

ENERGETICKÝ AUDIT

Evidenční číslo auditu 09 / 2013

Zateplení

Vojenského ubytovacího zařízení Opava

Krnovská 77

OPAVA



Zpracoval: Ing. Skrott Jiří
auditor energetiky
zapsán v seznamu MPO
pod číslem 045

Zábřeh, Komenského 14
☎: 602 / 833 374

listopad 2013



Obsah

1. Identifikační údaje	2
1.1 Cíl auditu	3
2. Popis výchozího stavu	3
2.1 Obecné informace	3
2.2 Elektrická energie	7
2.3 Vlastní energetický zdroj	8
2.4 Zemní plyn	9
2.5 Popis oblasti a objektů	9
2.6 Stavební konstrukce	11
2.7 Vzduchotechnika	11
2.8 Příprava teplé užitkové vody (TUV) a rozvody TUV	11
2.9 Energetické manažerství	11
2.10 Energetické vstupy do předmětu EA	12
3. Zhodnocení výchozího stavu	13
3.1 Roční energetická bilance stávajícího předmětu EA	13
3.2 Elektrická energie	14
3.3 Vlastní energetický zdroj	14
3.4 Zemní plyn	15
3.5 Objekty a jejich energetická náročnost	18
3.6 Vytápění	18
3.7 Vzduchotechnika	18
3.8 Příprava teplé užitkové vody	19
3.9 Využití obnovitelných zdrojů energie	19
3.10 Financování metodou EPC	19
4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie	20
4.1 Varianta 1.	23
4.1.1 Upravená energetická bilance	24
4.2 Varianta 2	24
4.2.1 Upravená energetická bilance	24
5. Ekonomické vyhodnocení	25
6. Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí	28
7. Výstupy energetického auditu	29
7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství	29
7.2 Celková výše dosažitelných energetických úspor	29
7.3 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu	30
7.3.1 Okrajové a omezující podmínky	30
7.4 Stanovisko a doporučení auditora	30
8. Evidenční list energetického auditu	31

Přílohy energetického auditu

1. Situace 1 : 1000
2. Finanční analýza Varianty 1
3. Finanční analýza Varianty 2
4. Technicko-energetické charakteristiky budovy
5. Přehled konstrukcí
6. Energetický štítek obálky budovy

Vstupní podklady

1. Kopie faktur za dodávku el.energie 2010 -2012
2. Kopie faktur za dodávku plynu 2010 -2012
3. Revizní zprávy technických zařízení budovy
4. Vlastní prohlídka objektu a zařízení, ověření a zjištění údajů
5. Soubor stavební a technické dokumentace z archívu zadavatele
6. Konzultace s majitelem, správcem a provozovatelem

1. Identifikační údaje**Evidenční číslo auditu:** 09 / 2013**Objednatel:**

Název : HOCHTIEF FM ČR s.r.o.
Zástupce : Ing. arch. Michaela Srpa
Adresa : Plzeňská 16/3217, PSČ 150 00 Praha 5
IČ : 25174312
DIČ : CZ25174312
Telefon : 725 881 128

Zhotovitel:

Název: Ing. Jiří Skrott
Adresa: Komenského 14,
789 01 Zábřeh,
Telefon: 602 83 33 74
IČ: 651 69 000
Osvědčení: MPO č. 045

Objekt EA:

Předmět: Vojenské ubytovací zařízení Opava
Umístění: Krnovská 2853 / 77
PSČ 746 01 Opava

Číslo obce:

540 544

Parcela:

č. 2161 / 3

Katastrální území:

Jaktař

Číslo k.ú.:

711 730

okres:

CZ0805 Opava

Souřadnice GPS:

49° 56' 44" N

17° 53' 09" E

Provozovatel:

Název : Armádní servisní, příspěvková organizace
Adresa : Podbabská 1589 / 1, PSČ 160 00 Praha 6 Dejvice
IČ : 60460580
DIČ : CZ60460580
Telefon : 973 204 090

Vlastník budovy:

Název : Ministerstvo obrany České republiky
Adresa : Tychonova 1, PSČ 160 00 Praha 6
IČ : 601 62 694
DIČ : CZ60162694

1.1 Cíl auditu

Cílem energetického auditu zpracovaného podle Zákona o hospodaření energií číslo 406/2000 Sb. a Vyhlášky číslo 213/2001 Sb. novelizované vyhláškou a 480 / 2012 Sb. je stanovení potenciálu úspor energie posuzované budovy vojenské ubytovny Opava a navržení možných variant energeticky úsporných opatření. Audit doporučuje nejvhodnější řešení energetiky na základě komplexního srovnání přínosů jednotlivých variant v oblasti úspor energie, finančních nákladů a přínosů úsporných opatření pro životní prostředí.

Tento energetický audit bude zároveň sloužit jako příloha k žádosti o poskytnutí dotace z Operačního programu Životní prostředí, v rámci prioritní osy 3 – Udržitelné využívání zdrojů energie, Podoblast podpory 3.2.1 – Realizace úspor energie. Vysoký potenciál možných řešení v oblasti hospodaření s energií představuje především snižování spotřeby energie budovy prostřednictvím realizace energeticky vhodnějšího pláště. Proto bude věnována pozornost právě této investičně náročné oblasti úsporných opatření – tj. zateplení obvodového pláště budovy a výměně otvorových výplní.

2. Popis výchozího stavu

2.1 Obecné informace

Řešená budova slouží jako ubytovací zařízení pro potřeby armády. Ubytovací kapacita budovy je asi 106 lůžek a průměrná roční obleženost této lůžkové kapacity je přes 40 %.

Šesti patrová nepodsklepená panelová budova ubytovacího zařízení je vybudovaná v montované železobetonové prefabrikované technologii, která má ovšem z dnešního pohledu již zcela nevyhovující tepelně-technické vlastnosti systémové hranice budovy.

Svislý obvodový plášť ze sendvičových panelů tvoří z tepelně technického hlediska, nevyhovující pórobetonové panely a sendvičové meziokenní vložky, nevyhovuje plochá střecha objektu ani podlaha na terénu. Platí to také pro okna a vstupní dveře.

V objektu vojenské ubytovny je instalován vlastní energetický zdroj – plynová objektová kotelna – a to dva stacionární plynové nízkotlaké teplovodní kotle VIADRUS o jednotkovém tepelném výkonu 195 kW. Tato kotelna také zajišťuje centrálně přípravu teplé vody pro celý objekt.

Z řešené budovy vojenské ubytovny nejsou žádné energetické výstupy.

2.2 Elektrická energie

Objekt vojenské ubytovny je připojen přes jediné odběrné fakturační místo v kategorii jednotarifního maloodběru. Budova je napojena přípojkou nízkého napětí na místní distribuční síť.

Odběrné místo číslo	36001 103341
EAN	509 745 117
Sazba	C 02d, Standard
Aktuální prům. cena	4,32 Kč/kWh
Odebraná energie	93,6 MWh/rok

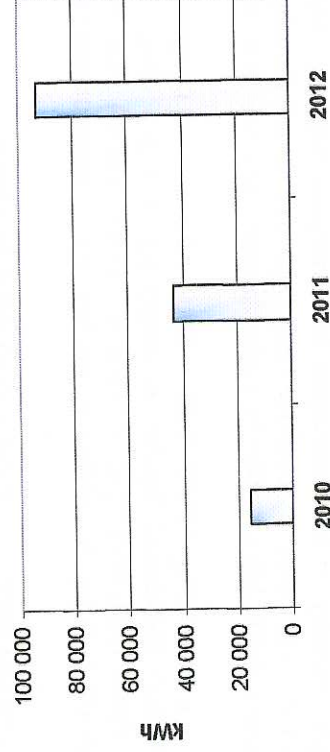
2.2.1 Statistika nákupu el.energie

Spotřeba el. energie vojenské ubytovny v jednotlivých sledovaných letech je stanovena z ročních faktur od dodavatele. Je uvedena roční statistika včetně výpočtu průměrných hodnot za sledované období 2010 až 2012, které jsou důležité pro sestavení energetické bilance objektu.

ROK	el. energie		platba	cena energie	
	kWh	GJ	Kč	Kč/kWh	Kč/GJ
2010	15 152	54,5	63 670	4,20	1 167
2011	43 490	156,6	178 093	4,10	1 138
2012	93 659	337,2	404 285	4,32	1 199
průměr	50 767	183	215 349	4,20	1 168

Spotřeba elektřiny registrovaná elektroměrem má meziročně výrazně rostoucí tendenci, která je zřejmě daná mírou využívání objektu.

MEZIROČNÍ VÝVOJ SPOTŘEBY EL. ENERGIE
VUZ Opava



Oproti výchozímu roku 2010 byl v roce 2012 registrován víc než 6-ti násobný meziroční nárůst spotřeby. Vzhledem k charakteru auditu zaměřeného přednostně na tepelně-technické vlastnosti budovy, není nutné tento velmi výrazný nárůst spotřeby elektřiny blíže analyzovat.

▪ Průměrná cena

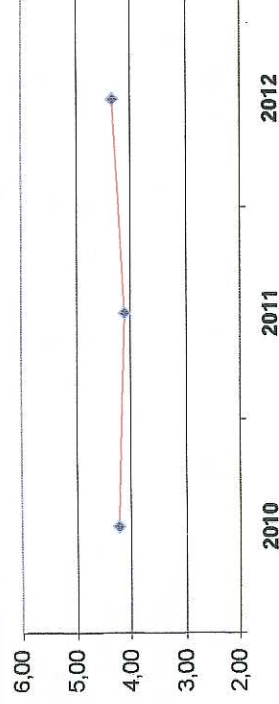
Průměrná cena el. energie je počítána z faktur dodavatele a zahrnuje jak složku za silovou energii tak také složku za technické maximum a regulovanou složku za distribuci.

Cena el. energie je meziročně v celém sledovaném období na rozdíl od spotřeby velmi vyrovnaná bez významných odchylek od průměrné ceny 4,20 Kč/kWh. V roce 2012 vzrostla oproti výchozí hodnotě pouze o 2,8 %.

Tato dosažená průměrná cena je dána především závislostí na tarifních podmínkách pro silovou el. energii dodavatele a také na cenách v oblasti distribuce a tím také na státní regulaci danou vyhláškami Energetického regulačního úřadu.

VÝVOJ PRŮMĚRNÉ CENY

Kč/ kWh



2.2.2 Rozvody elektrické energie

- Rozvody NN

Napěťová soustava:

3+PEN, 3x400 V, ~50 Hz, TN-C

Ochrana před ND neživých částí:

nulováním a samočinným odpojením od zdroje chrániči

Ochrana před ND živých částí:

izolací, polohou a zábranou

V přízemí budovy na chodbě je instalován ve zdi hlavní elektroměrový rozvaděč RS, ze kterého jsou připojeny další podružné rozvaděče objektu kabely typu AYKY 4 x 16 mm². Světelné obvody jsou provedeny převážně vodiči AY 2 x 2,5 mm², zásuvkové obvody převážně vodiči AY 2 x 4 mm². Vodiče jsou uloženy vesměs pod omítkou.

Přenosová kapacita kabelových rozvodů je s dostatečnou rezervou a je umožněno selektivní jištění vnitřní instalace v budově. El. rozvody mají výhradně charakter instalace, a proto není sestavena tabulka rozvodů. U provozovatele jsou uloženy aktuální revizní zprávy včetně zápisu o odstranění zjištěných závad.

2.2.3 Významné spotřebiče elektrické energie

- Instalované výkony elektrospotřebičů

Vybavení této budovy elektrotechnologií má pouze asi desetinový podíl ne celkové spotřebě energie. Právě tato spotřeba je velmi závislá na obsazení ubytovny. Z projektových podkladů, prohlídky objektu a revizních zpráv jsou převzaty základní údaje o instalovaných elektrospotřebičích, a to v obvyklém členění na hlavní technologie.

Nejvýznamnějším spotřebičem el. energie v budově vojenské ubytovny je osvětlení a potom následují lokální tepelné spotřebiče pro vaření, chlazení a další obvyklé technologie ubytoven – televizory, počítače, ventilátory atd..

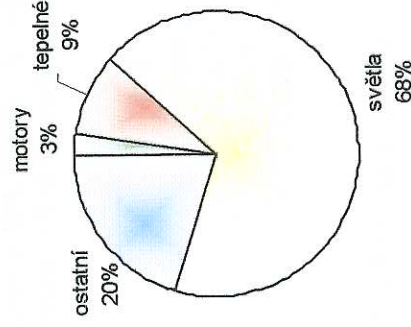
Z hodnoty soudobého podílu maxima a jeho předpokládaného měsíčního využití byl stanoven podíl jednotlivých technologií na celkové spotřebě ubytovny pro typický zimní měsíc.

Vojenská ubytovna OPAVA

technologie	typ	inst. výkon kW	soud.výkon kW	užití hod / měs	energie kWh	podíl energ. %	podíl max %
motory	čerpadla	15	5	30	150	2,5	6,8
tepelné	vaření	68	9	60	540	9,2	12,2
světla	zářivky, žárovky	130	50	80	4 000	67,9	67,6
ostatní	PC, ost. technika	25	10	120	1 200	20,4	13,5
CELKEM		238	74		5 890	100,0	100,0

Nejvýznamnějším segmentem spotřeby elektřiny v objektu ubytovny je tedy umělé osvětlení a potom následují bytové technologie a vybavení kanceláří. Tyto segmenty spotřeby elektřiny mají celoročně také poměrně vysoké využití.

STRUKTURA SPOTŘEBY EL. ENERGIE rok celkem 50 MWh



▪ Osvětlení

Nejvýznamnějším segmentem spotřeby el. energie této budovy vojenské ubytovny je typicky umělé osvětlení, které má poměrně vysokou soudobost a v zimním období také vysokou dobu využití. Celkový instalovaný výkon osvětlení je asi 130 kW a na zimní odběrové špičce se osvětlení podílí asi dvěma třetinami a zhruba stejnou měrou také na celkovém odběru.

Umělé osvětlení pokojů a kanceláří je provedeno stropními zářivkovými svítidly s jednotkovým výkonem 2 x 37 W, chodby jsou osvětleny také klasickými žárovkami 100 W. Na sociálních převažuje také osvětlení žárovkové, instalované výkony žárovek jsou převážně 100 W.

Podle výsledků orientačního měření úrovně osvětlenosti vybraných typových prostorů budovy vojenské ubytovny lze konstatovat, že je dodržena minimálně požadovaná úroveň osvětlenosti. Napětí v síti budovy bylo v době měření osvětlení kolem hodnoty 223 V - tedy v povolené toleranci.

místo měření	Osvětlenost (lx)	
	maximum	průměr
kancelář	560	410
pokoj	360	290
kotelna	310	260
chodby, schodiště	160	90
		120

Tyto hodnoty naměřené osvětlenosti odpovídají požadovaným minimálním hygienickým hodnotám, tj. 300 lx. Na průměrnou osvětlenost osvětlení většíny prostorů také vyhovuje.

