

ENERGETICKÁ OPTIMALIZAČNÍ STUDIE

Klient:
Client:

Atelier 99 s.r.o.

Purkyňova 71/99, Královo Pole, 612 00 Brno

IČ: 024 63 245

Zpracovatel:
Supplier:

CEVRE Consultants, s.r.o.

Kalvodova 109/9, 602 00, Brno - Pisárky

IČ: 047 53 577 | DIČ: CZ04753577

Spisová značka: C 91724 vedená u Krajského soudu v Brně

Název projektu:
Project:

REKONSTRUKCE AREÁLU

ZŠ Hapalova – Marie Hübnerové

Účel studie:
Aim of the study:

COST-BENEFIT studie

Energetický auditor:
Accessor's name:

Ing. Jiří Cihlář

č. oprávnění 0997

dle zákona č. 406/2000 Sb.



podpis | signature

ZÁKLADNÍ ÚDAJE ENERGETICKÉ STUDIE:

Verze:

2.8.2018

Zpracovatelský tým:

Ing. Jiří Cihlár | energetický auditor č. oprávnění 0997
jiri.cihlar@cevre.cz | tel: +420 777 010 727

Ing. Jakub Voleš | odborný konzultant
jakub.voles@cevre.cz | +420 728 976 793

CEVRE ID:

Z-18081

OBSAH

ENERGETICKÁ OPTIMALIZAČNÍ STUDIE

A. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE.....	5
A.1. Účel zpracování	5
A.2. Metoda analýzy	5
A.3. Identifikační údaje	6
A.4. Podklady pro zpracování	6
B. MANAŽERSKÉ SHRNUÍ	8
B.1. Cíle hodnocení	8
B.2. Výsledky hodnocení	8
C. ZJIŠTĚNÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY	10
C.1. Výchozí stav návrhu – Nezastíněná budova, centrální příprava TV	10
C.1.1. Souhrnný popis budovy	10
C.1.2. Ceny energonositelů	13
C.1.3. Ukazatele ekonomického hodnocení	13
C.1.4. Klimatické podmínky	14
C.1.5. Definování systémové hranice a zónování budovy	16
C.1.6. Výchozí energetická bilance	17
C.1.7. Výchozí ekologická bilance	19
C.2. OPATŘENÍ 1 – Zastíněná budova externími žaluziemi	20
C.2.1. Popis alternativního řešení	20
C.2.2. Ekonomické hodnocení	22
C.2.3. Ekologické hodnocení	25
C.2.4. Vliv na komfort vnitřního prostředí	26
C.3. OPATŘENÍ 2 – Decentrální příprava teplé vody	27
C.3.1. Popis alternativního řešení	27
C.3.2. Ekonomické hodnocení	28
C.3.3. Ekologické hodnocení	30
C.4. OPATŘENÍ 3 – Instalace solárních fotovoltaických panelů	31
C.4.1. Popis alternativního řešení	31
C.4.2. Ekonomické hodnocení	35
C.4.3. Ekologické hodnocení	37
C.5. Variantní řešení vytápění – využití VRV pro vytápění + decentrální příprava teplé vody	38
C.5.1. Popis alternativního řešení	38
C.5.2. Ekonomické hodnocení	39
C.5.3. Ekologické hodnocení	39
C.5.4. Vliv na komfort vnitřního prostředí	40

D. GRAFICKÝ PŘEHLED VÝSLEDKŮ	41
E. KOPIE OPRÁVNĚNÍ ZPRACOVATELE	43

A. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

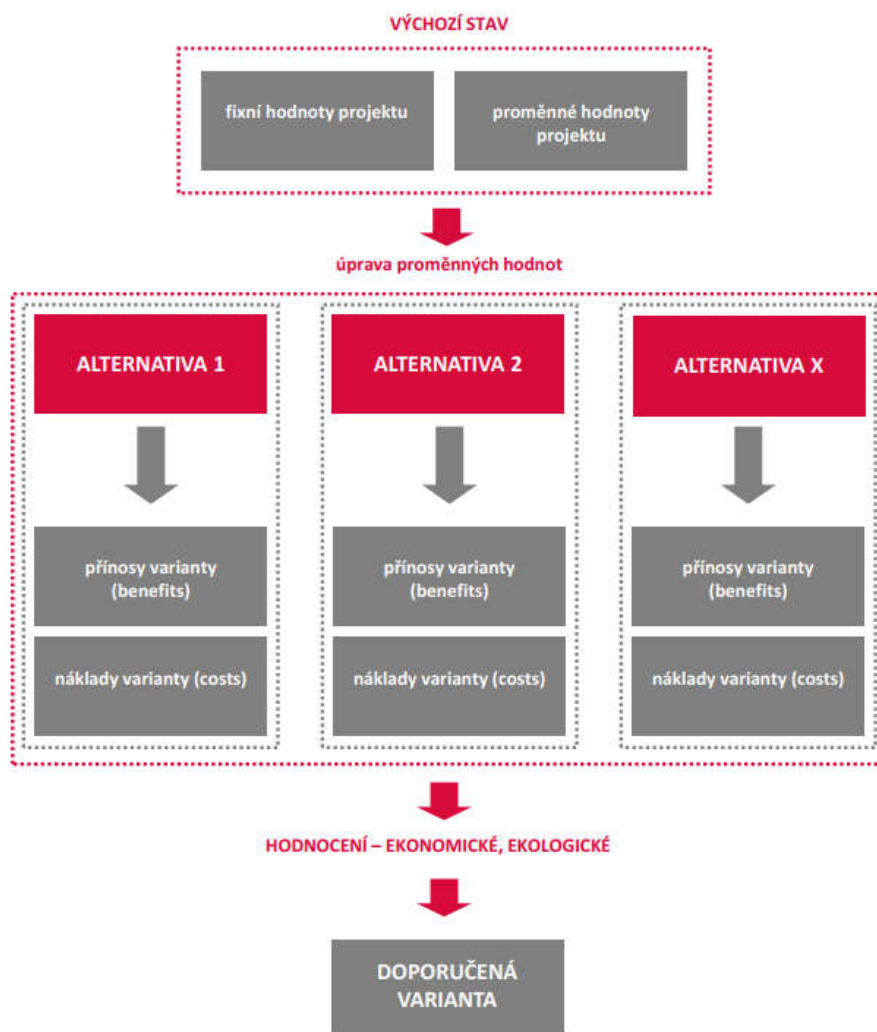
A.1. Účel zpracování

Účel studie

Cílem klienta je minimalizace provozních nákladů budovy při zachování plného vnitřního komfortu a hygieny výuky. Doporučená technická řešení musí být prověřena z pohledu investičních nákladů a jejich přínosů do celkové energetické koncepce budovy – metoda COST – BENEFIT.

A.2. Metoda analýzy

Analýza je vystavěna na detailním parametrickém modelu energetické náročnosti budovy. Počáteční model-
VÝCHOZÍ STAV je založen na údajích z projektové dokumentace a na závěrech z širší diskuze mezi investorem, zpracovatelem analýzy a odborníky jednotlivých dotčených profesí. Na těchto základech jsou zhotovena a vyhodnocena alternativní řešení výpočetního modelu.



A.3. Identifikační údaje

Předmět studie	
Předmět studie:	Předmětem optimalizační studie je rekonstruovaná budova základní školy.
Lokalizace:	Marie Hübnerové 1766/1 Brno - Řečkovice, k. ú. Řečkovice [611646], p. č. 2484
Stručný popis stavby:	Jedná se rekonstrukci areálu základní školy v Brně-Řečkovících. Objekt je sestaven ze dvou traktů, které jsou vzájemně propojeny spojovacím krčkem. Severní trakt prodělá stavební úpravy, avšak bude z větší části zachován. Jižní trakt spolu s krčkem budou zcela zdemolovány a následně nově vystavěny. Dojde také k navýšení jižního traktu o třetí nadzemní podlaží.
Stavebník	
Název / obchodní firma:	Jihomoravský kraj
Sídlo / adresa:	Žerotínovo náměstí 449/3, 602 00 Brno - Veveří
IČ:	708 88 337

A.4. Podklady pro zpracování

Projektové podklady		
Dokumentace:	Autor:	Verze:
Projektová dokumentace	Atelier 99 s.r.o.	4/2018
Závěry z konzultací s projektanty dotčených profesí		
Související legislativa v platném znění		
zák. č. 406/2000 Sb.	o hospodaření energií	
vyhl. č. 480/2012 Sb.	o energetickém auditu a energetickém posudku	
vyhl. č. 78/2013 Sb.	o energetické náročnosti budov	
vyhl. č. 118/2013 Sb.	o energetických specialistech	
zák. č. 183/2006 Sb.	o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)	

vyhl. č. 268/2009 Sb.	o technických požadavcích na stavby
vyhl. č. 499/2006 Sb.	o dokumentaci staveb
Související technické normy	
ČSN EN ISO 13790	Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
TNI 73 0331	Energetická náročnost budov - Typické hodnoty pro výpočet
ČSN EN 15316 – soubor norem	Výpočtová metoda pro stanovení energetických potřeb a účinnosti soustavy

B. MANAŽERSKÉ SHRUTÍ

B.1. Cíle hodnocení

Cíle a metoda hodnocení

Studie prověřuje energetickou koncepci návrhu rekonstrukce budovy ZŠ v Brně na Hapalově ulici. Hlavním cílem studie je podle definovaných kritérií (viz. níže) zhodnotit aktuálně platný projekt, popřípadě nabídnout optimalizační opatření či alternativy. Metodický postup výpočtu byl zvolen takto:

1. Vytvořit výchozí model provozních nákladů

- Vytvořit energetický model budovy
- Optimalizovat obálku budovy tak, aby vyhovovala požadavkům vyhl. 78/2013 Sb. na budovu s téměř nulovou spotřebou energie
- Stanovit roční provozní náklady

2. Vyhodnotit alternativní řešení

- z pohledu ekonomiky
- z pohledu ekologie
- z jiných relevantní pohledů

Hodnocení bylo provedeno v souladu s platnou legislativou České republiky. Nástrojem pro energetickou kalkulaci byl zvolen software Energie společnosti K-CAD, spol. s r.o.

