

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra prostředí staveb a TZB

**Prefabrikovaný kontejnerový dům v pasivním standardu**

**Prefabricated container house in the passive standard**

Student:

Petr Jiráček

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jiří Labudek, Ph.D.

Ostrava 2014

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Jiráček**

Studijní program: N3607 Stavební inženýrství

Studijní obor: 3607T040 Prostedí staveb

Téma: **Prefabrikovaný kontejnerový dům v pasivním standardu.**  
**Prefabricated container house in the passive standard.**

### Zásady pro vypracování:

Prefabrikovaný kontejnerový dům v pasivním standardu.

Cílem DP je návrh moderního rodinného domu v pasivním standardu vybudovaného na základě lodních kontejnerů. Součástí DP bude změna lodních přepravních kontejnerů na moderní bydlení, plnící všechny požadavky moderního stavitelství.

Projekt pro realizaci stavby, která bude obsahovat části:

1. Souhrnnou technickou zprávu
2. Stavební část
  - Technická zpráva
  - Výkresová část
  - Koordinační situace 1 :200, 1 : 250
  - Základy 1 : 50
  - Půdorysy jednotlivých podlaží, stropů a zastřešení 1 : 50
  - Řez schodištěm 1 : 50
  - Půdorys střechy (pohled na střechu) 1 : 50
  - Pohledy 1 : 200 (1 : 100)
  - Vybrané detaily
3. Prostedí staveb
  - Stavební tepelná technika: Splnění požadavků na energetickou náročnost budovy a splnění porovnávacích ukazatelů, Posouzení vybraných detailů.
  - Stanovení celkové energetické spotřeby stavby
  - Výpočet denního osvětlení a proslunění objektu + bilance zasklení
  - Konstruktivní řešení stavby s ohledem na akustické parametry staveb + vyhodnocení.
4. Dokumentace zařízení pro vytápění, návrh zdroje tepla, větrání:
  - Technická zpráva
  - výpočet nutného tepelného výkonu, průtoků vzduchu, rekuperace, dohřev vzduchu a jeho distribuci.
  - návrh a výpočet jednotlivých zařízení (částí) zdroje tepla a systému větrání (VZT)
  - výkresová část
5. Dokumentace zařízení pro zdravotně technické instalace:
  - Projekt vnitřní kanalizace
  - technická zpráva
  - bilance splaškových vod
  - dimenzování rozvodů VK
  - výkresová část

Pozn. TZB: Vodovod. Vytápění. K DP bude odevzdán plakát o rozměru 700x1000 mm.

Rozsah práce: dle směrnice děkanky č.7/2012 a dle vyhlášky MMR č. 62/2013 Sb., o dokumentaci staveb.

Seznam doporučené odborné literatury:

- Legislativní či normové dokumenty ve znění pozdějších předpisů!
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon).
- Vyhláška č. 148/2007 Sb., o energetické náročnosti budov.
- Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- Vyhláška MMR č. 398/2009., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb.
- ČSN 734301. Obytné budovy. Praha: Český normalizační institut, 2004 (změna Z1/2005, Z2/2009).
- ČSN 016420. Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části. Praha: Český normalizační institut 2004.
- ČSN 730540. Tepelná ochrana budov - Část 2 : Požadavky. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- ČSN EN 120565 Vnitřní kanalizace – gravitační systémy: Část 1-5 2001
- ČSN 756760 Vnitřní kanalizace 2003
- ČSN 013450 Technické výkresy – Instalace – Zdravotně technické a plynovodní instalace 2006
- ČSN 013452 Technické výkresy – Instalace – Vytápění a chlazení 2006
- ČSN 73 6005 Prostorové uspořádání sítí technického vybavení 1994
- ČSN 730540 Tepelná ochrana budov: Část 1-4 2007 (2011)
- ČSN 060310 Ústřední vytápění – Projektování montáž 2002
- ČSN 060320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování 06
- ČSN 060830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení 2006
- ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu 2005
- ČSN EN 12 828 Tepelné soustavy v budovách – Navrhování teplovodních tepelných soustav 2005
- ČSN EN 832 Tepelné chování budov – Výpočet energie na vytápění – Obytné budovy 2000
- + další legislativní dokumenty týkající se tématu diplomové práce.
- Čupr, Bartošová, Počinková, Vrána: ZTI pro kombinované studium, CERM, s.r.o. Brno (2002)
- Bystřický, Pokorný: TZB-A (zdravotechnika), ČVUT Praha (2003)
- Bystřický, Pokorný: TZB-B (vytápění), ČVUT Praha (2003)
- Brož, Vytápění, ČVUT Praha (2002)
- Cihlár, Gebauer, Počinková: TZB, ÚT I, Cvičení, ateliérová tvorba, CERM, s.r.o. Brno (1998)
- ČSTZ Praha: Technická pravidla a doporučení GAS. Soulad TPG – TD
- www.tzbinfo.cz: Společnost pro techniku prostředí
- Filipiová: Projektujeme bez bariér Praha (2002) ČSN 73 6005. Prostorové uspořádání sítí technického vybavení. Praha: Český normalizační institut, 1994.
- VAVERKA, J.; HIRŠ, J.; SKOTNICOVÁ, I., aj. Stavební tepelná technika a energetika budov. 1. vyd. Brno: VUTIUM, 2006. 648 s. + CD ROM. ISBN 80-214-2910-0.
- BYSTRICKÝ, V., POKORNÝ, A. TZB-B (vytápění). Praha: ČVUT Praha, 2006.
- BROŽ, K. Vytápění. Praha: ČVUT Praha, 2002.
- Skotnicova, I., Labudek, J. Stavební tepelná technika I, Studijní texty pro cvičení, nakladatelství CERM, 2011, ISBN 978-80-7204-767-3
- + další publikace týkající se tématu diplomové práce.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

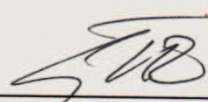
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Labudek, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2014

Datum odevzdání: 01.12.2014



  
Ing. Iveta Skotnicová, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
děkan fakulty

## **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne .....

.....

Podpis studenta

## Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že se na moji diplomovou práci plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě dne .....

.....

Podpis studenta

## **Anotace**

Jiráček, P.: Prefabrikovaný kontejnerový dům v pasivním standardu.

Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, Katedra prostředí staveb a TZB, 2014. 157 stran

Cílem diplomové práce s názvem Prefabrikovaný kontejnerový dům v pasivním standardu bylo zpracování textové a výkresové dokumentace pro zadaný objekt. Práce je složena z části stavebně a tepelně technické, studie denního osvětlení a bilance zasklení, akustického zhodnocení, části vytápění a větrání, návrhu vnitřní kanalizace a ekonomického zhodnocení jednotlivých částí. Stavba byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům a principům pasivní výstavby. Snaha byla o co nejjednodušší konstrukci, která by splňovala nejvyšší požadavky na rychlost, současně však pevnost, trvanlivost a následnou recyklaci výstavby a která by byla současně ekonomicky dostupná v rámci pasivního standardu. Tento požadavek ocelová konstrukce splňuje. Celý projekt je pojat jako industriální stavba a jeho snahou je začlenění a rozšíření podobného druhu prefabrikované rychlé výstavby do standardu rodinného bydlení.

## **Annotation**

Jiráček, P.: Prefabricated container house in the passive standard.

Ostrava: VŠB - Technical university of Ostrava, Faculty of building environment and TZB, 2014. 157 pages.

The aim of my thesis titled as The Prefabricated Container House in the passive standard was to create technical documentation including technical description and drawings for the specified object. The work consists of construction of a thermal technical study of daylighting and glazing, sound appreciation of heating and ventilation, the design of inner sewerage and evaluation of the individual parts. The building was designed to meet the requirements and principles of passive construction. The goal was the simplest design that would meet the highest requirements such as rapid construction time, strength, durability, subsequent recycling of construction and the passive standard within low budget. All those requirements are met. The project is conceived as an industrial building. Its goal is integration and extension of a similar project type with rapid construction for the standard family housing.

## **Klíčová slova**

rodinný dům  
pasivní standard  
lodní kontejner  
fotovoltaické panely  
vzduchotechnika  
rekuperace  
přímotopy  
akustika  
denní osvětlení  
bilance zasklení  
kanalizace  
ekonomické zhodnocení

## **Keywords**

family house  
passive standard  
shipping container  
photovoltaic panels  
air-conditioning system  
recovery ventilation system  
convector heater  
acoustics  
daylighting  
glazing evaluation  
sewerage  
economic evaluation

## **Obsah:**

<b>Seznam použitého značení.</b>	13
<b>1. Úvod</b>	15
<b>2. Použití a popis lodního kontejneru</b>	16
<b>3. Průvodní zpráva</b>	18
<b>3.1. Identifikační údaje</b>	19
<b>3.1.1. Údaje o stavbě</b>	19
<b>3.2. Údaje o stavebníkovi</b>	19
<b>3.3. Údaje o zpracovateli projektové dokumentace</b>	17
<b>3.4. Seznam vstupních podkladů</b>	20
<b>3.5. Údaje o území</b>	21
<b>3.6. Údaje o stavbě</b>	22
<b>3.7. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení</b>	24
<b>4. Souhrnná technická zpráva</b>	25
<b>4.1. Popis území stavby</b>	25
<b>4.2. Celkový popis stavby</b>	26
<b>4.2.1. Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek</b>	26
<b>4.2.2. Celkové urbanistické a architektonické řešení</b>	26
<b>4.2.3. Celkové provozní řešení, technologie výroby</b>	27
<b>4.2.4. Bezbariérové užívání stavby</b>	27
<b>4.2.5. Bezpečnost při užívání stavby</b>	27
<b>4.2.6. Základní charakteristika objektů</b>	27
<b>4.2.7. Základní charakteristika technických a technologických zařízení</b>	28
<b>4.2.8. Požárně bezpečnostní řešení</b>	28
<b>4.2.9. Zásady hospodaření energiemi</b>	29
<b>4.2.10. Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a                 komunální prostředí</b>	29
<b>4.2.11. Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí</b>	30
<b>4.3. Připojení na technickou infrastrukturu</b>	30
<b>4.4. Dopravní řešení</b>	31
<b>4.5. Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav</b>	32
<b>4.6. Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana</b>	32



4.7. Ochrana obyvatelstva	33
4.8. Zásady organizace výstavby	33
<b>5. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení</b>	<b>36</b>
5.1. Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu	36
5.1.1. Architektonicko - stavební část	36
5.1.2. Stavebně konstrukční část	37
5.1.3. Požárně bezpečnostní řešení	43
5.1.4. Technika prostředí staveb	43
5.2. Dokumentace technických a technologických zařízení	43
<b>6. Stavební tepelná technika</b>	<b>44</b>
6.1. Popis objektu	44
6.2. Stanovení tepelně technických požadavků na stavební konstrukce a budovu	45
6.2.1. Součinitel prostupu tepla $U$ [ $W.m^{-2}.K^{-1}$ ]	45
6.2.2. Teplotní faktor vnitřního povrchu - $f_{Rsi}$ [-]	48
6.2.3. Lineární činitel prostupu tepla - $\psi$ [ $W.m^{-1}.K^{-1}$ ]	52
6.2.4. Hodnota poklesu dotykové teploty podlahy - $\Delta\theta_{10}$ [ $^{\circ}C$ ]	57
6.2.5. Množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $M_c$ [ $kg.m^{-2}.a^{-1}$ ]	58
6.2.6. Posouzení zemní a letní stability	59
6.2.7. Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ [ $W.m^{-2}.K^{-1}$ ]	62
6.2.8. Energetický štítek obálky budovy - EŠOB	63
6.3. Stanovení ukazatelů energetické náročnosti budovy	66
6.3.1. Ukazatele energetické náročnosti	66
6.3.2. Průkaz energetické náročnosti – PENB	66
<b>7. Vnitřní a vnější kanalizace</b>	<b>71</b>
7.1. Úvod	71
7.2. Popis objektu	71
7.3. Splašková kanalizace	71
7.3.1. Připojovací potrubí	71
7.3.2. Odpadní splaškové potrubí	72
7.3.3. Větrací potrubí	72
7.3.4. Svodné kanalizační potrubí	72
7.3.5. Napojení zařizovacích předmětů	72
7.3.6. Revizní kanalizační šachta	73
7.3.7. Kanalizační přípojka	73

7.4. Dešťová kanalizace	73
7.4.1. Střešní okapové žlaby	73
7.4.2. Svodné dešťové potrubí	73
7.5. Bilance odpadních vod	73
7.6. Zkoušení vnitřní kanalizace	73
7.7. Závěr	74
<b>8. Denní osvětlení a proslunění + bilance zasklení</b>	<b>75</b>
8.1. Denní osvětlení	75
8.1.1. Úvod	75
8.1.2. Požadavky na denní osvětlení budov	75
8.1.3. Metoda výpočtu denního osvětlení	76
8.1.4. Popis hodnocených obytných místností	76
8.1.5. Vyhodnocení výsledků výpočtu denního osvětlení	79
8.1.6. Závěr	81
8.2. Proslunění	80
8.2.1. Požadavky na proslunění obytných budov	80
8.2.2. Navrhovaná stavba	81
8.2.3. Metoda stanovení doby proslunění	82
8.2.4. Vyhodnocení doby proslunění v obytných místnostech navrhované stavby	82
8.2.5. Závěr	82
8.3. Bilance zasklení	84
8.3.1. Za měsíc	84
8.3.2. Za celé vytápěcí období	85
8.3.3. Výsledky	86
8.3.4. Závěr	88
<b>9. Akustické parametry stavby</b>	<b>89</b>
9.1. Vzduchová neprůzvučnost	89
9.1.1. Strop	89
9.1.2. Příčka	91
9.1.3. Obvodová stěna	93
9.2. Kročejová neprůzvučnost	96
9.2.1. Strop	96
<b>10. Technika prostředí staveb</b>	<b>98</b>
10.1. Návrh řízeného větrání	98

10.1.1. Úvod.	98
10.1.2. Systém nuceného větrání	98
10.1.3. Popis instalovaných zařízení	100
10.1.4. Ekonomické zhodnocení	108
10.1.5. Ochrana zdraví a ochrana proti hluku, vibracím	109
10.1.6. Protipožární opatření	109
10.1.7. Požadavky na ostatní profese	109
10.1.8. Ochrana životního prostředí	111
10.1.9. Bezpečnost práce	111
10.1.10. Odpadové hospodářství	111
10.1.11. Práce, zkoušky, zprovoznění	112
10.1.12. Instalované příkony elektro	112
10.1.13. Závěr	112
10.2. Návrh vytápění	114
10.2.1. Úvod.	114
10.2.2. Popis systému vytápění	116
10.2.3. Zdroje tepla	118
10.2.4. Otopná soustava	122
10.2.5. Ekonomické zhodnocení	126
10.2.6. Regulace, popis funkce	134
10.2.7. Požadavky na navazující profese	135
10.2.8. Ochrana a bezpečnost	136
10.2.9. Zkoušky	136
10.2.10. Závěr	137
<b>11. Ekonomické zhodnocení stavby</b>	138
11.1. Základová konstrukce ELEGHOUSE	138
11.2. Lodní kontejnery	139
11.3. Obvodový plášť	140
11.4. Podlahová a střešní konstrukce	141
11.5. Výplně otvorů:	142
11.6. Vytápění a větrání	146
11.6.1. Vytápění a ohřev TUV	146
11.6.2. Větrání	147
<b>12. Závěr</b>	148

<b>13. Seznamy</b>	149
<b>13.1.</b> Seznam použitých pramenů	149
<b>13.2.</b> Seznam výkresů	152
<b>13.3.</b> Seznam příloh	153
<b>13.4.</b> Seznam tabulek	153
<b>13.5.</b> Seznam použitých obrázků	154
<b>13.6.</b> Seznam použitých grafů	156

## Seznam použitého značení

A	Plocha	[m <sup>2</sup> ]
A/V	Objemový faktor tvaru budovy	[-]
b	Délka	[m]
c	Měrná tepelná kapacita	[J.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
CI	Klasifikační ukazatel	
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý	[-]
č.	Číslo	
ČSN	Česká technická norma	
dB	Decibel	
D	Činitel denní osvětlenosti	[%]
DN	Dimenze průměru	
DPH	Daň z přidané hodnoty	
EPS	Expandovaný polystyren	
EŠOB	Energetický štítek obálky budovy	
FV	Fotovoltaika	
fRsi	Teplotní faktor vnitřního povrchu	[-]
ISO	International Organization for Standardization	
K	Kelvin	
Kč	Koruna česká	
kg	Kilogram	
kWh	Kilo Wat hodina	
L <sub>nw</sub>	Vážená normovaná hl. akustického tlaku kročejového zvuku	[dB]
L <sub>2D</sub>	Tepelná propustnost	[W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]
m	Metr	
m <sup>2</sup>	Metr čtvereční	
m <sup>3</sup>	Metr krychlový	
Mc	Množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce	[kg.m <sup>-2</sup> .a <sup>-1</sup> ]
n	Intenzita výměny vzduchu	[h <sup>-1</sup> ]
n <sub>50</sub>	Průvzdušnost	[h <sup>-1</sup> ]
P	Exponovaný obvod podlahy	[m]
PE	Polyetylen	
PENB	Průkaz energetické náročnosti	

PUR	Polyuretan	
PVC	Polyvinylchlorid	
R	Tepelný odpor konstrukce	$[\text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{W}^{-1}]$
R <sub>w</sub>	Vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost	[dB]
tl.	Tloušťka	
TI	Tepelná izolace	
TUV	Teplá užitková voda	
U	Součinitel prostupu tepla	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$
U <sub>em</sub>	Průměrný součinitel prostupu tepla	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$
V	Objem	$[\text{m}^3]$
VO	Vytápěcí období	
w	Rychlost	$[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$
W	Watt	
XPS	Extrudovaný polystyren	
ζ	Součinitel místních ztrát	[-]
η	Účinnost	[%]
θ	Teplota	[°C]
λ	Součinitel tepelné vodivosti	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$
μ	Faktor difuzního odporu	[-]
ρ	Hustota	$[\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}]$
ψ	Lineární činitel prostupu tepla	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$
Φ	Tepelná ztráta	[W]
§	Paragraf	
ΔT	Rozdíl teplot [K]	
Q Δθ <sub>10</sub>	Pokles dotykové teploty podlahy	[°C]
40'HC	High cube o délce 40 stop a zvětšeném objemu	
20'DC	Dry container o délce 20 stop	

## 1. Úvod

Předmětem této diplomové práce je návrh moderního rodinného domu z lodních kontejnerů postaveného v pasivním standardu. Objekt je navržen jako dvoupodlažní stavba obdélníkového půdorysu s plochou střechou skládající se z 6 lodních kontejnerů typu 40'HC. K hlavnímu objektu jsou přidruženy další dva lodní kontejnery. Jeden sloužící jako pergola (40'HC), druhý jako zastřešený zahradní sklad s parkovacím místem (20'DC). Celý projekt je pojat jako industriální stavba a jeho snahou je začlenění a rozšíření podobného druhu prefabrikované rychlé výstavby do standardu rodinného bydlení. Zateplení střešní konstrukce a obvodového pláště je z tohoto důvodu řešeno PUR materiálem. Základovou konstrukcí je speciální izolovaný základový rošt s nevětranou vzduchovou mezerou od společnosti CEMEX s obchodním názvem ELEGHOUSE. Celý objekt je zásobován elektrickou energií, která je částečně vyráběna fotovoltaickou elektrárnou na střeše pergoly orientované na jih.