2.3 Vlastní energetický zdroj

Budova vojenské ubytovny má objektovou plynovou kotelnu, ve které jsou instalovány dva shodné kotle VIADRUS s tepelným výkonem po 195 kW . Celkový instalovaný výkon kotelny je tedy 390 kW a kotelna tak patří podle ČSN 07 07 03 do III. kategorie. Projektovaná teplota topné vody je 90/70°C. Obvyklý tlak topné soustavy je do 200 kPa. Z rozvaděče kotelny jsou vyvedeny čtyři topné okruhy, které respektují rozdílné oslunění fasády objektu.

Parametry kotle :

Typ

Výrobce

Tepelný výkon

Účinnost tabulková

Parametry média

: G 42 - ECO

: Viadrus, ŽDB Bohutín

: 2 x 195 kW

: 90 %

: max.90°C, 250 kPa

Bilance výroby tepelné energie v tabulkovém provedení je zpracována pro průměrné hodnoty za sledované období.

Rok		2010 - 2012
Ukazatel	Jednotka	Roční hodnota
Instalovaný elektrický výkon celkem	MW	0
Instalovaný tepelný výkon celkem	MWtep	0,39
Dosažitelný elektrický výkon celkem	MW	0
Pohotovostní elektrický výkon celkem	MW	0
Výroba elektřiny	MWh	0
Prodej elektřiny	MWh	0
Vlastní spotřeba elektřiny pro výrobu energie	MWh	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny	GJ	0
Výroba dodávkového tepla	GJ	1 392
Prodej tepla	GJ	0
Spotřeba tepla v palivu na výrobu tepla	GJ	1 542
Spotřeba tepla v palivu celkem	GJ	1 542

2.3.1 Rozvody vyrobené energie

Rozvody topení v řešené budově jsou ocelové, dosud původní. Ve budově vojenské ubytovny jsou instalovány také původní ocelové deskové radiátory. Tyto radiátory jsou osazeny ve všech prostorech termostatickými ventily.

2.4 Zemní plyn

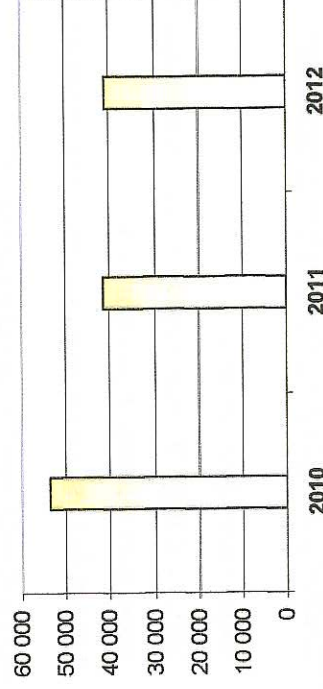
Objekt vojenské ubytovny je připojen na zemní plyn přes jedno fakturační odběrné místo na středotlakou distribuční síť. Plynová přípojka je vedena do plechové skříně, kde je instalován HUP uzavěr plynu a regulátor přetlaku. Nízkotlaký rozvod vede do kotelny přes fakturační měření plynoměrem.

Plynovod je svařovaný vedený na povrchu a upevněn na konzolách. Vzhledem k jednoúčelovosti rozvodů plynu nebyla sestavena obvyklá tabulka rozvodů.

Celková roční statistika odběru zemního plynu budovy vojenské ubytovny je uvedena z fakturačních podkladů dodavatele.

ROK	energie		platba	cena energie	
	m ³	GJ	Kč	Kč / m ³	Kč / GJ
2010	53 650	1 824	561 331	10,46	308
2011	41 460	1 410	549 937	13,26	390
2012	40 950	1 392	424 401	10,36	305
průměr	45 353	1 542	511 890	11,36	332

MEZIROČNÍ VÝVOJ SPOTŘEBY ZEM. PLYNU m³
VUZ Opava



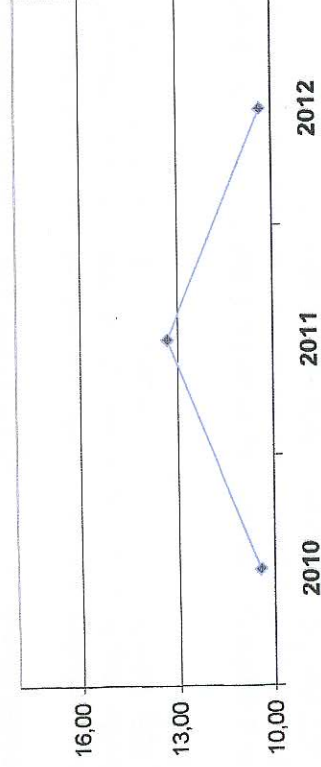
Meziroční vývoj spotřeby zemního plynu je charakterizován v zásadě vyrovnaným průběhem, meziročně spotřeba plynu klesá ve sledovaném období asi o 23,7%. Průměrná hodnota dosáhla spotřeby asi 45 tis. m³.

Spotřeba plynu je daná především odběrem kotelny a tedy závisí zásadně na vývoji topné sezóny – tedy na počtu denostupňů.

■ Průměrná cena

Průměrná cena plynu je počítána z faktur dodavatele plynu a zahrnuje složku za energii a také složku za distribuci a stálé platy. Dosažená celková průměrná cena plynu má meziročně rozkolísaný charakter, který je daný zejména turbulentní cenou této komodity na světových trzích. Cena také silně kolísá podle nabídky alternativních dodavatelů této komodity. Pro tento typ převážně sezónního malooběru s topným charakterem je dosažená průměrná cena zemního plynu tj. 332 Kč/GJ na obvyklé úrovni.

VÝVOJ PRŮMĚRNÉ CENY

Kč/ m³

2.4.1 Významné spotřebiče zemního plynu

Vlastní plynový zdroj budovy je uveden samostatně pro kotelnu výše. Další spotřebiče zemního plynu nejsou instalovány.

2.5 Popis oblasti a objektu

Vytápění stavby je nejvýznamnějším spotřebičem energie. Posuzovaný objekt se nachází ve středně náročné klimatické oblasti, která je charakterizována:

$\theta_e = -15^{\circ}\text{C}$ převládající návrhová teplota vnějšího vzduchu v zimním období,
 $d = 244$ dnů počet dnů vytápění v topném období,
 $t_{es} = +4,1^{\circ}\text{C}$ průměrná teplota venkovního vzduchu v otopném období,
 $H = 257$ m.n.m. nadmořská výška oblasti

Budova Vojenského ubytovacího zařízení v Opavě je charakterizována:

objekt	rok výstavby	stavební výška	zastavěná plocha	podlahová plocha	energetic. vztazna plocha	vytápěný objem vnitřní	vytápěný objem vnější
VUZ Opava	cca 1985	21,5	707,0	4 038,7	4 240,1	12 111,9	14 346,0

2.6 Stavební konstrukce

Budova Vojenského ubytovacího zařízení v Opavě byla postavena podle dokumentace z roku 1980, kolaudována byla tedy přibližně roku 1985. Je samostatně stojící, půdorysně jednoduchého obdélníkového tvaru o rozměrech 37,10 m x 19,10 s orientací čelních fasád na jihozápad a severovýchod. Výška objektu je 21,50 m. Objekt je šestipodlažní bez suterénu. Zastřešení je plochou střechou, na které je strojovna výťahu. Okenní výplně čelních fasád tvoří průběžné okenní pásy s meziokenními vložkami. Vstup do objektu je z jihozápadní čelní strany. Při protější čelní fasádě je schodiště s vnitřní výtahovou šachtou. Světlé výšky jsou 2,99 m, konstrukční výšky podlaží jsou 3,30 m. Vnitřní výpočtová teplota ubytovny je 20°C.

Objekt je založen na patkách osazených na piloty. Nosný systém stavby tvoří železobetonový skelet se sloupy 500 mm x 500 mm o modulovém rozponu 6,00 m x 6,00 m.

Svislé obvodové konstrukce tvoří omítané spínané pórobetonové panely o síle 300 mm. Hodnota koeficientu tepelné propustnosti $\underline{U}$ těchto svislých obvodových panelových konstrukcí je $0,786 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je vzhledem k požadovaným $0,300 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ značně nevyhovující hodnota.

Zdivo strojovny je z omítaných keramických bloků CDM tl. 400 mm. Hodnota koeficientu $\underline{U}$ těchto keramických svislých obvodových konstrukcí je $1,424 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je vzhledem k požadovaným $0,300 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ výrazně nevyhovující hodnota.

Meziokenní svislé sendvičové obvodové konstrukce jsou tvořeny vnitřní dřevotřískovou deskou, vnějším sklem a středním tepelně izolačním jádrem z minerální vlny. Hodnota koeficientu tepelné propustnosti $\underline{U}$ těchto lehkých svislých sendvičových obvodových konstrukcí je $1,640 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je vzhledem k požadovaným $0,300 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ výrazně nevyhovující hodnota.

Střecha nad 6.NP i strojovnou je plochá, tvořená nosnými omítanými železobetonovými stropními panely tl. 250 mm, na kterých je lepenka, tepelně izolační vrstva 50 mm polystyrenu se spádovou vrstvou násypu na kterém jsou pórobetonové desky tl. 150 mm s cementovým potěrem a hydroizolací asfaltovými pásy. Hodnota koeficientu $\underline{U}$ střešních obvodových konstrukcí je $0,552 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je vzhledem k požadovaným $0,240 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ značně nevyhovující hodnota.

Podlahové konstrukce 1.NP na zemině obytných částí jsou tvořeny náslapnou vrstvou z linolea na vrstvě betonu s tepelnou izolací polystyrenem tl. 80 mm na hydroizolaci na podkladním betonu a štěrkopískovém podsypu. Hodnota koeficientu $\underline{U}$ těchto podlahových konstrukcí na zemině je $0,467 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je proti požadovaným $0,450 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ nevyhovující hodnota.

Podlahové konstrukce 1.NP na zemině společných prostor jsou tvořeny náslapnou vrstvou z dlažby na vrstvě betonu s tepelnou izolací polystyrenem tl. 80 mm na hydroizolaci na podkladním betonu a štěrkopískovém podsypu. Hodnota koeficientu $\underline{U}$ těchto podlahových konstrukcí společných prostor na zemině je $0,473 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je proti požadovaným $0,450 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ také nevyhovující hodnota.

Okenní výplně jsou původní dřevěné zdvojené, na schodišti jsou prosvětlovací Copilitty a ve strojovně výtahu je jedno ocelové okno se zdvojenou skleněnou výplní. Celková hodnota koeficientu $\underline{U}_w$ dřevěných zdvojených oken je $2,8 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, Copilitů $3,0 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ a ocelového okénka $3,8 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Požadovaná hodnota koeficientu prostupu tepla je u světlých okenních výplní $1,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, všechny tyto výplňové konstrukce jsou tedy nevyhovující.

Vstupní sestava je z ocelových profilů s jednoduchým prosklením. Ve strojovně výtahu jsou jedny plechové nezateplené dveře. Celkový koeficient $\underline{U}_d$ dveří sestavy i plechových dveří je $6,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Požadovaná hodnota koeficientu prostupu tepla je u vnějších vstupních dveří $1,7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, vstupní dveře jsou tedy výrazně nevyhovující.

Charakteristiky systémového rozhraní k vnějšímu prostředí

Přehled aktuálních hodnot koeficientů $\underline{U}$ jednotlivých konstrukcí, požadovaná a doporučená hodnota je uvedena v následující tabulce:

U (W/m ² K)	Stávající hodnota	Požadovaná hodnota	Doporučená hodnota
obvodové panely tl. 300 mm	0,786	0,300	0,250
obvod. panely tl. 300 mm (od -0,90 až + 0,18)	0,786	0,300	0,250
zdivo strojovny tl. CDM 400 mm	1,424	0,300	0,250
meziokenní vložky	1,640	0,300	0,200
nové vyzdívky pórobeton tl. 300 mm	---	0,300	0,250
střešní konstrukce 6.NP	0,552	0,240	0,160
střešní konstrukce strojovny	0,552	0,240	0,160
podlahové kce obytných částí na terénu	0,467	0,450	0,300
podlahové kce společných prostor na terénu	0,473	0,450	0,300
okenní výplně dřevěné zdvojené	2,8	1,5	1,2
okno strojovny ocelové zdvojené	3,8	1,5	1,2
copility	3,0	1,5	1,2
vstupní dveřní sestava ocelová jednoduchá	6,5	1,7	1,2
dveře strojovny plechové	6,5	1,7	1,2

Z hlediska tepelné izolací vlastností systémového rozhraní obvodové konstrukce objektu Vojenského ubytovacího zařízení v Opavě nespĺňují současné požadavky. Objekt je celkově v dobrém stavu, jeho stav odpovídá své době výstavby, ale také pravidelné údržbě prováděné na obvyklé úrovni. Zanedbaná údržba objektu tedy není.

2.7 Vzduchotechnika

V prostorách řešené budovy není instalována významnější vzduchotechnika. Sociálky jsou vybaveny jednoduchými ručně ovládanými podtlakovými odtahovými větracími systémy.

2.8 Příprava teplé užitkové vody (TUV) a rozvody TUV

Příprava TUV je v budově vojenské ubytovny zajištěna centrálně v akumulčním nepřímým ohřevaném zásobníku. Množství připravované teplé vody není měřeno.

Na akumulčním zásobníku je nastavena regulovaná teplota na 55-60°C. Rozvody TUV jsou vedeny z akumulčního ohřivače do výtokových armatur příruční kuchyně a sociálek.

Spotřeba tepelné energie na ohřev teplé vody není v této budově samostatně měřena, a proto je množství energie stanovené na její ohřev dáno pouze odborným odhadem na obvyklé úrovni obdobných ubytovacích zařízení. Její skutečná úroveň velmi závisí na využívání ubytovací kapacity.

Ohřev teplé vody je významný segment spotřeby energie a jeho roční úroveň je úhrnem stanovena na úrovni asi 150 GJ za rok a cena energie na ohřev vody je asi 50 tis.Kč. Energie potřebná na ohřev TUV tak tvoří asi 10 % celkové spotřeby tepelné energie.

2.9 Energetické manažerství

Energetické manažerství probíhá pouze v běžné míře a tedy spočívá kromě sumarizace fakturačních údajů za energie také ve sledování a řízení vnitřní teploty.

2.10 Energetické vstupy do předmětu EA

Vzhledem k charakteru projektové orientovaného energetického auditu zaměřeného na zateplení vojenské ubytovny je uvedena vstupní energetická bilance jako průměr nakoupených energií za sledované roky 2010 až 2012 a pro tuto řešenou budovu.