B.2. Výsledky hodnocení

Výsledky hodnocení

- OPATŘENÍ 1 – Zastíněná budova externími žaluziemi**

Za pomoci grafického 3D SW byl vytvořen model budovy, který byl posléze virtuálně umístěn do soustavy GPS souřadnic shodných s lokalizací skutečného objektu. Následně byly vymodelovány objekty různého charakteru (domy, stromy, atd.), které s hodnocenou budovou bezprostředně sousedí a mohly by svou hmotou v průběhu dne stínit sluneční záření. Jako kritický den pro posouzení dopadů slunečního záření na budovu byl zvolen 21. srpen. Simulace odhalila potřebu stínit exponované fasády a to především orientované na jih a západ. Na základě této simulace byly navrženy vnější stínící prvky.

- **OPATŘENÍ 2 – Decentrální příprava teplé vody**

Variantou k centrálnímu systému přípravy teplé vody s cirkulací je decentralizace – využití lokálních průtokových případně zásobníkových elektrických ohříváčů. Přínosem opatření je snížení tepelných ztrát v rozvodech. Opatření vykazuje značné energetické přínosy, ale zároveň k dochází ke zvýšení jednotkové ceny energonositele – přechod z plynu na elektřinu.

- **OPATŘENÍ 3 – Instalace solárních fotovoltaických panelů**

Byla provedena simulace energetických přínosů fotovoltaické elektrárny. Provozní profil užívání analyzované budovy nebyl budoucí provozovatelem stanoven v dostatečné přesnosti, bylo tedy pro účel studie vycházeno z databáze typizovaných profilových křivek pro daný účel objektu. Přesný odběrový profil je možné stanovit až z měření na skutečné budově, a to nejlépe po uplynutí min. 2 let provozování. Po takovémto analytickém zjištění doporučujeme provést nové vyhodnocení ekonomiky opatření.

- **VARIANTNÍ ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ - využití VRV pro vytápění + decentrální příprava teplé vody**

Nad rámec uvažovaných opatření bylo klientem požadováno prověřit efektivitu provozu VRV systému pro vytápění v režimu tepelného čerpadla – nyní dimenzován a využíván pouze pro chlazení.

Posouzení vhodnosti				
Opatření	OPATŘENÍ 1	OPATŘENÍ 2	OPATŘENÍ 3	VRV
Ekonomická vhodnost	NE	NE	NE	NE
Ekologická vhodnost	ANO	ANO	ANO	ANO
Kvalita vnitřního prostředí	ANO	---	---	NE
Doporučení k realizaci	DOPORUČENO	NEDOPORUČENO	NEDOPORUČENO	NEDOPORUČENO

C. ZJIŠTĚNÍ ENERGETICKÉHO SPECIALISTY

C.1. Výchozí stav návrhu – Nezastíněná budova, centrální příprava TV

C.1.1. Souhrnný popis budovy

Základní údaje budovy

Budova je chápána ve smyslu zák. č. 406/2000 Sb. jako „nadzemní stavba a její podzemní části, prostorově soustředěná a navenek převážně uzavřená obvodovými stěnami a střešní konstrukcí, v níž se používá energie k úpravě vnitřního prostředí“.

Budova bude využívána jako základní škola, mateřská škola a speciální pedagogické centrum.

Situování budovy:

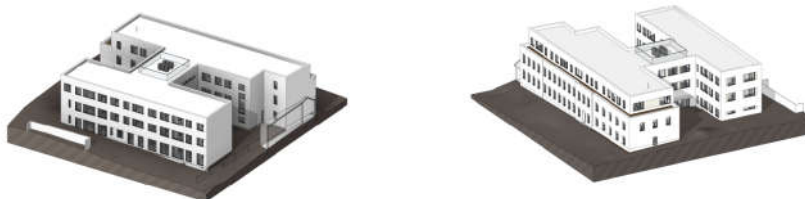
Samostatně stojící budova situovaná do zástavby rodinných domů v okrajové části města se zahradou ve vnitrobloku.



[zdroj: Architekti 99 s.r.o.]

Členění budovy:

Základní škola spolu se speciálním pedagogickým centrem bude situována do severní části objektu. Do jižní části bude umístěna mateřská škola, která navazuje na severní budovu spojovacím krčkem. Celý objekt bude třípodlažní.



[zdroj: Architekti 99 s.r.o.]

Konstrukce obálky budovy

Obvodový plášť

Obvodový plášť objektu severní části budovy bude nově zateplen systémem ETICS instalovaném na zdivu z cihel plných pálených. Spojovací krček spolu s jižní částí objektu bude tvořen zdivem typu therm se zateplením.

Střecha	Plochý střešní plášť bude tvořen železobetonovými deskami prováděnými do trapézových plechů ve skladbě s tepelnou izolací a kačírkovým zásypem.
Podlaha na zemině	Nášlapné vrstvy na betonové desce.
Výplně otvorů	Objekt bude vybaven okny s izolačními trojskly. Dveře budou rovněž izolační.

Obálka budovy byla optimalizována tak, aby došlo k bezpečnému splnění požadavků na budovu s téměř nulovou spotřebou energie (BTNSE). Stavba je z pohledu zákona 406/2000 Sb. klasifikována jako větší změna dokončené budovy (jedná se o rekonstrukci s významnou nadstavbou a dostavbou – navýšením energeticky vztahné plochy), na kterou platí mírnější požadavky. S ohledem na to, že se jedná o komplexní rekonstrukci s požadavkem na nízké provozní náklady byl dobrovolně zvolen standard BTNSE jako závazný pro návrh stavby.

Hodnocení obálky budovy				
JEDNOZÓNOVÝ VÝPOČET				
PARAMETRY HODNOCENÉ BUDOVY				
U_{em} Průměrný součinitel prostupu tepla - jednozónový výpočet	0,264	W/(m².K)		
HODNOCENÍ DLE VYHL. Č. 78/2013 Sb.				
U_{em,R} Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla	Dokončená budova a její změna	0,427	W/(m².K)	SPLNĚNO
	Nová budova	0,341	W/(m².K)	SPLNĚNO
	Budova s téměř nulovou spotřebou energie	0,299	W/(m².K)	SPLNĚNO
Klasifikační třída obálky budovy $Cl = U_{em}/U_{em,R}$		0,772		
Klasifikační třída energetické náročnosti budovy dle vyhl. č. 78/2013 Sb.		B	Úsporná	

Technické systémy budovy

Vytápění	<p>Vytápění objektu bude teplovodní s ocelovými deskovými a trubkovými otopnými tělesy. Vytápění v mateřské škole bude realizováno teplovodním podlahovým vytápěním. Systém vytápění bude zajišťovat dodávku topné vody pro teplovodní ohřívače čtyř VZT jednotek. Zdrojem tepla bude plynová kotelna III. kategorie, která bude obsahovat kaskádu dvou kondenzačních plynových kotlů.</p> <p>Budova bude využívat rovněž systém strojního chlazení. Tato technologie svým charakterem umožňuje i provoz v režimu vytápění (režim tepelného čerpadla). Toho bude využito převážně v přechodném období.</p>
Chlazení	<p>Chlazeny budou vybrané pobytové místnosti vybavené vnitřními výparníkovými jednotkami velkokapacitního chladivového systému VRF.</p>
Větrání	<p>Větrání jídelny v severní části objektu bude navrženo jako centrální rovnotlaké s variabilním průtokem větracího vzduchu. Bude zajištěno sestavnou VZT jednotkou se zpětným získáváním tepla. Jídlna bude větrána nezávisle na zbytku objektu.</p> <p>Větrání učeben a podružných místností bude realizováno rovněž jako centrální rovnotlaké se zpětným získáváním tepla. Každé patro celého objektu bude obsluhováno pomocí jedné takto koncipované jednotky.</p>
Ohřev teplé vody	<p>Ohřev teplé vody bude uvažován jako centrální nepřímotopný zásobníkový s cirkulačním rozvodem.</p>
Osvětlení	<p>Navrženo je LED osvětlení.</p>
Jiné technické systémy	-
Energonositele	<p>Zemní plyn, elektrická energie.</p>

Provozní profil budovy

Provoz objektu se uvažuje celoroční – po celou otopnou sezónu. Přítomnost osob se předpokládá cca od 7-17 hod denně, v nočních hodinách a o víkendech přítomnost osob minimální.

V průběhu letních prázdnin je provoz budovy významně utlumen, v plném provozu je pouze pedagogické centrum. Ostatní provozy budovy byly **uvažovány s měsíční odstávkou – vypnuté systémy VZT a chlazení.**

C.1.2. Ceny energonositelů

Posuzovaný objekt je v majetku Jihomoravského kraje, který poskytnul nominální hodnoty smluvených cen energií. **Hodnoty byly stanoveny na základě průměru dokladovaných spotřeb energií z deseti objektů v majetku investora – Jihomoravského kraje, které svým charakterem spadají do tarifu typu C.** Pro účely ekonomického posouzení v souladu s vyhláškou jsou uvažovány následující ceny energonositelů.

Ceny energonositelů – výchozí stav pro výpočet		
Elektrická energie	3,50	Kč bez DPH / kWh
Zemní plyn	0,70	Kč bez DPH / kWh

Ceny energonositelů se mohou po aplikaci jednotlivých alternativních systémů změnit – uvedeno vždy v příslušné kapitole. Pokud není uvedeno, je uvažováno se shodnými cenami energonositelů před i po aplikaci alternativního systému.

C.1.3. Ukazatele ekonomického hodnocení

V rámci této studie a její ekonomické analýzy byla výše diskontu stanovena na 3 %. Doba životnosti projektu modelována na 20 let. Roční procentuální nárůst cen energií byl stanoven ve výši 3 % po dobu projektu.

Dotační podpora projektů nebyla uvažována. Všechny ceny jsou bez DPH. Investiční náklady na projekt, včetně přípravy a realizace jsou odborně odhadnuty a jsou obvyklé v místě a čase.

