní potřeba energie	Nové náklady na vytápění	Úspora nákladů na vytápění	Hodnota původního stavu
[GJ/rok]	[GJ/rok]	[Kč/rok]	[Kč/rok]	[%]
1 398	3 210	768 738	996 859	44
- finanční a ekonomické údaje varianty -				
Celkové náklady na realizaci	Náklady na realizaci snížené o zanedbanou údržbu	Úspora nákladů na vytápění	Prostá návratnost varianty	
[Kč]	[Kč]	[Kč/rok]	[roky]	
11 878 259	11 878 259	996 859	11,9	

G.3.2 Zdůvodnění optimální varianty

Technické důvody

Vybranou variantu je možné realizovat, neboť plně splňuje současné požadavky na technickou úroveň stavebních materiálů, konstrukcí a technických zařízení budov:

- doporučené stavební materiály jsou certifikovány pro použití v EU;
- prvky pro zateplení obvodových plášťů tvoří ucelený systém;
- doporučené stavební konstrukce (okna, dveře) pocházejí od renomovaných výrobců;
- rovněž tak doporučená technická zařízení budov jsou v souladu s moderními poznatky.

Doporučená varianta vychází z energetických propočtů a plně splňuje požadavky na dosažení co nejvyšších energetických úspor.

Ekonomické důvody

Vybranou variantu je možné realizovat, i když jen podmíněně splňuje požadavky na hodnoty základních ekonomických ukazatelů:

reálná návratnost je delší než technická nebo morální doba života technických zařízení

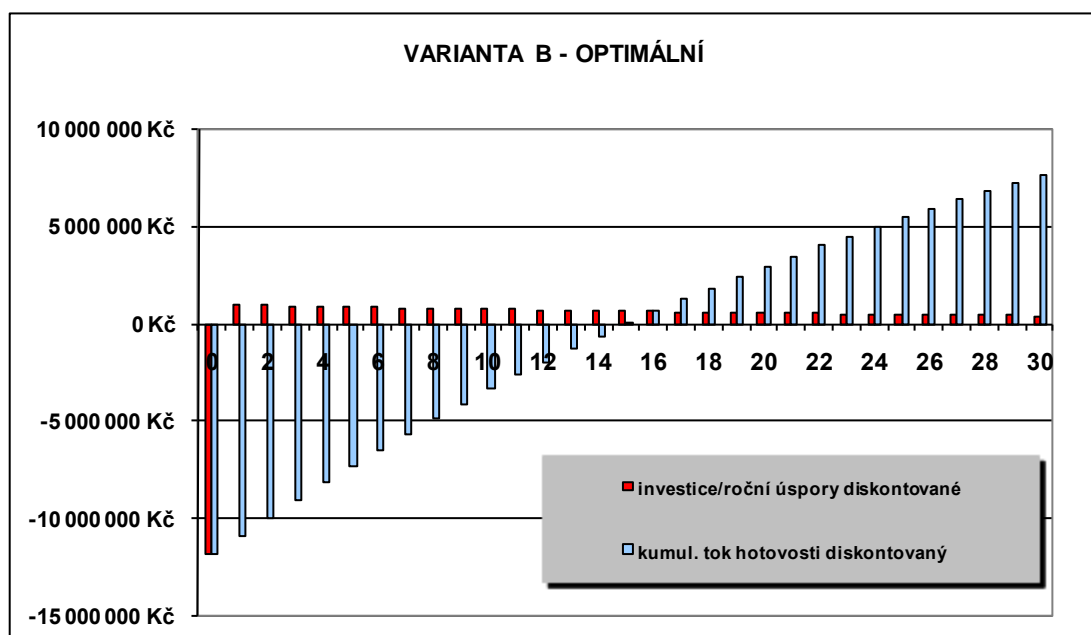
čistá současná hodnota (NPV) je kladná;

vnitřní výnosové procento (IRR) je kladné, ale téměř shodné jako použitá diskontní míra

Uvedené skutečnosti jsou doloženy těmito údaji:

Investiční výdaje: cena plná	11 878 259	Kč
Investiční výdaje: cena snižená o zanedbanou údržbu	11 878 259	Kč
Roční úspory energií: změna nákladů	996 859	Kč
Změna ostatních provozních nákladů	0	Kč
Přínosy projektu celkem	996 859	Kč
Doba hodnocení	30	roky
Diskontní míra	3%	
Roční úspory diskontované	967 824	Kč
Doba návratnosti prostá	11,9	roky
Doba návratnosti reálná	15,0	roky
Čistá současná hodnota NPV	7 437 488	Kč
Vnitřní výnosové procento IRR	7,4%	

Graf toku hotovosti



Důvody z hlediska vlivu na životní prostředí

Z hlediska dopadu vybrané varianty na životní prostředí je podstatné snížení emisí CO₂, a to takto:

Změna stavu emisí CO₂ - VARIANTA B	
původní hodnota	272 tun/rok
po realizaci opatření	168 tun/rok
snížení o	105 tun/rok

G.3.3 Okrajové podmínky**Míra využití dosažitelných úspor**

Míra využití dosažitelných úspor je kalkulována v tabulce.

Srovnání dosažitelných úspor a doporučené varianty			
Varianta B		Teplo + EE [GJ]	Náklady [tis.Kč]
Stávající stav		5 606	3 288
Dosažitelné úspory dle odst. (9), § 5 vyhlášky 213/2001 Sb.	Snížení množství tepla pro ÚT	2 100	1 155
	Snížení množství tepla pro teplou vodu	0	0
	Snížení množství elektrické energie	178	208
	Zdroj/Rozvody	300	165
	Dosažitelné úspory celkem	2 577	1 528
	Nový stav	3 328	1 925
Úspory doporučené varianty	Snížení množství tepla pro ÚT	1 812	997
	Snížení množství tepla pro teplou vodu	0	0
	Snížení množství elektrické energie	0	0
	Zdroj/Rozvody	0	0
	Úspory celkem	1 812	997
	Nový stav	3 794	2 291
Míra využití dosažitelných úspor		70%	

Okrajové podmínky

Okrajové podmínky pro dosažení garantovaných úspor jsou tyto:

- zpracování projektové dokumentace pro realizaci úsporných opatření, jakož i vlastní realizace a následný provoz objektu bude probíhat ve spolupráci s energetickým auditorem;
- pro vyhodnocení bude použit model energetické potřeby objektu popsany v textu;
- cenová úroveň úsporných opatření a cena energií bude shodná s cenovou úrovní roku 2009;
- průměrná teplota otápěných místností (zóny) včetně komunikačních prostor bude v souladu s požadavky vyhlášky 194/2007 Sb.
- nedojde k podstatné změně charakteru nebo způsobu využití objektu;
- nezmění se podmínky pro využití solárních zisků a nezvýší se významně tepelné ztráty větráním např. změnou hygienických podmínek pro intenzitu výměny vzduchu.

G.4. Využití obnovitelných zdrojů energie

V předmětu auditu byla analyzována možnost využití obnovitelných zdrojů energie. Výsledky analýzy jsou uvedeny v kap.D.5. Jsou-li OZE v předmětu auditu využitelné, jsou zařazeny do jednotlivých variant návrhu úsporných opatření.

G.5. Konečné stanovisko energetického auditora

Doporučuji, aby jako technicky, organizačně a ekonomicky průchodná a realizovatelná varianta energeticky úsporného projektu bylo zvoleno opatření, které je v předchozím textu označeno jako **Varianta B – OPTIMÁLNÍ**.

V Brně dne 29. ledna 2010

Dokument zpracoval:

.....

Ing. René Borek

tel: 776 396 688

Vedoucí oddělení energetické dokumentace:

.....

Ing. Jiří Cihlář

tel: 777 010 727

Energetický auditor:

.....

RNDr. Tomáš Chudoba

tel: 603 290 326

Zodpovědný projektant potvrzuje, že rozsah v auditu navržených opatření je totožný s rozsahem v odpovídající projektové dokumentaci. Zejména se to týká tloušťek a výměrů ploch tepelných izolací a tepelně izolačních parametrů výplní stavebních otvorů.