Návrh z lodních kontejnerů byl myšlen jako alternativa ke zděným, mohutným konstrukcím, které jsou díky tradici stále v prvenství výstavby v našem stavebnictví a na druhé straně rychle vystavěným lehkým dřevostavbám, které zase odpůrci kritizují pro jejich možné problémy spojené s přírodním charakterem materiálu. Již hotová, samonosná ocelová konstrukce lodního kontejneru je proto další možnou alternativou k výše zmíněným materiálům.

Lodní kontejnery jsou tvořeny ocelovým samonosným rámem, který díky roznášecímu roštu tvoří tuhou konstrukci s nosností 26,5 tun. Jejich obvodový ocelový plášť o tloušťce 1,6 mm tvoří ideální parozábranu. Odolná konstrukce podlahy je zase využita pro další skladby. Lodní kontejnery jsou vyráběny převážně v Číně a dováženy do ostatních částí světa, aniž by se počítalo s jejich návratem. Díky nízké ceně pak zůstávají v daném území a jsou využívány převážně ke skladům a podobným účelům.

Diplomová práce se zabývá zpracováním projektu pro realizaci stavby. Je složena z části stavebně a tepelně technické, studie denního osvětlení a bilance zasklení, akustického zhodnocení, části vytápění a větrání, návrhu vnitřní kanalizace a ekonomického zhodnocení jednotlivých částí. K celému návrhu rodinného domu je přistupováno s ohledem na splnění pasivního standardu a finanční dostupnosti.

## **2. Použití a popis lodního kontejneru**

Lodních kontejnerů je více druhů. Pro tuto práci jsem si vybral kontejner s označením 40'HC, který má rozměry vnější rozměry 12,192 x 2,438 x 2,896 m. Vnitřní rozměry kontejneru jsou pak 12,032 x 2,350 x 2,68 m. Kontejner s nosností 26,5 tun díky antikoroznímu nástříku z výroby odolává těm nejhorším podmínkám, např. mnohonásobný převoz přes moře. Lodní přepravní kontejner je jako celek samonosnou ocelovou tuhou konstrukcí, která je složena z jednotlivých konstrukčních tenkostěnných částí tl. 3 mm, které tvoří nosný rám kontejneru. Tento rám je spojen ocelovým plechem tl. 1,6 mm, který přenáší část zatížení a který při větším odstranění musí být nahrazen staticky únosnou konstrukcí. V projektu se jedná o sloupky a průvlaky, které jsou kotveny k podlahovému roštu kontejneru. V rohu kontejneru jsou „kostky“, do kterých se soustřeďuje a přenáší veškeré zatížení a pomocí kterých je kontejner převážen. Lodní kontejner je na jedné straně opatřen ocelovými dveřmi. V tomto projektu se počítá s jejich odstraněním. Střecha kontejneru je z ocelového plechu tl 1,6 mm bez sklonu. Podlaha je tvořena ocelovým roštem v osové vzdálenosti 280 mm. Na tomto roštu je ukotvena dřevotřísková tl. 25 mm, která je velmi odolná vůči agresivní vodě, aj. V tomto projektu se počítá s jejím zachováním.



*Obr. 1: Výstavba moderního RD v USA z lodních kontejnerů (před)  
(zdroj:www.designboom.com)*





Obr. 2: Dokončení moderního RD v USA z lodních kontejnerů (potom)  
(zdroj: [www.designboom.com](http://www.designboom.com))

Kontejnery jsou k nám dováženy především z Číny, kde je vyrobeno cca 99% všech lodních kontejnerů na světě. Většinou však díky velmi nízké ceně skončí v dané zemi bez zpětného odvozu, protože doprava zpět je dražší než jejich výroba. Dá se tak říct, že žádný kontejner v ČR není novým výrobkem a vždy alespoň jednou absolvoval cestu z Číny. V mnoha zemích jsou tak využívány především jen jako sklady či stavební buňky nebo se pouze hromadí jako odpadní výrobek. V USA se tak začalo více firem zabývat myšlenkou jejich smysluplnějšího využití a začali se tak specializovat na výstavbu z lodních kontejnerů. Jejich myšlenkou je využití materiálu, který v sobě nese velkou rychlost výstavby, pevnost, trvanlivost, současně však nízké náklady a nepříliš složitou recyklaci. Vznikají tak velmi zajímavé projekty, které se dále rozšiřují i do Evropy. Například v Německu a Velké Británii tak nedostatek ubytování pro vysokoškolské studenty byl vyřešen realizací vysokoškolských kolejí z lodních kontejnerů. Jejich netradičnost vzbuzuje v moderním Německu a Velké Británii u studentů zájem a poptávka po bydlení v nich mnohonásobně převyšuje navrženou kapacitu. Tyto realizace tak byly inspirací pro moji diplomovou práci a celý projekt je proto pojat jako industriální stavba a jeho snahou je začlenění a rozšíření podobného druhu prefabrikované rychlé výstavby do standardu rodinného bydlení s nepříliš nákladnou budoucí recyklací. V našich podmínkách ovšem narážíme na problém v podobě vyšší pořizovací ceny kontejnerů v porovnání se zmíněnými západními zeměmi a naopak také fakt, že ostatní stavební materiály jsou tam dražší než u nás.



*Obr. 3: Výstavba moderního RD v USA z lodních kontejnerů  
(zdroj:www.designboom.com)*



*Obr. 4: Výstavba moderního RD v USA z lodních kontejnerů  
(zdroj:www.designboom.com)*

### **3. Průvodní zpráva**

#### **3.1. Identifikační údaje**

##### **3.1.1. Údaje o stavbě**

**a) název stavby,**

Rodinný dům

**b) místo stavby (adresa, čísla popisná, katastrální území, parcelní čísla pozemků),**

Stavba bude realizována v katastrálním území města Chrudim. Parcelní číslo 3217/4.

#### **3.2. Údaje o stavebníkovi**

**c) jméno, příjmení a místo trvalého pobytu (fyzická osoba).**

Vít Jiráček, Mladých Běchovic 2, Praha 190 11

#### **3.3. Údaje o zpracovateli projektové dokumentace**

**a) jméno, příjmení, obchodní firma, IČ, bylo-li přiděleno, místo podnikání (fyzická osoba podnikající) nebo obchodní firma nebo název, IČ, bylo-li přiděleno, adresa sídla (právnícká osoba),**

Petr Jiráček

Mírová 1296, Chrudim

53701

IČ: 03440150

- b) jméno a příjmení hlavního projektanta včetně čísla, pod kterým je zapsán v evidenci autorizovaných osob vedené Českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jeho autorizace,**

Petr Jiráček

Mírová 1296, Chrudim

53701

IČ: 03440150

- c) jména a příjmení projektantů jednotlivých částí projektové dokumentace včetně čísla, pod kterým jsou zapsáni v evidenci autorizovaných osob vedené českou komorou architektů nebo Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, s vyznačeným oborem, popřípadě specializací jejich autorizace.**

Petr Jiráček

Mírová 1296, Chrudim

53701

IČ: 03440150

### **3.4. Seznam vstupních podkladů**

- a) základní informace o rozhodnutích nebo opatřeních, na jejichž základě byla stavba povolena (označení stavebního úřadu/jméno autorizovaného inspektora, datum vyhotovení a číslo jednací rozhodnutí nebo opatření),**

Stavba byla povolena na základě Stavebního povolení pod číslem jednacím 11/2014/OSVII/SP-10 vydaného 30. 11. 2014 Stavebním úřadem sídlem v Chrudimi.

- b) základní informace o dokumentaci nebo projektové dokumentaci, na jejímž základě byla zpracována projektová dokumentace pro provádění stavby,**

Dokumentace pro provádění stavby byla vyhotovena na základě dokumentace pro povolení stavby schválené 30. 11. 2014 pod číslem jednacím 11/2014/OSVII/SP-10.

- c) další podklady.**

Žádné

### 3.5. Údaje o území

**a) rozsah řešeného území,**

Je řešen stavební pozemek na parcele č 3217/4 v katastrálním území města Chrudim. Parcela o výměře 703 m<sup>2</sup> se nachází v zastavěném území. Parcela se nachází v oblasti pro veřejnou výstavbu.

**b) údaje o ochraně území podle jiných právních předpisů<sup>1)</sup> (památková rezervace, památková zóna, zvláště chráněné území, záplavové území apod.),**

Parcela se nenachází v záplavovém území, v památkové zóně, rezervaci či zvláště chráněném území. Parcela se nachází v zastavěném území. Parcela se nachází v oblasti pro veřejnou výstavbu.

**c) údaje o odtokových poměrech,**

Odvodnění pozemku je zajištěno jímáním dešťové vody do vsakovací jímky a následně přirozeným vsakováním. Poměr zastavěné plochy k ploše stavební parcely schopné jímat dešťovou vodu je 0,24, což splňuje limit 0,4 pro samostatně stojící stavby. Podle výpočtu vsaku dle ČSN 75 9010 je navržena jímka o objemu 12 m<sup>3</sup>.

**d) údaje o souladu s územně plánovací dokumentací, nebylo-li vydáno územní rozhodnutí nebo územní opatření, popřípadě nebyl-li vydán územní souhlas,**

Bylo vydáno Rozhodnutí o umístění stavby s číslem jednacím 11/2014/OSVII/SP-10. dne 30. 11. 2014.

**e) údaje o souladu s územním rozhodnutím nebo veřejnoprávní smlouvou územní rozhodnutí nahrazující anebo územním souhlasem, popřípadě s regulačním plánem v rozsahu, ve kterém nahrazuje územní rozhodnutí, a v případě stavebních úprav podmiňujících změnu v užívání stavby údaje o jejím souladu s územně plánovací dokumentací,**

Bylo vydáno Rozhodnutí o umístění stavby s číslem jednacím 11/2014/OSVII/SP-10. dne 30. 11. 2014.

**f) údaje o dodržení obecných požadavků na využití území,**

Území bude využito pro výstavbu rodinného domu, což je v souladu s obecnými požadavky. Budou dodrženy požadavky uvedené ve vyhlášce 501/2006, podle § 23 obecné požadavky na umístění staveb na pozemcích a dle § 25 vzájemné odstupy staveb.

**g) údaje o splnění požadavků dotčených orgánů,**

Obecní úřad Chrudim vydal Koordinované stanovisko dne 15. 10. 2014, ve kterém se záměrem souhlasí.

**h) seznam výjimek a úlevových řešení,**

Stavba nepodléhá výjimkám ani úlevovým řešením.

**i) seznam souvisejících a podmiňujících investic,**

Nejsou známy žádné související ani podmiňující investice.

**j) seznam pozemků a staveb dotčených prováděním stavby (podle katastru nemovitostí).**

Sousední parcely dle katastru nemovitostí:

- Parcela č. 3217/6 – vlastník: Šmahel Zdeněk, V Zahradkách 503, Chrudim
- Parcela č. 3210/01 – vlastník: Jiráček Zdeněk, Mírová 1296, Chrudim

### **3.6. Údaje o stavbě**

**a) nová stavba nebo změna dokončené stavby,**

Jedná se o novostavbu.

**b) účel užívání stavby,**

Objekt bude využíván pro bydlení.

**c) trvalá nebo dočasná stavba,**

Jedná se o trvalou stavbu.

- d) údaje o ochraně stavby podle jiných právních předpisů<sup>1)</sup> (kulturní památka apod.),**  
Objekt není nutno nijak chránit podle jiných právních předpisů, nejedná se o kulturní památku apod.
- e) údaje o dodržení technických požadavků na stavby a obecných technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání staveb,**  
Byly dodrženy veškeré technické požadavky na stavby podle Vyhlášky 268/2009 Sb. Všechny místnosti jsou osvětleny přirozeně okenními otvory. Větrání je řízené se zpětným ziskem tepla a je zajištěno vzduchotechnickým systémem. V obytných místnostech bude dodržen normový činitel denní osvětlenosti. Vytápění je zajištěno přímotopnými konvektory. Tepelným zdrojem je hybridní fotovoltaický ohřívač vody LX ACDC/M+K 160 se zásobníkem 160 l a 2 kW elektrickou patronou, jehož ohřev je z 57% pokryt elektrickou energií z FV panelů. Byly dodrženy veškeré technické požadavky na stavby dle Vyhlášky 268/2009 Sb.
- f) navrhované kapacity stavby (zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti, počet uživatelů / pracovníků apod.),**
- Zastavěná plocha objektu: 97,14 m<sup>2</sup>
  - Zastavěná plocha parkovacích stání: 23,3 m<sup>2</sup>
  - Celková zastavěná plocha: 162,29 m<sup>2</sup>
  - Obestavěný prostor: 638,21 m<sup>3</sup>
  - Užitná plocha objektu: 168,18 m<sup>2</sup>
  - Počet funkčních jednotek: jedna
  - Počet uživatelů: 4
- g) základní bilance stavby (potřeby a spotřeby médií a hmot, hospodaření s dešťovou vodou, celkové produkované množství a druhy odpadů a emisí, třída energetické náročnosti budov apod.),**
- Pitná voda: 144 m<sup>3</sup>/rok (počítáno pro 4 osoby)
  - Teplá voda: 0,16 m<sup>3</sup>/den
  - Elektřina - maximální potřebný příkon: cca 40 kW
  - Objem splaškových vod – 2,82 l/s

- Dešťová voda bude jímána do vsakovací jímky o objemu 12 m<sup>3</sup> a následně přirozeně vsakována
- Objekt spadá do třídy A energetické náročnosti budov.

**h) základní předpoklady výstavby (časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy),**

- Začátek výstavby bude po vydání stavebního povolení.
- Dokončení se odhaduje na rok po začátku výstavby.
- Výstavba není členěna na etapy.

**i) orientační náklady stavby**

4,9 mil. vč. DPH (při uvažování průměrné ceny výstavby v ČR 25 tisíc Kč/m<sup>2</sup>).

**3.7. Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení**

Stavba není členěna.



## 4. Souhrnná technická zpráva

### 4.1. Popis území stavby

**a) charakteristika stavebního pozemku,**

Pozemek ve vlastnictví stavebníka o výměře 703 m<sup>2</sup> se nachází v intravilánu obce, je orientován směrem na jih, zatravněný, oplocený a bez stromového porostu.

**b) výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů (geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.),**

Hydrogeologickým průzkumem byla zjištěna hladina spodní vody v hloubce 30 m úrovní terénu. Nebyla zjištěna přítomnost radonu. V hloubce do 2,5 m pod povrchem je nesoudržná zemina.

**c) stávající ochranná a bezpečnostní pásma,**

Na pozemku se nenachází žádné stávající inženýrské sítě. Na severní hranici pozemku se nachází rozvod pitné vody, elektrické energie a přípojka odpadních vod.

**d) poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.,**

Pozemek se nenachází na poddolovaném ani záplavovém území.

**e) vliv stavby na okolní stavby a pozemky, ochrana okolí, vliv stavby na odtokové poměry v území,**

Stavba nemá žádný negativní vliv na okolní stavby ani pozemky a současně nenarušuje odtokové poměry v území.

**f) požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin,**

Na pozemku nejsou žádné dřeviny ani objekty určené k asanaci či demolici.

**g) požadavky na maximální zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa (dočasné / trvalé),**

V koordinovaném stanovisku magistrátu města Chrudim není stanovena podmínka vzhledem k zákonu č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu provést vynětí z tohoto fondu. [1]

**h) územně technické podmínky (zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu),**

Pozemek je přímo napojen na přilehlou komunikaci na ulici Mírová. Pro účely objektu budou vybudovány nové přípojky pitné vody, elektrické energie a kanalizace, které se napojí na stávající inženýrské sítě.

**i) věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice.**

Neexistují žádné věcné ani časové vazby.

## **4.2. Celkový popis stavby**

### **4.2.1. Účel užívání stavby, základní kapacity funkčních jednotek**

Objekt je určen pro účely bydlení. Objekt je navržen pro 4 osoby.

### **4.2.2. Celkové urbanistické a architektonické řešení**

**a) urbanismus - územní regulace, kompozice prostorového řešení,**

Objekt je určen pro bydlení. Objekt je navržen pro 4 osoby a svým vzhledem nenarušuje místní architektonický charakter zástavby.

**b) architektonické řešení - kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení.**

Objekt je obdélníkového půdorysu a je sestaven z ocelových lodních kontejnerů 40'HC. Objekt má plochou střechu. Obvodové stěny budou zatepleny izolačním PUR panelem s oboustrannou povrchovou úpravou v podobě šedého pozinkovaného plechu. K hlavní části objektu tvořeného z 6 lodních kontejnerů je připojen na jižní straně lodní kontejner sloužící jako pergola. Na východní straně objektu je připojen 1 kontejner se zastřešením sloužící jako sklad a parkovací stání.

#### 4.2.3. Celkové provozní řešení, technologie výroby

V návaznosti na silnici na Mírové ulici bude vybudováno parkovací stání pro 2 automobily. Vstup na pozemek z parkovací plochy a z přilehlé veřejné pěší komunikace bude umožněn po nově vybudované zpevněné ploše. Na úroveň 1.NP vede schodiště z ocelové konstrukce. Vstup do budovy je na severní straně

#### 4.2.4. Bezbariérové užívání stavby

Objekt nebylo nutno řešit jako bezbariérový a nebyly tak dodrženy požadavky na bezbariérové užívání podle Vyhlášky č. 298/2009 Sb.

#### 4.2.5. Bezpečnost při užívání stavby

Objekt je navržen v souladu s vyhláškou č. 268/2009 Sb. Objekt je možno využívat jen běžným způsobem a pouze k takovým účelům, ke kterým byl určen a to k bydlení.

#### 4.2.6. Základní charakteristika objektů

##### a) stavební řešení,

Dvoupodlažní objekt s plochou střechou, pergolou, skladem a parkovacím stáním. Objekt je založen na terénu s uzavřenou vzduchovou mezerou výšky 280 mm.

##### b) konstrukční a materiálové řešení,

Objekt je vystaven z ocelových lodních kontejnerů, které jsou opláštěny z vnější strany izolačním PUR panelem s oboustrannou povrchovou úpravou v podobě šedého pozinkovaného plechu. Objekt je založen na speciálním roštovém izolačním základu od firmy CEMEX s obchodním názvem ELEGHOUSE. Zastřešení je provedeno pomocí tepelné izolace ze stříkané PUR pěny a spádových izolačních klínů. Horní vrstva střešní konstrukce je tvořena speciální stříkanou hydroizolací. Tepelná izolace střešního pláště je zajištěna pomocí vrstvy tvrzené stříkané PUR izolace s velmi výbornými tepelnými vlastnostmi. Přístup na střechu je zajištěn pomocí vnějšího žebříku. Vstup do objektu je řešen pomocí vnějšího ocelového montovaného schodiště vyrobeného z ocelové konstrukce s protiskluznou povrchovou úpravou. Ocelová konstrukce bude založena na zemních vrutech, ze kterých vystupují ocelové sloupy z uzavřeného svařovaného profilu.