Čistá současná hodnota (NPV) je rovna

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

Vnitřní výnosové procento (IRR) se vypočte z podmínky

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

Reálná doba návratnosti při uvažování diskontní sazby Tsd se vypočte z podmínky

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

Pomocným kritériem může být **Prostá doba návratnosti** nebo doba splacení investice, z podmínky

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

Legenda:

T_z	doba životnosti (hodnocení) projektu.
IN	jsou investiční výdaje projektu
CF	roční přínosy projektu (cash-flow, změna peněžních toků).
CF_t	roční přínosy projektu
r	diskont
$(1+r)^{-t}$	odúročitel

C.1.4. Klimatické podmínky

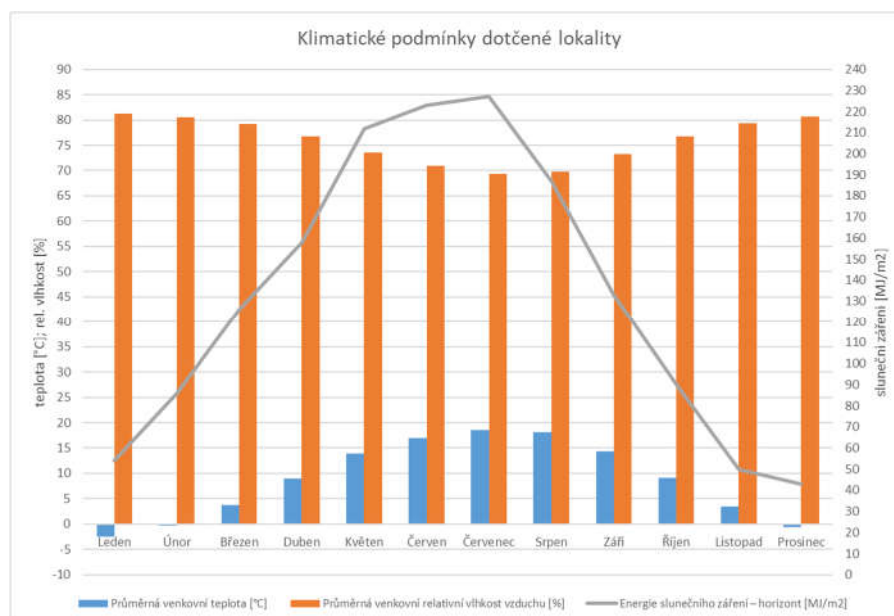
Projekt bude realizován na území statutárního města Brna s typickými podnebnými podmínkami pro Jihomoravský kraj.

Klimatické podmínky místa projektu	
Lokalita	Brno, Česká republika
Nadmořská výška	260,310 m n.m.
GPS souřadnice projektu	49.2512206N, 16.5843539E
Návrhová exteriérová teplota vzduchu v zimním období	-15°C
Průměrná doba trvání topné sezóny	232 dnů
Průměrná teplota vzduchu v exteriéru v průběhu topné sezóny	4°C

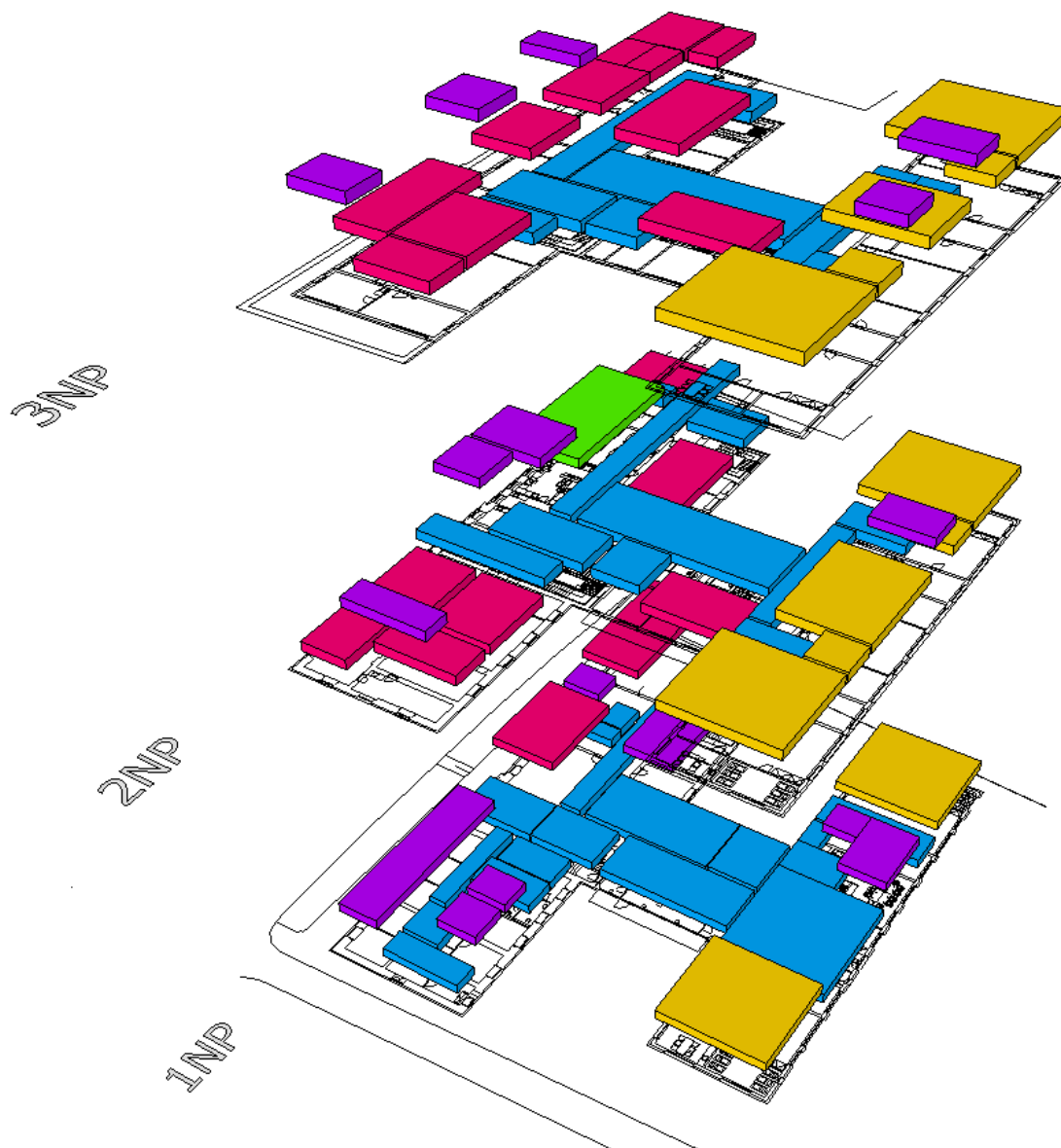
Měsíční klimatická data

Měsíc	Průměrná venkovní teplota	Relativní vlhkost vzduchu	Energie slunečního záření – horizont
	[°C]	[%]	[MJ/m ²]
Leden	-2,5	81,3	54
Únor	-0,3	80,5	86
Březen	3,8	79,2	126
Duben	9	76,8	158
Květen	13,9	73,6	212
Červen	17	70,9	223
Červenec	18,5	69,3	227
Srpen	18,1	69,8	187
Září	14,3	73,3	133
Říjen	9,1	76,7	90
Listopad	3,5	79,3	50
Prosinec	-0,6	80,7	43

Grafické vyjádření



C.1.5. Definování systémové hranice a zónování budovy



Přehled provozních podzón

PODZÓNA 1	KANCELÁŘE+KABINETY; NUCENĚ VETRÁNO (VYTÁPĚNÍ 20°C, CHLAZENÍ 26°C)
PODZÓNA 2	SPOLEČNÉ PROSTORY; NUCENĚ VETRÁNO (VYTÁPĚNÍ 20°C)
PODZÓNA 3	JÍDELNA + KUCHYNĚ; NUCENĚ VETRÁNO (VYTÁPĚNÍ 20°C, CHLAZENÍ 26°C)
PODZÓNA 4	UČEBNY ZŠ; NUCENĚ VETRÁNO (VYTÁPĚNÍ 20°C, CHLAZENÍ 26°C)
PODZÓNA 5	UČEBNY MŠ; NUCENĚ VETRÁNO (VYTÁPĚNÍ 22°C, CHLAZENÍ 26°C)

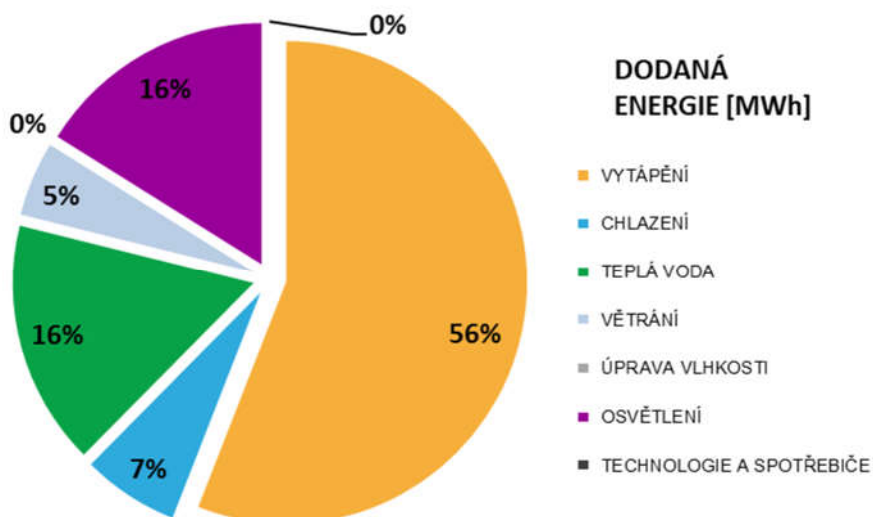
C.1.6. Výchozí energetická bilance

Vstupními údaji energetické bilance jsou výpočty provedené v souladu s vyhláškou č. 78/2013 Sb. v průkazu energetické náročnosti budovy. Součástí energetické bilance není v souladu s touto vyhláškou spotřeba energie na technologie a spotřebiče.