Zodpovědný projektant:

.....

Ing. Petr Buráň

tel: 604 149 119

G.6. Evidenční list energetického auditu

Evidenční list energetického auditu				
Předmět EA	Ubytovací objekt blok A2			
Adresa	Vinařská 5, 659 13 Brno			
Zadavatel EA	Masarykova univerzita v Brně	Zástupce	prof. PhDr. Petr Fiala, Ph.D.	
Adresa zadavatele	Žerotínovo nám. 9, 601 77 Brno			
Telefon	549 491 011	Fax		E-mail
Charakteristika předmětu EA	<p>Předmětem energetického auditu je blok A2 v areálu Správy kolejí a menz Masarykovy Univerzity v Brně na ulici Vinařská 5. Samotný areál sestává ze tří ubytovacích objektů, propojovacího a komunikačního objektu a objektu menzy a administrativy. V areálu je k dispozici asi 1 200 lůžek a slouží k ubytování a stravování studentů vysoké školy. V samotném bloku A2 je k dispozici 414 lůžek z nich část, cca 16 lůžek využívá Správa kolejí a menz (SKM) jako lůžka pro hosty a to nejen v letních měsících.</p>			
1. Výchozí stav				
Stručný popis energetického hospodářství (vč. budov)	<p>Celý areál Vinařská je připojen k odběru zemního plynu. Areál je otápěn vlastní plynovou kotelnou (která ovšem není předmětem auditu) umístěnou v samostatném objektu, s decentrální přípravou TUV a vnějšími rozvody tepelné energie. Kotelna je vybavena lokálním systémem měření a regulace, avšak bez centrálního dispečinku. Na patách jednotlivých objektů jsou umístěny objektové předávací stanice s místní ekvitermní regulací a přípravou TUV.</p>			
Vlastní energetický zdroj	Instal. tep. výkon (MW)		Instal. el. výkon (kW)	
	0		0	
Typ energosoustrojí (protitlaká, odběrová, kondenzační, spalovací, vodní, větrná turbína, spalovací motor, atd.)				
Teplo	Výroba ve vlastním zdroji (GJ/r)		0	
	Nákup (GJ/r)		4 718	
	Prodej (GJ/r)		0	
Elektřina	Výroba ve vlastním zdroji (MWh/r)		0	
	Nákup (MWh/r)		247	
	Prodej (MWh/r)		0	
Spotřeba paliv a energie (GJ/r)	5 606	z toho přímá technolog. spotřeba (GJ/r)		888
Spotřebič energie	Příkon (tep. ztráta)		Spotřeba energie	
	kW, W/K		(GJ/r, kWh/r)	
ÚT	8653 W/K		2 752	GJ/rok Teplá voda
TUV			1 508	GJ/rok Teplá voda
Ostatní technologie			888	GJ/rok EE a ZP

2. Energeticky úsporný projekt					
Stručný popis doporučené varianty	Varianta B – Zateplení obvodového pláště, kompletní výměna výplní otvorů.				
Investiční náklady (tis. Kč)	11 878		z toho technologie (tis. Kč)		0
Konečná spotřeba paliv a energie	před realizací projektu		po realizaci projektu		
	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	energie (GJ/r)	náklady (tis. Kč/r)	
	5 606	3 237	3 794	2 240	
Potenciál energetických úspor	GJ/r		MWh/r		
	1 812		503		
Přínosy z hlediska životního prostředí					
Znečišťující látka	Výchozí stav (t/r)		Stav po realizaci (t/r)		Rozdíl (t/r)
Tuhé látky	0,0028		0,0017		0,0011
SO ₂	0,0000		0,0000		0,0000
NO _x	0,2660		0,1638		0,1022
CO	0,0443		0,0273		0,0170
CO ₂	272,17		167,61		104,56
Ekonomická efektivnost					
Cash - Flow projektu (tis. Kč/r)	996,9		Doba hodnocení (roky)		30
Prostá doba návratnosti (roky)	11,9		Diskont (%)		3%
Reálná doba návratnosti (roky)	15,0	NPV (tis. Kč)	7 437,5	IRR (%)	7,4%
Energetický auditor	RNDr. Tomáš Chudoba, CSc.		Č. osvědčení		025 ze dne 22.2.2002
Podpis			Datum		