Dominantní podíl v nakupovaných energiích této budovy má v celém sledovaném období nákup zemního plynu pro vytápění. Podíl energetických vstupů tepelné energie na vytápění představuje téměř devadesát procent – přesněji 89,4 %.

Elektrická energie je užita pro osvětlení a další technologie – tento podíl je asi jedna desetina celkové spotřeby energií – přesněji 10,6 %.

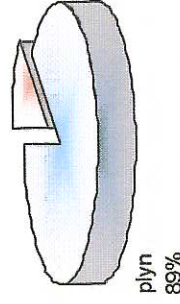
Vzhledem k podstatně vyšší ceně el. energie je ale její podíl na finančních vstupech podstatně vyšší a to téměř jedna třetina – přesněji 29,6 %.

Energetické vstupy do předmětu EA - jsou stanoveny jako statistický průměr za sledované období 2010 - 2012.

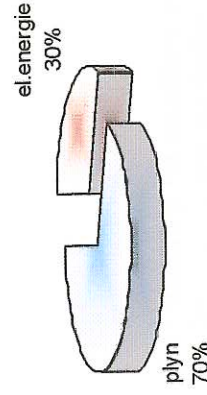
Rok					2010 - 2012
Vstupy paliv a energie	Jednotka	Množství	Výhřevnost (GJ/jedn.)	Přepočet na GJ	Roční náklad (Kč)
Nákup el.energie	MWh	50,767	3,6	183	215 349 Kč
Nákup tepla	GJ	0	1	0	- Kč
Zemní plyn	m ³	45 353	0,034	1 542	511 890 Kč
Propan	t	0	0	0	- Kč
Propan-butan	t	0	0	0	- Kč
Obnovitelné zdroje	GJ/MWh	0	0	0	- Kč
Tuhá paliva	q	0	0	0	- Kč
Celkem vstupy paliv a energie					727 239 Kč
Změna stavu zásob paliv (inventarizace)					0
Celkem spotřeba paliv a energie					727 239 Kč

SPOTŘEBA ENERGIÍ celkem 1 725 GJ

el.energie
11%



PLATBY ZA ENERGIE celkem 727 tis. Kč



3. Zhodnocení výchozího stavu

3.1 Roční energetická bilance stávajícího předmětu EA

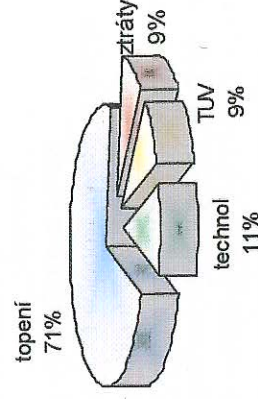
Pro zhodnocení výchozího stavu byla sestavena průměrná roční energetická bilance řešeného objektu vojenské ubytovny za sledované období, tj. za roky 2010 až 2012. Průměrná cena el. energie je asi 1 168 Kč/GJ, průměrná cena zemního plynu je 332 Kč/GJ.

V kotelně vojenské ubytovny jsou instalovány moderní dostatečně účinné plynové kotle, a proto je zvažována jen nízká úroveň ztrát ve zdroji a také nízké ztráty v rozvodech na úrovni kolem 10 %. Ztráty v rozvodech topení totiž přispívají k tepelné bilanci tohoto objektu.

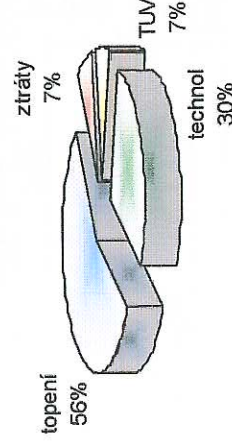
Ohřev teplé vody je pro vojenskou ubytovnu zajištěn centrálně v nepřímo ohřívaném akumulačním zásobníku. Spotřeba energie na ohřev TUV je stanovena pouze odhadem z průměrného využívání lůžkové kapacity objektu na úrovni 200 GJ za rok.

Rok	2010 - 2012	
Ukazatel	GJ/rok	tis. Kč/rok
Vstupy paliv a energie	1 725	727
Změna zásob paliv	-	-
Spotřeba paliv a energie	1 725	727
Prodej energie cizím	-	-
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1 725	727
Ztráty v rozvodech	150	50
Spotřeba energie na TUV	150	50
Spotřeba energie na vytápění	1 242	412
Spotřeba energie na ostatní technologické procesy	183	215

ENERGETICKÁ BILANCE
celkem 1 725 GJ



FINANČNÍ BILANCE
celkem 727 tis. Kč



3.2 Elektrická energie

3.2.1 Rozbor spotřeby a meziroční vývoj

Odběr el. energie, kde dnes tvoří nejvýznamnější podíl odběr elektřiny na osvětlení má ve sledovaném období meziročně velmi strmé rostoucí průběh. Absolutní odchylky roční spotřeby elektřiny jsou natolik významné, že jejich nárůst lze zdůvodnit jediné různou mírou využívání objektu a tím primárně danou různou spotřebu elektřiny.

3.2.2 Osvětlení

Osvětlení pokojů a kanceláří ubytovny je provedeno převážně stropními zářivkami. Je tedy energeticky dostatečně účinné a má obvyklou míru spotřeby energie. Normové nároky na intenzitu a rovnoměrnost osvětlení jsou prakticky ve všech prostorech objektu splněny.

3.2.3 Rozvody el. energie

Dimenzování a jištění vodičů vyhovuje požadavkům normy Elektrická zařízení – dovolené proudy. Z hlediska ztrát v přenosu elektroinstalace vyhovuje a v žádném místě budovy nedochází k nadměrným úbytkům napětí.

Elektroinstalace je uložena vesměs pod omítkou. Uložení vodičů a el. zařízení vyhovuje požadavkům ČSN 34 1050 – Předpisy pro kladení silových elektrických vedení. Přenosová kapacita kabelových rozvodů je s dostatečnou rezervou a je umožněno selektivní jištění jednotlivých úseků kabelových rozvodů i vnitřní instalace v budově.

3.3 Vlastní energetický zdroj

Kotelna budovy vojenské ubytovny je vybavena dvojicí shodných plynových kotlů VIADRUS s jmenovitým tepelným výkonem 195 kW pro teplovodní vytápění prostorů objektu. Kotelna tak spadá podle ČSN 07 07 03 do III. kategorie.

Provozovatel má k dispozici zprávu o provedení odborné prohlídky kotelny. Je také stanovena průměrná účinnost zdroje kolem 90 % - to je u tohoto typu obvyklá hodnota, která zcela vyhovuje požadavkům vyhlášky č.150/2001 Sb.

Ze spotřeby plynu byla sestavena průměrná bilance kotelny za sledované roky celkem a hlavní výsledky jsou uvedeny v následující tabulce. Vyplyvá z ní, že zdroj jako celek pracoval s průměrným využitím asi 1 100 hod./rok a to je mírně podprůměrná hodnota. Svědčí tedy o mírném předimenzování zdroje. Obvyklé roční využití optimálně využitého zdroje je totiž kolem 2 000 hodin za rok.

Rok	Ukazatel	2010 - 2012	
		Vypočtená hodnota	Jednotka
Roční energetická účinnost zdroje		0,90	čís/%
Roční energetická účinnost výroby el.energie		-	čís/%
Roční energetická účinnost výroby tepla		0,90	čís/%
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu elektřiny		-	GJ/MWh
Specifická spotřeba tepla v palivu na výrobu dodávkového tepla		1,11	GJ/GJ
Roční využití instalovaného elektrického výkonu		-	hod/rok
Roční využití dosažitelného elektrického výkonu		-	hod/rok
Roční využití pohotovostního elektrického výkonu		-	hod/rok
Roční využití instalovaného tepelného výkonu		1 100	hod/rok

3.4 Zemní plyn

Z podkladů provozovatele o vývoji spotřeby plynu na vytápění byly stanoveny měrné energetické náročnosti vytápění v jednotlivých sledovaných letech vyjádřené v GJ vztažených k počtu denostupňů konkrétního roku. Byla tedy vypočítána měrná energetická náročnost spotřeby plynu podle klimatické náročnosti konkrétní topné sezóny.

ROK	energie		klim. nár.	měr. spotř.
	m ³	GJ		
2010	53 650	1 824	3 972	0,459
2011	41 460	1 410	3 466	0,407
2012	40 950	1 392	3 622	0,384

Měrná spotřeba tepla pro vytápění budovy má meziročně příznivě klesající úroveň. Meziročně se snížila o 16,3% výchozí hodnoty. V těchto sledovaných letech tedy spotřeba plynu na vytápění v příliš nekorespondovala se skutečným vývojem topné sezóny. Svědčí to o jistých rezervách ve funkčnosti automatické ekvitermní regulace teploty.

3.5 Objekt a jeho energetická náročnost

3.5.1 Tepelně-izolační vlastnosti

Systémová hranice stavby – tj. obálka budovy - byla posouzena a hodnocena pro potřeby programu OPŽP podle normy ČSN 73 0540-2/ říjen 2011, ČSN EN ISO 13 790, ČSN EN 832 a vyhlášky č.194/2007 Sb. a také dalších normativů, např. TNI 73 0330. Společným cílem požadavků těchto předpisů je vyhodnotit obálku budovy a zejména stanovit průměrný součinitel prostupu tepla konstrukcí systémového rozhraní budovy k vnějšímu prostředí podle normativních požadavků.

Výsledkem hodnocení je zjištění rozdílů mezi požadavky a skutečností a stanovení klasifikace stavby. Jsou specifikovány základní požadavky na zlepšení současného stavu a výsledné parametry objektu po zateplení. Cílem všech těchto možných úprav je zlepšení ochrany tepla, jako jednoho z hlavních požadavků na stavby a snížení energetické náročnosti budovy. V rámci rozboru byly stanoveny tyto rozhodující ukazatele a parametry:

A	plocha systémové hranice budovy (m ²)
V	objem budovy (m ³)
A _{gross}	podlahová plocha budovy (m ²)
θ _{im}	převažující návrhová vnitřní teplota (°C),
θ _e	venkovní návrhová teplota v zimním období (°C),
A/V	faktor tvaru budovy (1/m),
U _{em,N,20}	Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou referenční budovy (W/m ² K)
U _{em,N}	Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla (W/m ² K)
U _{em}	Vypočítaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla (W/m ² K)
H _T	Měrná ztráta prostupem tepla (W/K)
EP _A	měrná spotřeba tepla na vytápění (kWh / m ² rok)
EP	roční potřeba tepla (GJ / rok)
CI	klasifikace prostupu tepla obálkou budovy podle ČSN 73 0540-2/ říjen 2011

A	0.50	Velmi úsporná
B	0.75	Úsporná
C	1.00	Vyhovující
D	1.50	Nevyhovující
E	2.00	Nehospodárná
F	2.50	Velmi nehospodárná
G	> 2.50	Mimořádně nehospodárná

Pro stanovení tepelných vlastností jednotlivých konstrukcí budovy byl použit SW program TOB, Protech, Nový Bor v aktuální verzi. Také výpočet potřeby tepla podle ČSN EN ISO 13790 je proveden v SW prostředí TV - Tepelný výkon, Protech, Nový Bor v aktuální verzi.

V souladu s ČSN EN ISO 13 370 počítáme pro odlišnou teplotu za konstrukcí koeficient teplotní redukce „b“ v závislosti na zvažované teplotě za konstrukcí ve vztahu k venkovní výpočtové teplotě.

▪ Parametry konstrukcí v aktuálním stavu

Pro výpočty byly použity podklady z projektové dokumentace VUZ Opava, společnost Arpia, Frýdek - Místek, vlastní prohlídky objektu a informací uživatele objektu. Byly určeny následující parametry součinitelů prostupu tepla konstrukcí systémového rozhraní budovy k vnějšímu prostředí a také jejich srovnání se současnými požadavky a hodnotami podle ČSN 73 0540 – 2/2011 a také hodnoty po provedení projektovaných úprav.

Ze srovnání koeficientů prostupu tepla vyplývá, že žádné konstrukce systémového rozhraní stavby k vnějšímu prostředí nesplňují aktuální požadavky normy ČSN 73 0540-2/2011.

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy ve stávajícím stavu $U_{em} = 1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ je velmi výrazně vyšší než požadovaná hodnota referenční budovy $U_{em,R} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Stávající stavba tedy nesplňuje současné požadavky na měrou energetickou náročnost a je klasifikována v klasifikační třídě **F = Velmi ne hospodárná** s klasifikačním ukazatelem prostupu tepla obálkou budovy **CI = 2,31**.

Dominantní tepelné ztráty jsou svislým obvodovým pláštěm, následují výplně otvorů, střešní konstrukce a nakonec podlahy na terénu.

Bude zvažováno mimořádně kvalitní zateplení konstrukcí systémového rozhraní objektu minimálně na doporučené hodnoty koeficientů prostupu tepla a současně tak, aby bylo dosaženo $U_{em} < U_{em,R}$ – tedy v souladu s požadavky programu OPŽP.

U ($\text{W/m}^2\text{K}$)	Stávající hodnota	Doporučená hodnota	Projektová hodnota
obvodové panely tl. 300 mm	0,786	0,250	0,202
obvod. panely tl. 300 mm (od -0,90 až + 0,18)	0,786	0,250	0,243
zdivo strojovny tl. CDM 400 mm	1,424	0,250	0,232
meziokenní vložky	1,640	0,200	---
nové vyzdívky porobeton tl. 300 mm	---	0,250	0,241
střešní konstrukce 6.NP	0,552	0,160	0,152
střešní konstrukce strojovny	0,552	0,160	0,201
podlahové kce obytných částí na terénu	0,467	0,300	0,467
podlahové kce společných prostor na terénu	0,473	0,300	0,473
okenní výplně dřevěné zdvojené	2,8	1,2	1,2
okno strojovny ocelové zdvojené	3,8	1,2	1,2
copility	3,0	1,2	1,2
vstupní dveřní sestava ocelová jednoduchá	6,5	1,2	1,2
dveře strojovny plechové	6,5	1,2	1,2

Pro dosažení minimálně doporučených hodnot součinitele prostupu tepla konstrukcí systémového rozhraní budovy podle ČSN 73 0540-2/2011 je potřeba zateplení:

svislého panelového obvodového pláště
izolačním materiálem fasádní minerální desky se součinitel. tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$,
140 mm

svislého panelového obvodového pláště od úrovně $-0,90 \text{ m}$ po $+0,18 \text{ m}$
izolačním materiálem extrudovaný polystyren se součinitel. tepelné vodivosti $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$,
100 mm

střešní konstrukce 6.NP
izolačním materiálem polystyren EPS 150S se součinitelem tepel. vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$,
160 mm

střešní konstrukce strojovny výtahu
izolačním materiálem polystyren EPS 150S se součinitelem tepel. vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$.
100 mm
Tímto opatřením, zateplení střechy strojovny výtahu, ale nebude dosaženo výsledných doporučených hodnot koeficientu U a proto nebude započítáno do energetických úspor.