Celková energetická bilance		VÝCHOZÍ STAV		
ř.	Ukazatel	Energie		Náklady
		GJ	MWh	tis. Kč
Celková bilance vstupů energie:				
1	Vstupy paliv a energie	1 059,5	294,3	435,34
z toho:				
	Elektrická energie	294,8	81,9	286,65
	Zemní plyn	764,7	212,4	148,69
2	Změna zásob paliv (inventarizace skladu)	0,0	0,0	0,00
3	Spotřeba paliv a energie celkem (ř.1+ř.2)	1 059,5	294,3	435,34
4	Prodej energie cizím	0,0	0,0	0,00
Bilance spotřeby předmětu posudku:				
5	Spotřeba paliv a energie v předmětu posudku (ř.3-ř.4)	1 059,5	294,3	435,34
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech energie (z ř.5)	289,7	80,5	56,33
Rozdělení spotřeby energie v předmětu posudku:				
7	Spotřeba energie na vytápění	592,9	164,7	116,59
8	Spotřeba energie na chlazení	68,7	19,1	66,80
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	174,1	48,4	34,38
10	Spotřeba energie na větrání	53,0	14,7	51,57
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,0	0,0	0,00
12	Spotřeba energie na osvětlení	170,7	47,4	166,01
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0,0	0,0	0,00

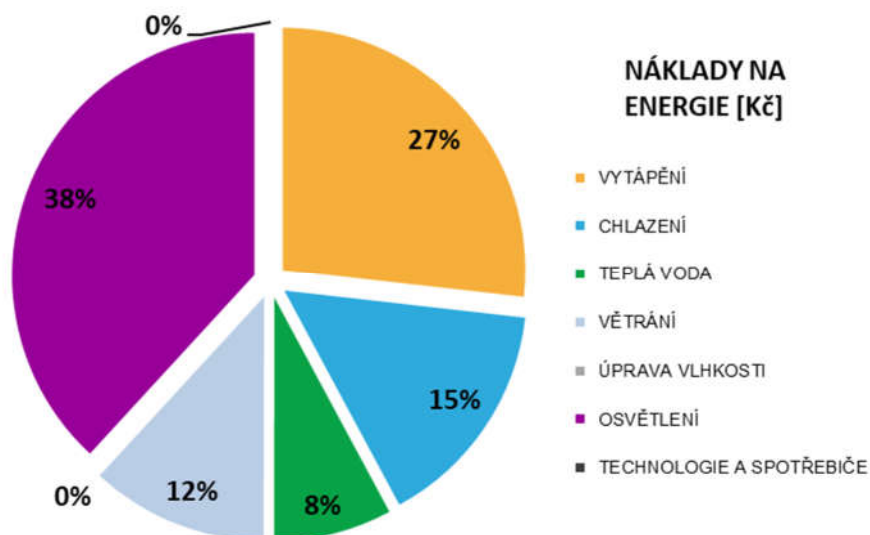
Bilance roční spotřeby v energetických jednotkách

Graf vychází z předchozí tabulky a zobrazuje podíl a tím zároveň významnost jednotlivých spotřeb z pohledu dodané energie bez ohledu na jednotkovou cenu jednotlivých energonositelů:



Bilance roční spotřeby ve finančních nákladech

Graf vychází z předchozí tabulky a zobrazuje podíl a tím zároveň významnost jednotlivých spotřeb z pohledu nákladů na energie:



C.1.7. Výchozí ekologická bilance

Studie hodnotí ekologický dopad budovy na životní prostředí v souladu s metodikou popsanou ve vyhlášce č.78/2013 Sb, o energetické náročnosti budov. Sledovanými veličinami v rámci hodnocení jsou:


- energie dodaná Q_f [MWh/rok]
- neobnovitelná primární energie Q_{pN} [MWh/rok]

Faktory neobnovitelné primární energie jsou použity dle Přílohy č. 3 k vyhlášce č. 78/2013 Sb.

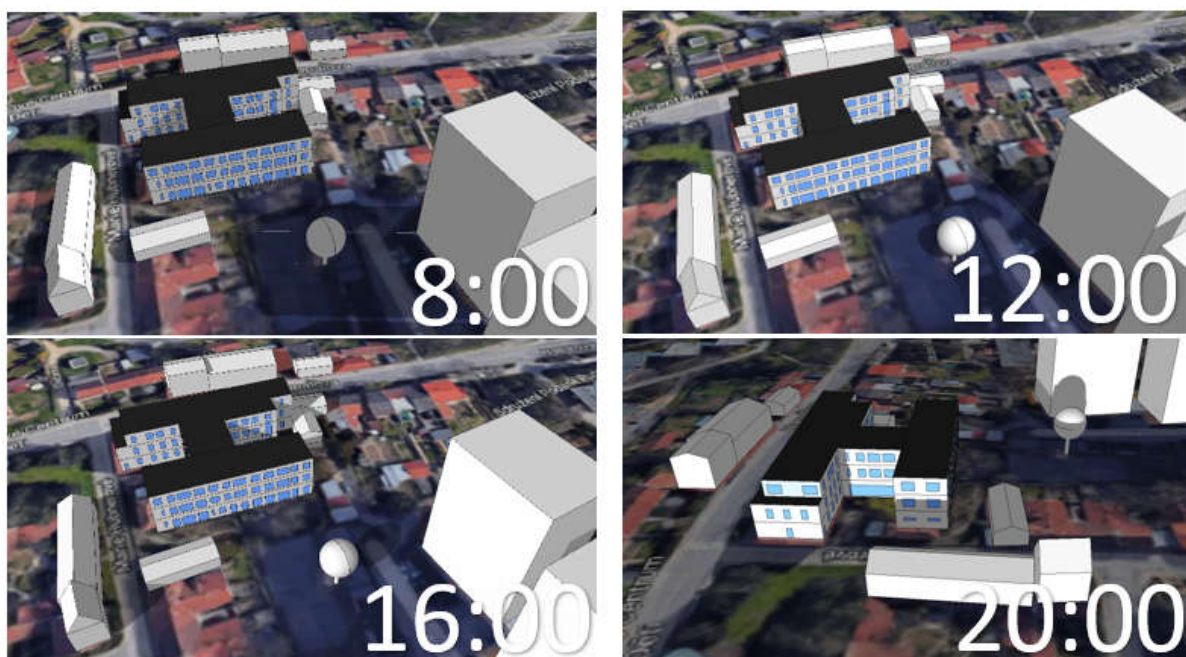
Výchozí ekologická bilance			
Energonositel	Faktor neobnovitelné primární energie	Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie
	-	Q_f [MWh/rok]	Q_{pN} [MWh/rok]
Elektřina ze sítě	3,0	81,901	245,703
Zemní plyn	1,1	212,412	233,653

C.2. OPATŘENÍ 1 – Zastíněná budova externími žaluziemi

C.2.1. Popis alternativního řešení

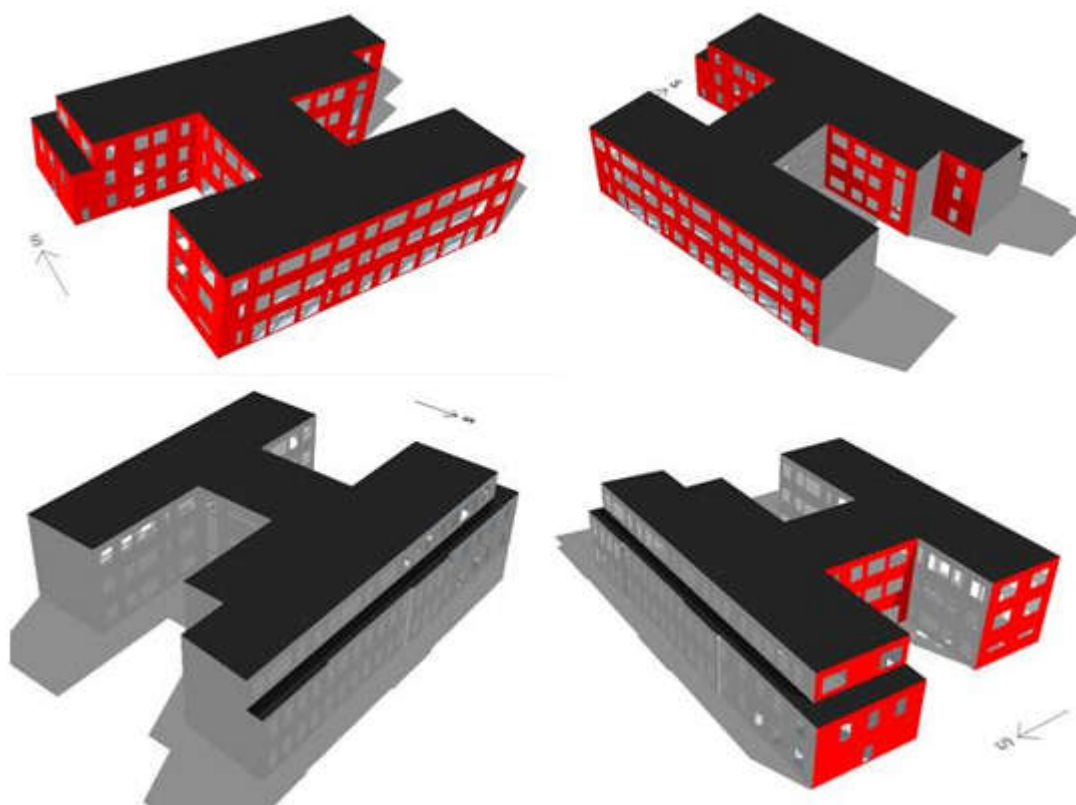
OPATŘENÍ 1	
<p>Obecný popis řešení:</p> 	<p>Posouzena je instalace venkovního žaluziového stínění na dlouhodobě exponovaných fasádách (jih, západ) vůči slunečnímu svitu. Tato úprava pozitivně ovlivní míru tepelného a vizuálního komfortu především v místnostech, které mají relativně vyšší poměr prosklení vůči podlahové výměře. Opatření bude mít celkový dopad především na potřebu chladu na chlazení. Úvaha, které konkrétní fasády zastínit, vyplývá ze simulace kopírování dráhy slunce po obloze pro danou lokalitu a daný den v roce. Jako hodnocený den byl zvolen 21. srpen.</p>

Simulace zastínění fasád pro kritický den



Optimalizace venkovního stínění

Implementace exteriérového žaluziového stínění do obvodového pláště obnáší instalaci nadokenních žaluziových kastlíků do obvodových stěnových konstrukcí. Na základě této optimalizace bylo doporučeno osadit **červeně** zbarvené fasády externími žaluziemi.