H. PŘÍLOHA 1 – REKAPITULACE HODNOCENÝCH PARAMETRŮ PRO ZÍSKÁNÍ DOTACE Z OP ŽP

H.1. Specifická kritéria přijatelnosti

Předmětný energetický audit byl zpracován za účelem získání dotace z **OPERAČNÍHO PROGRAMU ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ** (dále jen OP ŽP). Dle Závazných pokynů pro žadatele OP ŽP (dále jen Závazné pokyny)- jsou definována následující **Specifická kritéria přijatelnosti u oblasti podpory 3.2.1:**

- Předmětem podpory nemohou být úspory energie v rámci realizace novostaveb, nástaveb a přístaveb.
- V případě zlepšování tepelně-technických parametrů obalových konstrukcí budovy, je podmínkou, aby hodnoty součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí objektu, na něž je žádána podpora, po realizaci splňovaly **minimálně doporučenou** hodnotu součinitele prostupu tepla U_N uvedenou v odst. 5.2 Součinitel prostupu tepla normy ČSN 730540-2 (znění duben 2007) a současně budova splňovala **minimálně požadovanou** hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla obálkou budovy $U_{em,N,rg}$ uvedenou v odst. 9.1 téže normy, nebo musí být voleny parametry tak, aby obálka budovy splňovala **minimálně doporučenou** hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,N,rc}$ uvedenou v odst. 9.1 téže normy...
- Realizací projektu dojde k úspoře emisí CO₂.

H.2. Deklarace plnění specifických kritérií přijatelnosti

H.2.1. Požadavek na součinitel prostupu tepla U

Tabulka požadovaných a doporučených hodnot součinitele prostupu tepla U_N byla uvedena výše v kap.0.

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, pro splnění specifických kritérií Závazných pokynů je vyžadována minimálně hodnota $U_{N,20}$ – **Doporučené hodnoty** a to pouze pro řešené konstrukce v objektu.

Následující tabulka dokládá plnění tohoto kritéria pro jednotlivé zóny po realizaci navrhovaných opatření:

Součinitel prostupu tepla U - DOPORUČENÁ HODNOTA dle ČSN 73 0540-2 (2007)				
Konstrukce	A_{celkem}	U	$U_{\text{doporučené}}$	Splněno
	[m ²]	[W/m ² .K]	[W/(m ² .K)]	
OP I nad terénem- panely T06B	2123	0,22	0,25	ANO
OP II sousedící s terénem - panely T06B	405	1,26	0,30	NE
OP III sous. s nevýt. prost.- panely T06B	52	1,26	0,40	NE
OP IV soused. s blokem C2- panely T06B	187	1,26	0,50	NE
Podlaha na zemině	1435	1,73	0,30	NE
Střecha - terasa	962	0,52	0,16	NE
Střecha - nad 6.NP	473	0,39	0,16	NE
VO I - plastová stěna	96	1,20	1,2	ANO
VO II - okna, plast, dvojsklo	913	1,20	1,2	ANO
VO III - okna, dveře, plast, dvojsklo	84	1,20	1,2	ANO

Komentář: Rozhodující řešené konstrukce splňují kritérium na doporučený součinitel prostupu tepla jednotlivých řešených konstrukcí. Konstrukce, které nesplňují toto kritérium, nebudou předmětem regenerace.

Celkové hodnocení specifického kritéria přijatelnosti:

SPLNĚNO

V následující tabulce je zobrazeno plnění požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla $U_{\text{em},N}$:

Vyhodnocení požadavků na průměrný součinitel prostupu tepla							
Varianta	B	Objemový faktor tvaru budovy	Průměrný součinitel $U_{em,N}$			Splněno	
			Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Vypočtené hodnoty	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
			A/V	$U_{em,N,rq}$	$U_{em,N,rc}$		
		m ² /m ³	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]	[W/m ² .K]		
blok A2		0,26	0,88	0,66	0,64	ANO	ANO
Celkem		0,26	0,88	0,66	0,64	ANO	ANO