Meziokenní vložky budou vyzděny pórobetonovými tvárnicemi o síle 300 mm. Také tyto nové svislé obvodové konstrukce budou zateplený
80 mm
izolačním materiálem fasádní minerální desky se součinitel. tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$,

Dále bude provedena komplexní výměna okenních výplní za kvalitní plastové profily s prosklením termoizolačním dvojsklem a koeficientem celé výplně $U_w = 1,2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Vstupní sestava bude nahrazena hliníkovými profily s prosklením termoizolačním dvojsklem. Dveře ve strojovně budou nahrazeny plastovými plnými dveřmi. Celková hodnota koeficientu U_D bude splňovat $1,2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Po provedení zateplení vybraných konstrukcí na hodnoty mírně lepší než doporučené, vyzdění meziokenních vložek a výměně výplní, bude již tato budova hodnocena podle ČSN 73 0540-2/2011 klasifikační třídou C = **Vyhovující** s klasifikačním ukazatelem prostupu tepla obálkou budovy **CI = 0,80**.

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy po provedení projektového zateplení bude $U_{em} = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$, bude tedy nižší než požadovaná hodnota koeficientu referenční budovy $U_{em,R} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Přehled rozhodujících tepelně technických parametrů objektu, energetické náročnosti a klasifikace budovy ve stávajícím stavu a po zateplení je v protokolu k energetickému štitku obálky budovy v příloze auditu.

3.5.2 Energetická náročnost objektů a rozbor spotřeby tepla

Pro teoretické srovnání možných úspor po zateplení objektu na doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla systémového rozhraní budovy k vnějšímu prostředí včetně výměny oken a dveří je proveden výpočet po zateplení budovy.

objekt: ubytovací zařízení	stávající stav		zateplení		Klasifikační koeficient CI		
	doporučené hodnoty		původní zateplení				
	prostup tepla	potřeba energie		prostup tepla	potřeba energie		
	W/m²K	GJ	W/m²K	GJ			
VUZ Opava	1,14	2002	0,39	674	2,31	-	0,80

Výpočtová hodnota energetické úspory zateplením objektu je 1 328 GJ a to je 66,3 % původní spotřeby energie na vytápění.

Celková současná teoretická a výpočtová normová energetická náročnost této budovy je tedy kolem 556,1 MWh/rok což je asi 2 002 GJ. Podle dostupných podkladů o skutečné spotřebě tepla je ale průměrná spotřeba tepla na topení pouze asi 1 392 GJ. Tato podstatně nižší operativní hodnota skutečné spotřeby tepla může být dána prvotně zejména tím, že průměrná klimatická náročnost zimy ve sledovaném období nedosáhla zvažovaných normových podmínek. Dalším významným vlivem může být také nedodržování zvažované vnitřní průměrné teploty některých prostorů budovy. Pro spotřebu tepla na vytápění budovy má zásadní vliv také obsazenost ubytovny v zimním období.

Pro další úvahy o energetických, ekonomických a environmentálních přínosech zateplení budovy vojenské ubytovny Opava budou proto hodnoceny reálné potenciály úspor, které jsou ovlivněny mj. také reálným využitím objektu. Bude tedy dále zvažována reálná úspora ve výši asi 66 % původní bilanční spotřeby tepla na vytápění, která byla asi 1 392 GJ. Potom bude reálná úspora energie na topení po zateplení objektu asi 920 GJ.

3.6 Vytápění

Způsob řízení dodávky tepelné energie, požadavky na tepelné izolace a další parametry vytápění (a přípravy teplé užitkové vody) upravuje aktuálně vyhláška č. 193/2007 Sb.

Topný systém v řešené budově tyto standardy již vesměs plní. V domovní kotelně je provedena ekvitermní regulace parametrů teplosnosné látky programovatelnou automatikou. Rozdělení topných okruhů umožní do jisté míry individuální regulaci teploty jednotlivých prostorů nejen podle týdenního režimu s víkendovým útlumem ale také podle konkrétního využití budovy. Rozvody tepla také umožňují různou regulaci teploty podle různého oslunění fasády - tzv. zónování.

3.7 Vzduchotechnika

Významná vzduchotechnika v objektu není instalována. Sociální prostory jsou vybaveny jednoduchými ručně ovládanými podtlakovými odtahovými větracími systémy.

3.8 Příprava teplé užitkové vody

Příprava TUV je zajištěna centrálně v nepřímo ohříváném akumulačním zásobníku, který je vyhříván samostatnou neregulovanou topnou větví z plynového kotle. Množství připravované vody není měřeno. Na zásobníku je nastavena regulovaná teplota na 55-60°C.

Množství energie stanovené na její ohřev dáno odborným odhadem podle instalovaného výkonu a předpokládané doby provozu, která je podle míry vypuštění teplé vody obvykle kolem 6 až 12 hodin za den. Roční úroveň je takto stanovena na cca 150 GJ za rok. To je obvyklá úroveň, která odpovídá danému využití vojenské ubytovny.

3.9 Využití obnovitelných zdrojů energie

Při zpracování energetického auditu bylo provedeno posouzení využití obnovitelných zdrojů a návrh opatření je konkrétně uváděn včetně ekonomického vyhodnocení v návrhové části auditu. Jako relevantní opatření bylo uvažováno s instalací solárních kolektorů pro podporu přípravy TUV s tím, že teprve chybějící výkon pro ohřev TUV bude dodáván ze stávajícího systému.

Ekonomická efektivnost tohoto opatření je ovlivněna tím, že největších zisků ze sluneční energie se dosahuje právě v období letních dovolených, kdy je spotřeba tepla na ohřev TUV v budově ubytovny vzhledem k menšímu využití poměrně nízká.

3.10 Financování metodou EPC

Protože se energetický audit zpracovává pro příspěvkovou organizaci, hledal se také dílčí soubor technických a organizačních opatření ke snížení spotřeby energie, jejichž realizaci lze uhradit z uspořené náklady za nespotebívaná paliva a energii, za období nepřekračující polovinu stanovené odpisové doby příslušného hmotného majetku, zejména energetického hospodářství a budov.

Charakter řešení budovy vojenské ubytovny a zejména její nevyhovující obvodový plášť a z toho odvozený značný potenciál úspor je základní příčinou, pro kterou není vhodný zejména ekonomický prostor pro tento způsob financování energeticky úsporných opatření. Návrhnost opatření do zlepšení tepelně-technických vlastností systémového rozhraní budovy je totiž vysoce za hranicí efektivnosti této metody.

4. Návrh opatření ke snížení spotřeby energie

Při zpracování energetického auditu byly uvažovány všechny oblasti úspor – ve stavbě, v technických zařízeních i v energetickém manažerství. Byla specifikována řada problémových okruhů a některé z nich budou posouzeny v návrhové části. Tento projektově orientovaný energetický audit je zaměřený především na zlepšení tepelně technických vlastností kritických profilů systémového rozhraní ubytovací budovy.

Některá úsporná opatření ne vždy přinášejí významný nebo jednoznačně vyčíslitelný přímý energetický nebo ekonomický efekt, nebo se jedná o opatření renovační bez očekávané návratnosti, proto není u těchto opatření kalkulován jejich ekonomický ani environmentální přínos a jsou nyní uvedena jako výčet a doporučujeme je zadavateli auditu k průběžnému řešení.

- Významný podíl spotřeby el. energie je spotřebován při umělé osvětlování, a proto je vhodné v rámci údržby připravovat postupně rekonstrukci osvětlení. Doporučujeme postupnou výměnu klasických žárovek za kompaktní úsporné svítidla.
- Sledovat na otevřeném trhu s el. energií a plynem tarifní politiku dodavatele el. energie a plynu a tyto podmínky srovnat s případnými alternativními nabídkami. Na základě výběrového řízení potom případně vybrat nejvhodnějšího dodavatele silové části el. energie nebo komodity zemního plynu.

V oblasti staveb, větrání, vytápění a ohřevu vody obecně:

- Zlepšovat tepelnou izolaci rozvodů topení a teplé vody zejména v nevytápěných zónách budovy.

Dále jsou stanovena, v návaznosti na zjištěnou výši dosažitelných energetických úspor, konkrétní opatření vedoucí k jejich využití. Zlepšení tepelně izolačních vlastností systémového rozhraní budovy vojenské ubytovny v Opavě je těžištěm nalezeného potenciálu úspor. Kromě zateplení svislých neprůsvitných obvodových konstrukcí budovy je řešena také výměna dosud původních oken.

Zvažováno je také možné využití obnovitelných zdrojů energie – konkrétně termických solárních panelů pro podporu ohřevu teplé vody. Pro komplexní vyhodnocení se zvažovaná realizační opatření navrhuji ve dvou variantách.

- Opatření č.1 – Zateplení svislého obvodového pláště, střešních konstrukcí, vyzdění meziokenních vložek a výměna výplní

Po provedení těchto opatření je možné dosáhnout, použitím mírně lepších než doporučených hodnot součinitele prostupu tepla vybraných svislých a vodorovných konstrukcí obálky budovy ubytovny, aby tato obálka po projektovém zateplení již splňovala minimálně požadovanou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla referenční obálky budovy $U_{em,R}$.

Zateplení panelového svislého obvodového pláště

Bude provedeno zateplení panelového svislého obvodového pláště budovy ubytovny zateplovacím systémem ETICS s izolantem fasádní minerální desky se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ o síle 140 mm.

Hodnota koeficientu prostupu tepla $\underline{U}$ panelových svislých obvodových konstrukcí se zateplenímlepší z původních $0,786 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ na $0,202 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je hodnota vyhovující doporučeným $0,250 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Zateplení soklu

Zateplení soklu od úrovně -0,90 m do +0,18 m bude z nenasákavého extrudovaného polystyrenu XPS se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,034 \text{ W/mK}$ o síle 100 mm.

Hodnota koeficientu $\underline{U}$ těchto svislých obvodových konstrukcí se zateplenímlepší z původních $0,786 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ na $0,243 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je opět hodnota vyhovující doporučeným $0,250 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Zateplení svislého obvodového pláště strojovny výtahu

Také bude provedeno zateplení svislého obvodového pláště střešní strojovny výtahu zateplovacím systémem ETICS s izolantem fasádní minerální desky se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ o síle 140 mm.

Hodnota koeficientu prostupu tepla $\underline{U}$ obvodových keramických konstrukcí se zateplenímlepší z původních $1,424 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ na $0,232 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je hodnota vyhovující doporučeným $0,250 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Vyzdění MIV a jejich zateplení

Stávající meziokenní vložky budou vybourány a vyzděny pórobetonovými tvárniciemi P2-500 o síle 300 mm. Na tyto nové vyzdivky bude provedeno zateplení zateplovacím systémem ETICS s izolantem fasádní minerální desky se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,036 \text{ W/mK}$ o síle 80 mm.

Bude tak dosaženo celkové hodnoty koeficientu prostupu tepla $\underline{U}$ $0,241 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je rovněž hodnota vyhovující doporučeným $0,250 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Zateplení střešní konstrukce 6.NP

Stávající střešní konstrukce 6.NP bude dodatečně zateplena položením vnějšího překryvaného zateplení stabilizovanými polystyrenovými deskami EPS 150S tl. 2 x 80 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Celková síla tepelné izolace bude 160 mm. Střešní konstrukce bude opatřena novými hydroizolačními krytinami z PVC fólie.

Hodnota koeficientu $\underline{U}$ střešní konstrukce 6.NP ubytovny se zateplením zmenší z původních $0,552 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ na $0,152 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je vzhledem k doporučeným $0,160 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ vyhovující.

Zateplení střešní konstrukce strojovny výtahu

Také střešní konstrukce strojovny výtahu bude dodatečně zateplena položením vnějšího překryvaného zateplení stabilizovanými polystyrenovými deskami EPS 150S tl. 100 mm se součinitelem tepelné vodivosti $\lambda = 0,032 \text{ W/mK}$. Střešní konstrukce bude opatřena novými hydroizolačními krytinami z PVC fólie.

Hodnota koeficientu U střešní konstrukce strojovny výtahu se zateplením zmenší z původních $0,552 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ na $0,201 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, což je vzhledem k požadovaným $0,240 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ vyhovující hodnota, ale proti doporučeným $0,160 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ nevyhovující hodnota. Proto toto opatření nebude uznáno jako započitatelné opatření a to ani do výpočtu úspor energie ani do opatření pro dotaci.

Výměna okenních výplní a Copilitů

Bude provedena komplexní výměna okenních výplní a také Copilitů za kvalitní plastové profily s dithermovým termoizolačním prosklením s koeficientem tepelného prostupu celé výplně $\underline{U}_W = 1,2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Nová okna na severovýchodní fasádě budou z důvodu rozdělení objektu do požárních úseků zúžena. Vybourány a vyměněny budou také schodišťové Copility a ocelové zdvojené okno ve strojovně výtahu.

Dřevěné zdvojené okenní výplně s původním koeficientem $\underline{U}_W = 2,8 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, Copility s $\underline{U}_W = 3,0 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ i ocelové zdvojené okno ve strojovně výtahu $\underline{U}_W = 3,8 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, tak po výměně bude vyhovovat jak požadovaným $1,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, tak i doporučeným $1,2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Výměna vstupní sestavy a dveří ve strojovně výtahu

Ocelová jednoduše prosklivaná vstupní sestava do budovy bude nahrazena kvalitními hliníkovými profily s dithermovým prosklením a koeficientem tepelného prostupu celé výplně $\underline{U}_D = 1,2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$. Plechové dveře strojovny výtahu budou nahrazeny za kvalitní zateplené plastové plně profily s koeficientem tepelného prostupu celé výplně $\underline{U}_D = 1,2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Vstupní sestava s původním koeficientem prostupu tepla $\underline{U}_D = 6,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ i dveře strojovny s původním koeficientem $\underline{U}_D = 6,5 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$ tak po výměně budou vyhovovat jak požadovaným $1,7 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$, tak i doporučeným $1,2 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$.

Výsledky výpočtu po provedení zateplení systémových obvodových konstrukcí budovy a výměně výplní jsou uvedeny v protokolu k energetickému štitku obálky budovy v příloze auditu.

Po provedení navrhovaných opatření již bude tato stavba hodnocena v klasifikační třídě jako **C = Vyhovující** s klasifikačním ukazatelem prostupu tepla obálky budovy **CI = 0,80**.