**c) mechanická odolnost a stabilita.**

Průkaz statickým výpočtem, že stavba je navržena tak, aby zatížení na ni působící v průběhu výstavby a užívání nemělo za následek zřícení stavby nebo její části, větší stupeň nepřijatelného přetvoření, poškození jiných částí stavby nebo technických zařízení anebo instalovaného vybavení v důsledku většího přetvoření nosné konstrukce, poškození v případě, kdy je rozsah neúměrný původní příčině, není součástí této dokumentace.

**4.2.7. Základní charakteristika technických a technologických zařízení****a) technické řešení,**

Pitnou vodou bude objekt zásoben nově vytvořenou přípojkou z veřejného vodovodu. Objekt bude zemním vedením napojen na distribuční síť nízkého napětí přípojkou. Likvidace splaškových vod je řešena napojením na veřejnou kanalizaci. Likvidace srážkových vod je řešena svedením srážkové vody do vsakovací jímky objemu 12 m<sup>3</sup>. Příprava TUV je řešena pomocí hybridního fotovoltaického ohříváče vody LX ACDC/M+K 160 se zásobníkem 160 l, jehož ohřev je z 57% pokryt elektrickou energií FV panelů. Na objektu bude použito 8 ks fotovoltaických panelů, jejichž výroba elektrické energie pokryje 57% potřeby na ohřev vody ve 160-ti l akumulární nádrži. Zbytek je pomocí topné 2 kW patrony z veřejné sítě.

**b) výčet technických a technologických zařízení.**

Jednotlivá technická zařízení jsou zakreslena a blíže popsána v dílčích částech projektové dokumentace.

**4.2.8. Požárně bezpečnostní řešení**

Objekt byl řešen v souladu s Vyhláškou č. 246/2001 Sb., Vyhláškou č. 23/2008 Sb. a její změnou 268/2011 Sb. a ČSN 73 0802, ČSN 73 0810 a ČSN 73 0821. Veškeré nároky na požárně technické řešení jsou splněny.

#### 4.2.9. Zásady hospodaření energiemi

**a) kritéria tepelně technického hodnocení,**

Popsáno v dílčí části projektové dokumentace.

**b) energetická náročnost stavby,**

Objekt spadá do kategorie A energetické náročnosti. Blíže popsáno v průkazu PENB viz. Příloha č. 1 – PENB.

**c) posouzení využití alternativních zdrojů energií.**

Není řešeno.

#### 4.2.10. Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí.

**Zásady řešení parametrů stavby (větrání, vytápění, osvětlení, zásobování vodou, odpadů apod.) a dále zásady řešení vlivu stavby na okolí (vibrace, hluk, prašnost apod.).**

- Hygienická výměna vzduchu je zajištěna pomocí vzduchotechnické soustavy se zpětným ziskem tepla o účinnosti 94,7 % (pro jednotlivé výpočty počítáno se snížením o deset procentních bodů).
- Vytápění objektu je zajištěno přímotopnými konvektory
- Denní osvětlení je v plné míře zajištěno okny. Za nepříznivých venkovních podmínek jsou používány úsporné zdroje světla.
- Objekt je zásobován studenou pitnou vodou z vodovodního řádu o teplotě 10°C.
- Teplá užitková voda bude vyráběna v objektu pomocí hybridního fotovoltaického ohřívače vody LX ACDC/M+K 160 se zásobníkem 160 l, jehož ohřev je z 57% pokryt elektrickou energií z 8 ks FV panelů. Zbytek je pomocí 2kW topné patrony z veřejné sítě.
- Splaškové vody jsou svedeny nově vybudovanou přípojkou do stávajícího řádu.
- Dešťová voda je ze střechy svedena do vsakovací jímky o objemu 12m<sup>3</sup>, ze které následně dojde k přirozenému vsakování.
- V okolí stavby nejsou žádné zdroje vibrací, hluku ani prachu.

- Elektrický hybridní ohřívač TUV LX ACDC/M+K 160 bude napájen částečně ze sítě a částečně pomocí FV panelů. Ty budou dodávat energii na ohřev koupelny pomocí podlahových rohoží. Zbylé spotřebiče budou napájeny ze sítě pomocí nově vybudované elektrické přípojky.

#### **4.2.11. Ochrana stavby před negativními účinky vnějšího prostředí**

##### **a) ochrana před pronikáním radonu z podloží,**

Při radonovém průzkumu nebyla zjištěna přítomnost radonu.

##### **b) ochrana před bludnými proudy,**

V blízkosti objektu se nenachází sítě, které by se navzájem ovlivňovaly bludnými proudy.

##### **c) ochrana před technickou seizmicitou,**

V okolí se nenachází žádné zdroje technické seizmicity.

##### **d) ochrana před hlukem,**

V okolí se nenachází žádné zdroje hluku.

##### **e) protipovodňová opatření.**

Pozemek je umístěn na kopci, z toho důvodu se nepočítá se zaplavením

### **4.3. Připojení na technickou infrastrukturu**

#### **a) napojovací místa technické infrastruktury,**

Napojení na vodovodní řád bude provedeno zemní přípojkou DN 25 na stávající vodovodní řád pomocí navrtávacího pásu.

Napojení na elektrickou rozvodnou síť bude provedeno zemní přípojkou na stávající vedení elektrické energie, nacházející se na hranici pozemku.

Napojení na splaškový řád bude provedeno pomocí KG potrubí na stávající plastové potrubí nacházející se na severní straně pozemku.

Přípojky pitné vody a splaškového potrubí budou v uzavřené vzduchové mezeře pod základy izolovány kaučukovou izolací tl. 100 mm.

**b) přípojovací rozměry, výkonové kapacity a délky.**

Napojení na vodovodní řád o dimenzi DN 75 se provede pomocí zemní přípojky délky 8 m o dimenzi DN 50.

Napojení zemní přípojky elektrické energie délky 6,7 m bude provedeno na stávající vedení elektrické energie, nacházející se na hranici pozemku. Podružný jistič pro FV elektrárnu bude 16A/B. Hlavní jistič bude 32A/B.

Napojení na stávající splaškovou kanalizaci DN 250 je provedeno KG potrubím DN 150. Průtok splaškové vody je 2,82 l/s, viz Příloha č. 14: DIMENZOVÁNÍ ROZVODŮ KANALIZACE A BILANCE SPLAŠKOVÝCH A DEŠŤOVÝCH VOD.

#### **4.4. Dopravní řešení**

**a) popis dopravního řešení,**

V návaznosti na silnici na Mírovou ulici budou vybudovány parkovací stání (2 soukromé parkovací stání). Vstup na pozemek z parkovací plochy a z přilehlé veřejné pěší komunikace bude umožněn po nově vybudované zpevněné ploše. Vstup do objektu ze severní strany je řešen pomocí vnějšího ocelového montovaného schodiště vyrobeného z ocelové konstrukce s protiskluznou povrchovou úpravou

**b) napojení území na stávající dopravní infrastrukturu,**

Vstup na pozemek z parkovací plochy a z přilehlé veřejné pěší komunikace bude umožněn po nově vybudované zpevněné ploše.

**c) doprava v klidu,**

V návaznosti na silnici na Mírovou ulici budou vybudovány parkovací stání (2 soukromé parkovací stání).

**d) pěší a cyklistické stezky.**

V okolí pozemku se nevyskytují.

#### 4.5. Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

**a) terénní úpravy,**

Pomocí vykopané zeminy bude vytvořena zpevněná plocha pro vytvoření parkovacích stání.

**b) použité vegetační prvky,**

V rozsahu dokončovacích prací je počítáno se znovuzatravněním okolí objektu.

**c) biotechnická opatření.**

Nejsou použita biotechnická opatření.

#### 4.6. Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

**a) vliv stavby na životní prostředí - ovzduší, hluk, voda, odpady a půda,**

Stavba svým provozem nebude negativně ovlivňovat své okolí hlukem, ani negativně působit na vodní zdroje. Půda nebude provozem ani výstavbou objektu nijak kontaminována. Odpady budou skladovány na určených plochách v kontejnerech a pravidelně odváženy. Díky použití fotovoltaických panelů nebudou do ovzduší vypouštěny žádné emise.

**b) vliv stavby na přírodu a krajinu (ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů apod.), zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině,**

Stavba nebude mít negativní vliv na přírodu a krajinu. Na pozemku není žádná v současné chvíli žádná vegetace.

**c) vliv stavby na soustavu chráněných území Natura 2000,**

Stavba se nenachází v území Natura 2000.

**d) návrh zohlednění podmínek ze závěru zjišťovacího řízení nebo stanoviska EIA,**

Není potřebné stanovisko EIA.



- e) **navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů.**

Jsou vytvořena ochranná pásma pro neporušení přípojek a to v šíři 2 metry na každou stranu.

#### **4.7. Ochrana obyvatelstva**

**Splnění základních požadavků z hlediska plnění úkolů ochrany obyvatelstva.**

Na objekt nejsou kladeny žádné požadavky na ochranu obyvatelstva.

#### **4.8. Zásady organizace výstavby**

- a) **potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění,**

Potřeba elektrické energie ani potřeba pitné vody během výstavby nepřekročí potřebu danou pro užívání objektu.

- b) **odvodnění staveniště,**

Objekt bude vystaven na svahovitém terénu, z toho důvodu není nutno odvodňovat staveniště. Opatření pro odvodnění staveniště bude řešeno realizační firmou před zahájením výstavby.

- c) **napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu,**

Vstup na pozemek bude umožněn pouze z přilehlé pozemní komunikace na Mírové ulici

- d) **vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky,**

Během výstavby dojde k mírnému zvýšení prašnosti i hlučnosti v okolí staveniště. Budou však provedena taková opatření, aby došlo k minimalizaci těchto účinků. Znečištěná vozidla budou před odjezdem ze staveniště očištěna.

- e) **ochrana okolí staveniště a požadavky na související asanace, demolice, kácení dřevin,**

Staveniště nezasahuje na okolní pozemky a nedojde ani ke kácení žádných dřevin. Z tohoto důvodu nejsou nutná žádná opatření.

**f) maximální zábory pro staveniště (dočasné / trvalé),**

Během výstavby bude částečně odkloněna komunikace pro pěší na protější stranu.

**g) maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace,**

Odpady vzniklé během výstavby budou tříděny a likvidovány dle zákona č. 185/2001 Sb. a vyhlášky č. 381/2001 Sb. Na stavbě se nepoužije materiál, který je bez certifikace a není znám jeho způsob likvidace. [2]

**h) bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin,**

Dojde k hloubení rýh o malých rozměrech pro účel vytvoření základových pásů. Tato zemina bude následně využita pro terénní úpravy tj. vytvoření zpevněné plochy pro parkovací stání.

**i) ochrana životního prostředí při výstavbě,**

Při výstavbě nedojde k ohrožení životního prostředí.

**j) zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi, posouzení potřeby koordinátora bezpečnosti a ochrany zdraví při práci,**

Při práci na staveništi budou dodrženy následující předpisy: Zákon č. 309/2006 Sb., Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. a Nařízení vlády 362/2005 Sb.

Pracovníci budou proškoleni a vybaveni osobními ochrannými prostředky. Stavba bude prováděna specializovanou stavební firmou.

**k) úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb,**

Výstavbou nedojde k dotčení žádné bezbariérově užívané stavby.

**l) zásady pro dopravně inženýrské opatření,**

Nejsou nutná žádná opatření.

**m) stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby,**

Nejsou známy žádné speciální podmínky pro provádění stavby.

**n) postup výstavby, rozhodující dílčí termíny.**

Po výkopových pracích se provede základová konstrukce specializovanou firmou CEMEX a upevnění kotvicích prvků. Následně dojde k osazení kontejnerů a izolačních stěnových PUR panelů, vytvoření střešní konstrukce a jejího opláštění. Následně se provedou vnitřní montované konstrukce a osazení výplní otvorů. Po dokončení hrubé stavby se započne s dokončovacími pracemi.

## **5. Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení**

### **5.1. Dokumentace stavebního nebo inženýrského objektu**

#### **5.1.1. Architektonicko - stavební část**

##### **a) technická zpráva**

Objekt je navržen jako dvoupodlažní stavba obdélníkového půdorysu s plochou střechou pro účel bydlení. Objekt je navržen pro 4 osoby. Vstup do objektu je situován na severní straně pomocí montovaného ocelového schodiště se zastřešením. K hlavní části objektu tvořeného z 6 lodních kontejnerů (40'HC) je připojen na jižní straně lodní kontejner (40'HC) sloužící jako pergola. Na východní straně objektu je připojen 1 kontejner (20'DC) se zastřešením sloužící jako sklad a parkovací stání.

V 1. NP je vstupní hala, dále pak technická místnost, spojovací chodba se schodištěm, WC se sprchovým koutem, pracovna a obytná kuchyň, ze které je možnost výstupu na zastřešenou pergolu. Ve 2. NP se nachází hala, koupelna a dva dětské pokoje a ložnice.

Obvodové stěny budou zatepleny izolačním PUR panelem s oboustrannou povrchovou úpravou v podobě šedého pozinkovaného plechu. Ocelový kontejner bude sloužit jako vzduchotěsná rovina. Zastřešení hlavního objektu je provedeno pomocí tepelné izolace ze stříkané PUR pěny a spádových izolačních klínů. Horní vrstva střešní konstrukce je tvořena speciální stříkanou hydroizolací. Tepelná izolace střešního pláště je zajištěna pomocí vrstvy tvrzené stříkané PUR izolace s velmi výbornými tepelnými vlastnostmi. Přístup na střechu je zajištěn pomocí vnějšího žebříku, pergola je zastřešena z části pomocí fotovoltaických panelů a z části trapézového plechu, sklad s parkovací plochou pomocí trapézového plechu. Objekt je založen na speciálním roštovém izolačním základu od firmy CEMEX s obchodním názvem ELEGHOUSE. Pergola, sklad a zastřešení vstupu jsou založeny na zemních vrutech.

Vstup do objektu je zajištěn pomocí ocelového montovaného schodiště s přístřeškem. Vstup na pergolu je taktéž zajištěn pomocí ocelového montovaného schodiště. Denní osvětlení je v obytných místnostech v plné míře zajištěno přirozeně okny. V ostatních

místnostech je pak navrženo energeticky úsporné osvětlení. Větrání je primárně zajištěno nuceně vzduchotechnickým zařízením s rekuperátorem tepla. Je zde možnost větrat okny.

### 5.1.2. Stavebně konstrukční část

#### a) technická zpráva,

##### **Zemní práce:**

Zeměměřičem budou zaměřeny polohy a výšky jednotlivých základových konstrukcí. Při hloubení základů bude ve stejné ploše sejmuta ornice tl 100 mm. Ta bude následně použita pro dokončovací práce. Pro vybetonování základových pásů budou vyhloubeny rýhy tl. 500 a 400 mm, délky 12,592 m a 7,714 m hloubky 1010 mm. Rýhy budou vykopány strojně. Do připravených rýh se uloží Al zemní pásy a připraví se pro osazení bleskosvodu na objekt. Dále budou vyhloubeny rýhy pro nově budované přípojky pitné vody, elektřiny a kanalizace. Zemní vruty pro přidružené objekty budou provedeny speciální firmou na zemní vruty.

Pro vsakovací jímku o objemu 12 m<sup>3</sup> bude vyhloubena jáma v jižní části pozemku. Dále budou vybudovány rýhy pro svodné dešťové potrubí a pro uložení vsakovacího potrubí. Vytěžená zemina bude skladována na pozemku. Tato zemina bude následně využita pro terénní úpravy tj. vytvoření zpevněné plochy pro parkovací stání.

##### **Provedení přípojek:**

Přípojky budou realizovány na náklady investora. Části přípojek pitné vody a kanalizace vystupující nad úroveň terénu a umístěné ve vzduchové mezeře budou opatřeny tepelnou nenasákavou izolací tl. 100 mm.

##### **Základy:**

Po výkopových pracích a po vybudování všech přípojek se zahájí práce specializované firmou CEMEX. Ta zhotoví základovou konstrukci kompletně na klíč. Jedná se o speciální roštový izolační základ od firmy CEMEX s obchodním názvem ELEGOHOUSE, viz Výkres č. 2 - Základové konstrukce. V místě osazení lodních kontejnerů je potřeba vytvořit ocelový stabilizační prvek, viz Příloha č. 10 - DETAILS

KOTEVNÍCH PRVKŮ. Ten bude uložen na asfaltovém pásu a je z důvodu stabilizace kontejneru. Přidružené konstrukce, tj. sklad, přístřešek vstupní a pergola budou osazeny na zemní vruty KRINNER zhotovené firmou Vrutex.

#### **Uložení přepravních lodních kontejnerů:**

Před osazením kontejnerů dojde k jejich nástřiku proti korozi. Pomocí autojeřábu se provede pokládka lodních přepravních kontejnerů na kotvící prvky. Před uložením kontejneru se na kotvící prvek ještě osadí tvrzená pryžová podložka pro přerušování tepelného mostu. Po kontrole správnosti osazení dojde ke stabilizaci pomocí svaření ke stabilizačnímu ocelovému prvku a také dojde k provázání jednotlivých kontejnerů pomocí svorníků. Tímto je zajištěna tuhost konstrukce a z jednotlivých kontejnerů se stává nosný celek.

#### **Úprava kontejnerů a zajištění nosnosti:**

Po osazení konstrukce dojde k úpravám jednotlivých částí kontejneru. V osazených kontejnerech budou vyřezány celá pole kovové stěny kontejnerů v místnostech, kde je vyžadována větší dispoziční volnost (106, 107 a 203 – 205). Z důvodu dodržení mechanické odolnosti a stability budou v místech chybějících stěn navařeny nosné ocelové profily - vytvoření průvlastu., viz Výkres 1. NP a Výkres 2. NP. V ostatních místech s chybějícími stěnami budou osazeny nosné sloupy z uzavřených ocelových profilů opatřeny protipožárním obložím. Tyto sloupy vedou až na úroveň roznášecího ocelového roštu kontejneru, ke kterým budou kotveny (mezi kotevní prvek a sloup se opět vloží tvrzená pryžová podložka pro přerušování tepelného mostu).

Dále po usazení kontejneru dojde ve stěnách k vyřezání otvorů pro okna a dveře. Během vyřezávání otvorů je velmi důležité dbát na bezpečnost a správnost provedení. Odstraněné pláty budou použity jako střešní konstrukce pro část pergoly a skladu. Díky skutečnosti, že je kontejnerový plášť celý z kovu, tak se jedná o dokonalou parozábranu. Díky tomu již není třeba řešit žádné další parotěsné vrstvy. Podmínkou je však kontrola a dokonalé utěsnění všech perforací a spojů mezi kontejnery parotěsnou páskou a tmelem.

**Montáž obvodových izolačních PUR panelů:**

Obvodové izolační panely jsou prefabrikované výrobky firmy KINGSPAN. Stěnový IPN panel KS1150 TF se skladebnou šířkou 1150 mm, který může být kladen vertikálně i horizontálně může být kotven metodou upevnění zevnitř skrze vnitřní konstrukci pomocí nerezových kotevnických prvků průměru 5 mm délky 230 mm. Uvnitř dojde k utažení pomocí speciálního šroubu a poté osazení krycí desky, v tomto případě SDK desky. PUR panel je s oboustrannou povrchovou úpravou v podobě šedého pozinkovaného plechu.