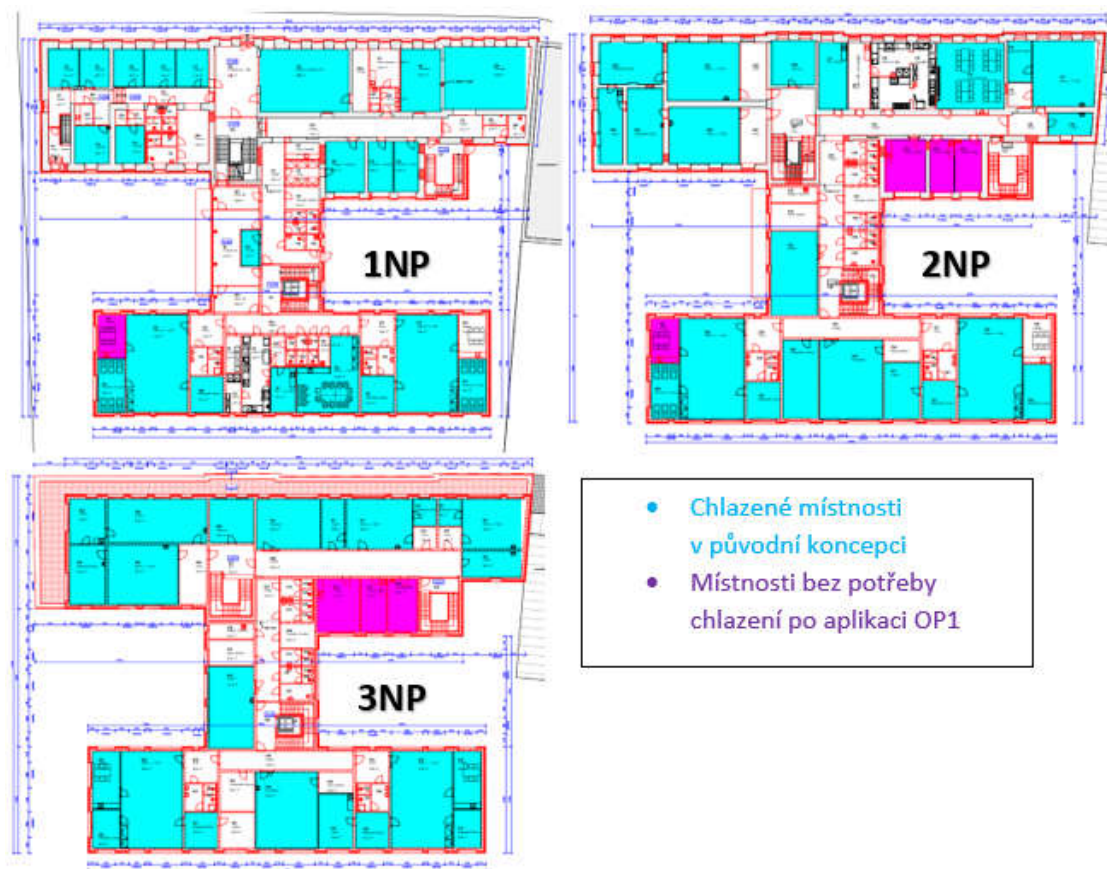
CHARAKTERISTIKA AKTIVNÍCH STÍNÍČÍCH PRVKŮ

Typ stínění	Vnější lamelové žaluzie s vysokou odrazivostí
Parametr lamely	Odrazivost 48 %, pohltivost 50%, propustnost 2%, ,vodivost 0,9 W/(m.K)
Barva	Světlá, střední , tmavá
Provoz	Uvažováno během dne plně zavřené

Technické systémy budovy

Vytápění	Navržený systém vytápění bude beze změn.
Chlazení	Navržený systém chlazení zaznamená změnu ve své dosavadní koncepci. Snížením tepelné zátěže sluneční radiací dojde také k úměrnému snížení potřeby chladu a tím i nutného chladicího výkonu VRF zařízení.

Specifikace dopadu opatření je na schématu:



Větrání	Navržený systém větrání bude beze změn.
Ohřev teplé vody	Navržený systém ohřevu teplé vody bude beze změn.
Osvětlení	Navržený systém osvětlení bude beze změn.
Jiné technické systémy	-
Energonositelé	Plyn, elektrická energie.

C.2.2. Ekonomické hodnocení

Ekonomická proveditelnost bude posouzena porovnáním bilance investičních a provozních výdajů. Bilance investičních výdajů kalkuluje **méněnáklady** (investice, které v souvislosti s přechodem na alternativní řešení nemusí být vynaloženy) a **vícenáklady** daného řešení oproti výchozí variantě.

Méněnáklady:

- Instalace externích žaluzií má za následek snížení solárních tepelných zisků. Tento fakt způsobuje nižší potřebný chladicí výkon systému chlazení, což vyvolá snížení investičních nákladů. Studie

v tomto bodě vychází z variantního řešení zpracovaného projektantem vzduchotechniky. Po aplikaci opatření byl původně nutný chladicí výkon systému VRF cca. **100kW** snížen na dostačujících cca. **65kW**. V souladu se snížením chladicího výkonu kondenzační jednotky došlo také k poklesu počtu uvažovaných vnitřních výparníkových jednotek a to o 8 kusů. Tato změna se tím pozitivně promítne do výčtu méněnákladů.

Vícenáklady:

- Je uvažována konstrukce venkovního stínění v provedení běžné praxe architektonického týmu. Jedná se o motorizované provedení žaluzií s elektronickým ovládáním, instalovaném do žaluziových kastlíků.

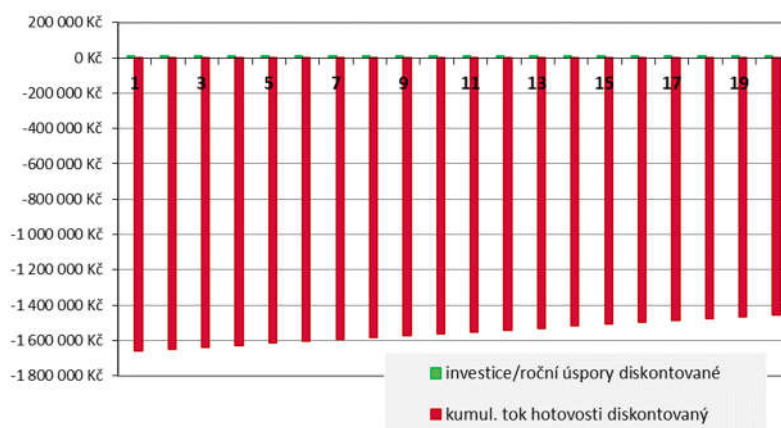
OPATŘENÍ 1

Ekonomické hodnocení

Investiční náklady na OPATŘENÍ 1:			OPATŘENÍ 1 - ZASTÍNĚNÁ BUDOVA EXTERNÍMI ŽALUZIEMI		
INVESTICE - méněnáklady					
Č.pol	Název položky	Množst.	Jedn.	Cena MJ	Celkem Kč bez DPH
1	Vnitřní jednotka	8	ks	-35 000 Kč	-280 000 Kč
2	Původní VRV venkovní jednotka (100kW)	1	ks	970 000 Kč	970 000 Kč
3	Nová VRV venkovní jednotka (65kW)	1	ks	-670 000 Kč	-670 000 Kč
4	Rozdíl VRV jednotek - uvažovaný jako méněnáklad	1	0	-300 000 Kč	-300 000 Kč
5	CU potrubí	95	bm	-1 000 Kč	-95 200 Kč
6	Ovládání	8	ks	-3 000 Kč	-24 000 Kč
7	Montáž	1	soub.	-99 800 Kč	-99 800 Kč
8	Přesun hmot	1	soub.	-7 984 Kč	-7 984 Kč
Celkem MĚNĚNÁKLADY					-806 984 Kč
INVESTICE - vícenáklady					
Č.pol	Název položky	Množst.	Jedn.	Cena MJ	Celkem Kč bez DPH
1	Venkovní žaluzie s motorickým ovládáním	375	m2	3 390 Kč	1 271 928 Kč
2	Motory a příslušenství	70	ks	2 170 Kč	151 900 Kč
3	Elektronika a příslušenství (přijímač + vysílač)	84	ks	4 800 Kč	403 200 Kč
4	Podomítkový držák	35	ks	5 800 Kč	203 000 Kč
5	Montáž	1	soub.	406 006 Kč	406 006 Kč
6	Přesun hmot	1	soub.	40 601 Kč	40 601 Kč
Celkem VÍČENÁKLADY					2 476 634 Kč
Bilance investičních nákladů					1 669 650 Kč

Porovnání provozních nákladů			
Stav		MWh/rok	tis. Kč/rok
VÝCHOZÍ STAV		294	435
OPATŘENÍ 1		291	425
Přínosy			
Č.pol	Specifikace přínosu	MWh/rok	tis. Kč/rok
	Přínos OPATŘENÍ 1	3,075	10,763
Bilance ročního přínosu projektu			10 763 Kč

Ekonomické hodnocení		OPATŘENÍ 1	
ř.	Parametr	Hodnota	
Investiční výdaje projektu			
1	Investiční výdaje projektu celkem - bilance investičních nákladů	1 669 650	Kč
Současné provozní náklady			
2	Provozní náklady celkem	0	Kč
Přínosy projektu			
3	Změna nákladů na energii	10 763	Kč
4	Změna ostatních provozních nákladů	0	Kč
5	Přínosy projektu celkem	10 763	Kč
Ekonomické vyhodnocení			
6	Doba hodnocení - životnost projektu	20	let
7	Diskontní míra - hodnota peněz ³	3,0%	ročně
8	Růst ceny energií ⁴	3,0%	ročně
	Doba návratnosti prostá	> 20	roků
9	Doba návratnosti reálná	> 20	roků
10	Čistá současná hodnota NPV - zisk na konci životnosti projektu	-1 454 400	Kč
11	Vnitřní výnosové procento IRR	-14,6%	



Ekonomické zhodnocení:

Posuzované opatření má zápornou hodnotu NPV, je tudíž ekonomicky **nevyhovující**.

Jedním z důvodů negativního ekonomického hodnocení je i fakt, že objekt je uvažován s letní odstávkou (souhrnně cca měsíc), kdy při nejvyšší tepelné zátěži nebude zařízení pro chlazení v provozu.

C.2.3. Ekologické hodnocení

Studie postupuje ve věci ekologického hodnocení v souladu s metodikou vyhlášky č.78/2013 Sb. – viz. kap. B.1.7

Pokles dodané energie (součet vypočtené spotřeby energie a energie potřebné pro provoz technických systémů) po aplikaci OP1 oproti výchozímu stavu ve formě elektřiny je dán především redukcí systému chlazení.