Při hodnocení tepelně technických vlastností budovy průměrným součinitelem prostupu tepla U_{em} na systémové hranici budovy, je řešený objekt po provedení projektovaného zateplení konstrukcí budovy na doporučené hodnoty, vyzdění MIV a výměně výplní, hodnocen jako vyhovující, protože průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em} = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$ je menší než normou požadovaný referenční $U_{em,R} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Hodnota průměrného koeficientu prostupu tepla U_{em} po zateplení budovy bude tedy na úrovni 79 % koeficientu referenční budovy $U_{em,R}$.

Po komplexním zateplení vojenské ubytovací budovy Opava a provedení výměny oken a dveří se sníží výpočtově odběr tepla na vytápění z původních 2 002 GJ na nových 674 GJ tj. snížení o 1 328 GJ a to je o 66,3 % původní hodnoty. Vzhledem ke skutečné spotřebě plynu pro vytápění podle podkladů provozovatele na průměrné úrovni pouze 1 392 GJ je ale nutné tento výpočtový potenciál úspor korigovat.

V dalším bude tedy zvažovaná korigovaná úspora tepla na vytápění budovy ve výši 66 % původní operativní spotřeby plynu na vytápění což je asi 1 392 GJ. Potom bude pro energetické bilance zvažovaná korigovaná úspora po zateplení asi 920 GJ za rok. Při respektování průměrné ceny plynu pro vytápění 332 Kč/GJ se tímto opatřením ušetří za rok asi 305 tis. Kč.

Vzhledem k vysoké ceně kvalitní zateplovací technologie ETICS až na doporučené úrovni na vybraných konstrukcích budovy a také kvalitních oken a dveří je prostá návratnost tohoto úsporného opatření až za hranici dvou třetin doby životy projektu.

V rámci navrhovaného opatření bude zatepleno asi 1740 m² svislých obvodových konstrukcí, asi 710 m² střešních konstrukcí, bude vyzděno asi 200 m² nových vyzdívek po meziokenních vložkách a bude vyměněno asi 616 m² nových výplní.

Investiční náklad (tis.Kč)	7 000	Životnost opatření (roky)	30
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	305	Energetická úspora (GJ/rok)	920
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	0	Prostá návratnost (roky)	22,9

- Opatření č.2 – Instalace solárních systémů pro přehřev teplé vody

Opatření navrhuje instalaci solárního systému pro podporu přípravy teplé užitkové vody. Bude tedy instalován kombinovaný smaltovaný boiler s měděnou solární vložkou předpokládaného objemu 500 litrů. Chybějící objem TUV bude připravován ve stávajícím systému ohřevu TUV.

Kolektorové pole je uvažováno z plochých kolektorů umístěných na střeše objektu s aktivní plochou přibližně 50 m². Rozvody budou měděné, izolace minerálními skořepinami. Součástí opatření je zpracování projektové dokumentace.

Investiční náklad (tis.Kč)	800	Životnost opatření (roky)	20
Finanční úspora (tis.Kč/rok)	33	Energetická úspora (GJ/rok)	100
Provoz.náklady (tis.Kč/rok)	9	Prostá návratnost (roky)	33

4.1 Varianta 1.

Zjištěná opatření jsou uspořádána do dvou realizačních variant pro komplexní vyhodnocení.

Varianta 1 obsahuje obě zvažovaná opatření:

- Opatření č.1 –Zateplení obvodového pláště budovy, výměna oken a dveří
- Opatření č.2 – Instalace solárního systému pro přehřev TUV

4.1.1 Upravená energetická bilance

V souladu s předchozími výpočty dojde po zateplení obálky vojenské ubytovny ke snížení spotřeby tepelné energie na vytápění za rok o 920 GJ a náklady na vytápění se sníží asi o 305 tis. Kč. Sníží se také náklady na ohřev TUV po instalaci solárního systému o 24 tis. Kč a dojde také ke snížení spotřeby energie na ohřev teplé užitkové vody o 100 GJ.

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)
Vstupy paliv a energie	1 725	727	705	398
Změna zásob paliv	-	-	0	0
Spotřeba paliv a energie	1 725	727	705	398
Prodej energie cizím	-	-	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1 725	727	705	398
Spotřeba energie na TUV	150	50	50	26
Spotřeba energie na vytápění včetně ztrát v rozvodech	1 392	462	472	157
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	183	215	183	215

Realizací úsporných opatření podle Varianty I. dochází ke snížení energetické náročnosti o 1020 GJ a úspore nákladů na pořízení energií o 329.000,- Kč. Prostá návratnost tohoto prvního komplexu opatření je asi 23,7 roků. Je to dáno zejména dlouhou dobou návratnosti kvalitního zateplení a výměny oken a také instalací investičně náročného obnovitelného zdroje – termického solárního kolektoru.

4.2 Varianta 2

Tato realizační varianta neobsahuje solární ohřev TUV.

- Opatření č.1 – Zateplení obvodového pláště budovy, výměna oken a dveří

4.2.1 Upravená energetická bilance

Ukazatel	Před realizací projektu		Po realizaci projektu	
	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)	Energie(GJ)	Náklady (tis.Kč)
Vstupy paliv a energie	1 725	727	805	422
Změna zásob paliv	-	-	0	0
Spotřeba paliv a energie	1 725	727	805	422
Prodej energie cizím	-	-	0	0
Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	1 725	727	805	422
Spotřeba energie na TUV	150	50	150	50
Spotřeba energie na vytápění včetně ztrát v rozvodech	1 392	462	472	157
Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	183	215	183	215

Realizaci úsporných opatření podle Varianty 2. dochází ke snížení energetické náročnosti o 920 GJ a úspoře nákladů o 305.000,- Kč. Prostá návratnost této varianty je 22,9 roku. Ani tato realizační varianta nemá ekonomické ukazatele výrazně příznivější a to ze stejných důvodů jako varianta první.

5. Ekonomické vyhodnocení

Pro navrhované varianty je zpracováno v prostředí programu FINAL ekonomické vyhodnocení komplexu opatření, a to jak z pohledu projektu, kde se nezvažuje daňové prostředí a vliv finančních zdrojů, tak z pohledu investora.

Investice do úsporných opatření bude provedena z vlastních prostředků, bez užití cizího kapitálu. Pro účely energetického auditu neměli zpracovatelé k dispozici konkrétní ekonomickou výsledovku zadavatele.

Jsou uvedeny základní definiční vztahy ekonomických výpočtů:

- prostá doba návratnosti investice – doba splacení (T_s)

$$T_s = IN / CF$$

kde IN = investiční výdaje projektu

CF = roční přínosy projektu (Cash – Flow)

- reálná doba návratnosti T_{sd} , doba splacení investice při uvažování diskontní sazby

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

kde : CF_t - roční přínosy projektu (změna peněžních toků po realizaci projektu)

r – diskont

$(1+r)^{-t}$ - odúročitel

Základními ukazateli ekonomické efektivnosti investičních opatření jsou:

- čistá současná hodnota (NPV)

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I_0$$

kde: CF_t - Cash - Flow projektu v roce t

r - diskont

t - hodnocené období

I_0 - Investiční náklady

- vnitřní výnosové procento (IRR)

$$\text{Pro } I_0 - \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t} = 0 \quad \text{platí: } IRR = r$$

- Prostá návratnost (T_s), tj. podíl nákladů na investice a ročních výnosů
- Vnitřní míra výnosnosti (IRR), tj. úroková míra, při níž bude $NVP = 0$
- Čistá současná hodnota (NPV), tj. kumulované diskontované výnosy
- Doba sledování projektu $t = 30$ let
- Cena jednotlivých energií uvedená v předchozím textu
- Uvažovaná diskontní sazba je $r = 3\%$

S realizací úsporných opatření se počítá v roce 2014. V tabulkových přílohách auditu jsou uvedeny tabulky podrobných výsledků, a to jak z pohledu investora, tak projektu, a včetně grafů Cash-Flow. Hlavní výsledky jsou uvedeny v tabulce pro obě srovnávané varianty.

Přehled vstupních údajů Varianty 1.

opatř. číslo	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory				
			Úspora energie	Úspora osobních výdajů	Úspora výdajů	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
		<i>tis. Kč</i>	<i>GJ / rok</i>	<i>tis. Kč / rok</i>			
1	zateplení pláště	7 000	920	0	305	0	305
2	solární systémy	800	100	0	33	- 9	24
	CELKEM VAR 1	7 800	1 020	0	338	- 9	329

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení Varianty 1

Údaje		tis. Kč ost. jednotky
Investiční výdaje projektu (počáteční výdaje ne realizaci navržených opatření)		7 800
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)		- 338
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :		
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (-/+)		0
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojistné.)		9
- změna nákladů na emise resp. odpady (-/+)		0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady (- snížení, + zvýšení)		0
Přínosy projektu celkem		329
Doba hodnocení (roků)		30
Diskont (%)		3
Prostá doba návratnosti T_s (roků)		23,7
Reálná doba návratnosti T_{sd} (roků)		26,3
Čistá současná hodnota NPV (tis. Kč)		1 044
Vnitřní výnosové procento IRR (%)		3,9
Daň z příjmu (%)		20
Úspora energie (GJ)		1 020

Ekonomické výsledky první varianty sice nejsou z podnikatelského pohledu příliš zajímavé, ale to je dáno nulovou zvažovanou dotací. Špatné ekonomické výsledky jsou dány zejména vysokou investiční náročností kvalitního zateplení a výměny oken a také instalace obnovitelných zdrojů pro přípravu teplé vody. Solární systémy mají velmi dlouhou dobu návratnosti, která přesahuje životnost projektu.

Při zvažování získané dotace na realizaci úsporných opatření by se ekonomika úsporného projektu zásadním způsobem změnila.

Přehled vstupních údajů Varianty 2.

opatř. číslo	Název opatření	Pořizovací výdaje	Roční úspory				
			Úspora energie	Úspora osobních výdajů	Úspora výdajů	Úspora ostatních výdajů	Úspora celkem
		tis. Kč	GJ / rok	tis. Kč / rok			
1	zateplení pláště	7 000	920	0	305	0	305
	CELKEM VAR 2	7 000	920	0	305	0	305

Tabulka vstupních hodnot a výsledků ekonomického hodnocení Varianty 2

Údaje	tis. Kč ost. jednotky
Investiční výdaje projektu (počáteční výdaje ne realizaci navržených opatření)	7 000
Změna nákladů na energii (- snížení, + zvýšení)	- 305
Změna ostatních provozních nákladů, v tom :	
- změna osobních nákladů (mzdy, pojistné,...) (-/+)	0
- změna ostatních provozních nákladů (opravy a údržba, služby, režie, pojistné.)	0
- změna nákladů na emise resp. odpady (-/+)	0
Změna tržeb (za teplo, elektřinu, využití odpady (- snížení, + zvýšení)	0
Přínosy projektu celkem	305
Doba hodnocení (roků)	30
Diskont (%)	3
Prostá doba návratnosti T_s (roků)	22,9
Reálná doba návratnosti T_{sd} (roků)	25,1
Čistá současná hodnota NPV (tis. Kč)	1 199
Vnitřní výnosové procento IRR (%)	4,2
Daň z příjmu (%)	20
Úspora energie (GJ)	123

Ekonomické výsledky ani této druhé varianty zredukované o solární ohřev vody nejsou z podnikatelského pohledu výrazně lepší než u první varianty. Opatření na zlepšení tepelně-technických vlastností systémového rozhraní budovy k vnějšímu prostředí na doporučené hodnoty jsou totiž investičně náročná.

V celkovém pohledu je ale dána přednost Variantě 2., která má poněkud nižší investiční náročnost a dosahuje mírně lepší čistě současně hodnoty projektu než první varianta.

Čistá současná hodnota projektu je ale i bez dotací kladná. Prostá návratnost druhé varianty je mírně kratší než u první varianty a reálná návratnost také téměř dosahuje hranici doby životnosti projektu. Vnitřní výnosové procento je nad hranici zvažovaného diskontu.

Problematické u první varianty je zejména malé využití solárních kolektorů v době letních dovolených, kdy jsou jejich energetické přínosy nejvyšší.

Projekt navrhovaných opatření nemá výrazná rizika. Efektivnost projektu může být ovlivněna cenami energií a dále změnami předpokládaných vstupních makroekonomických ukazatelů, pro něž jsou závěry energetického auditu platné.

6. Vyhodnocení z hlediska ochrany životního prostředí

Z hlediska ochrany životního prostředí bylo provedeno vyhodnocení produkce místních emisí ze spalování plynu za současného stavu pro vytápění a pro ohřev TUV po možné realizaci úsporných opatření podle jednotlivých variant.

Hlavními znečišťujícími látkami v ovzduší, které byly hodnoceny, jsou oxid uhlíčitý (CO_2), oxid uhelnatý (CO), tuhé látky (TL), oxidy dusíku (NO_x), tedy oxid dusnatý – NO a oxid dusičitý – NO_2), oxid siřičitý (SO_2), další sloučeniny síry a uhlovodíky (C_xH_y). Tyto polutanty jsou obecně sledovány pro jejich nepříznivé účinky na kompletní ekosystém a probíhá jejich pravidelný monitoring, jehož výstupy pak slouží ke stanovení kvality ovzduší a ke kvantifikaci jeho znečištění.

Specifikace zátěže životního prostředí současného stavu je dána původní operativní spotřebou 1 542 GJ plynu na vytápění a na přípravu TUV. Snížení spotřeby plynu na vytápění a ohřev TUV úspornými opatřeními podle Varianty 1 je o 1 020 GJ tj. na 522 GJ. Pro druhou variantu se sníží spotřeba plynu o 920 GJ na 622 GJ. Snížení emisí je potom pro jednotlivé varianty následující:

Variantu 1.

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,0009	0,0003	- 0,0006
SO_2	0,0006	0,0002	- 0,0004
NO_x	0,0724	0,0245	- 0,0479
CO	0,0145	0,0049	- 0,0096
C_xH_y	0,0029	0,0010	- 0,0019
CO_2	85,6674	29,0002	- 56,6671

Varianta II.

Znečišťující látka	Výchozí stav	Stav po realizaci	Rozdíl
	t/rok	t/rok	t/rok
Tuhé látky	0,0009	0,0004	- 0,0005
SO ₂	0,0006	0,0003	- 0,0003
NO _x	0,0724	0,0292	- 0,0432
CO	0,0145	0,0058	- 0,0086
CxHy	0,0029	0,0012	- 0,0017
CO ₂	85,6674	34,5558	- 51,1115

Varianta II. přináší poněkud nižší snížení emisní zátěže díky mírně menší úspoře energie vlivem neinstalování solárních kolektorů. Rozdíl ve snížení emisní zátěže ale není v absolutních hodnotách výrazný, s výjimkou CO₂. Je to dáno užitým ekologickým primárním palivem pro topení - zemním plynem.