Okna i dveře jsou v panely ukotveny do předsazeného výrobku PURENIT 550 MD. Výplně stavebních otvorů jsou na ocelový plech napojeny vzduchotěsně, tzn. pomocí vzduchotěsnících pásek a tmelů.

Dalším důležitým prvkem v PUR panelu jsou kotevní prvky JZ3 5 × 230 E16. Jedná se o nerezové kotevní prvky průměru 5 mm. Upevnění je zevnitř skrze vnitřní konstrukce pomocí těchto prvků délky 230 mm. Uvnitř dojde k utažení pomocí speciálního šroubu a poté osazení krycí desky, v tomto případě SDK desky. Kotvení proběhne v rozměru 0,575 m (horizontální rozměr) a 3,0 m (vertikální rozměr).

Při přivezení na staveniště je nutno chránit panely proti povětrnostním podmínkám vč. ochrany proti UV záření z důvodu degradace PUR panelu. Před samotnou montáží musí být provedeno vyměření a vyvrtání otvorů pro kotvy. Na kotvu se nasadí kovová podložka a spoj se zajistí maticí. Pod kovovou podložku je nutno vytvořit vzduchotěsnící tmel pro zajištění vzduchotěsnosti.

**Provedení střešní konstrukce:**

Na stropní plech kontejneru bude proveden nástřík ze speciální tvrzené PUR pěny o tl. 60 mm. Dojde k pokud možno co největšímu zarovnání stříkané PUR pěny. Na takto zarovnanou část budou položeny izolační spádové klíny v tl. 100 – 410 mm. Na izolační klíny bude proveden zarovnávací nástřík opět z tvrzené PUR pěny s uzavřenou strukturou. Finální vrstvou bude stříkaná hydroizolace POLYUREA. Střešní konstrukce je řešena jako bezatiková. Nosné části pro klempířské prvky jsou pro eliminaci tepelných mostů řešeny jako roznášecí OSB desky umístěné po 525 mm.

### **Provedení prostupů potrubí TZB**

Do objektu je nutno dovést potrubí pro pitou vodu a kanalizaci, nasávací a výdechové potrubí pro vzduchotechniku a kabeláž elektřiny. Všechna tato vedení budou do objektu zapojena skrz podlahovou konstrukci.

Veškeré prostupující potrubí bude zaizolováno kaučukovou tepelnou izolací zajišťující rovněž parotěsnou ochranu včetně přesahu na vnitřní stranu. U vzduchotechnického potrubí je provedeno zaizolování kaučukovou izolací až po vzduchotechnickou jednotku. Po provedení podlahy se kolem potrubí utěsní spáry vzduchotěsními páskami a tmely.

### **Provedení podlahy:**

Před izolováním podlahy dojde k dočasnému odmontování překližkových desek tvořící současnou podlahu kontejneru. Mezi izolovaným základem ELEGHOUSE a roznášecím roštem kontejneru je vzduchová mezera tl. 160 mm, která bude vyplněna stříkanou měkkou PUR pěnou. Dojde ke zpětnému namontování dřevotřísky a poté k dokonalému zajištění neprůvzdušnosti konstrukce, tedy zaizolování všech spojů vzduchotěsními páskami a tmely. Po zjištění a splnění neprůvzdušnosti konstrukce blowerdoor testem se na současnou podlahu kontejneru natáhne PE folie a na ni se pak instalují podlahy dle výkresu.

### **Vytvoření vnitřních dělicích konstrukcí**

Vnitřní dělicí a obalové konstrukce se provedou podle výkresové dokumentace. Konstrukce jsou složeny z hliníkových sádrokartonářských profilů, RIGIPS akustických SDK a sádrovláknitých desek. Tyto příčky jsou vyplněny akustickou minerální izolací. Skladby konstrukcí viz Příloha č. 8 - SKLADBY VNĚJŠÍCH KONSTRUKCÍ. Dále se provedou otvory pro prostupy vzduchotechnického a teplovodního vedení. Před zakrytím příček sádrovláknitými deskami se provede instalace vodovodních potrubí pro studenou pitnou vodu a pro teplou vodu, jejíž rozvody budou izolovány minimálně 40 mm tepelné izolace. Po zakrytí příček se provede výmalba celého objektu. Ve všech místnostech objektu budou provedeny akustické podhledy. V neobytných místnostech budou s instalační vzduchovou mezerou.



### **Osazení technologií a provedení rozvodů technologií**

Vzduchotechnická jednotka bude osazena v parapetní poloze v technické místnosti podle výkresové dokumentace. Na jednotku se napojí jednotlivá vzduchotechnická potrubí. Potrubí přivádějící venkovní vzduch a potrubí odvádějící použitý vzduch zpět do venkovního prostředí budou izolovány parotěsnou kaučukovou izolací tl. min. 2 x 50 mm. Vnitřní rozvody nebudou izolovány. Systém je více popsán v kapitole Návrh větrání. Zdroj TUV, tedy hybridní fotovoltaický ohřívač vody se zásobníkem 160 l a 2 kW elektrickou patronou bude osazen v technické místnosti dle projektové dokumentace. Systém je více popsán v kapitole Návrh vytápění.

### **Výplně otvorů**

Okna budou dřevohliníková MAKROWIN CLASSIC. Zasklení bude provedeno izolačním trojsklem Planiterm LUX. Budou použita okna, které nepřesáhnou celkový součinitel prostupu tepla 0,77 W/m<sup>2</sup>K pro charakteristický rozměr a jejichž solární faktor bude 0,62.

Vstupní dveře do rodinného domu jsou osazeny do dřevohliníkových zárubní. Dveře budou dřevěné s celkovým maximálním součinitelem prostupu tepla 0,9 W/m<sup>2</sup>K. Všechny výplně otvorů budou osazeny do tepelné izolace PURENIT.

### **Schodiště**

Schodiště je řešeno jako lehká lomená ocelová schodnicová konstrukce ukotvená k nosnému roštu lodního kontejneru a k pomocné konstrukci průvlaku (prvek P10). Schodiště je realizované specializovanou firmou PEMAX.



Obr. 5: Lehké schodiště realizované firmou PEMAX

(zdroj [www.pemax.cz](http://www.pemax.cz))

- **Výpočet schodiště**

- výška podlaží: 2950 mm
- navržená výška schodišťového stupně: 160 mm
- počet stupňů:  $2950 / 160 = 18$  stupňů => jednoramenné schodiště
- výška stupně:  $h = 2950 / 18 = 163,89$  mm
- šířka stupně:  $b = 630 - 2 \cdot h = 630 - 2 \cdot 163,89 = 302,22$  mm
- šířka ramene: 900 mm
- celková délka schodiště:  $18 \cdot 302,22 = 5825$  mm
- spád schodišťového ramene:  $\text{tg } \alpha = h / b = 163,88 / 302,22 \Rightarrow \alpha = 28,47^\circ < 33^\circ$
- podchodná výška schodiště:  $h_1 = 1500 + 750 / \cos \alpha = 2353,2$  mm > 2100 mm
- průchodná výška schodiště:  $h_2 = 750 + 1500 \cdot \cos \alpha = 2068,6$  mm > 1950 mm

**b) statické posouzení,**

Není součástí této dokumentace.

**c) plán kontroly spolehlivosti konstrukce.**

Není součástí této dokumentace.

**5.1.3. Požárně bezpečnostní řešení**

**a) technická zpráva,**

Není součástí této dokumentace.

**5.1.4. Technika prostředí staveb**

**a) technická zpráva,**

Součást samostatné dokumentace.

**b) seznam strojů a zařízení technické specifikace.**

Součást samostatné dokumentace.

**5.2. Dokumentace technických a technologických zařízení**

○ **technická zpráva**

Součást samostatné dokumentace.

○ **seznam strojů a zařízení technické specifikace**

Součást samostatné dokumentace.

## **6. Stavební tepelná technika**

### **6.1. Popis objektu**

Objekt je navržen jako dvoupodlažní stavba obdélníkového půdorysu s plochou střechou pro účel bydlení. Objekt je navržen pro 4 osoby. Vstup do objektu je situován na severní straně pomocí montovaného ocelového schodiště se zastřešením. K hlavní části objektu tvořeného z 6 lodních kontejnerů (40'HC) je připojen na jižní straně lodní kontejner (40'HC) sloužící jako pergola. Na východní straně objektu je připojen 1 kontejner (20'DC) se zastřešením sloužící jako sklad a parkovací stání. V 1. NP je vstupní hala, dále pak technická místnost, spojovací chodba se schodištěm, WC se sprchovým koutem, pracovna a obytná kuchyň, ze které je možnost výstupu na zastřešenou pergolu. Ve 2. NP se nachází hala, koupelna a dva dětské pokoje a ložnice.

Obvodové stěny budou zatepleny izolačním PUR panelem s oboustrannou povrchovou úpravou v podobě šedého pozinkovaného plechu. Ocelový kontejner bude sloužit jako vzduchotěsná rovina. Zastřešení hlavního objektu je provedeno pomocí tepelné izolace ze stříkané PUR pěny a spádových izolačních klínů. Horní vrstva střešní konstrukce je tvořena speciální stříkanou hydroizolací. Tepelná izolace střešního pláště je zajištěna pomocí vrstvy tvrzené stříkané PUR izolace s velmi výbornými tepelnými vlastnostmi. Přístup na střechu je zajištěn pomocí vnějšího žebříku, pergola je zastřešena z části pomocí fotovoltaických panelů a z části trapézového plechu, sklad s parkovací plochou pomocí trapézového plechu.

Objekt je založen na speciálním roštovém izolačním základu od firmy CEMEX s obchodním názvem ELEGHOUSE. Denní osvětlení je v obytných místnostech v plné míře zajištěno přirozeně okny. V ostatních místnostech je pak navrženo energeticky úsporné osvětlení. Větrání je primárně zajištěno nuceně vzduchotechnickým zařízením s rekuperátorem tepla. Je zde i možnost větrat okny.

Veškeré tepelné technické hodnoty byly stanoveny na základě vnějších rozměrů.

## 6.2. Stanovení tepelně technických požadavků na stavební konstrukce a budovu

Dle závazné normy ČSN 730540-2 je nutno posuzovat stavební konstrukce na:

- Součinitel prostupu tepla  $U$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]
- Teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{\text{Rsi}}$  [-]
- Lineární  $\psi$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ] a bodový činitel prostupu tepla  $\chi$  [ $\text{W}\cdot\text{K}^{-1}$ ]
- Pokles dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10}$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$  [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ]
- Nejvyšší denní vnitřní teplota vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{\text{ai,max}}$  [ $^{\circ}\text{C}$ ]
- Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{\text{em}}$  [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

### 6.2.1. Součinitel prostupu tepla $U$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

- **Popis problematiky**

Jedná se o jeden ze základních tepelně technických požadavků, který udává množství tepelného toku, které se šíří z prostředí o vyšší teplotě do prostředí o nižší teplotě přes  $1 \text{ m}^2$  konstrukce při teplotním spádu  $1 \text{ K}$ . Výpočet byl proveden v programu TEPLO 2011. Výstup z programu TEPLO, viz Příloha č. 3.

- **Požadavky**

$$U \leq U_N \quad (1)$$

kde:  $U$  - vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

$U_N$  - požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

- **Okrajové podmínky**

- Návrhová venkovní teplota  $\theta_{\text{ae}} = -13,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$  (Chrudim)

- Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{\text{ai}} = 20,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$

- Odporů při přestupu tepla na vnitřní straně:

- Stěna  $R_{\text{si}} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

- Střecha  $R_{\text{si}} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

- Podlaha  $R_{\text{si}} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}\cdot\text{W}^{-1}$

- Odporů při přestupu tepla na vnější straně:

- Stěna  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Střecha  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Podlaha  $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

- **Hodnocené konstrukce**

Hodnocené jsou neprůsvitné ochlazované konstrukce a výplně stavebních otvorů. Skladby ochlazovaných neprůsvitných konstrukcí viz Příloha č. 8. Seznam výplní otvorů a výpočet jejich hodnot součinitelů prostupu tepla viz Příloha č. 12.

- **Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními**

Skladby	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní domy $U_{pas,20}$	Vypočítané hodnoty $U_{rec,20}$	Splněno (Požadované hodnoty $U_{N,20}$ )
	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$	$[\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$	
L01 - Podlaha	0,45	0,15-0,22	<b>0,09</b>	<b>ANO</b>
L02 - Střecha	0,24	0,10-0,15	<b>0,10</b>	<b>ANO</b>
L03 - Obvodová stěna	0,30	0,12-0,18	<b>0,12</b>	<b>ANO</b>
O01 - Okno	1,50	0,60-0,80	<b>0,82</b>	<b>ANO</b>
O02 - Okno	1,50	0,60-0,80	<b>0,84</b>	<b>ANO</b>
O03 - Okno	1,50	0,60-0,80	<b>0,85</b>	<b>ANO</b>
O04 - Okno	1,50	0,60-0,80	<b>0,87</b>	<b>ANO</b>
O05 - Okno - pevné	1,50	0,60-0,80	<b>0,70</b>	<b>ANO</b>
D01 - Dveře	1,70	0,90	<b>0,86</b>	<b>ANO</b>
D04 - Dveře	1,70	0,90	<b>0,79</b>	<b>ANO</b>

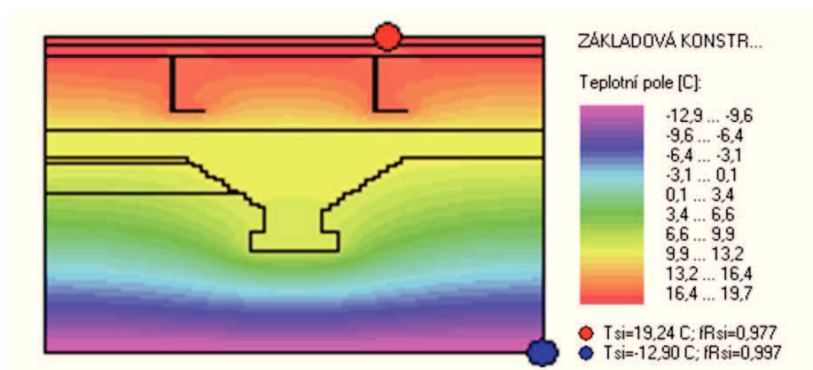
Tab. 1: Porovnání požadavků na součinitel prostupu tepla

- **Výsledky součinitele prostupu tepla – PODLAHA**

- Výpočet součinitele prostupu tepla přes charakteristický výsek (výsledky viz Příloha č. 4)

$$U=L/b=0.06231/0,69= 0,090 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (2)$$

- Teplotní pole z programu AREA 2011



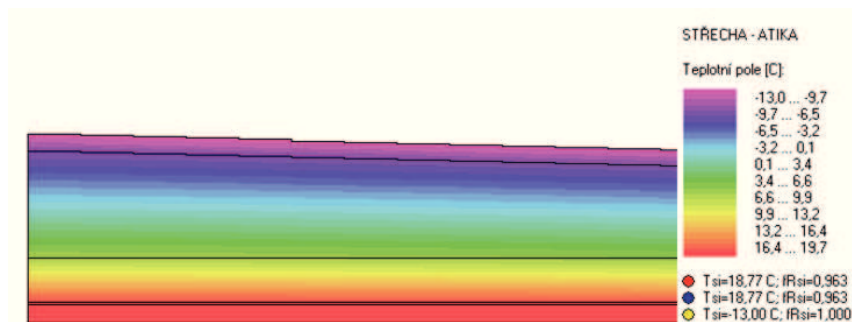
Obr. 6: Teplotní pole - Podlaha

- **Výsledky součinitele prostupu tepla - STŘECHA**

- Výpočet součinitele prostupu tepla přes výpočetní program TEPLA 2011 (výsledky viz Příloha č. 3)

$$U= 0,099 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- Teplotní pole z programu AREA 2011



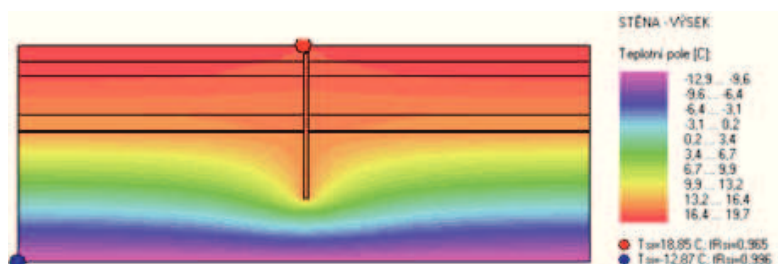
Obr. 7: Teplotní pole - Střecha

- **Výsledky součinitele prostupu tepla – OBVODOVÁ STĚNA**

- Výpočet součinitele prostupu tepla přes charakteristický výsek (výsledky viz Příloha č. 4)

$$U=L/b=0.06683/0,575= 0,116 \text{ W/m}^2\text{K} \quad (2)$$

- Teplotní pole z programu AREA 2011



Obr. 8: Teplotní pole – Obvodová stěna

### 6.2.2 Teplotní faktor vnitřního povrchu - $f_{Rsi}$ [-]

- **Popis problematiky**

Požadavek na teplotní faktor je stanoven odlišně pro neprůsvitné konstrukce a pro výplně otvorů. Za hranici vyloučení vzniku plísní je považována relativní vlhkost vnitřního povrchu prostředí 80 %. Je-li povrchová relativní vlhkost nižší, vznik plísní je téměř vyloučen. Pro okna je kritérium vyloučení kondenzace vodní páry. Pro kritickou relativní vlhkost pro vyloučení povrchové kondenzace je 100 %. Při nižších vlhkostech nedochází ke kondenzaci vodní páry na povrchu konstrukce. Výpočet byl proveden v programu TEPLO 2011. Celkový výstup z programu TEPLO viz Příloha č. 3.

- **Požadavky**

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} \quad (3)$$

kde:  $f_{Rsi}$  - vypočtená hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

$f_{Rsi,N}$  - normou požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]



- **Okrajové podmínky**

- Návrhová venkovní teplota  $\theta_e = -13,0 \text{ °C}$
- Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai} = 20,0 \text{ °C}$

- Odpory při přestupu tepla na vnitřní straně:

- Stěna  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Střecha  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Podlaha  $R_{si} = 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

- Odpory při přestupu tepla na vnější straně:

- Stěna  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Střecha  $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$
- Podlaha  $R_{se} = 0,00 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$

- **Hodnocené konstrukce**

Hodnoceny jsou neprůsvitné ochlazované konstrukce, viz Příloha č. 8 a dále detaily vazeb jednotlivých konstrukcí viz Příloha č. 11. Jedná se o napojení základ/stěna, stěna/stěna, stěna/střecha.