OPATŘENÍ 1	Ekologické hodnocení					
Energonositel	Faktor neobnovitelné primární energie	VÝCHOZÍ STAV		OPATŘENÍ 1		Ekologická bilance – rozdíl
		Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	
		$Q_{d,f}$ [MWh/rok]	$Q_{d,pN}$ [MWh/rok]	Q_{f} [MWh/rok]	Q_{pN} [MWh/rok]	
	-					[MWh/rok]
Elektřina ze sítě	3	81,901	245,703	78,826	236,478	9,225
Zemní plyn	1,1	212,412	233,653	212,412	233,653	0,000
CELKEM rozdíl						9,225

Ekologické zhodnocení:

Posuzované OPATŘENÍ 1 má kladnou bilanci spotřeby neobnovitelné primární energie, je ekologicky přínosné.

C.2.4. Vliv na komfort vnitřního prostředí

Navržené venkovní stínění je sice ekonomicky nevyhovující, ale jeho zásadní přínos spočívá ve zvýšení kvality vnitřního prostředí – tepelného komfortu. Složkami, které mají vliv na pocit komfortu jsou např.


- Teplota vzduchu
- **Střední hodnota záření**
- Rychlost proudění vzduchu
- Vlhkost
- Oblečení
- Míra fyzické zátěže

Odstínění přímého slunečního záření a tím snížení tepelné zátěže významně snižuje povrchovou teplotu zasklení a zároveň redukuje potřebu chlazení. Tím dojde ke zlepšení parametru tzv. teplotní asymetrie, kdy člověk vnímá nepříjemně rozdílné teploty ve svém okolí.

S ohledem na využití prostorů a požadavek na vysoký komfort jednoznačně toto opatření **doporučujeme**.

C.3. OPATŘENÍ 2 – Decentrální příprava teplé vody

C.3.1. Popis alternativního řešení

OPATŘENÍ 2	
Obecný popis řešení:	 <p>Je uvažováno s nahrazením centrální přípravy teplé vody v nepřímém zásobníkovém ohřivači lokálními průtokovými elektrickými ohřivači teplé vody. Opatření má ambici vyčíslit zejména vliv tepelných ztrát rozvodů teplé vody, který je umocněný včleněním mechanismu cirkulace. Rovněž tlakové ztráty potrubního systému, které musejí být překonávány výtlačnou schopností cirkulačního čerpadla, mají jistý podíl na provozních nákladech. Dále pak je ve výpočtu uvažováno se změnami v oblasti účinností obou systémů. Elektrický ohřev obecně pracuje s vyšší účinností (absence rozvodů, menší počet tepelných přestupů přes teplosměnné plochy, atd.)</p>
Konstrukce obálky budovy	
Uvažované opatření nezasahuje do konstrukcí obálky budovy.	
Technické systémy budovy	
Vytápění	Navržený systém vytápění bude beze změn.
Chlazení	Navržený systém chlazení bude beze změn.
Větrání	Navržený systém větrání bude beze změn.
Ohřev teplé vody	Dojde k nahrazení centrální přípravy teplé vody lokálními elektrickými zdroji.
Osvětlení	Navržený systém osvětlení bude beze změn.
Jiné technické systémy	-
Energonositele	Plyn (pouze vytápění), elektrická energie.

C.3.2. Ekonomické hodnocení

Méněnáklady:

- V této kategorii je zohledněn zásobníkový ohřev jako celek. Významnými položkami jsou nejen ohřívač, ale i rozvody teplé vody a stavební úpravy.

Vícenáklady:

- Markantní položkou je uvažovaný počet průtokových ohřívačů. Také změna energonositele v tomto řešení (z plynu na elektřinu – cca. 5x dražší cena energie) má měřitelný vliv.

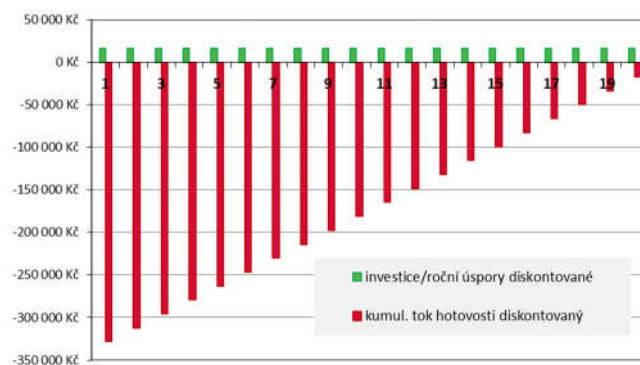
OPATŘENÍ 2		Ekonomické hodnocení			
Investiční náklady na OPATŘENÍ 2:		OPATŘENÍ 2 - DECENTRÁLNÍ PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY			
INVESTICE - méněnáklady					
Č.pol	Název položky	Množst.	Jedn.	Cena MJ	Celkem Kč bez DPH
1	Zásobníkový ohřívač	1	ks	-39 940 Kč	-39 940 Kč
2	PPR potrubí	820	m	-120 Kč	-98 400 Kč
3	Cirkulační čerpadlo	1	ks	-8 500 Kč	-8 500 Kč
4	Izolace potrubí	820	m	-15 Kč	-12 300 Kč
5	Tlaková zouška	820	m	-4 Kč	-3 280 Kč
6	Nezměřitelné práce	55	hzs	-250 Kč	-13 750 Kč
7	Stavební připravenost	1	soub.	-52 000 Kč	-52 000 Kč
8	Elektroinstalace	1	soub.	-10 000 Kč	-10 000 Kč
9	Montáž	1	soub.	-83 360 Kč	-83 360 Kč
10	Přesun hmot	1	soub.	-4 423 Kč	-4 423 Kč
Celkem MĚNĚNÁKLADY					-325 952 Kč
INVESTICE - vícenáklady					
Č.pol	Název položky	Množst.	Jedn.	Cena MJ	Celkem Kč bez DPH
1	Ohřívač vody průtokový el.	74	ks	5 345 Kč	395 530 Kč
2	Přípojná hadice	74	ks	100 Kč	7 400 Kč
3	Revize	74	ks	150 Kč	11 100 Kč
4	Elektroinstalace	1	soub.	148 000 Kč	148 000 Kč
5	Montáž	1	soub.	100 733 Kč	100 733 Kč
6	Přesun hmot	1	soub.	8 059 Kč	8 059 Kč
Celkem VÍCENÁKLADY					670 821 Kč
Bilance investičních nákladů					344 869 Kč

Porovnání provozních nákladů			
Stav		MWh/rok	tis. Kč/rok
VÝCHOZÍ STAV		294	435
OPATŘENÍ 2		251	419

Přínosy			
Č.pol	Specifikace přínosu	MWh/rok	tis. Kč/rok
	Přínos OPATŘENÍ 2	43,219	16,393

Bilance ročního přínosu projektu			16 393 Kč
----------------------------------	--	--	-----------

Ekonomické hodnocení		OPATŘENÍ 2	
ř.	Parametr	Hodnota	
Investiční výdaje projektu			
1	Investiční výdaje projektu celkem - bilance investičních nákladů	344 869	Kč
Současné provozní náklady			
2	Provozní náklady celkem	0	Kč
Přínosy projektu			
3	Změna nákladů na energii	16 393	Kč
4	Změna ostatních provozních nákladů	0	Kč
5	Přínosy projektu celkem	16 393	Kč
Ekonomické vyhodnocení			
6	Doba hodnocení - životnost projektu	20	let
7	Diskontní míra - hodnota peněz ³	3,0%	ročně
8	Růst ceny energií ⁴	3,0%	ročně
	Doba návratnosti prostá	> 20	roků
9	Doba návratnosti reálná	> 20	roků
10	Čistá současná hodnota NPV - zisk na konci životnosti projektu	-17 003	Kč
11	Vnitřní výnosové procento IRR	-0,5%	



Ekonomické zhodnocení:

Posuzované opatření má zápornou hodnotu NPV, je tudíž ekonomicky **nevyhovující**.

I přes značnou energetickou úsporu opatření má negativní vliv na ekonomiku zejména rozdíl mezi cenami zemního plynu a elektrické energie, které byly dány budoucím provozovatelem jako výchozí. Realizací opatření dochází k přechodu z plynu na elektrickou energii.

C.3.3. Ekologické hodnocení

V ekologické bilanci je možné zaznamenat nárůst neobnovitelné primární energie oproti výchozímu stavu. Tento jev je způsoben změnou energonositele, který je využíván pro ohřev teplé vody.


OPATŘENÍ 2	Ekologické hodnocení					
Energonositel	Faktor neobnovitelné primární energie	VÝCHOZÍ STAV		OPATŘENÍ 2		Ekologická bilance – rozdíl
		Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	
		$Q_{d,f}$ [MWh/rok]	Q_{pN} [MWh/rok]	$Q_{d,f}$ [MWh/rok]	Q_{pN} [MWh/rok]	
Elektřina ze sítě	3	81,901	245,703	86,850	260,550	-14,847
Zemní plyn	1,1	212,412	233,653	164,243	180,667	52,986
CELKEM rozdíl						38,139

Ekologické zhodnocení:

Posuzované OPATŘENÍ 2 má kladnou bilanci spotřeby neobnovitelné primární energie, je ekologicky přínosné.

C.4. OPATŘENÍ 3 – Instalace solárních fotovoltaických panelů

C.4.1. Popis alternativního řešení

OPATŘENÍ 3	
Obecný popis řešení:	 <p>Solární fotovoltaické články přeměňují sluneční energii na elektřinu. Solární články jsou často propojeny a zapouzdřeny do modulu a vznikají tak panely. Tyto panely jsou často opatřeny na přední straně skleněnou tabulí, která umožňuje prostup slunečního záření a zároveň chrání polovodiče před vnějšími vlivy jako deštěm, větrem, krupobitím atd.</p> <p>Fotovoltaické elektrárny (fotovoltaické systémy) se skládají ze solárních panelů, stejnosměrného střídavého proudu (invertoru), regálových systémů a elektrických propojení</p>
Kalkulované opatření	100 m ² střechy pokryto PV systémem
Specifikace navrženého řešení	
Technické parametry	<p>Fotovoltaické panely:</p> <ul style="list-style-type: none">• Počet panelů: 37 ks• Výkon – jmenovitý výkon jednoho panelu: 270 Wp• Min. účinnost: 16,80%• Sklon panelů: 30°• Orientace panelů: Jih <p>Měnič:</p> <ul style="list-style-type: none">• EURO účinnost (min.): 98%
Výpočetní parametry	
Výpočetní parametry	Výpočetní nástroj využívá hodinových dat slunečního záření. Konkrétní instalace fotovoltaické elektrárny uvažuje s korekcí solárních dat na základě mapy rozložení horizontálního záření v ČR. Pro konkrétní lokalitu se předpokládá, že celkový globální úhrn záření je 1204 kWh/m ² .