Celkové hodnocení specifického kritéria přijatelnosti:

Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{\text{em},N,rq}$

SPLNĚNO

Doporučený průměrný součinitel prostupu tepla $U_{\text{em},N,rc}$

SPLNĚNO

Požadavek na snížení emisí CO₂

Realizací navržených opatření dojde k výraznému snížení emisí CO₂. Jen pro přehlednost uvádíme tabulku, která byla uvedena výše v auditu:

Změna stavu emisí CO ₂ - VARIANTA B	
původní hodnota	272 tun/rok
po realizaci opatření	168 tun/rok
snížení o	105 tun/rok

Celkové hodnocení specifického kritéria přijatelnosti:

SPLNĚNO

Objekt se nenachází v oblasti, kde je dle vymezení oblastí se zhoršenou kvalitou ovzduší dle Přílohy Implementačního dokumentu SFŽP překročen alespoň jeden imisní limit.

Při realizaci opatření nedochází k nárůstu emisí.

Celkové hodnocení specifického kritéria přijatelnosti:

SPLNĚNO

I. PŘÍLOHA 2 – ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

I.1. Protokol k energetickému štítku obálky budovy

Na následujících stranách budou přehledně zobrazeny hodnoty, které vedou k hodnocení energetické náročnosti budovy. Jedná se o hodnoty, které již byly vypočítány výše v energetickém auditu.

Obsahem Protokolu energetického štítku obálky budovy je základní soubor údajů popisujících tepelné chování budovy a jejích konstrukcí, Energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření.

Pro jednodušší orientaci uvádíme přehled používaných typů součinitelů prostupu tepla jako základní veličiny definující tepelně-technické vlastnosti konstrukcí tak jak je definuje ČSN 73 0540-1 (2005). Všechny veličiny mají jednotku $W/m^2.K$.

U_i	Součinitel prostupu tepla konstrukce
$U_{N,rq}$	Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce
$U_{N,rc}$	Doporučená hodnota součinitele prostupu tepla konstrukce
U_{em}	Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy
$U_{em,rq}$	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy
$U_{em,rc}$	Doporučená hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy

Protokol k energetickému štítku obálky budovy			
Identifikační údaje			
Druh stavby	Ubytovací objekt blok A2		
Adresa	Vlnářská 5, 659 13 Brno		
Kat. území		Kat. číslo	
Provozovatel	Masarykova univerzita v Brně		
Vlastník	Masarykova univerzita v Brně		
Adresa	Žerotínovo nám. 9, 601 77 Brno		
Telefon	549 491 011	Fax	E-mail
Charakteristika budovy			
Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy			26 263
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy			6 746
Objemový faktor budovy A/V			0,26
Převažující vnitřní teplota v topném období θ_{im}			+ 20 °C
Venkovní návrhová teplota v zimním období θ_e			-15 °C

STÁVAJÍCÍ STAV						
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Uvedené plochy a tepelné ztráty jsou součtem hodnot jednotlivých teplotních zón						
Ochlazované konstrukce	Plocha A_i	Součinitel prostupu tepla konstrukce U_i	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{N,rc}$	Činitel teplotní redukce b_i	Měrná ztráta konstrukce protupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$
	[m ²]	[W/m ² .K]			[-]	[W/K]
OP I nad terénem- panely T06B	2 123	1,26	0,38	0,25	1,00	2 678
OP II sousedící s terénem - panely T06B	405	1,26	0,45	0,30	0,49	250
OP III sous. s nevyt. prost.- panely T06B	52	1,26	0,60	0,40	0,49	32
OP IV soused. s blokem C2- panely T06B	187	1,26	0,75	0,50	0,00	0
Podlaha na zemině	1 435	1,73	0,45	0,30	0,49	1 215
Střecha - terasa	962	0,52	0,24	0,16	1,00	500
Střecha - nad 6.NP	473	0,39	0,24	0,16	1,00	184
VO I - Copilitová stěna	96	2,20	1,7	1,2	1,15	243
VO II - okna, dřevo, dvojsklo	929	2,60	1,7	1,2	1,15	2 777
VO III - okna, dveře, kov, jednosklo	84	4,50	1,7	1,2	1,15	437
VO IV - hliníkový portál	0	2,00	0,0	0,0	1,15	0
Přirážka na tepelné mosty						336
Stanovení prostupu tepla obálkou budovy						
Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K		8 653			
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² .K)		1,29			
Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$	W/(m ² .K)		0,88		NESPLNĚNO	
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$	W/(m ² .K)		0,66		NESPLNĚNO	
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$	W/(m ² .K)		1,48			