- **Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními (hodnoceno programem TEPLO 2011 a programem AREA 2011)**

Skladby	Požadované $f_{R_{si,N}} [-]$	Vypočtená $\theta_{Si} [^{\circ}\text{C}]$	Vypočtené $f_{R_{si}} [-]$	Splněno
L01 - Podlaha	0,748	<b>19,2</b>	<b>0,977</b>	<b>ANO</b>
L02 - Střecha	0,748	<b>19,2</b>	<b>0,976</b>	<b>ANO</b>
L03 - Obvodová stěna	0,748	<b>18,9</b>	<b>0,965</b>	<b>ANO</b>

Tab. 2: Porovnání požadavků na teplotní faktor vnitřního povrchu jednotlivých skladeb

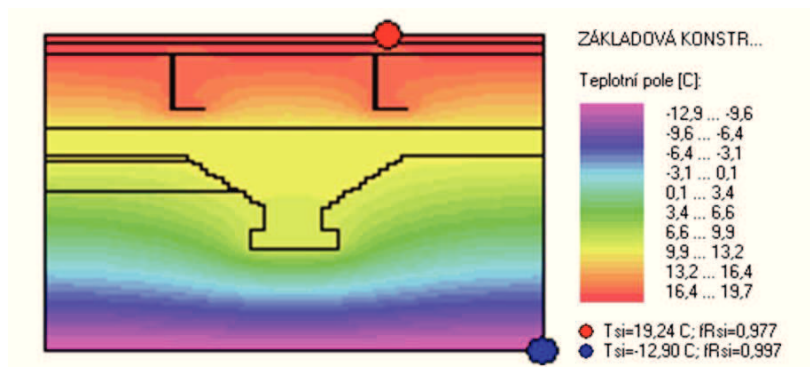
- Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními (hodnoceno programem AREA 2011)

Vazby	Požadované $f_{Rsi,N}$ [-]	Vypočtená $\theta_{Si}$ [°C]	Vypočtené $f_{Rsi}$ [-]	Splněno
• Napojení základ/stěna	0,748	<b>16,4</b>	<b>0,901</b>	<b>ANO</b>
• Napojení stěna/stěna	0,748	<b>17,9</b>	<b>0,946</b>	<b>ANO</b>
Napojení stěna/střecha	0,748	<b>17,9</b>	<b>0,936</b>	<b>ANO</b>
Napojení stěna/strop	0,748	<b>18,2</b>	<b>0,946</b>	<b>ANO</b>

Tab. 3: Porovnání požadavků na teplotní faktor vnitřního povrchu jednotlivých vazeb

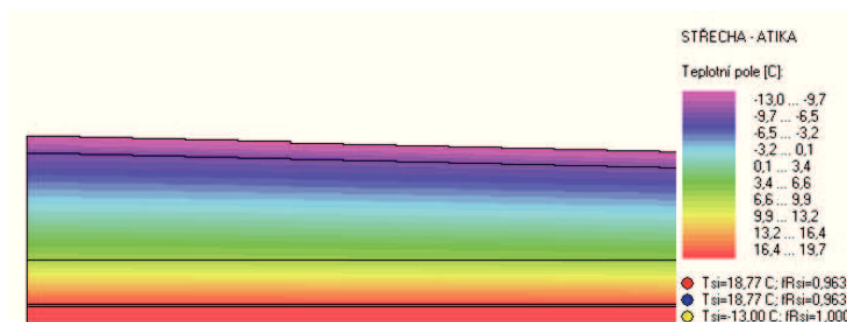
- Grafické výstupy

- Podlaha



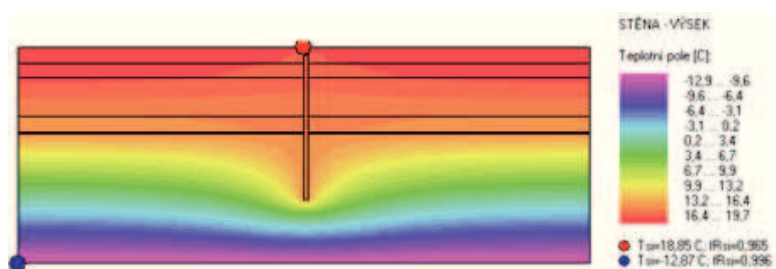
Obr. 9: Nejnižší povrchová teplota - Podlaha

- Střecha



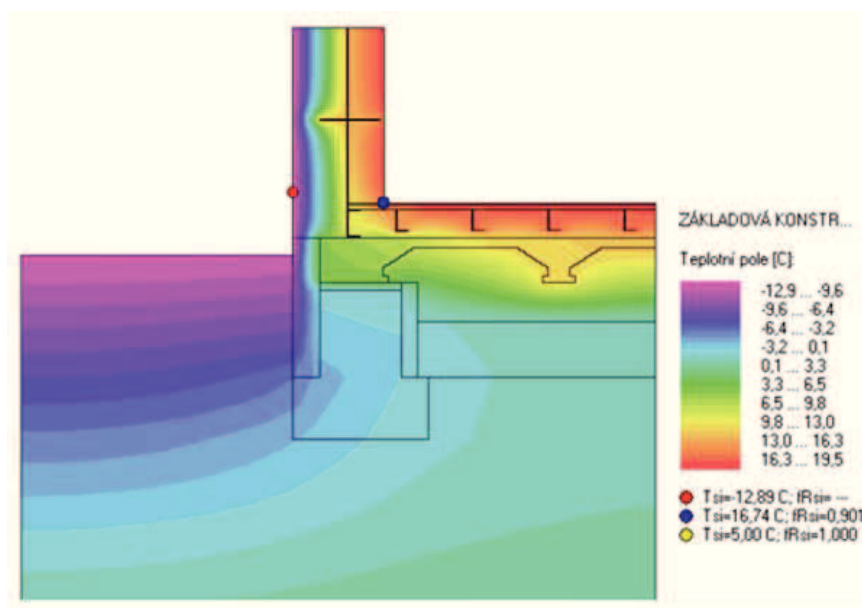
Obr. 10: Nejnižší povrchová teplota – Střecha

- **Obvodová stěna**



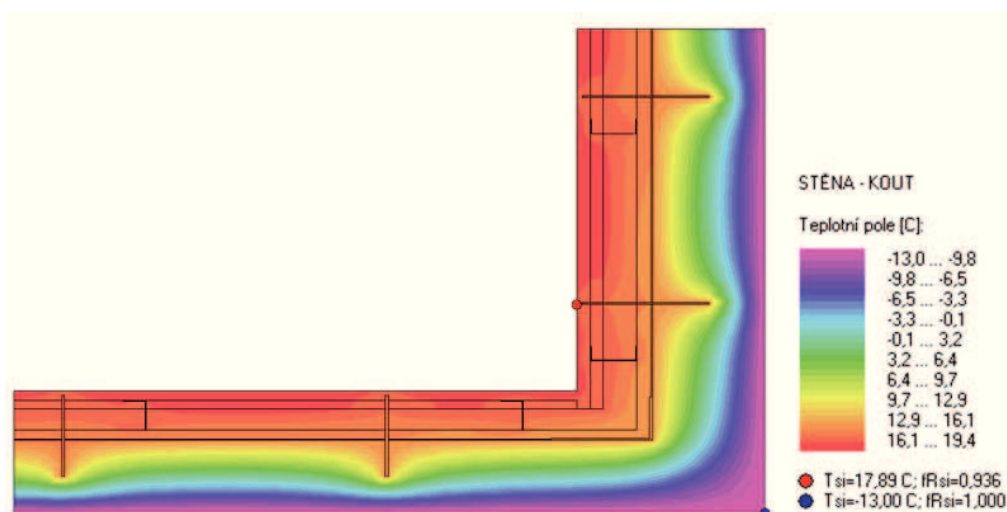
Obr. 11: Nejnižší povrchová teplota – Obvodová stěna

- **Napojení základ/stěna**



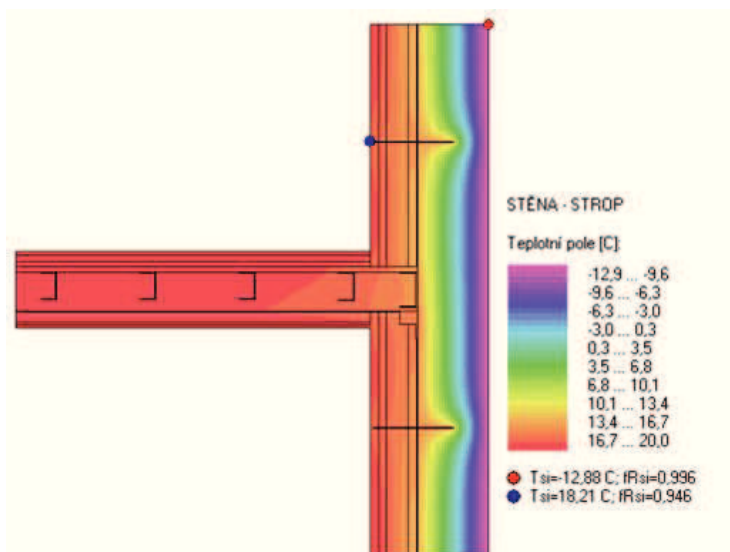
Obr. 12: Nejnižší povrchová teplota - Napojení základ/stěna

- **Napojení stěna/stěna**



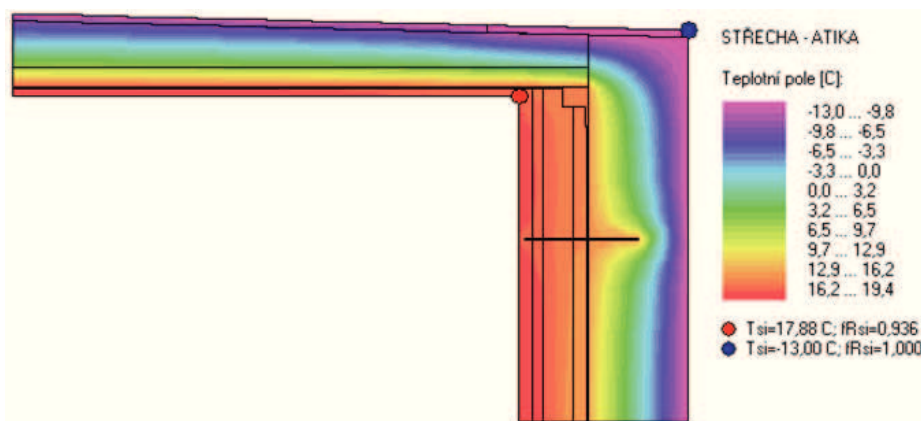
Obr. 13: Nejnižší povrchová teplota - Napojení stěna/stěna

○ **Napojení stěna/strop**



Obr. 14: Nejnižší povrchová teplota - Napojení stěna/strop

○ **Napojení stěna/střecha**



Obr. 15: Nejnižší povrchová teplota - Napojení stěna/střecha

### 6.2.3 Lineární činitel prostupu tepla - $\psi$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

● **Popis problematiky**

Jedná se o veličinu vyjadřující navýšení tepelného toku v místě tepelné vazby mezi konstrukcemi. Vyjadřuje množství tepla ve W, které projde při teplotním spádu 1 K jednotkovou délkou vazby. Velikost hodnoty závisí na materiálu konstrukcí a změnou geometrie detailu. Výpočet byl proveden v programu AREA 2011. Celkový výstup z programu AREA 2011 viz Příloha č. 4.

- **Požadavky**

$$\Psi_k \leq \Psi_{k,N} \quad (4)$$

kde:  $\Psi_k$  - vypočtená hodnota lineárního činitele prostupu tepla [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

$\Psi_{k,N}$  - požadovaná hodnota lineárního činitele prostupu tepla  
[ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]

- **Okrajové podmínky**

- Návrhová venkovní teplota  $\theta_e = -13,0 \text{ }^\circ\text{C}$
- Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai} = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$

- **Výpočet**

Výpočet se provádí podle vzorce:

$$\Psi = L_1 - U \cdot b - L_{2Dz} \cdot (b_{2e}/b_{2i}) \text{ -pro výpočet vazby základ/stěna:} \quad (5)$$

$$\Psi = L_{2D} - \sum U_i \cdot l_i \text{ -pro výpočet ostatních vazeb:} \quad (6)$$

- $L_{2D}$  - lineární tepelná propustnost hodnoceným detailem [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ]
- $U$  - součinitel prostupu tepla jednotlivých konstrukcí [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]
- $b$  - délka vnitřní strany geometrického detailu konstrukce [m]
- $l_i$  - délka vnější strany geometrického detailu konstrukce [m]
- $b_{2e}$  – vnější rozměr podlahy
- $b_{2i}$  – vnitřní rozměr podlahy

- **Nápojení základ/stěna**

$$\Psi = L_1 - U \cdot b - L_{2Dz} \cdot (b_{2e}/b_{2i}) = 0,52044 - 0,116 \cdot 1,68 - (3,657/3,397) \cdot 0,53059 = \mathbf{-0,246 \text{ W/mK}}$$

- **Nápojení stěna/stěna**

$$\Psi = L_{2D} - \sum U \cdot l = 0,282 - (1,335 \cdot 2) \cdot 0,116 = \mathbf{-0,028 \text{ W/mK}}$$

- **Nápojení strop/stěna**

$$\Psi = L_{2D} - \sum U \cdot l = 0,249 - (2,335) \cdot 0,116 = \mathbf{-0,022 \text{ W/mK}}$$

- **Napojení stěna/střecha**

$$\Psi = L_{2D} - \sum U \cdot l = 0,285 - ((1,335 \cdot 0,099) + (0,116 \cdot 1,2115)) = +0,012 \text{ W/mK}$$

- **Hodnocené konstrukce**

Hodnocené jsou detaily vazeb jednotlivých konstrukcí, viz Příloha č. 11. Jedná se o napojení základ/stěna, stěna/stěna, strop/stěna, stěna/střecha.

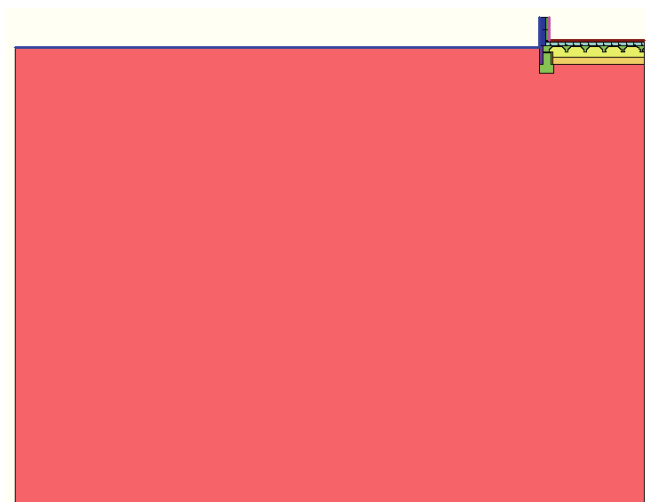
- **Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními**

Vazby	Požadované $\Psi_{k,N}$	Vypočtené $\Psi_k$	Splněno
Napojení základ/stěna	0,20	<b>-0,246</b>	<b>ANO</b>
Napojení stěna/stěna	0,20	<b>-0,028</b>	<b>ANO</b>
Napojení strop/stěna	0,20	<b>-0,022</b>	<b>ANO</b>
Napojení stěna/střecha	0,20	<b>+0,012</b>	<b>ANO</b>

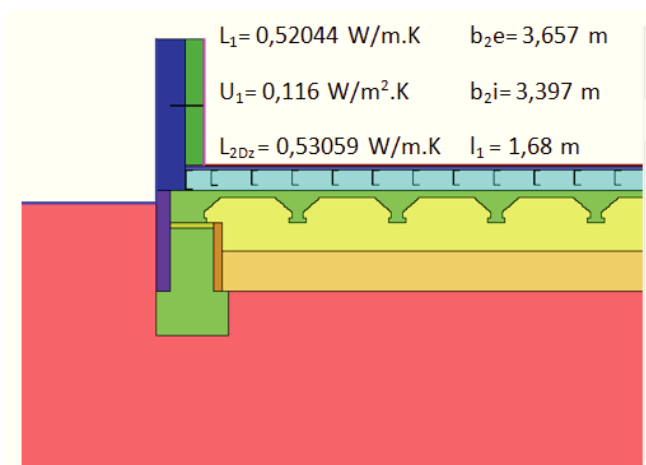
Tab. 4: Porovnání požadavků na lineární činitel prostupu tepla

- **Grafické výstupy**

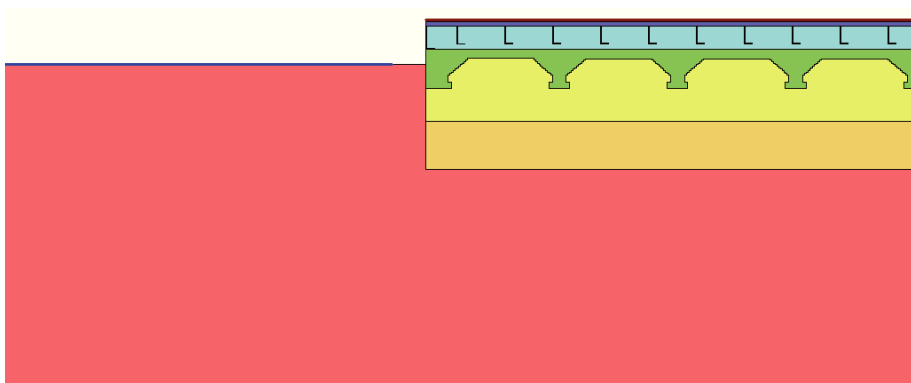
- **Napojení základ/stěna**



Obr. 16: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk základ/stěna

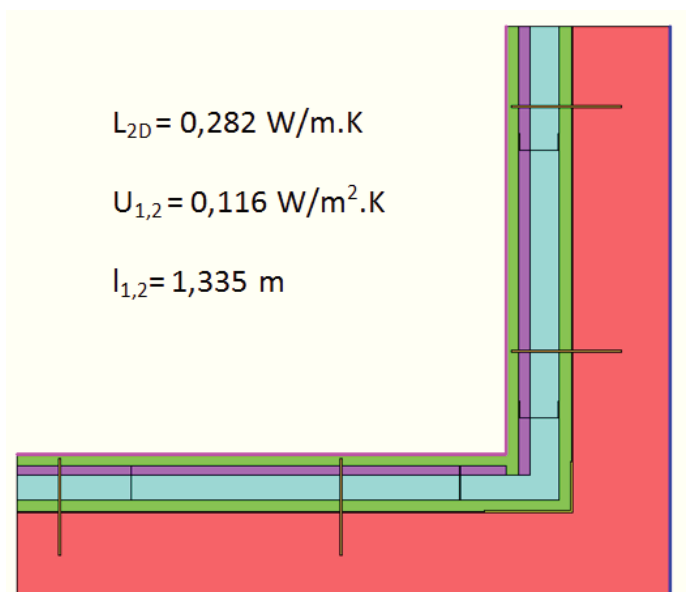


Obr. 17: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk základ/stěna

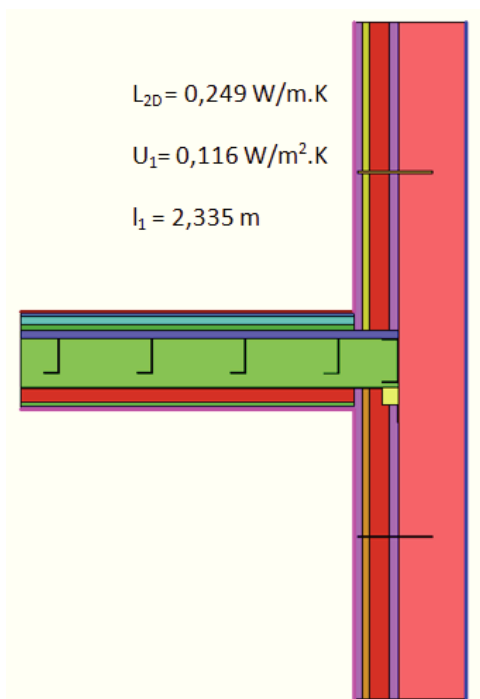


Obr. 18: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk základ/stěna

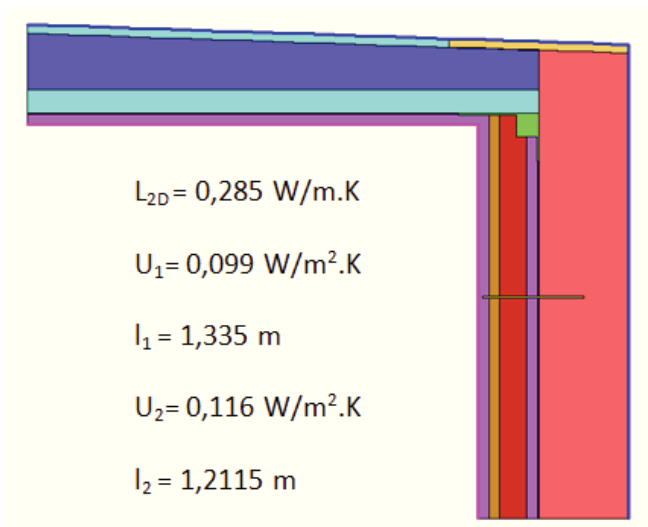
○ **Napojení stěna/stěna**



Obr. 19: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk stěna/stěna

○ **Napojení stěna/strop**

Obr. 20: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk stěna/strop

○ **Napojení stěna/střecha**

Obr. 21: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk stěna/střecha



### 6.2.4 Hodnota poklesu dotykové teploty podlahy - $\Delta\theta_{10}$ [°C]

#### ○ Popis problematiky

Tímto požadavkem se hodnotí množství odnímaného tepla při dotyku mírně chráněného lidského těla s chladnějším povrchem stavební konstrukce - podlahy. Tento požadavek je potřebný pro návrh a ověření nášlapných vrstev podlahy z hlediska působnosti jejich tepelné jímavosti a pro zabezpečení tepelné pohody. Výpočet byl proveden v programu TEPLO 2011. Celkový výstup z programu TEPLO viz Příloha č. 3.