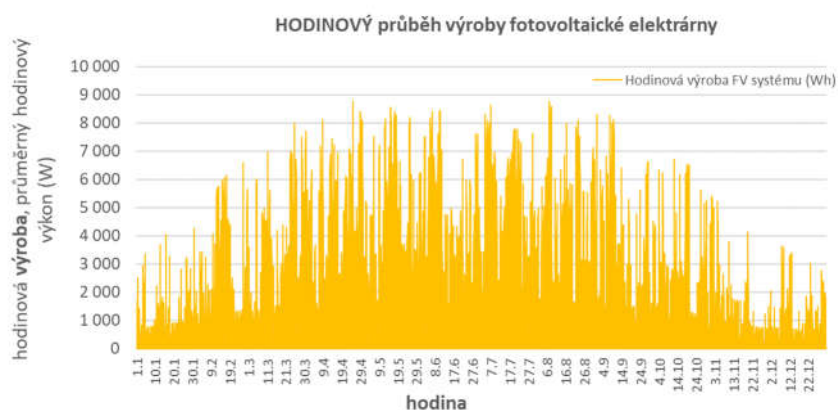


Okrajové podmínky

- bude vytvořen přibližný profil spotřeby budovy, který bude korespondovat s profilem výroby a spotřeby FVE
- fotovoltaické panely nebudou stíněny
- bude uvažováno minimálně s technickou úrovní zařízení, viz. horní list.

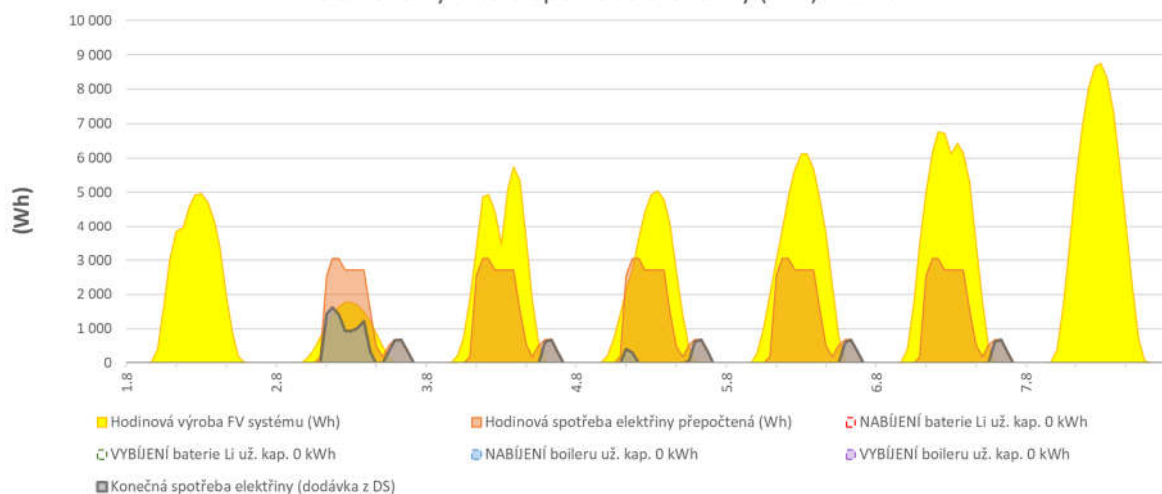
OPATŘENÍ 3 (100 m² plochy PV panelů, 10 kWp)

Produkce elektrické
energie PV systémem

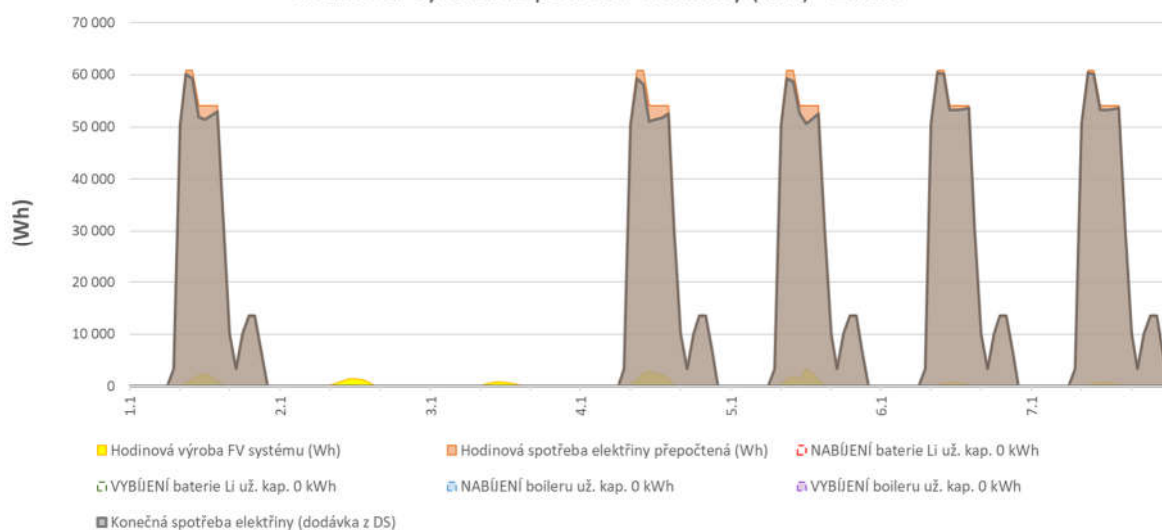


Následující grafy ukazují výrobní bilanci PV v porovnání se spotřebou elektřiny. Rozdíl mezi výrobou a spotřebou definuje dodávanou elektrickou energii z rozvodné sítě.

Hodinová výroba a spotřeba elektřiny (Wh) - LÉTO



Hodinová výroba a spotřeba elektřiny (Wh) - ZIMA

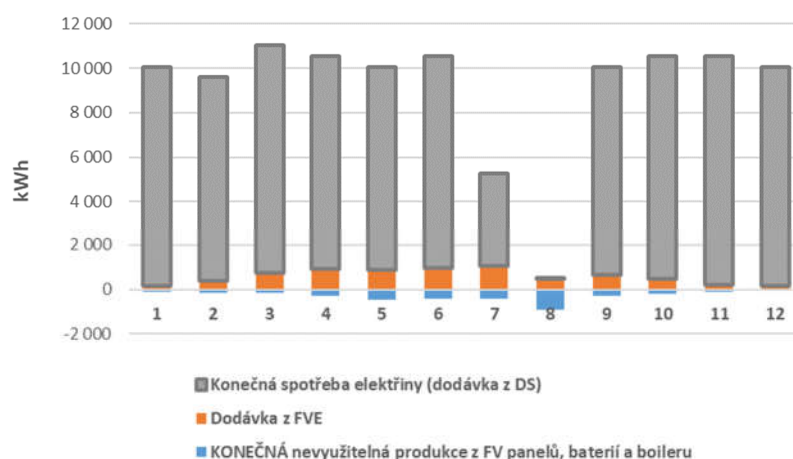


Bilance výroby a spotřeby z PV panelů

Výsledky simulace

Celková výchozí spotřeba elektrické energie	108 859 kWh
Celková využitelná produkce elektrické energie z FVE v budově	7 071 kWh
Konečná nevyužitelná výroba FV systému	3 540 kWh
Konečné množství elektrické energie dodané z DS	101 787 kWh
Procento využití celkové produkce FVE	66,6 %
Procento pokrytí vlastní spotřeby pomocí FVE	6,5 %

Grafické znázornění



Konstrukce obálky budovy

V rámci konstrukčních prvků obálky budovy nedochází ke změnám – v modelu je zachován výchozí stav konstrukce.

Technické systémy budovy

Vytápění	Navržený systém vytápění bude beze změn.
Chlazení	Navržený systém vytápění bude beze změn.
Větrání	Navržený systém vytápění bude beze změn.
Ohřev teplé vody	Navržený systém vytápění bude beze změn.
Osvětlení	Navržený systém vytápění bude beze změn.
Jiné technické systémy	-
Energonositelé	Plyn, elektrická energie

C.4.2. Ekonomické hodnocení

OPATŘENÍ 3

Ekonomické hodnocení

Investiční náklady na OPATŘENÍ 3:			OPATŘENÍ 3 - FVE		
INVESTICE - méněnáklady					
Č.pol	Název položky	Množst.	Jedn.	Cena MJ	Celkem Kč bez DPH
		0	0	0 Kč	0 Kč
Celkem MĚNĚNÁKLADY					0 Kč
INVESTICE - vícenáklady					
Č.pol	Název položky	Množst.	Jedn.	Cena MJ	Celkem Kč bez DPH
	Jednotková cena systému FVE (bez akumulace)	10	kWp	40 000 Kč	400 000 Kč
Celkem VÍČENÁKLADY					400 000 Kč
Bilance investičních nákladů					400 000 Kč

Porovnání provozních nákladů

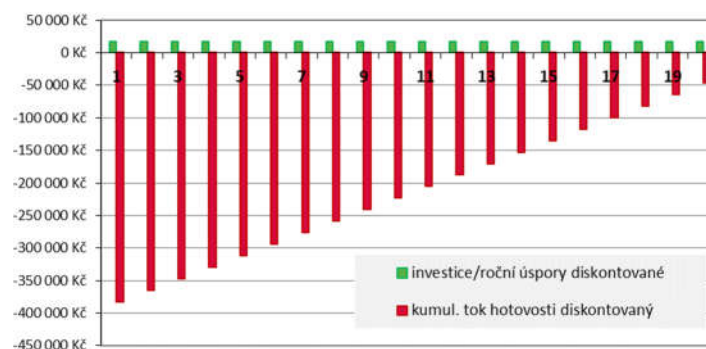
Stav	MWh/rok	tis. Kč/rok
VÝCHOZÍ STAV	294	435
OPATŘENÍ 3	287	418

Přínosy

Č.pol	Specifikace přínosu	MWh/rok	tis. Kč/rok
	Přínos OPATŘENÍ 3	7,071	17,678

Bilance ročního přínosu projektu 17 678 Kč

Ekonomické hodnocení		OPATŘENÍ 3	
ř.	Parametr	Hodnota	
Investiční výdaje projektu			
1	Investiční výdaje projektu celkem - bilance investičních nákladů	400 000	Kč
Současné provozní náklady			
2	Provozní náklady celkem	0	Kč
Přínosy projektu			
3	Změna nákladů na energii	17 678	Kč
4	Změna ostatních provozních nákladů	0	Kč
5	Přínosy projektu celkem	17 678	Kč
Ekonomické vyhodnocení			
6	Doba hodnocení - životnost projektu	20	let
7	Diskontní míra - hodnota peněz ³	3,0%	ročně
8	Růst ceny energií ⁴	3,0%	ročně
	Doba návratnosti prostá	22,6	roků
9	Doba návratnosti reálná	22,6	roků
10	Čistá současná hodnota NPV - zisk na konci životnosti projektu	-46 434	Kč
11	Vnitřní výnosové procento IRR	-1,1%	



Ekonomické zhodnocení:

Posuzované opatření má zápornou hodnotu NPV, je tudíž ekonomicky **nevyhovující**.