NAVRHOVANÝ STAV						
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Uvedené plochy a tepelné ztráty jsou součtem hodnot jednotlivých teplotních zón						
Ochlazované konstrukce	Plocha A_i	Součinitel prostupu tepla konstrukce U_i	Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{N,rq}$	Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{N,rc}$	Činitel teplotní redukce b_i	Měrná ztráta konstrukce protupem tepla $H_{Ti} = A_i \cdot U_i \cdot b_i$
	[m ²]	[W/m ² .K]			[-]	[W/K]
OP I nad terénem- panely T06B	2 123	0,22	0,38	0,25	1,00	2 123
OP II sousedící s terénem - panely T06B	405	1,26	0,45	0,30	0,49	405
OP III sous. s nevyt. prost.- panely T06B	52	1,26	0,60	0,40	0,49	52
OP IV soused. s blokem C2- panely T06B	187	1,26	0,75	0,50	0,00	187
Podlaha na zemině	1 435	1,73	0,45	0,30	0,49	1 435
Střecha - terasa	962	0,52	0,24	0,16	1,00	962
Střecha - nad 6.NP	473	0,39	0,24	0,16	1,00	473
VO I - plastová stěna	96	1,20	1,7	1,2	1,15	96
VO II - okna, plast, dvojsklo	929	1,20	1,7	1,2	1,15	913
VO III - okna, dveře, plast, dvojsklo	84	1,20	1,7	1,2	1,15	84
VO IV - hliníkový portál	15	1,30	0,0	0,0	1,15	15
Přirážka na tepelné mosty						134
Stanovení prostupu tepla obálkou budovy						
Měrná ztráta prostupem tepla H_T				W/K	6 746	
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$				W/(m ² .K)	0,64	
Požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em,rq}$				W/(m ² .K)	0,88	SPLNĚNO
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em,rc}$				W/(m ² .K)	0,66	SPLNĚNO
Průměrný součinitel prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$				W/(m ² .K)	1,48	

I.2. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Třídy prostupu tepla obálkou budovy se klasifikují dle níže uvedené tabulky pomocí požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla $U_{em,rq}$ a hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla stavebního fondu $U_{em,s}$.

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy			
Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C_i pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² .K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A - B	0,3	$0,3 \cdot U_{em,rq}$	0,27
B - C1	0,6	$0,6 \cdot U_{em,rq}$	0,53
C1 - C2	0,75	$0,75 \cdot U_{em,rq}$	0,3 0,66
C2 - D	1,0	$U_{em,rq}$	0,6 0,88
D - E	1,5	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	1,0 1,18
E - F	2,0	$U_{em,s} = U_{em,rq} + 0,6$	1,5 1,48
F - G	2,5	$1,5 \cdot U_{em,s}$	2,0 2,23

I.3. Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy			
Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy U_{em} [W/(m ² .K)]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel C_i
A	$U_{em} \leq 0,3 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	← 0,3
B	$0,3 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,6 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	← 0,6
C1	$0,6 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,rq}$	Vyhovující doporučené úrovni	← 0,75
C2	$0,75 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	Vyhovující požadované úrovni	← 1,0
D	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s})$	Nevyhovující	← 1,5
E	$0,5 \cdot (U_{em,rq} + U_{em,s}) < U_{em} \leq U_{em,s}$	Nehospodárná	← 2,0
F	$U_{em,s} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,s}$	Velmi nehospodárná	← 2,5
G	$U_{em} > 1,5 \cdot U_{em,s}$	Mimořádně nehospodárná	←

I.4. Energetický štítek obálky budovy