7. Výstupy energetického auditu

7.1 Hodnocení stávající úrovně energetického hospodářství

Obecně lze energetiku posuzovaného ubytovacího objektu VUZ Opava hodnotit v zásadě jako obvyklou a odpovídající provozní údržbě prováděné na běžné úrovni.

Z provedených rozborů ale vyplývá, že v budově VUZ Opava je značný potenciál energetických úspor a to zejména v systémovém rozhraní obálky budovy k vnějšímu prostředí. Nevyhovuje svislá obvodová konstrukce budovy, střechy, ani dosud původní okna a dveře.

V kotelně budovy VUZ Opava se teplá užitková voda připravuje centrálně v nepřímo vyhřívaném akumulačním zásobníku. Teplota je automaticky udržována na úrovni do 60 °C.

Umělé osvětlení prostorů VUZ Opava je provedeno převážně zářivkami. Podle výsledků orientačního měření úrovně osvětlenosti vybraných typových prostorů je ve všech prostorách dodržena požadovaná hygienická úroveň.

7.2 Celková výše dosažitelných energetických úspor

V předmětu energetického auditu byl nalezen celkový potenciál energetických úspor (celkové dosažitelných) ve výši 1 020 GJ, přičemž dominantní podíl 920 GJ má energetická náročnost stavby, 100 GJ je přínos v oblasti využívání solárních obnovitelných zdrojů pro podporu přípravy teplé užitkové vody.

7.3 Návrh optimální varianty energeticky úsporného projektu

Po vyhodnocení všech skutečností je k realizaci navržena Varianta 2., která zahrnuje zlepšení systémového rozhraní budovy VUZ Opava tak, aby bylo při použití zateplovacích systémů na úrovni doporučených hodnot dosaženo klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy vyhovující požadované úrovni C referenční budovy.

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy VUZ Opava bude po provedení navrhaného zateplení vybraných svislých konstrukcí, zateplení střechy a výměně dosud původních oken a dveří menší než je hodnota požadovaná. Klasifikační ukazatel budovy po zateplení bude na úrovni $CI = 0,80$ a budova tedy již bude hodnocena jako vyhovující požadované úrovni C.

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy VUZ Opava po provedení projektového zateplení se sníží z původní hodnoty $U_{em} = 1,14 \text{ W/m}^2$ až na $U_{em} = 0,39 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ a bude tedy nižší než požadovaná hodnota referenční budovy $U_{em,N\text{ req}} = 0,49 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Nová hodnota součinitele prostupu tepla bude po zateplení vybraných částí systémové hranice budovy VUZ Opava tedy asi 0,79 % normové hodnoty.

Zateplením vybraných konstrukcí systémového rozhraní budovy VUZ Opava a výměnou původních otvorových výplní bude původní výpočtová spotřeba energie snížena ze 2002 GJ na 674 GJ tj. asi o 1 328 GJ a to je o 66,3 % původní spotřeby. Reálný potenciál úspor je ale nutné korigovat s ohledem na skutečnou spotřebu plynu na vytápění – tj. asi 66 % původní spotřeby energie a to je asi 1 392 GJ. Reálný potenciál úspor tedy bude 920 GJ.

Zateplení vybraných konstrukcí systémového rozhraní budovy VUZ Opava ani výměna oken není bez získání dotací ekonomicky příliš efektivní opatření. To je dáno vysokými investičními náklady. Efektivnost projektu zateplení vybraných konstrukcí a výměny oken i instalace obnovitelných zdrojů se zvýší po získání dotace.

Vzhledem k hodnoceným technickým, ekonomickým a environmentálním okolnostem bude upřednostněna Varianta 2., která je investičně méně náročná a zajišťuje výrazné snížení energetické náročnosti na vytápění budovy. Navržená varianta obsahuje zateplení vybraných konstrukcí systémového rozhraní budovy, střechy a výměnu původních oken a dveří. Po realizaci opatření tak bude nalezený potenciál úspor využitý ze 90 %.

7.3.1 Okrajové a omezující podmínky

Úspory, týkající se tepelně izolačních vlastností objektu byly kalkulovány na dlouhodobé průměry počtu denostupňů a výpočtové teploty a hodnoty odpovídající ČSN EN 12831a vyhl. č.148/2007 Sb. Nedodržování těchto podmínek nebylo při návrhu uvažováno a zpracovatelé za ně nemají odpovědnost.

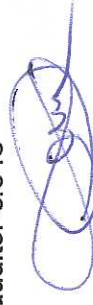
Ekonomické parametry opatření ke snížení energetické náročnosti jsou kalkulovány na průměrné ceny energií ve sledovaném období. Změny cen energií, materiálů, prací a rozsahu se projeví změnou ekonomických úspor a v době návratnosti opatření.

7.4 Stanovisko a doporučení auditora

Po celkovém vyhodnocení energetiky objektu VUZ Opava je doporučena k realizaci druhá varianta. Její realizace je ale podmíněna získáním dotací ze SFŽP.

Zábřeh, listopad 2013

Ing. Jiří Skrott, auditor č.045



ING. JIŘÍ SKROTT
AUDITOR ENERGETIKY č.045
Komenského 14, 789 01 ZÁBŘEH
IČO: 65169000 Tel.: 602 833 374

8. Evidenční list energetického auditu

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

Evidenční číslo

09 / 2013

1. Část - Identifikační údaje**1. Název nebo obchodní firma vlastníka předmětu EA**

Ministerstvo obrany České republiky

2. Sídlo

a) ulice

Tychonova

b) č.p./č.o.

1

c) část obce

d) obec

Praha

e) PSČ

160 00

f) email

g) telefon

3. Identifikační číslo

601 62 694

4. Odpovědný zástupce

a) jméno

b) kontakt

5. Předmět energetického auditu

a) název

Vojenské ubytovací zařízení Opava

b) adresa

Krnovská 2853 / 77, PSČ 746 01 Opava

c) popis předmětu EA

Řešená budova slouží jako ubytovací zařízení pro potřeby armády. Ubytovací kapacita budovy je asi 106 lůžek a průměrná roční obleženost této lůžkové kapacity je přes 40 %.

Šestí patrová nepodsklepená panelová budova ubytovacího zařízení je vybudovaná v montované železobetonové prefabrikované technologii, která má ovšem z dnešního pohledu již zcela nevyhovující tepelně-technické vlastnosti systémové hranice budovy.

2. Část - Popis stávajícího stavu předmětu EA**1. Charakteristika hlavních činností**

Vojenská ubytovací budova.

2. Vlastní zdroje energie

a) zdroje tepla	b) zdroje elektřiny	
počet	2 ks	počet 0 ks
instalovaný výkon	0,39 MW	instalovaný výkon MW
roční výroba	345 MWh	roční výroba MWh
roční spotřeba paliva	1 542 GJ/r	roční spotřeba paliva GJ/r
c) kombinovaná výroba elektřiny a tepla	d) obnovitelné zdroje energie	
počet	0 ks	počet 0 ks
instal. výkon elektrický	MW	instalovaný výkon MW
instal. výkon tepelný	MW	roční výroba MWh
roční výroba elektřiny	MWh	druh OZE
roční výroba tepla	MWh	
roční spotřeba paliva	GJ/r	

3. Spotřeba energie

Druh spotřeby	Příkon	Spotřeba energie	Nositel energie
Vytápění	0,39 MW	1 392 GJ/r	zemní plyn
Chlazení	MW	GJ/r	
Větrání	MW	GJ/r	
Příprava TV	0,03 MW	150 GJ/r	zemní plyn
Osvětlení	0,13 MW	120 GJ/r	elektrina
Technologie	MW	GJ/r	
Ostatní	0,10 MW	63 GJ/r	elektrina
Celkem	0,65 MW	1 725 GJ/r	

3. Část – Doporučená varianta navrhovaných opatření**1. Popis doporučených opatření**

Je navrženo komplexní zateplení svislých a střešních obvodových konstrukcí a výměna otvorových výplní budovy Vojenského ubytovacího zařízení v Opavě tak, aby bylo při použití zateplovacích systémů dosaženo klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy vyhovující úrovni C. Klasifikační ukazatel po zateplení bude na úrovni $CI = 0,80$ a budova tak bude hodnocena jako vyhovující úrovni C - Vyhovující.

V rámci navrhovaného opatření bude zatepleno asi 1740 m² svislých obvodových konstrukcí, asi 710 m² střešních konstrukcí, bude vyzděno asi 200 m² nových vyzdívek po meziokenních vložkách a bude vyměněno asi 616 m² nových výplní.

2. Úspory energie a nákladů

Spotřeba a náklady na energii - celkem

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Energie	1 725 GJ/r	805 GJ/r	920 GJ/r
Náklady	727 tis. Kč/r	422 tis. Kč/r	305 tis. Kč/r

Spotřeba energie

	Stávající stav	Navrhovaný stav	Úspory
Vytápění	1 392 GJ/r	472 GJ/r	920 GJ/r
Chlazení	GJ/r	GJ/r	GJ/r
Větrání	GJ/r	GJ/r	GJ/r
Příprava TV	150 GJ/r	150 GJ/r	0 GJ/r
Osvětlení	120 GJ/r	120 GJ/r	0 GJ/r
Technologie	63 GJ/r	63 GJ/r	0 GJ/r
Ostatní	GJ/r	GJ/r	GJ/r

3. Ekonomické hodnocení

doba hodnocení	30 roků	diskontní míra	3 %
reálná doba návratnosti	25,1 roků	investiční náklady	7 000 tis. Kč
prostá doba návratnosti	22,9 roků	cash flow	305 tis. Kč/r
IRR	4,2 %	NPV	1 199 tis. Kč
rok realizace	2014		

4. Ekologické hodnocení

Znečišťující látka	Stávající stav		Navrhovaný stav		Efekt	
	lokálně	globálně	lokálně	globálně	lokálně	globálně
Tuhé látky	0,0009 t/r	t/r	0,0004 t/r	t/r	0,0005 t/r	t/r
SO ₂	0,0006 t/r	t/r	0,0003 t/r	t/r	0,0003 t/r	t/r
NO _x	0,0724 t/r	t/r	0,0292 t/r	t/r	0,0432 t/r	t/r
CO	0,0145 t/r	t/r	0,0058 t/r	t/r	0,0087 t/r	t/r
CO ₂	85,6674 t/r	t/r	34,5558 t/r	t/r	51,1116 t/r	t/r

4. Část - Údaje o energetickém specialistovi

1. Jméno a příjmení	Jiří Skroty	Titul	
2. Číslo oprávnění	0045	Ing.	
3. Datum vydání	7. dubna 2008		
4. Datum posledního průběžného vzdělávání			
5. Podpis		6. Datum	listopad 2013



Situace

1 : 1000

Vojenské ubytovací zařízení Opava

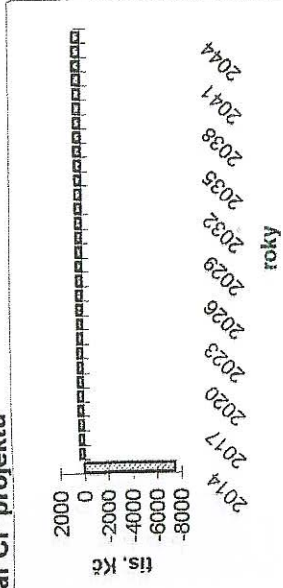
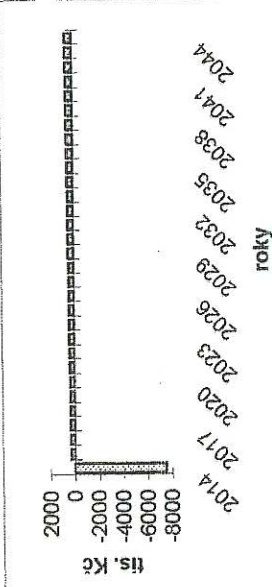
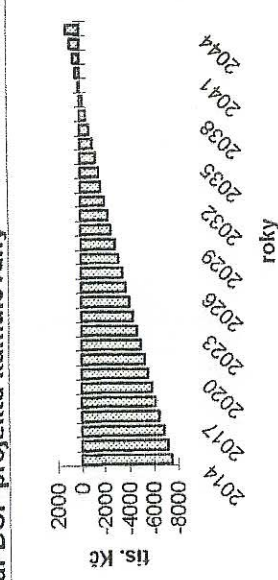
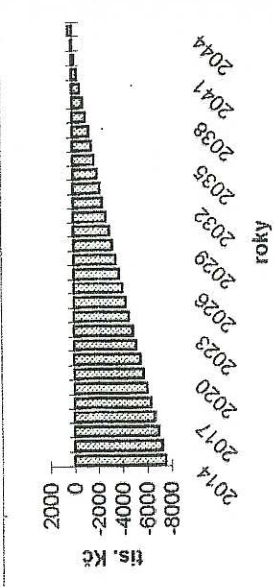
Krnovská 2853 / 77

Opava

parcels číslo 2161/3
k. ú. Jaktář

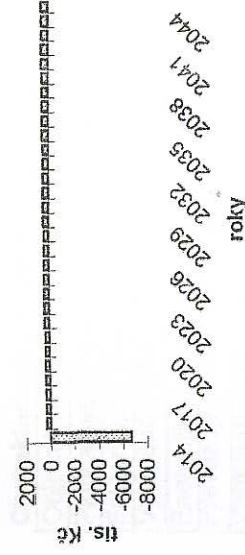
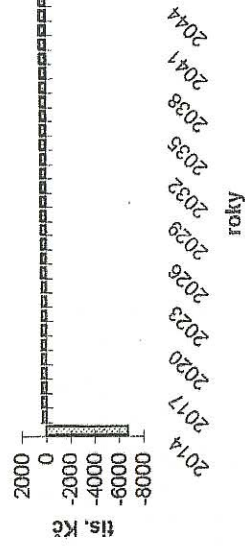
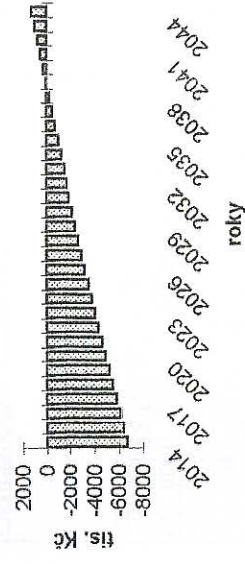
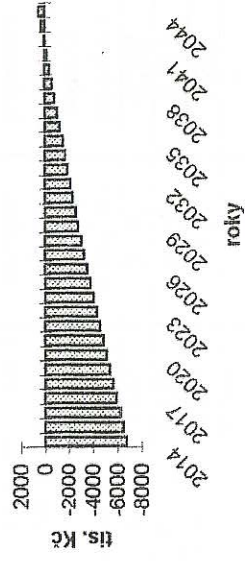
Souřadnice GPS
49° 56' 44" N
17° 53' 09" E