#### ○ Požadavky

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N} \quad (7)$$

kde:  $\Delta\theta_{10}$  - vypočtená hodnota poklesu dotykové teploty podlahy [°C]

$\Delta\theta_{10,N}$  - požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy [°C]

#### ○ Okrajové podmínky

- Návrhová venkovní teplota  $\theta_e = -13,0$  °C
- Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai} = 20,0$  °C

#### ○ Hodnocené konstrukce

Posuzovanou konstrukcí je neprůsvitná ochlazovaná konstrukce – podlaha 1. NP v obytných místnostech (Obytná kuchyň a Pracovna) viz Příloha č. 8.

#### ○ Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními

Skladby	Požadované $\Delta\theta_{10,N}$	Vypočtené $\Delta\theta_{10}$	Splněno
L01 - Podlaha	5,50	<b>4,28</b>	<b>ANO</b>

Tab. 5: Porovnání požadavků na pokles dotykové teploty podlahy

### 6.2.5 Množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce - $M_c$ [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ] a roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce

#### o Popis problematiky

„Uvnitř stavebních konstrukcí nedochází ke kondenzaci vodní páry a nebo jen v množství, které neohrožuje jejich funkční způsobilost po dobu předpokládané životnosti“. Požadavek dle vyhlášky 148/2007 Sb. § 4. Veličina vyjadřující množství vodní páry prostupující konstrukcí, které by mohlo uvnitř konstrukce zkondenzovat a způsobit konstrukční i hygienické problémy. Udává, kolik kg zkondenzované vodní páry se během modelového roku utvoří v  $1 \text{ m}^2$  posuzované konstrukce. Bilance posuzuje, zda se dané množství zkondenzované vodní páry dokáže v průběhu modelového roku vypařit. Výpočet byl proveden v programu TEPLO 2011. Celkový výstup z programu TEPLO viz Příloha č. 3.

#### o Požadavky

$$M_c \leq M_{c,N} \quad (8)$$

kde:  $M_c$  - vypočtená hodnota množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ]

$M_{c,N}$  - normou dovolená maximální hodnota množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce, která se zvolí jako nižší z hodnot:

- o  $0,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$  nebo
- o 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , pro materiál s objemovou hmotností menší nebo rovnou  $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , se použije 6 % jeho plošné hmotnosti

$$M_c < M_{ev} \quad (9)$$

kde:  $M_c$  - vypočtená hodnota množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ]

$M_{c,ev}$  - množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ ]

#### o Okrajové podmínky

- Návrhová venkovní teplota  $\theta_e = -13,0 \text{ }^\circ\text{C}$
- Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai} = 20,0 \text{ }^\circ\text{C}$
- Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $\varphi_e = 84,0 \%$

- Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 50,0 \%$
- **Hodnocené konstrukce**  
Hodnoceny jsou neprůsvitné ochlazované konstrukce, viz Příloha č. 8. V případě, že v konstrukci nedochází ke kondenzaci, jsou automaticky splněny oba požadavky.
- **Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními**

Skladby	Kondenzace vlhkosti	Splněno
L01 - Podlaha	NE	<b>ANO</b>
L02 - Střecha	NE	<b>ANO</b>
L03 - Obvodová stěna	NE	<b>ANO</b>

Tab. 6: Posouzení požadavků na šíření vlhkosti konstrukcemi

### 6.2.6 Posouzení zimní a letní stability

- **Letní stabilita**

- **Popis problematiky**

Při hodnocení letní stability posuzujeme nejvyšší denní vnitřní teplotu vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max}$  [°C]. Dodržením požadavku zabraňujeme přehřívání místností v letním období. Výpočet byl proveden v programu SIMULACE 2011. Celkový výstup z programu SIMULACE 2011 viz Příloha č. 5.

- **Požadavky na letní stabilitu**

$$\theta_{ai,max} \leq \theta_{ai,max,N} \quad (10)$$

kde:  $\theta_{ai,max}$  - vypočtená hodnota nejvyšší denní vnitřní teploty vzduchu v místnosti v letním období [°C]

$\theta_{ai,max,N}$  - normou požadovaná hodnota nejvyšší denní vnitřní teploty vzduchu v místnosti v letním období [°C]

○ **Okrajové podmínky**

- Maximální denní návrhová venkovní teplota  $\theta_e = 30,0 \text{ }^\circ\text{C}$
- Doba maxima v 15.00 hod.
- Vnitřní zdroje tepla = 0 W
- Použito noční předvětrání (předchlazení) objektu
- Hodnocený den: 21. srpen
- Zeměpisná šířka:  $52^\circ$
- Součinitel přestupu tepla sáláním v hodnocené místnosti –  $5,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
- Součinitel přestupu tepla prouděním v hodnocené místnosti –  $2,5 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$
- Stínící prvky:
  - Stínění - vnitřní žaluzie

○ **Hodnocená místnost**

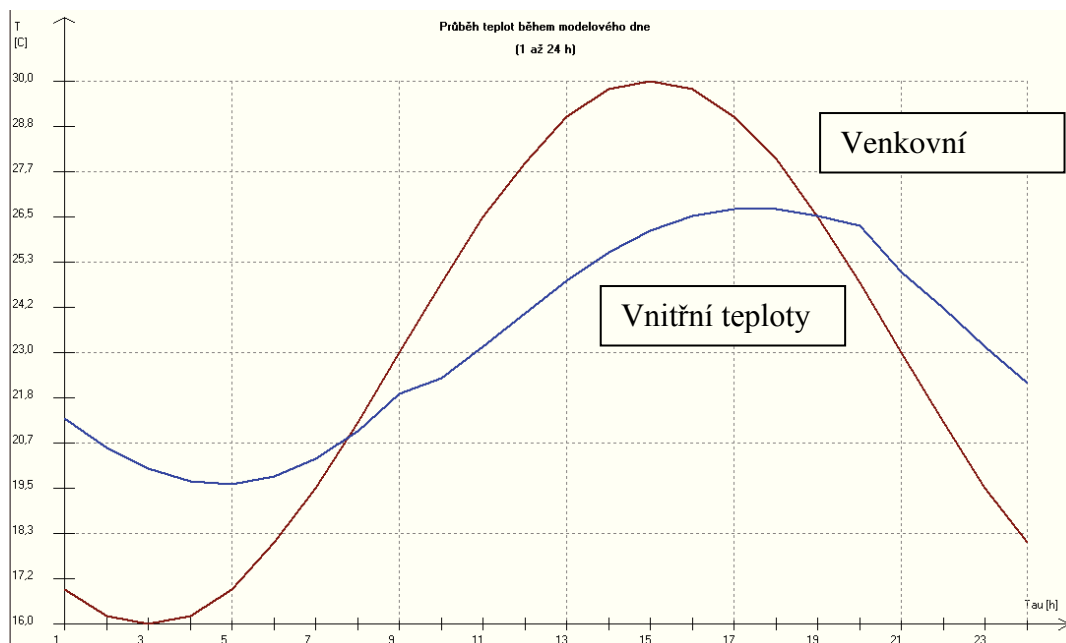
Pro posouzení letní stability byla zvolena místnost č. 203 z důvodu orientace fasády na jižní a západní stranu a z důvodu absence pevných stínících prvků.

Vyhodnocení bylo provedeno podle ČSN 730540-2 a Vyhlášky MPO č. 148/2007 Sb.

○ **Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními**

Místnost	Maximální $\theta_{ai,max,N}$	Výpočtová metoda	Vypočtené $\theta_{ai,max}$	Splněno
Místnost 203	27,0	RC model	26,60	<b>ANO</b>
		Metoda tepelné jímavosti	25,14	<b>ANO</b>

*Tab. 7: Porovnání požadavků na letní stabilitu místnosti*



Obr. 22: Průběhy teplot v místnosti a venkovním prostředí během letního období

- **Zimní stabilita**

- **Popis problematiky**

Posouzení zimní stability je v tomto případě řešeno z důvodu jediného zdroje energie pro vytápění, a to elektrické energie zásobené z veřejné sítě. Posuzuje se tedy z důvodu výpadku elektrické energie. V zimním období je kritériálním hlediskem pokles výsledné teploty  $\Delta \theta_v(t)$  kritické místnosti. Výpočet byl proveden v programu STABILITA 2011. Celkový výstup z programu STABILITA 2011 viz Příloha č. 6.

- **Požadavky na zimní stabilitu**

$$\Delta \theta_v(t) \leq \Delta \theta_v(t)_{,N} \quad (11)$$

kde:  $\Delta \theta_v(t)$  - vypočtená hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v místnosti v zimním období [°C]

$\Delta \theta_v(t)_{,N}$  - vypočtená hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v místnosti v zimním období [°C]

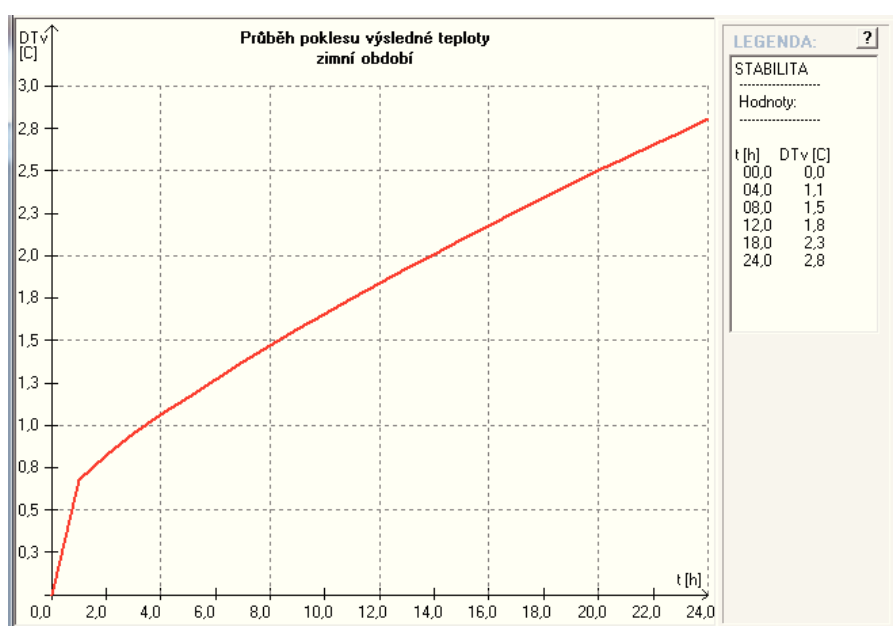
- **Hodnocená místnost**

Pro posouzení zimní stability byla zvolena místnost 106, tedy Obývací pokoj s kuchyní. Je to z důvodu nejvíce okenních otvorů a nejvíce ochlazovaných ploch, současně stínění aktivními stínícími prvky (pergola), a tedy menších slunečních zisků. Vyhodnocení bylo provedeno podle ČSN 730540-2.

○ **Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními**

Místnost	Normové $\Delta \theta_{v(t),N}$	Vypočtené $\Delta \theta_{v(t)}$	Splněno
Objekt s pobytem osob – vytápění radiátory	3°	2,8°	<b>ANO</b>

Tab. 8: Porovnání požadavků na zimní stabilitu místnosti



Obr. 23: Průběhy poklesu teplot při přerušení vytápění v místnosti během zimního období

### 6.2.7 Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em}$ [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]

○ **Popis problematiky**

„Budova má nejvýše požadovaný průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy“. Požadavek dle ČSN 730540-2. Tento požadavek vyjadřuje základní vliv stavební konstrukce na spotřebu tepla při vytápění budovy a tím i na energetickou náročnost budovy. Průměrný součinitel prostupu tepla je podíl měrné ztráty prostupem tepla ve W/K a plochou ochlazované obálky budovy v  $m^2$ .

Je nutné jej splnit jako jeden z ukazatelů energetické náročnosti dle Vyhlášky č. 78/2013 Sb. Výpočet byl proveden v programu ENERGIE 2013 LT. Celkový výstup z programu viz Příloha č. 1.

○ **Požadavky**

$$U_{em} \leq U_{em,N} \quad (12)$$

kde:  $U_{em}$  - vypočtená hodnota součinitele prostupu tepla [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]  
 $U_{em,N}$  - normou požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]

○ **Okrajové podmínky**

- Návrhová venkovní teplota  $\theta_e = -13,0 \text{ } ^\circ\text{C}$
- Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $\theta_{ai} = 20,0 \text{ } ^\circ\text{C}$

○ **Porovnání vypočtených hodnot s požadovanými normativními**

Požadovaný	Doporučený	Vypočtený	Splněno
$U_{em,N,20}$	$U_{em,N,20}$	$U_{em}$	
0,39	0,31	<b>0,13</b>	<b>ANO</b>

Tab. 9: Porovnání požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla

## 6.2.8 Energetický štítek obálky budovy - EŠOB

○ **Popis problematiky**

Tento dokument, který vychází z ČSN 730540-2, se skládá ze dvou částí - grafického zobrazení a z protokolu. Je v něm zahrnuta informace o průměrném součiniteli prostupu tepla, poměru  $A/V$  [ $m^2 \cdot m^{-3}$ ] a klasifikačním ukazateli CI, pomocí kterého se obálka budovy začleňuje do jedné ze 7 možných energetických tříd (A až G). Výpočet byl proveden v programu ENERGIE 2013 LT. Celkový výstup z programu viz Příloha č. 1.

○ **Vstupní hodnoty**

Objem budovy  $V = 638,2 \text{ m}^3$

Celková plocha obálky budovy  $A = 462,9 \text{ m}^2$

Objemový faktor tvaru budovy  $A/V = 0,73 \text{ m}^2/\text{m}^3$

Celková energeticky vztažná plocha budovy  $A_c = 194,28$

Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla

$$U_{em,n,20} = 0,39 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$$

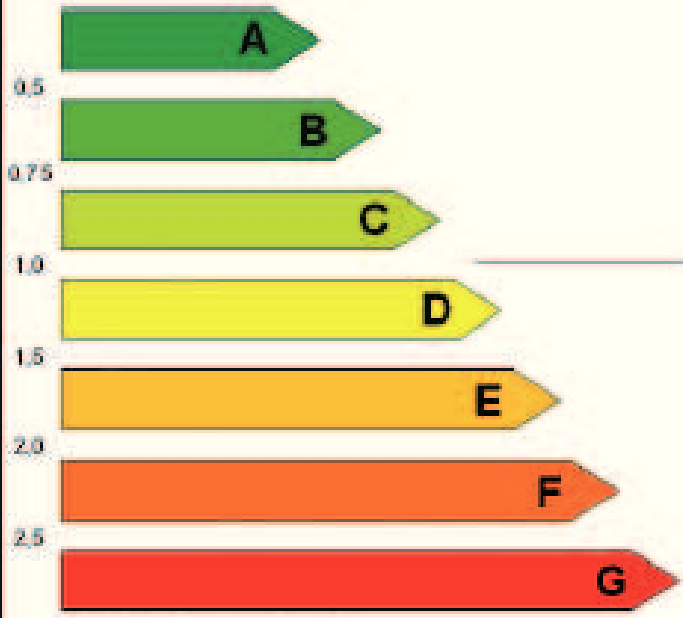
○ **Výsledky**

Celková měrná tepelná ztráta prostupem tepla  $H_T = 64,1 \text{ W}\cdot\text{K}^{-1}$

Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em} = 0,13 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

Klasifikační ukazatel  $CI = 0,13/0,39 = 0,33 \Rightarrow$  Energetická třída **A - Velmi úsporná.**



ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Rodinný dům Mírová, 53701 Chrudim				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 194,3 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI: Velmi úsporná  Mimořádně neekonomická				0,33		
KLASIFIKACE						
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy: $U_{ext}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				$U_{ext} = H_T / A$		0,13
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 73 0540-2				$U_{ext,w}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$		0,39
Klasifikační ukazatele CI a jimi odpovídající hodnoty $U_{ext}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50
$U_{ext}$	0,19	0,29	0,39	0,58	0,78	0,97
Platnost štítku do:				Datum vystavení štítku: 26.11.2014		
Štítek vypracoval(a):		Petr Jiráček (Kvalifikace)				

Obr. 24: Zatřídění obálky budovy dle CI

## 6.3 Stanovení ukazatelů energetické náročnosti budovy

### 6.3.1 Ukazatele energetické náročnosti

Při stanovování energetické náročnosti objektu se řídíme Zákonem č. 406/2000 Sb. K tomuto zákonu přísluší prováděcí Vyhláška č. 78/2013 Sb. Výstupním dokumentem hodnocení energetické náročnosti budovy je Průkaz energetické náročnosti budovy - PENB, jehož povinnost zpracování, vzhled grafického výstupu a náležitosti jsou předepsány ve Vyhlášce č. 78/2013 Sb.

**Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou:**

- a) celková primární energie za rok,
- b) neobnovitelná primární energie za rok,
- c) celková dodaná energie za rok,
- d) dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení za rok,
- f) průměrný součinitel prostupu tepla,
- g) součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- h) účinnost technických systémů.

Tyto všechny ukazatele musí splňovat normové požadavky, které jsou vypočteny z tzv. referenční budovy. Referenční budova je výpočtově vytvořená budova téhož druhu, stejného tvaru, velikosti a vnitřního uspořádání, se stejným typem standardizovaného provozu a užívání jako hodnocená budova, a technickými normami předepsanou kvalitou obálky budovy a jejich technických systémů. Oproti referenční budově jsou rozdílné hodnoty vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy.

### 6.3.2 Průkaz energetické náročnosti - PENB

Průkaz energetické náročnosti budovy byl zpracován v programu ENERGIE 2013 LT podle Vyhlášky č. 78/2013 Sb. Výsledný protokol a grafická část viz Příloha č. 1.

- **Vstupy**

- **Základní údaje**

- Identifikační údaje budovy, investora, provozovatele, zpracovatele průkazu.
- Vnější návrhová teplota  $\theta_e = -13,0 \text{ °C}$
- Převažující vnitřní návrhová teplota  $\theta_{im} = 20,0 \text{ °C}$
- Účel zpracování - Nová budova
- Počet zón – jedna

- **Základní popis zóny**

- Profil užívání - Budova pro bydlení
- Podlahová plocha z vnějších rozměrů =  $194,28 \text{ m}^2$
- Podlahová plocha z vnitřních rozměrů =  $168,18 \text{ m}^2$
- Objem zóny z vnějších rozměrů =  $638,21 \text{ m}^3$
- Lehká konstrukce => nízká akumulční schopnost
- Zóna je větrána nuceným větráním po dobu 100%
- Zóna není strojně chlazená ani vlhčena
- Do výpočtu byly započteny solární zisky, vnitřní zisky od osob, umělého osvětlení a elektrických zařízení.
- Neprůvzdušnost obálky budovy  $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$  – jedná se o minimální hodnotu požadovanou pro pasivní domy

- **Popis vnějších konstrukcí**

Byly zde použity a dosazeny výše vypočtené hodnoty ochlazovaných konstrukcí. Veškeré tepelně technické hodnoty byly stanoveny na základě vnějších rozměrů. Přírážka na vliv tepelné vazby byla zadána s hodnotou  $\Delta U_{em} = 0,0 \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-1}$ . Tato hodnota byla zadána, protože známe lineární činitele prostupu tepla, které vycházejí v úspornějších hodnotách (viz kapitola Lineární činitel prostupu tepla).

- **Stanovení potřeby TUV**

Počet osob = 4

Počet provozních dní v roce = 365 dní

Teplota studené pitné vody =  $10 \text{ °C}$

Výstupní teplota teplé vody =  $55 \text{ °C}$

Denní potřeba teplé vody =  $0,16 \text{ m}^3$

○ **Tepelné zdroje a ohřev TUV**

Příprava TUV je řešena pomocí hybridního (připojení na stejnosměrný i střídavý proud) fotovoltaického ohříváče vody LX ACDC/M+K 160 se zásobníkem 160 l, jehož ohřev je z 57% pokryt elektrickou energií FV panelů. Na objektu bude použito 8 ks fotovoltaických panelů, jejichž výroba elektrické energie pokryje 57% potřeby na ohřev vody ve 160 l akumulární nádrži. Zbytek je pomocí topné 2 kW patrony z veřejné sítě. Vytápění objektu je zajištěno přímotopnými konvektory. V koupelně (místnost 104 a 202) jsou použity podlahové elektrické rohože.

○ **Vzduchotechnika**

Jednotka je ATREA EASY 250. Dokumentace viz Příloha č. 18. Účinnost zpětného zisku tepla = 94,7% (dále počítáno s 84,7%). Před vzduchotechnickou jednotkou je použit předehřev vzduchu EPO - PTC 160/0,4 o výkonu 0,4 kW pro eliminování zámruzu výměníku tepla. Za jednotkou je pak ohříváč vzduchu EPO - PTC 160/0,4 o výkonu 0,4 kW, který zabezpečuje minimální výstupní teplotu  $18 \text{ }^\circ\text{C}$  (návrh je však  $20^\circ\text{C}$ ). Je použit rovnotlaký systém.

○ **Umělé osvětlení**

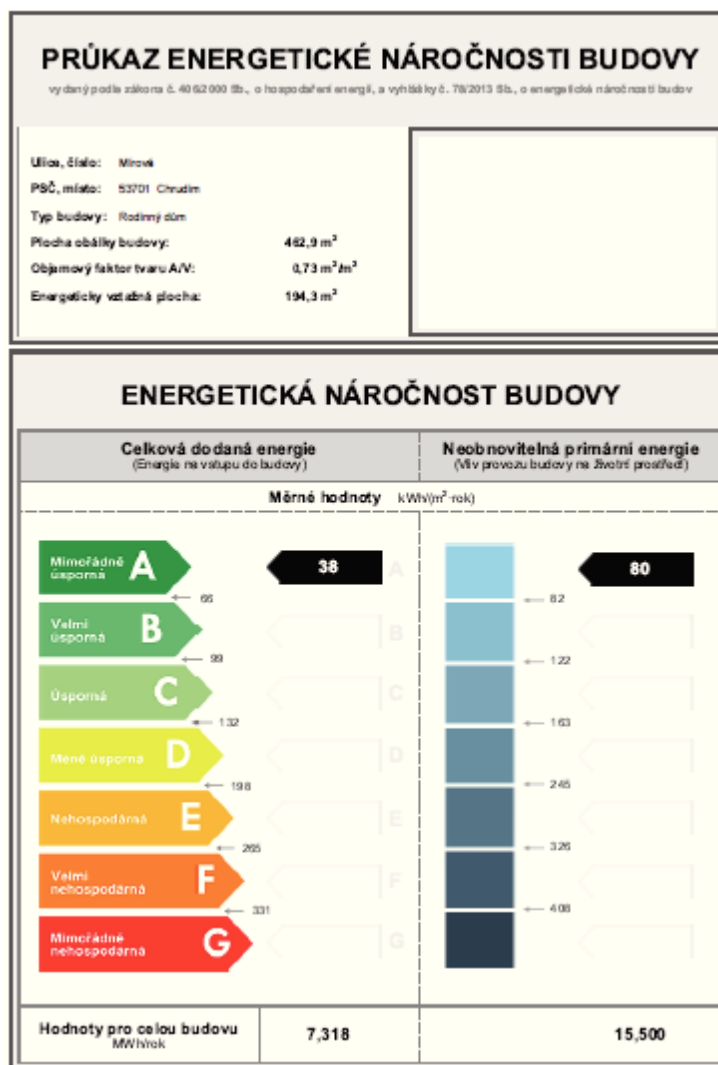
- Osvětlení řízeno manuálně.
- Zvolena zářivková svítidla s účinností = 40 %.

• **Výsledky a výstupy**

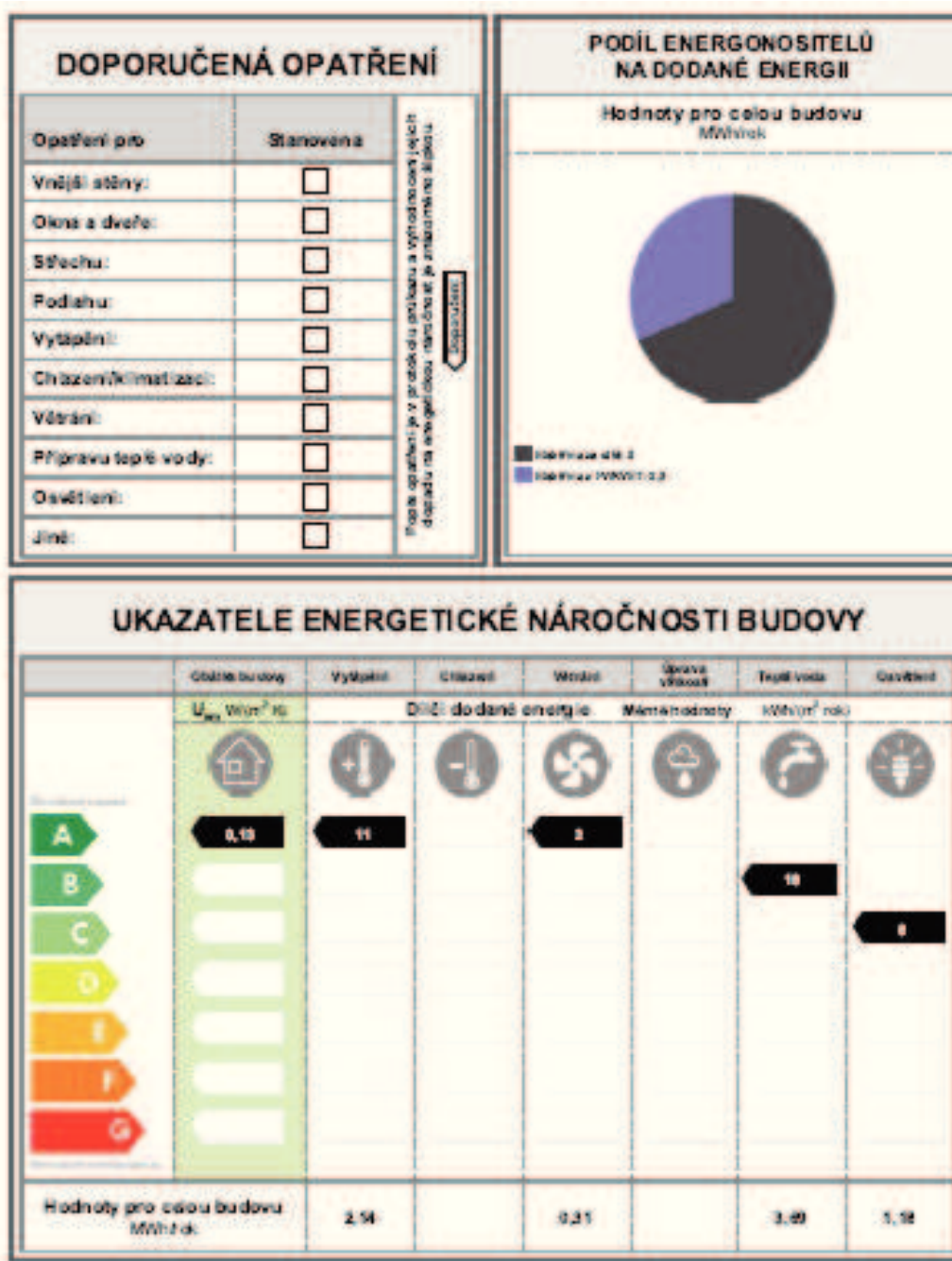
- Celková dodaná energie:  $38 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} \Rightarrow$  Energetická třída **A**
- Neobnovitelná primární energie:  $80 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} \Rightarrow$  Energetická třída **A**
- Měrná potřeba tepla na vytápění:  $11 \text{ kWh}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1} \Rightarrow$  Pasivní standard

○ **Energetické ukazatele:**

- Obálka budovy, vytápění a větrání je v kategorii **A**
- Příprava TUV je v kategorii **B**
- Osvětlení je v kategorii **C**
- Chlazení a vlhčení není v objektu řešeno



Obr. 25: Zatřídění budovy podle celkové dodané a neobnovitelné primární energie



Obr. 26: Jednotlivé ukazatele energetické náročnosti budovy

## **7. Vnitřní a vnější kanalizace**

### **7.1. Úvod**

V tomto projektu je řešena instalace vnitřní kanalizace v objektu a napojení na veřejnou kanalizační síť. Odpadní vody budou odváděny do veřejné kanalizační sítě. Podkladem pro zpracování projektu byla koordinační situace se zakreslením inženýrských sítí, stavební část projektové dokumentace, požadavky investora a vyjádření dotčených správců sítí.

### **7.2. Popis objektu**

Jedná se o dvoupodlažní nepodsklepený rodinný dům obdélníkového půdorysu zastřešený plochou střechou. Konstrukce je z lodních kontejnerů. Podrobnější informace o stavebním řešení objektu jsou uvedeny v technické zprávě stavební části této práce.

### **7.3. Splašková kanalizace**

Odpadní splašková voda je od zařizovacích předmětů svedena pomocí přípojovacích, odpadních a svodných potrubí a následně odváděna kanalizační přípojkou do stokové sítě. Kanalizační potrubí je navrženo dle ČSN 75 6760 a ČSN 12056-2.

#### **7.3.1. Přípojovací potrubí**

Přípojovací potrubí odvádí splaškovou vodu od výtoků zařizovacích předmětů ke stupačkám. Materiál přípojovacího potrubí je shodný s materiálem odpadního. Dimenze přípojovacího potrubí jsou DN 50, 70 a 110. Zařizovací předměty budou připojeny pomocí plastového polypropylenového potrubí HT, jehož dimenze jsou uvedeny v příloze č. 14. Potrubí je vedeno v instalačních předstěnách ze sádkartonových desek. Spád potrubí je min. 3% a maximální délka napojení potrubí 4 m na potrubí odpadní je dodržena. Všechny zařizovací předměty jsou osazeny zápachovými uzávěry. Výška vodního sloupce musí dosahovat alespoň 50 mm. Podrobný výpis zařizovacích předmětů včetně jejich příslušenství je uveden na výkresech.

### 7.3.2. Odpadní splaškové potrubí

Odpadní potrubí sestává ze čtyř stupaček S1-S4. Stupačka S1-S4 je provedena celá z materiálu PP HT. Stupačky S2 a S3 jsou v nadzemních podlažích obaleny akustickou izolací. Svislé odpadní splaškové potrubí bude provedeno z plastového potrubí HTEM, o dimenzích 50, 70 a 110. V objektu budou celkem 4 odpadní potrubí, z nichž 2 budou opatřeny čistící tvarovkou HTRE 110 ve výšce 1000 mm nad podlahou. Potrubí bude vedeno v předstěnách ze sádkartonu. Prostup potrubí skrz podlahovou konstrukci a betonovou desku na terénu bude opatřen izolací a pryžovou manžetou. Přejchod svislého odpadního na svodné potrubí je zajištěn beze změny dimenze pomocí 2 ks kolen 45°.

### 7.3.3. Větrací potrubí

Odpadní potrubí č. 1 je odvětráno větracím potrubím DN 110 a je vyvedeno 300 mm nad úroveň střešního pláště. Zakončeno je větrací hlavicí HL 810 DN 110. Odpadní potrubí č. 2 je ukončeno přívzdušňovacím ventilem HL900N. V místě přívzdušňovacího ventilu je nutno v instalační předstěně zřídit větrací mřížku.

### 7.3.4. Svodné kanalizační potrubí

Ležaté svodné splaškové potrubí je navrženo z plastového PVC KGEM DN125. Potrubí bude vedeno v minimálním spádu 3°. Dimenze potrubí je DN 110 a DN 150. Přejchod svislého odpadního na svodné potrubí je zajištěn beze změny dimenze pomocí 2 ks kolen 45°. Svodné potrubí je vedeno pod podkladní betonovou deskou objektu a mimo objekt v nezámrazné hloubce. Potrubí vedené vzduchovou mezerou bude opatřeno izolací. Napojení více potrubí a změna směru bude realizováno výhradně odbočkami a koleny s úhlem odbočení  $\leq 45$ . Potrubí bude uloženo na pískovém loži tloušťky 100 mm. Potrubí, které jde v roznášecím úhlu zeminy 45° bude opatřeno betonovou obezdívkou proti mechanické ochraně.

### 7.3.5. Napojení zařizovacích předmětů

Všechna umyvadla a dřezy budou v provedení se stojánkovou baterií. Umyvadlo v nadzemním podlaží bude zavěšeno pomocí kovových konstrukcí pro použití v sádkartonových příčkách. Ve spodní části konstrukce je nastavitelná objímka pro uchycení odpadu a dvě montážní desky pro uchycení potrubí přívodů vody. Umyvadlo v 1. NP bude upevněno do sádkartonové příčky.



### **7.3.6. Revizní kanalizační šachta**

Revizní kanalizační šachta je navržena 0,75 m od objektu a jedná se o plastovou šachtu WAVIN TEGRA 600 s pravým a levým sběračem a zároveň slouží jako domovní šachta.

### **7.3.7. Kanalizační přípojka**

Z revizní šachty vede kanalizační přípojka ve sklonu 3% a je dlouhá 11,535 metru. Čištění přípojky bude umožněno revizní kanalizační šachtou na pozemku.

## **7.4. Dešťová kanalizace**

Dešťová kanalizace objektu byla provedena dle ČSN 75 6760 a ČSN 12056-3.

### **7.4.1. Střešní okapové žlaby**

Dešťová voda je ze střechy odváděna pomocí podokapních žlabů. Okapy budou materiálu titan-zinek. Dešťový okapní systém včetně všech příslušenství je od firmy LINDAB, barvy hnědé.

### **7.4.2. Svodné dešťové potrubí**

Velikosti svodného potrubí jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci. Jedná se o DN 70, DN 110 a DN 150. Svodné potrubí bude zaústěno do domovní vsakovací jímky TITANIUM WEEW, objem 12 000 litrů. Svodné potrubí povede přes filtrační šachtu GLYNWED.

## **7.5. Bilance odpadních vod**

Výpočet bilance odpadních vod je doložen v Příloze č. 14 – Bilance splaškových a dešťových vod.

## **7.6. Zkoušení vnitřní kanalizace**

Vnitřní kanalizace bude podrobena zkouškám dle ČSN 75 6760 a to:

- technické prohlídce
- zkoušce vodotěsnosti svodného potrubí
- zkoušce plynotěsnosti odpadního, přípojovacího a větracího potrubí

### **7.7. Závěr**

Byla navržena vnitřní kanalizace s napojením do veřejné kanalizační sítě a dešťová kanalizace s odvedením do vsakovací jímky umístěné na pozemku investora. Domovní šachta je typu DN600 plastová šachta Wavin, Tegra 600. Vsakovací jímka je WEEW, objem 12 000 litrů. Kanalizace byla navržena s ohledem na hospodárné a spolehlivé odvádění odpadních vod z objektu. Výpočet kanalizace je uveden v Příloze č. 14- Bilance splaškových a dešťových vod.

## **8. Denní osvětlení a proslunění + bilance zasklení**

### **8.1. Denní osvětlení**

#### **8.1.1. Úvod**

- **Předmět posudku**

Předmětem odborného posudku je posouzení úrovně denního osvětlení a proslunění vnitřních prostorů navrhované stavby „Rodinného domu“. Podklady a technické normy. Projektová dokumentace navrhované stavby v rozsahu DSP.

Podkladem pro zpracování posudku byly:

- ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky. Červen 2007.
- ČSN 73 0580-2 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov. Červen 2007.
- ČSN 73 4301 - Obytné budovy. Červen 2004, změna Z1/2005, Z2/2009.
- ČSN 73 0581 – Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot. Září 2009.