C.4.3. Ekologické hodnocení

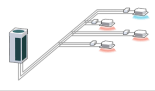
OPATŘENÍ 3						
Ekologické hodnocení						
Energonositel	Faktor neobnovitelné primární energie	VÝCHOZÍ STAV		OPATŘENÍ 3		Ekologická bilance – rozdíl
		Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	
		$Q_{d,f}$ [MWh/rok]	$Q_{d,pN}$ [MWh/rok]	$Q_{d,f}$ [MWh/rok]	$Q_{d,pN}$ [MWh/rok]	
	-					[MWh/rok]
Elektřina ze sítě	3	81,901	245,703	74,830	224,489	21,214
Zemní plyn	1,1	212,412	233,653	212,412	233,653	0,000
CELKEM rozdíl						21,214

Ekologické zhodnocení:

Posuzované OPATŘENÍ 3 má kladnou bilanci spotřeby neobnovitelné primární energie, je ekologicky přínosné.

C.5. Variantní řešení vytápění – využití VRV pro vytápění + decentrální příprava teplé vody

C.5.1. Popis alternativního řešení

ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ	
<p>Obecný popis řešení:</p> 	<p>Klientem byl vznesen požadavek na prověření varianty vytápění, která využívá již navrženého systému VRF se schopností fungovat v režimu tepelného čerpadla. Výpočet uvažuje s hodnotou COP=3,8 (Coefficient Of Performance), což je hodnota vyskytující se u běžně instalovaných zařízení na trhu. Parametr COP zjednodušeně vyjadřuje poměr mezi topným výkonem vůči elektrickému příkonu zařízení.</p>
Konstrukce obálky budovy	
Uvažované opatření nezasahuje do konstrukcí obálky budovy.	
Technické systémy budovy	
Vytápění	Bude využito již navrhovaného systému VRF v režimu tepelného čerpadla jako zdroje vytápění. Předpokladem návrhu je pokrytí potřeby tepla na vytápění VRF systémem z 90%, které je doplněno bivalentním zdrojem pro pokrytí zimních teplotních extrémů z 10% elektrokotlem.
Chlazení	Navržený systém chlazení bude beze změn.
Větrání	Navržený systém větrání bude beze změn.
Ohřev teplé vody	Při zrušení plynové kotelny je nutné uvažovat s návrhem decentrální přípravy teplé vody s elektrickými průtokovými ohřívači (viz Opatření 2).
Osvětlení	Navržený systém osvětlení bude beze změn.
Jiné technické systémy	-
Energonositele	Elektrická energie.

C.5.2. Ekonomické hodnocení

Změna investičních nákladů nebyla řešena v této úrovni studie, byl pouze vyčíslen dopad do provozních nákladů.

Porovnání provozních nákladů			
Stav		MWh/rok	tis. Kč/rok
VÝCHOZÍ STAV		294	435
ALT.ŘEŠ.		129	452
Přínosy			
Č.pol	Specifikace přínosu	MWh/rok	tis. Kč/rok
	Přínos ALT.ŘEŠ.	165,065	-17,026
Bilance ročního přínosu projektu			-17 026 Kč

Ekonomické zhodnocení:

Posuzované variantní řešení má **zápornou** bilanci ročního přínosu projektu. Tento fakt je dán především vysokým rozdílem mezi cenou elektřiny a zemním plynem (cca. 5-násobný). Z tohoto úhlu pohledu je alternativní řešení **nevyhovující**.

C.5.3. Ekologické hodnocení

ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ	Ekologické hodnocení					
Energonositel	Faktor neobnovitelné primární energie	VÝCHOZÍ STAV		ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ		Ekologická bilance – rozdíl
		Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	
		Q _f [MWh/rok]	Q _{pN} [MWh/rok]	Q _f [MWh/rok]	Q _{pN} [MWh/rok]	
Elektřina ze sítě	3	71,535	214,605	129,168	387,504	-141,801
Zemní plyn	1,1	212,412	233,653	0,000	0,000	233,653
CELKEM rozdíl						91,852

Ekologické zhodnocení:

Posuzované ALTERNATIVNÍ ŘEŠENÍ má **kladnou** bilanci spotřeby neobnovitelné primární energie, je ekologicky **přínosné**.

C.5.4. Vliv na komfort vnitřního prostředí

Problematickým bodem navrhovaného přístupu je otázka kvality vnitřního prostředí. Při zvolení varianty s VRF systémem přichází uživatelé budovy o **složku radiačního tepla**, která je svým charakterem člověku velmi příjemná a blízká (podobnost s účinky slunečního svitu).

Dalším problematickou veličinou rovnice tepelné pohody člověka je **rychlost proudění vzduchu**, která výrazně ovlivňuje tepelný komfort. Systémy teplovzdušného vytápění, mezi které tento patří často v tomto parametru překračují optimální hodnoty. Je to dáno požadavkem na vysoké množství přiváděného vzduchu pro pokrytí tepelné ztráty místnosti.

Dalším relevantním argumentem, který mluví v neprospěch varianty s VRF vytápěním, je vyšší náchylnost k **víření prachu v místnosti**, což může mít za následek zvýšení nemocnosti osob.

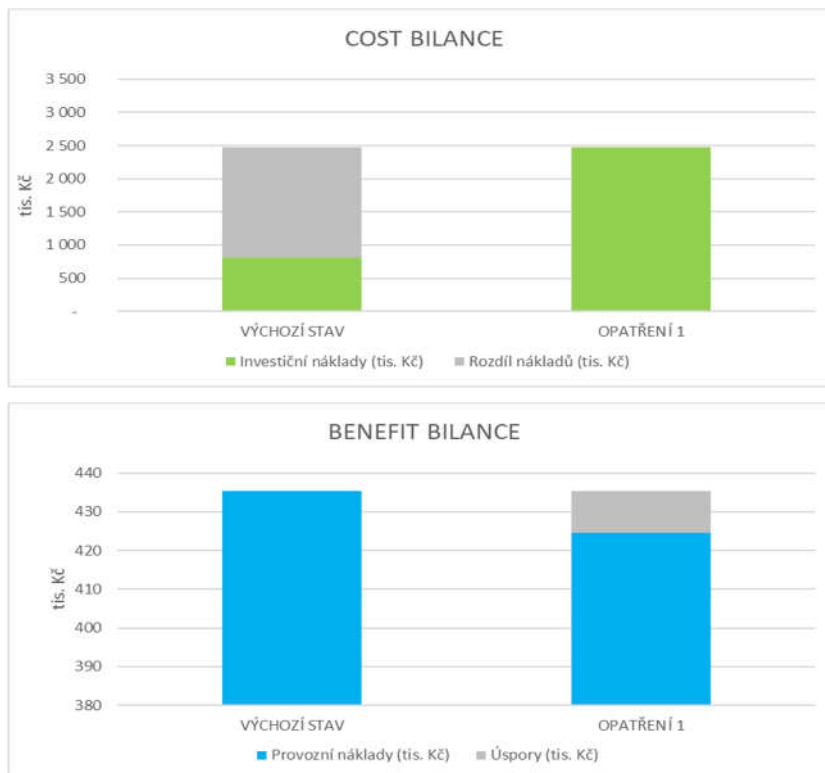
Složkami, které mají vliv na pocit komfortu, jsou např.:

- **Teplota vzduchu**
- Střední hodnota záření
- **Rychlost proudění vzduchu**
- Vlhkost
- Oblečení
- Míra fyzické zátěže

S ohledem na využití prostorů a požadavek na vysoký komfort jednoznačně toto opatření **nedoporučujeme**.

D. GRAFICKÝ PŘEHLED VÝSLEDKŮ

OPATŘENÍ 1 – Zastíněná budova externími žaluziemi



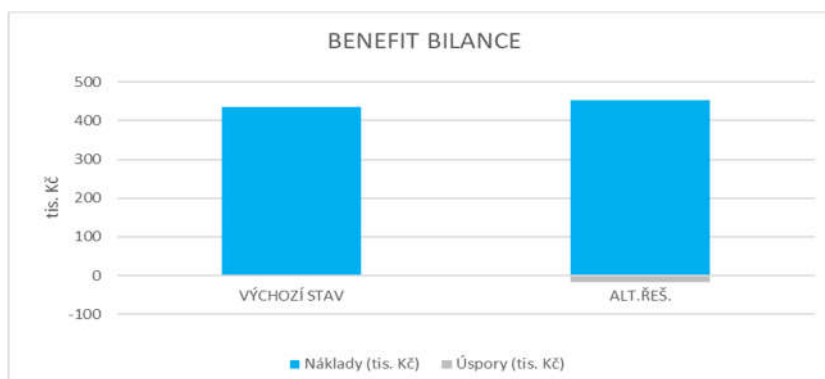
OPATŘENÍ 2 – Decentrální příprava teplé vody



OPATŘENÍ 3 – Instalace solárních fotovoltaických panelů



VARIANTNÍ ŘEŠENÍ VYTÁPĚNÍ - využití VRV pro vytápění + decentrální příprava teplé vody



E. KOPIE OPRÁVNĚNÍ ZPRACOVATELE



MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU
Na Františku 32, 110 15 Praha 1

Ing. Jiří Cihlár
r. č. 820715/3955

je oprávněn

provádět energetický audit
s platností od 31.10.2011

vypracovávat průkazy energetické náročnosti budovy
s platností od 24.10.2012

provádět kontroly kotlů
s platností od 24.10.2012

provádět kontroly klimatizace
s platností od 24.10.2012



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

Číslo oprávnění: 0997

V Praze dne 24. října 2012



Ing. Pavel Šolc
náměstek ministra průmyslu a obchodu