GRAFY DCF PROJEKTU A INVESTORA**Graf CF projektu****Graf CF investora****Graf DCF projektu kumulovaný****Graf DCF investora kumulovaný****VÝSLEDNÁ TABULKA CF**

Hodnocené období	2014 - 2044	rok
Rok hodnocení (diskontování)	2014	rok
Diskontní sazba	3,0 %	
Daň z příjmů v 1. roce	20,0 %	
Vlastní prostředky	7800 tis. Kč	
Cizí kapitál	0 tis. Kč	
Výše poskytnutých dotací	0 tis. Kč	
Podíl cizího kapitálu k celkovým investicím	0,0 %	

	Projekt	Investor
Celkový diskontovaný zisk	1014	2944 tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný zisk	51	147 tis. Kč
Celkový diskontovaný CF	1044	286 tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný CF	52	14 tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	3,9	3,3 %
Doba návratnosti investice	26	29 rok

GRAFY DCF PROJEKTU A INVESTORA**Graf CF projektu****Graf CF investora****Graf DCF projektu kumulovaný****Graf DCF investora kumulovaný****VÝSLEDNÁ TABULKA CF**

Hodnocené období	2014 - 2044	rok
Rok hodnocení (diskontování)	2014	rok
Diskontní sazba	3,0 %	
Daň z příjmů v 1. roce	20,0 %	
Vlastní prostředky	7000 tis. Kč	
Cizí kapitál	0 tis. Kč	
Výše poskytnutých dotací	0 tis. Kč	
Podíl cizího kapitálu k celkovým investicím	0,0 %	

	Projekt	Investor
Celkový diskontovaný zisk	1164	2845 tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný zisk	58	142 tis. Kč
Celkový diskontovaný CF	1199	466 tis. Kč
Průměrný roční diskontovaný CF	60	23 tis. Kč
Vnitřní výnosové procento	4,2	3,5 %
Doba návratnosti investice	25	28 rok

Technicko-energetické charakteristiky obálky budovy

Identifikační údaje

Stavba	Vojenské ubytovací zařízení Opava
Organizace	Ministerstvo obrany České republiky
Adresa	Krnovská č.p. 2853/77, 746 01 Opava

Charakteristika budovy

Objem budovy	V	14 346	(m ³)
Plocha systémové hranice budovy	A	3 769	(m ²)
Faktor tvaru budovy	AV	0,26	(m ⁻¹)
Vytápěná podlahová plocha	A _{gross}	4 038,7	(m ²)
Energetický vztažná plocha	AE	4 240,1	(m ²)
Prevázující vnitřní teplota	Θ _{in}	20	°C
Venkovní návrhová teplota	Θ _e	-15	°C

Vybrané údaje ochlazovaných konstrukcí budovy

Ochlazovaná konstrukce	plocha A _j (m ²)	požadovaný součinitel U _{NP} (W/m ² ·K)	doporučený součinitel U _{ND} (W/m ² ·K)	stávající souč. prost. tepla U _j (W/m ² ·K)	projektový souč. prost. tepla U _j (W/m ² ·K)
obvodové panely tl. 300 mm	1472,4	0,300	0,250	0,786	0,202
panely tl. 300 mm (-0,90 až + 0,18)	20,4	0,300	0,250	0,786	0,243
zdivo strojovny tl. CDM 400 mm	49,4	0,300	0,250	1,424	0,232
meziokenní vložky	173,1	0,300	0,200	1,640	---
nové vyzdívky porobeton tl. 300 mm	196,6	0,300	0,250	---	0,241
střešní konstrukce 6.NP	687,9	0,240	0,160	0,552	0,152
střešní konstrukce strojovny	19,1	0,240	0,160	0,552	0,201
podlahové kce obytných č. na terénu	427,6	0,450	0,300	0,467	0,467
podl. kce spol. prostor na terénu	279,4	0,450	0,300	0,473	0,473
okenní výplně dřevěné zdvojené	558,9	1,5	1,2	2,8	1,2
okno strojovny ocelové zdvojené	1,1	1,5	1,2	3,8	1,2
copility	61,7	1,5	1,2	3,0	1,2
vstupní sestava ocelová jednoduchá	15,6	1,7	1,2	6,5	1,2
dveře strojovny plechové	2,0	1,7	1,2	6,5	1,2

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy ČSN 73 0540

Měrná ztráta prostupem tepla	H _T	(W/K)	stávající	zatepleno
Průměrný součinitel prostupu tepla	U _{em}	(W/m ² ·K)	4 301	1 466
Požadovaný součinitel prostupu tepla	U _{em,R}	(W/m ² ·K)	1,14	0,39
Doporučený součinitel prostupu tepla	U _{em,R,rec}	(W/m ² ·K)	0,49	0,49
Klasifikační ukazatel	CI		2,31	0,37
			F	0,80
			Velmi	C

Další vybrané parametry

Spotřeba tepla na vytápění	ČSN13790 Q _{dem}	ne	Velmi	Vyhovující
měrná spotřeba tepla na vytápění	ČSN13790 EP _A	GJ/rok	2 002	674
		kWh/m ² ·rok	137,7	46,3

Datum :

Zpracoval: Ing. Jiří Skrott, energetický auditor číslo 045
Adresa zpracovatele: 78901 Zábřeh, Komenského 14
Tel.: 602 833 374, E-mail: skrott@sis-skrott.cz

listopad 2013

podpis:



Výpočet obálky budovy odpovídá sm. evropského parlamentu 220/91/ES a prEN 15217 a byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011.

Tepelný výkon ČSN EN 12831

020072 - Ing. Jiří Skrott - Zábřeh

Zakázka: Opava VUZ

TV v.3.0.1 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 12.11.2013

Archiv: Obálka budovy

Přehled konstrukcí varianty 1 a varianty 2

Stavba: Vojenské ubytovací zařízení Opava

Místo: Krnovská č.p. 2853/77, 746 01 Opava

Investor: Ministerstvo obrany České republiky

Zpracovatel: Ing. Jiří Skrott

Zakázka: Opava VUZ

Archiv: Obálka budovy

Projektant: sdružení ARPIA, Frýdek - Místek

Datum: 12.11.2013

E-mail: skrott@sis-skrott.cz

Telefon: +420 602 833 374

Neprůsvitné konstrukce

OK	ZZ	U W/(m².K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m.K)	Z _{TM}	R _v m².K/W
obvodové panely 300 mm									
Korekční činitel: ΔU = 0.10 W/(m².K)									
SO1	Z	0,786	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			103-013e	Z vr.	Pórobetonové panely	300	0,240		1,250
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990		0,020
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		335			1,457
obvodové panely 300 mm + 140 MW									
Korekční činitel: ΔU = 0.01 W/(m².K)									
SO1	Z	0,202	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			103-013e	Z vr.	Pórobetonové panely	300	0,240		1,250
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990		0,020
			407a-006	Z vr.	FRONTROCK MAX E	140	0,036	0,04	3,739
			359-003	Z vr.	Silikonová omítka	3	0,870		0,003
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		478			5,200
obvodové panely 300 mm									
Korekční činitel: ΔU = 0.10 W/(m².K)									
SO2	Z	0,786	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			103-013e	Z vr.	Pórobetonové panely	300	0,240		1,250
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990		0,020
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		335			1,457
obvodové panely 300 mm + 100 XPS									
Korekční činitel: ΔU = 0.01 W/(m².K)									
SO2	Z	0,243	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			103-013e	Z vr.	Pórobetonové panely	300	0,240		1,250
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990		0,020
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		335			1,457
obvodové panely 300 mm + 100 XPS									
Korekční činitel: ΔU = 0.01 W/(m².K)									
SO2	Z	0,243	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			103-013e	Z vr.	Pórobetonové panely	300	0,240		1,250
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990		0,020
			107-02	Z vr.	Polystyren vytlačovaný - XPS	100	0,034	0,04	2,828
			359-002	Z vr.	Armovací vrstva	3	0,870		0,003
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		438			4,289
zdivo strojovny CDM 400 mm									

Tepelný výkon ČSN EN 12831

020072 - Ing. Jiří Skrott - Zábřeh

Zakázka: Opava VUZ

TV v.3.0.1 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 12.11.2013

Archiv: Obálka budovy

OK	ZZ	U W/(m².K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m.K)	Z _{TM}	R _v m².K/W
Korekční činitel: ΔU = 0.10 W/(m².K)		UN,20 = 0.30 W/(m².K) NE							
SO3	Z	1,424	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			151-027e	Z vr.	CDm 400 mm	400	0,730		0,548
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990		0,020
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		435			0,755
zdivo strojovny CDM 400 mm + 140 MW									
Korekční činitel: ΔU = 0.01 W/(m².K)		UN,20 = 0.30 W/(m².K) ANO							
SO3	Z	0,232	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			151-027e	Z vr.	CDm 400 mm	400	0,730		0,548
			105-02	Z vr.	Omítka vápenocement.	20	0,990		0,020
			407a-006	Z vr.	FRONTROCK MAX E	140	0,036	0,04	3,739
			359-003	Z vr.	Silikonová omítka	3	0,870		0,003
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		578			4,498
nové vyzdívky porobeton 300 mm + 80 MW									
Korekční činitel: ΔU = 0.01 W/(m².K)		UN,20 = 0.30 W/(m².K) ANO							
SO4	Z	0,241	R _{si}		Odpor při přestupu				0,130
			105-01	Z vr.	Omítka vápenná	15	0,880		0,017
			291-015	Z vr.	Ytong P2 - 500	300	0,150		2,000
			407a-003	Z vr.	FRONTROCK MAX E	80	0,036	0,04	2,137
			359-003	Z vr.	Silikonová omítka	3	0,870		0,003
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,040
				Σ		398			4,327
podlahové kce obytných č. na zemině									
Korekční činitel: ΔU = 0.00 W/(m².K)		UN,20 = 0.45 W/(m².K) NE							
PDL1	Z	0,467	R _{si}		Odpor při přestupu				0,170
			130-07	Z vr.	Linoleum	2	0,190		0,011
			432-005	Z vr.	disperzní lepidlo	2	0,600		0,003
			114-02	Z vr.	Tmely pro stavební použití	5	0,220		0,023
			104-031	Z vr.	Malta cementová	20	1,020		0,020
			101-012	Z vr.	Beton hutný (2200)	70	1,100		0,064
			116-03	Z vr.	Fólie z PE	1	0,350		0,001
			107-013	Z vr.	Polystyren pěnový EPS (20)	80	0,043	0,02	1,824
			116-01	Z vr.	Asfaltové pásy a lepenky	5	0,210		0,024
			R _{se}		Odpor při přestupu				0,000
				Σ		185			2,139
podlahové kce společ. na zemině									
Korekční činitel: ΔU = 0.00 W/(m².K)		UN,20 = 0.45 W/(m².K) NE							
PDL2	Z	0,473	R _{si}		Odpor při přestupu				0,170
			130-03	Z vr.	Keram. dlažba	30	1,010		0,030
			104-031	Z vr.	Malta cementová	10	1,020		0,010
			101-012	Z vr.	Beton hutný (2200)	60	1,100		0,055

OK	ZZ	U W/(m².K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m.K)	Z _{TM}	R _v m².K/W
			116-03 107-013 116-01	Z vr. Z vr. Z vr.	Fólie z PE Polystyren pěnový EPS (20) Asfaltové pásy a lepenky	1 80 5	0,350 0,043 0,210	0,02	0,001 1,824 0,024
			R _{se}	Σ	Odpor při přestupu	186			0,000
sítěšní kce nad 6.NP									
Korekční činitel: ΔU = 0.10 W/(m².K) UN,20 = 0.24 W/(m².K) NE									
SCH1	Z	0,552	R _{si}		Odpor při přestupu				2,113
			105-01 154a-011 141-29 107-013 111-07 103-013 104-031 116-01	Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr.	Omítka vápenná Dutin. železobet. str. panel* Lepenka A 500H Polystyren pěnový EPS (20) Škvára ulehlá Pórobeton na bázi písku (680) Malta cementová Asfaltové pásy a lepenky	15 250 1 50 20 150 30 5	0,880 1,200 0,210 0,044 0,270 0,240 1,160 0,210	0,04	0,100 0,017 0,208 0,005 1,093 0,074 0,625 0,026 0,024
			R _{se}	Σ	Odpor při přestupu	521			0,040
sítěšní kce nad 6.NP + 160 EPS									
Korekční činitel: ΔU = 0.01 W/(m².K) UN,20 = 0.24 W/(m².K) ANO									
SCH1	Z	0,152	R _{si}		Odpor při přestupu				2,212
			105-01 154a-011 141-29 107-013 111-07 103-013 104-031 116-01 256-012e 256-012e 116-02	Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr.	Omítka vápenná Dutin. železobet. str. panel* Lepenka A 500H Polystyren pěnový EPS (20) Škvára ulehlá Pórobeton na bázi písku (680) Malta cementová Asfaltové pásy a lepenky EPS 150 S 032 EPS 150 S 032 Fólie z PVC	15 250 1 50 20 150 30 5 80 80 2	0,880 1,200 0,210 0,044 0,270 0,240 1,160 0,210 0,032 0,032 0,160	0,04	0,100 0,017 0,208 0,005 1,093 0,074 0,625 0,026 0,024 2,404 2,404 0,011
			R _{se}		Odpor při přestupu	Σ 683			0,040
sítěšní kce nad strojovnou									
Korekční činitel: ΔU = 0.01 W/(m².K) UN,20 = 0.24 W/(m².K) ANO									
SCH2	Z	0,201	R _{si}		Odpor při přestupu				7,030
			105-01 154a-011 141-29 107-013 111-07 103-013 104-031 116-01	Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr. Z vr.	Omítka vápenná Dutin. železobet. str. panel* Lepenka A 500H Polystyren pěnový EPS (20) Škvára ulehlá Pórobeton na bázi písku (680) Malta cementová Asfaltové pásy a lepenky	15 250 1 50 20 150 30 5	0,880 1,200 0,210 0,044 0,270 0,240 1,160 0,210	0,04	0,100 0,017 0,208 0,005 1,093 0,074 0,625 0,026 0,024

Tepelný výkon ČSN EN 12831

020072 - Ing. Jiří Skrott - Zábřeh

Zakázka: Opava VUZ

TV v.3.0.1 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 12.11.2013

Archiv: Obálka budovy

OK	ZZ	U W/(m²·K)	KC	Z/P	Vrstva	d mm	λ W/(m·K)	Z _{TM}	R _v m²·K/W
			256-012e 116-02 R _{se}	Z vr. Z vr. Σ	EPS 150 S 032 Fólie z PVC Odpor při přestupu	100 2 623	0,032 0,160	0,04	3,005 0,011 0,040 5,228
meziokenní vložky									
Korekční činitel: ΔU = 0.10 W/(m²·K) UN,20 = 0.30 W/(m²·K) NE									
VO1	Z	1,640	R _{ei}		Odpor při přestupu				0,130
			109-03 108-012 112-05 R _{se}	Z vr. Z vr. Z vr. Σ	Dřevotřískové desky Minerální vlna MVV (200) Plexisklo Odpor při přestupu	5 40 1 46	0,180 0,064 0,190	0,40	0,028 0,446 0,005 0,040 0,649
meziokenní vložky									
Korekční činitel: ΔU = 0.10 W/(m²·K) UN,20 = 0.30 W/(m²·K) NE									
VO2	Z	1,640	R _{ei}		Odpor při přestupu				0,130
			109-03 108-012 112-05 R _{se}	Z vr. Z vr. Z vr. Σ	Dřevotřískové desky Minerální vlna MVV (200) Plexisklo Odpor při přestupu	5 40 1 46	0,180 0,064 0,190	0,40	0,028 0,446 0,005 0,040 0,649

Poznámka:

Z_{TM} - činitel tepelných mostů. Koriguje součinitel tepelné vodivosti o vliv kotvení, přerušení izolační vrstvy krokvy, rámovou konstrukci atp. [$\lambda_{akv} = \lambda \cdot (1 + Z_{TM})$]

U materiálů vybraných z ČSN 73 0540-3:2005 je tepelná vodivost vrstvy přepočítávána na vliv vlhkosti podle článku 5.2.1 uvedené normy. To může způsobit, že po zaizolování konstrukce selepší hodnota součinitele tepelné vodivosti vrstev na vnitřním lici konstrukce.

Přehled konstrukcí varianty 1 a varianty 2					
Stavba:	Vojenské ubytovací zařízení Opava			Investor:	Ministerstvo obrany České republiky
Místo:	Krnovská č.p. 2853/77, 746 01 Opava				
Zpracovatel:	Ing. Jiří Skrott			Archiv:	Obálka budovy
Zakázka:	Opava VUZ			Datum:	12.11.2013
Projektant:	sdružení ARPIA, Frýdek - Místek			Telefon:	+420 602 833 374
E-mail:	skrott@sis-skrott.cz				

OK	Var	ZZ	U	UN,20	x	y	i _{LV}	LS	g	FF
			W/(m²·K)	W/(m²·K)	m	m	m²·s⁻¹·Pa * 10⁴	m		%
vstupní sestava ocel jednoduchá 5500x284										
DO1	V1	0	6,500	1,700	5,50	2,84	1,600	16,68	0,85	15,0
nová vstupní sestava Alu dítherm 5500x27										
DO1	V2	0	1,200	1,700	5,50	2,74	1,600	16,48	0,67	30,0
dveře do strojovny 1000 x 2020										
DO2	V1	0	6,500	1,700	1,00	2,02	1,600	6,04	0,00	99,0
nové dveře do strojovny 1000 x 2020										
DO2	V2	0	1,200	1,700	1,00	2,02	1,600	6,04	0,00	99,0
okna dřevěná zdvojená 1500 x 1800										
OZ1	V1	0	2,800	1,500	1,50	1,80	0,870	6,60	0,75	20,0
nová okna plast díthermová 1500 x 1800										
OZ1	V2	0	1,200	1,500	1,50	1,80	0,870	6,60	0,67	20,0
okna dřevěná zdvojená 1200 x 1800										
OZ2	V1	0	2,800	1,500	1,20	1,80	0,870	6,00	0,75	20,0
nová okna plast díthermová 1100 x 1800										
OZ2	V2	0	1,200	1,500	1,10	1,80	0,870	5,80	0,67	20,0
okno ocelové zdvojené 1200 x 900										
OA1	V1	0	3,800	1,500	1,20	0,90	0,870	4,20	0,75	20,0
nové okno plast díthermové 1200 x 900										
OA1	V2	0	1,200	1,500	1,20	0,90	0,870	4,20	0,67	30,0
Copility 3750 x 2740										
LUX1	V1	0	3,000	1,500	3,75	2,74	0,870	12,98	0,75	20,0
nová okna plast díthermová 3670 x 2740										
LUX1	V2	0	1,200	1,500	3,67	2,74	0,870	12,82	0,67	20,0

Energetický šřítek obálky budovy

020072 - Ing. Jiří Skrott - Zábřeh

Zakazka: Opava VUZ

Obálka v.1.2.0 © PROTECH spol. s r.o.

Datum tisku: 12.11.2013

Archiv: Obálka budovy

Výpočet podle ČSN 73 0540-2:2011

Stavba: Vojenské ubytovací zařízení Opava

Místo: Krnovská č.p. 2853/77, 746 01 Opava

Investor: Ministerstvo obrany České republiky

Zpracovatel: Ing. Jiří Skrott

Zakázka: Opava VUZ

Archiv: Obálka budovy

Projektant: sdružení ARPIA, Frýdek - Místek

Datum: 12.11.2013

E-mail: skrott@sis-skrott.cz

Telefon: +420 602 833 374

ubytovací zařízení

Krnovská č.p. 2853/77, 746 01 Opava

Vojenské ubytovací zařízení

Plocha systémové hranice zóny

A 3 768,6 m²

Objem zóny

V 14 346,0 m³

Faktor tvaru budovy

AV 0,26 m⁻¹

Převažující vnitřní teplota v otopném období

Θ_{im} 20 °C

Venkovní návrhová teplota v zimním období

Θ_e -15 °C

Součinitel typu budovy

e_t 1,00

Průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy

stávající stav nový stav

- referenční budova - vypočítaná hodnota

U_{em,N,20,vyp} 0,49 0,49 W/(m².K)

- referenční budova - upravená podle tab.5

U_{em,N,20} 0,49 0,49 W/(m².K)

- požadovaná hodnota

U_{em,N} 0,49 0,49 W/(m².K)

- doporučená hodnota

U_{em,N,rec} 0,37 0,37 W/(m².K)

Měrná ztráta prostupem tepla

H_T 4 301,17 1 465,69 W/K

- vypočítaná hodnota

U_{em} 1,14 0,39 W/(m².K)

Klasifikační ukazatel

CI 2,31 0,80

Klasifikační třída	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)	Slovní vyjádření klasifikace	Ukazatel CI (horní meze)
A	stávající stav Velmi úspěšná	V1 0,50	nový stav Velmi úspěšná	V2 0,50
B	Úspěšná	0,75	Úspěšná	0,75
C	Vyhovující	1,00	Vyhovující	1,00
D	Nevyhovující	1,50	Nevyhovující	1,50
E	Nehospodárná	2,00	Nehospodárná	2,00
F	Velmi nehospodárná	2,50	Velmi nehospodárná	2,50
G	Mimořádně nehospodárná	>2,50	Mimořádně nehospodárná	>2,50



Referenční budova

Stanovení požadované hodnoty U_{em}, R průměrného součinitele prostupu tepla obálky referenční budovy stávající stav

	Pzk	b	UN,20 W/(m².K)	Urec,20 W/(m².K)	UNekv W/(m².K)	AR m²	HT W/K
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30	0,25		1 542,24	462,7
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30	0,20		173,16	51,9
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	1,70	1,20		2,02	3,4
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,70	1,20		15,62	26,6
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,50	1,20		621,63	932,4
SCH1	E	1,000	0,24	0,16		706,96	169,7
PDL2	zemina	0,360	0,45	0,30	0,16	279,39	45,3
PDL1	zemina	0,498	0,45	0,30	0,22	427,57	95,8
celkem						3 768,59	1 787,76

$U_{em}, R_{,20} = (\Sigma HT/\Sigma AR) + 0,02$	0,49	W/(m².K)
$U_{em}, R_{,20}$ - hodnota upravená podle tabulky 5	0,49	W/(m².K)
$U_{em}, R = U_{em}, R_{,20} \cdot e1 \cdot e2$ e2 = 1,25 pokud lze využít vnitřní zdroje technologického tepla	0,49	W/(m².K)

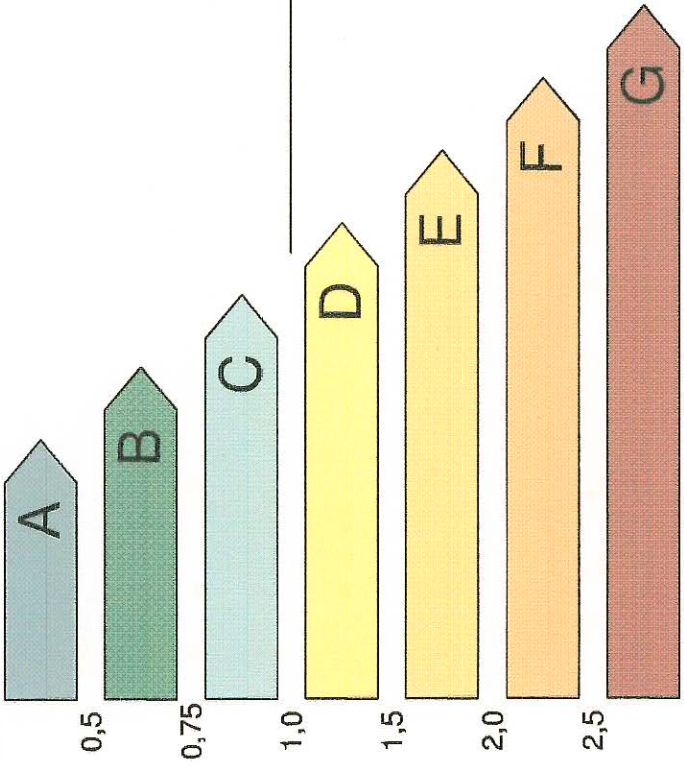
nový stav

	Pzk	b	UN,20 W/(m².K)	Urec,20 W/(m².K)	UNekv W/(m².K)	AR m²	HT W/K
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30	0,25		1 738,87	521,7
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	0,30	0,20		0,00	0,0
Svislé neprůsvitné konstrukce	E	1,000	1,70	1,20		2,02	3,4
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,70	1,20		15,07	25,6
Průsvitné výplně otvorů (do 50% plochy)	E	1,000	1,50	1,20		598,71	898,1
SCH1	E	1,000	0,24	0,16		706,96	169,7
PDL2	zemina	0,360	0,45	0,30	0,16	279,39	45,3
PDL1	zemina	0,498	0,45	0,30	0,22	427,57	95,8
celkem						3 768,59	1 759,49

$U_{em}, R_{,20} = (\Sigma HT/\Sigma AR) + 0,02$	0,49	W/(m².K)
$U_{em}, R_{,20}$ - hodnota upravená podle tabulky 5	0,49	W/(m².K)
$U_{em}, R = U_{em}, R_{,20} \cdot e1 \cdot e2$ e2 = 1,25 pokud lze využít vnitřní zdroje technologického tepla	0,49	W/(m².K)

Seznam konstrukcí posuzované části budovy

OK	U _{n,20}	ss	Pzk	stávající stav				nový stav			
				b	U W/(m ² .K)	AR m ²	H W/K	b	U W/(m ² .K)	AR m ²	H W/K
SO1	0,30	JZ	E	1,000	0,786	350,0	275,2	1,000	0,202	350,0	70,7
SO2	0,30	JZ	E	1,000	0,786	20,4	16,1	1,000	0,243	20,4	5,0
SO4	0,30	JZ	E	1,000	0,241	0,0	0,0	1,000	0,241	104,6	25,2
DO1	1,70	JZ	E	1,000	6,500	15,6	101,5	1,000	1,200	15,1	18,1
OZ1	1,50	JZ	E	1,000	2,800	283,5	793,8	1,000	1,200	283,5	340,2
VO1	0,30	JZ	E	1,000	1,640	104,0	170,6	1,000	1,640	0,0	0,0
SO4	0,30	SV	E	1,000	0,241	0,0	0,0	1,000	0,241	92,0	22,2
OZ2	1,50	SV	E	1,000	2,800	259,2	725,8	1,000	1,200	237,6	285,1
VO2	0,30	SV	E	1,000	1,640	69,1	113,3	1,000	1,640	0,0	0,0
LUX1	1,50	SV	E	1,000	3,000	61,7	185,0	1,000	1,200	60,3	72,4
SO1	0,30	SV	E	1,000	0,786	363,2	285,5	1,000	0,202	363,2	73,4
SO1	0,30	SZ	E	1,000	0,786	387,7	304,8	1,000	0,202	387,7	78,3
SO1	0,30	JV	E	1,000	0,786	371,5	292,1	1,000	0,202	371,5	75,0
OZ1	1,50	JV	E	1,000	2,800	16,2	45,4	1,000	1,200	16,2	19,4
SO3	0,30	JZ	E	1,000	1,424	12,3	17,5	1,000	0,232	12,3	2,9
SO3	0,30	SV	E	1,000	1,424	12,3	17,5	1,000	0,232	12,3	2,9
SO3	0,30	SZ	E	1,000	1,424	11,9	17,0	1,000	0,232	11,9	2,8
DO2	1,70	SZ	E	1,000	6,500	2,0	13,1	1,000	1,200	2,0	2,4
SO3	0,30	JV	E	1,000	1,424	12,9	18,3	1,000	0,232	12,9	3,0
OA1	1,50	JV	E	1,000	3,800	1,1	4,1	1,000	1,200	1,1	1,3
SCH1	0,24	H	E	1,000	0,552	687,9	379,8	1,000	0,152	687,9	104,6
SCH2	0,24	H	E	1,000	0,201	19,1	3,8	1,000	0,201	19,1	3,8
PDL1	0,45	H	Z	0,490	0,467	0,229	97,9	0,490	0,467	0,229	97,9
PDL2	0,45	H	Z	0,349	0,473	0,165	46,1	0,349	0,473	0,165	46,1
ΔU _{am} 1				1,00	0,100	3 768,6	376,9	1,00	0,030	3 768,6	113,1
suma						3 768,6	4 301,2			3 768,6	1 465,7

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Typ budovy: ubytovací zařízení Posuzovaná část: Vojenské ubytovací zařízení Adresa budovy: Krnovská č.p. 2853/77, 746 01 Opava Celková podlahová plocha $A_c = 4038.7 \text{ m}^2$		Hodnocení obálky budovy				
		stávající stav		nový stav		
CI Velmi úsporná						
Mimořádně nehospodárná						
KLASIFIKACE		2,31		0,80		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$		1,14		0,39		
Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2:2011 $U_{em,R}$ ve $W/(m^2.K)$		0,49		0,49		
Klasifikační ukazatele CI a jím odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
U_{em}	0,24	0,37	0,49	0,73	0,97	1,22
Platnost štítku do : 12.11.2023		Datum: 12.11.2013				
		Jméno a příjmení: Ing. Jiří Skrott				