- **Popis situace**

Navrhovaný objekt rodinného domu bude umístěn v Chrudimi v ulici Mírové na parcele č. 3217/4. Rodinný dům je navržený jako dvoupodlažní objekt s plochou střechou. 1.N.P. je vstup do objektu, který je umístěn na severní fasádě, technická místnost, koupelna, pracovna a obytná kuchyně 2.N.P. zde 3 pokoje a koupelna.

#### **8.1.2. Požadavky na denní osvětlení budov**

Základní požadavky na denní osvětlení budov předepisuje ČSN 73 0580-1:2007. Požadavky na denní osvětlení obytných budov jsou stanoveny v ČSN 73 0580-2:2007. Úroveň denního osvětlení v obytných místnostech s bočním osvětlovacím systémem se posuzuje ve dvou kontrolních bodech, v polovině hloubky místnosti, ale nejdále 3 m od okna, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn ve výšce 850 mm nad podlahou. Hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % a průměrná hodnota činitele denní

osvětlenosti z obou těchto bodů nejméně 0,9 %. Jsou-li okna ve dvou stýkajících se stěnách, postačí, je-li tento požadavek splněn alespoň u jedné z obou dvojic kontrolních bodů.

- Činitel denní osvětlenosti minimální -  $D_{\min}$  [%]
- Činitel denní osvětlenosti průměrný -  $D_m$  [%] - Průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D_m$  musí být splněny pouze u vnitřních prostorů:
  - s horním denním osvětlením – netýká se žádné místnosti
  - s kombinovaným denním osvětlením, u kterých je podíl horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti  $D_m$  roven nejméně jedné polovině - netýká se žádné místnosti
- Rovnoměrnost denního osvětlení [-]

### 8.1.3. Metoda výpočtu denního osvětlení

Pro stanovení denního osvětlení byla použita metoda podle ČSN 73 0580-1:2007. Výpočet činitele denní osvětlenosti  $D_{\min}$  byl stanoven v kontrolních bodech uvnitř hodnocených místností pomocí počítačového programu WDLS verze 4.1, ASTRA 92 a.s., Zlín (a vyhodnocen podle ČSN 73 0580-2:2007). Výsledky výpočtu jsou doloženy v tab. 1 a v přílohách č. 13

### 8.1.4. Popis hodnocených obytných místností

Pro posouzení denního osvětlení byly vybrány:

- **Pracovna č. 107**

Užitná plocha: 14,44 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 1,68 x 1,6 m, 1ks

Úroveň denního osvětlení v obytné místnosti dle ČSN 73 0580-2:2007 je stanovena ve dvou kontrolních bodech, umístěných (viz. Příloha č. 15).

Stínění venkovní překážkou: ano

Činitelé odrazů vnitřních povrchů:

Činitel odrazu stropu 0,7

Činitel odrazu stěn 0,5

Činitel odrazu podlahy 0,3

Činitel odrazu osvětlovacího otvoru 0,2;

Činitel odrazu terénu 0,2

Činitelé prostupu a ztrát světla:

Činitel prostupu světla 0,92 na 1 sklo (použito trojsklo)

Činitel ztrát světla konstrukcí budovy 1,0

Činitel ztrát světla konstrukcí oken 0,75

Činitel ztrát regulačních zařízení 1,0

- **Obytná kuchyň č. 106**

Užitná plocha: 40,7 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 2,18 x 2,5 m, 2ks, 1,18 x 1,6 m, 2ks

Úroveň denního osvětlení v obytné místnosti dle ČSN 73 0580-2:2007 je stanovena ve dvou kontrolních bodech, umístěných (viz. Příloha č. 15).

Stínění venkovní překážkou: ano

Činitelé odrazů vnitřních povrchů:

Činitel odrazu stropu 0,7

Činitel odrazu stěn 0,5

Činitel odrazu podlahy 0,3

Činitel odrazu osvětlovacího otvoru 0,2;

Činitel odrazu terénu 0,2

Činitelé prostupu a ztrát světla:

Činitel prostupu světla 0,92 na 1 sklo (použito trojsklo)

Činitel ztrát světla konstrukcí budovy 1,0

Činitel ztrát světla konstrukcí oken 0,75

Činitel ztrát regulačních zařízení 1,0

- **Pokoj č. 203**

Užitná plocha: 17,43 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 1,68 x 1,6 m, 1ks

Úroveň denního osvětlení v obytné místnosti dle ČSN 73 0580-2:2007 je stanovena ve dvou kontrolních bodech, umístěných (viz. Příloha č. 15).

Stínění venkovní překážkou: ne

Činitelé odrazů vnitřních povrchů:

Činitel odrazu stropu 0,7

Činitel odrazu stěn 0,5

Činitel odrazu podlahy 0,3

Činitel odrazu osvětlovacího otvoru 0,2;

Činitel odrazu terénu 0,2

Činitelé prostupu a ztrát světla:

Činitel prostupu světla 0,92 na 1 sklo (použito trojsklo)

Činitel ztrát světla konstrukcí budovy 1,0

Činitel ztrát světla konstrukcí oken 0,75

Činitel ztrát regulačních zařízení 1,0

- **Pokoj č. 204**

Užitná plocha: 17,46 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 1,68 x 1,6 m, 1ks

Úroveň denního osvětlení v obytné místnosti dle ČSN 73 0580-2:2007 je stanovena ve dvou kontrolních bodech, umístěných (viz. Příloha č. 15).

Stínění venkovní překážkou: ne

Činitelé odrazů vnitřních povrchů:

Činitel odrazu stropu 0,7

Činitel odrazu stěn 0,5

Činitel odrazu podlahy 0,3

Činitel odrazu osvětlovacího otvoru 0,2;

Činitel odrazu terénu 0,2

Činitelé prostupu a ztrát světla:

Činitel prostupu světla 0,92 na 1 sklo (použito trojsklo)

Činitel ztrát světla konstrukcí budovy 1,0

Činitel ztrát světla konstrukcí oken 0,75

Činitel ztrát regulačních zařízení 1,0

- **Pokoj č. 205**

Užitná plocha: 19,73 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 1,68 x 1,6 m, 1ks

Úroveň denního osvětlení v obytné místnosti dle ČSN 73 0580-2:2007 je stanovena ve dvou kontrolních bodech, umístěných (viz. Příloha č. 15).

Stínění venkovní překážkou: ne

Činitelé odrazů vnitřních povrchů:

Činitel odrazu stropu 0,7

Činitel odrazu stěn 0,5

Činitel odrazu podlahy 0,3

Činitel odrazu osvětlovacího otvoru 0,2;

Činitel odrazu terénu 0,2

Činitelé prostupu a ztrát světla:

Činitel prostupu světla 0,92 na 1 sklo (použito trojsklo)

Činitel ztrát světla konstrukcí budovy 1,0

Činitel ztrát světla konstrukcí oken 0,75

Činitel ztrát regulačních zařízení 1,0

### 8.1.5. Vyhodnocení výsledků výpočtu denního osvětlení

V tabulce č. 10 jsou uvedeny výsledky výpočtu činitele denní osvětlenosti  $D$  v kontrolních bodech hodnocených místností. Podrobné výsledky výpočtů jsou uvedeny v Příloze č. 15.

Číslo místnosti	Místnost	Činitel denní osvětlenosti			Vyhodnocení
				průměrný	
		$D_1$ [%]	$D_2$ [%]	$D_m$ [%]	
1	Pracovna	1,1	1,0	1,05	<b>Vyhovuje</b>
2	Obytná kuchyň	13,0	7,0	10,0	<b>Vyhovuje</b>
3	Pokoj 203	2,1	1,4	1,75	<b>Vyhovuje</b>
4	Pokoj 204	2,1	1,9	2,0	<b>Vyhovuje</b>
5	Pokoj 205	2,1	1,1	1,6	<b>Vyhovuje</b>

Tab. 10: Výsledky výpočtu denního osvětlení

Vypočtené hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D$  a  $D_m$  v obou kontrolních bodech musí splňovat požadavek ČSN 73 0580-2:2007:

$$D \geq D_{\min,N} = 0,7\% \quad (13)$$

$$D_m \geq D_{m,N} = 0,9\% \quad (14)$$

### 8.1.6. Závěr

Rodinný dům vyhověl všem normovým požadavkům na denní osvětlení. Ve výpočtu byly posouzeny všechny obytné místnosti rodinného domu na denní osvětlení.

## 8.2. Proslunění objektu

### 8.2.1. Požadavky na proslunění obytných budov

Požadavky na proslunění obytných budov uvádí norma ČSN 73 4301/2004, Změna Z1/2005, Z2/2009 v čl. 4.3. Pro bytové domy platí :

- Rodinný dům je prosluněn, je-li součet podlahových ploch jeho prosluněných obytných místností roven nejméně 1/2 součtu podlahových ploch všech jeho obytných místností.

Obytná místnost se považuje za prosluněnou, jsou-li splněny následující podmínky:

- Půdorysný úhel slunečních paprsků hlavní přímkou roviny okenního otvoru musí být nejméně 25°, hlavní přímka roviny je přímka, která je průsečnicí této roviny s vodorovnou rovinou.
- Přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy nezkreslujícím materiálem, jejichž celková plocha je rovna 1/10 podlahové plochy místnosti, nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být min. 900mm, šířka oken ve střešní rovině min. 700mm.
- Sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na kritický bod v rovině vnitřního zasklení ve výšce 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale nejméně 1200 mm nad úrovní podlahy posuzované místnosti.
- Výška slunce nad horizontem musí být nejméně 5°.
- Při zanedbání oblačnosti musí být dne 1. 3. a 21. 6. doba proslunění nejméně 90 min.



### 8.2.2. Navrhovaná stavba

Hodnocené místnosti se nacházejí v 1.NP a 2.NP.

- **Pracovna č. 107**

Užitná plocha: 14,44 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 1,68 x 1,6 m, 1ks

Umístnění kritických bodů v otvorech: 1200 mm

Stínění venkovní překážkou: ano, pergolou o rozměrech 12, 192 x 2,438 x 2,990

Orientace osvětlovacích otvorů: jih

- **Obytná kuchyň č. 106**

Užitná plocha: 40,7 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 2,18 x 2,5 m, 2ks, 1,18 x 1,6 m, 2ks

Umístnění kritických bodů v otvorech: 1200 mm

Stínění venkovní překážkou: ano, pergolou o rozměrech 12, 192 x 2,438 x 2,990 m

Orientace osvětlovacích otvorů: jih, západ

- **Pokoj č. 203**

Užitná plocha: 17,43 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 1,18 x 1,6 m, 1ks

Umístnění kritických bodů v otvorech: 1200 mm

Stínění venkovní překážkou: ne

Orientace osvětlovacích otvorů: jih

- **Pokoj č. 204**

Užitná plocha: 17,46 m<sup>2</sup>

Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém

Rozměry otvorů: 1,18 x 1,6 m, 1ks  
Umístění kritických bodů v otvorech: 1200 mm  
Stínění venkovní překážkou: ne  
Orientace osvětlovacích otvorů: jih

- **Pokoj č. 205**

Užitná plocha: 19,73 m<sup>2</sup>  
Způsob denního osvětlení: boční osvětlovací systém  
Rozměry otvorů: 1,18 x 1,6 m, 1ks  
Umístění kritických bodů v otvorech: 1200 mm  
Stínění venkovní překážkou: ne  
Orientace osvětlovacích otvorů: jih

### **8.2.3. Metoda stanovení doby proslunění**

Pro výpočet doby proslunění obytných místností posuzovaných v rodinném domu byl použit výpočetní software SunLis 2005 firmy Astra 92 a.s. Zlín. Program počítá a hodnotí proslunění obytných místností dle ČSN 73 4301/2004, změna Z1/2005, Z2/2009. V rámci výpočtu byla provedena korekce azimutu na meridiánovou konvergenci, zeměpisná délka byla použita pro město Chrudim. Výpočet byl proveden pro datum 1.3. a 21.6., v případě nevyhovujícího proslunění byl proveden výpočet bilancí (od 10.2.–21.3).

### **8.2.4. Vyhodnocení doby proslunění v obytných místnostech navrhované stavby**

Výsledky posouzení doby proslunění v obytných místnostech rodinného domu jsou uvedeny v tabulce č. 11 a č. 12 a v Příloze č. 15.

### **8.2.5. Závěr**

Rodinný dům vyhověl všem normovým požadavkům na proslunění. Ve výpočtu byly posouzeny všechny obytné místnosti rodinného domu na proslunění vnitřních prostorů. Na proslunění nevyhoví pouze pokoj č. 107 (Pracovna). Tento výsledek však vzhledem k požadavkům neovlivní celkový výsledek na proslunění.

Byt/dům č.p.	Místnost	Kritický bod č. / orientace	Půdorysná plocha [m <sup>2</sup> ]	Doba proslunění [min]	Vyhodnocení
Rodinný dům	Pracovna	Jih	14,44	177	Vyhoví
Rodinný dům	Obytná kuchyň	Jih, západ	40,7	254	Vyhoví
Rodinný dům	Pokoj č. 203	Jih	17,43	513	Vyhoví
Rodinný dům	Pokoj č. 204	Jih	17,46	513	Vyhoví
Rodinný dům	Pokoj č. 205	Jih	19,73	513	Vyhoví

Tab. 11: Výsledky posouzení doby proslunění dne 1.3. pro navrhovanou stavbu

Byt/dům č.p.	Místnost	Kritický bod č. / orientace	Půdorysná plocha [m <sup>2</sup> ]	Doba proslunění [min]	Vyhodnocení
Rodinný dům	Pracovna	Jih	14,44	0	Nevyhoví
Rodinný dům	Obytná kuchyň	Jih, západ	40,7	396	Vyhoví
Rodinný dům	Pokoj č. 203	Jih	17,43	325	Vyhoví
Rodinný dům	Pokoj č.204	Jih	17,46	325	Vyhoví
Rodinný dům	Pokoj č.205	Jih	19,73	325	Vyhoví

Tab. 12: Výsledky posouzení doby proslunění dne 21.6. pro navrhovanou stavbu

### 8.3. Bilance zasklení

Energetická bilance obsahuje spotřebu tepla pro vytápění a tepelný zisk ze slunečního záření pronikajícího zasklením do budovy. Spotřeba tepla pro vytápění v energetické bilanci se stanovuje na základě výpočtové teploty vnitřního vzduchu  $t_{aip}$ , ve °C, zjištěné ze vztahu.

#### 8.3.1. Za měsíc

Energetická bilance zasklení za měsíc  $DE_m$ , v kWh/měs, je dána rozdílem

$$DE_m = E_m - E_{Zm} \quad (15)$$

kde

- $E_m$  – je průměrná spotřeba tepla zasklení za měsíc (kWh/měs),
- $E_{Zm}$  – průměrný tepelný zisk zasklení za měsíc (kWh/měs).

- **Průměrná spotřeba tepla zasklení za měsíc  $E_m$ , v kWh/měs, se stanoví ze vztahu**

$$E_m = \frac{Q_{ok} \cdot 0,024}{(t_{aip} - t_e)} \cdot d_m \cdot (t_{aip} - t_{em}) \quad (16)$$

kde

- $Q_{ok}$  – maximální tepelná ztráta zasklení (W),
- $d_m$  – počet dnů za měsíc,
- $t_{aip}$  – výpočtová teplota vnitřního vzduchu (°C)
- $t_{em}$  – průměrná venkovní teplota za měsíc,
- $t_e$  – výpočtová venkovní teplota.

- **Maximální tepelná ztráta zasklení  $Q_{ok}$ , ve W, se stanoví ze vztahu**

$$Q_{ok} = U_w \cdot A_{ok} \cdot (t_{aip} - t_e) \quad (17)$$

kde

- $U_w$  – je výpočtová hodnota součinitele prostupu tepla zasklení (W/m<sup>2</sup>K),
- $A_{ok}$  – je plocha zasklení (m<sup>2</sup>).

- **Průměrný tepelný zisk ze slunečního záření za měsíc  $E_{Zm}$ , v kWh/měs, se stanoví ze vztahu**

$$E_{Zm} = E_{gm} \cdot A_{ok,p} \cdot T \cdot c_m \cdot c_n \quad (18)$$

- $E_{Gm}$  – globální sluneční záření za měsíc (kWh/m<sup>2</sup> · měs),

$$A_{ok,p} \quad - \text{plocha průsvitné části zasklení (m}^2\text{),}$$

$$A_{ok,p} = A_{ok} - A_n \quad (19)$$

$A_{ok}$  – viz vztah (17),

$A_n$  – plocha neprůsvitné části zasklení (m<sup>2</sup>),

$T$  – celková propustnost slunečního záření zasklení (–), stanoví se ze vztahu

$$T = T_1 \cdot T_2 \cdot T_3 \quad (20)$$

$T_1$  – propustnost slunečního záření zasklení,

$T_2$  – znečištění zasklení, uvažuje se  $T_2 = 0,9$ ,

$T_3$  – činitel stínění zasklení – viz ČSN 73 0548 – 3,

$c_m$  – činitel využití slunečního záření za měsíc,

$c_n$  – činitel korigující skutečnost, že dopad slunečních paprsků na zasklení není kolmý, uvažuje se  $c_n = 0,9$ .

### 8.3.2. Za celé vytápěcí období

Energetická bilance zasklení za celé vytápěcí období  $DE_{VO}$ , v kWh/VO, je dána rozdílem

$$DE_{VO} = E_{VO} - E_{ZVO} \quad (21)$$

kde

$E_{VO}$  – je průměrná spotřeba tepla zasklení za celé vytápěcí období (kWh/VO),

$E_{ZVO}$  – průměrný tepelný zisk zasklení ze slunečního záření za celé vytápěcí období (kWh/VO).

- **Průměrná spotřeba tepla zasklení za celé vytápěcí období  $E_{VO}$ , v kWh/VO, se stanoví buď jako součet hodnot průměrné spotřeby tepla zasklení v jednotlivých měsících vytápěcího období, nebo na základě průměrných hodnot veličin platných pro celé vytápěcí období:**

- hodnota  $E_{VO}$  stanovená na základě průměrných hodnot veličin platných pro celé vytápěcí období je dána vztahem

$$E_{VO} = k_{ok,p} \cdot A_{ok} \cdot 0,024 \cdot d \cdot (t_{aip} - t_{e,VO}) \quad (22)$$

kde

$U_w$  – je viz vztah (17),

$A_{ok}$  – viz vztah (17),

$d$  – počet dnů vytápěcího období,

$t_{aip}$  – viz vztah (16),

$t_{e,VO} = 5,3 \text{ } ^\circ\text{C}$  je průměrná teplota vnějšího vzduchu za celé vytápěcí období.

- **Průměrný tepelný zisk pro zasklení ze slunečního záření za celé vytápěcí období  $E_{ZVO}$ , v kWh/VO, se stanoví jako:**

- hodnota  $E_{ZVO}$  stanovená na základě průměrných hodnot veličin platných pro celé vytápěcí období je

$$E_{ZVO} = E_{gVO} \cdot A_{ok,p} \cdot T \cdot c_{mp} \cdot c_n \quad (23)$$

kde

$E_{gVO}$  – je globální sluneční záření za celé vytápěcí období

$A_{ok,p}$  – viz vztah (17),

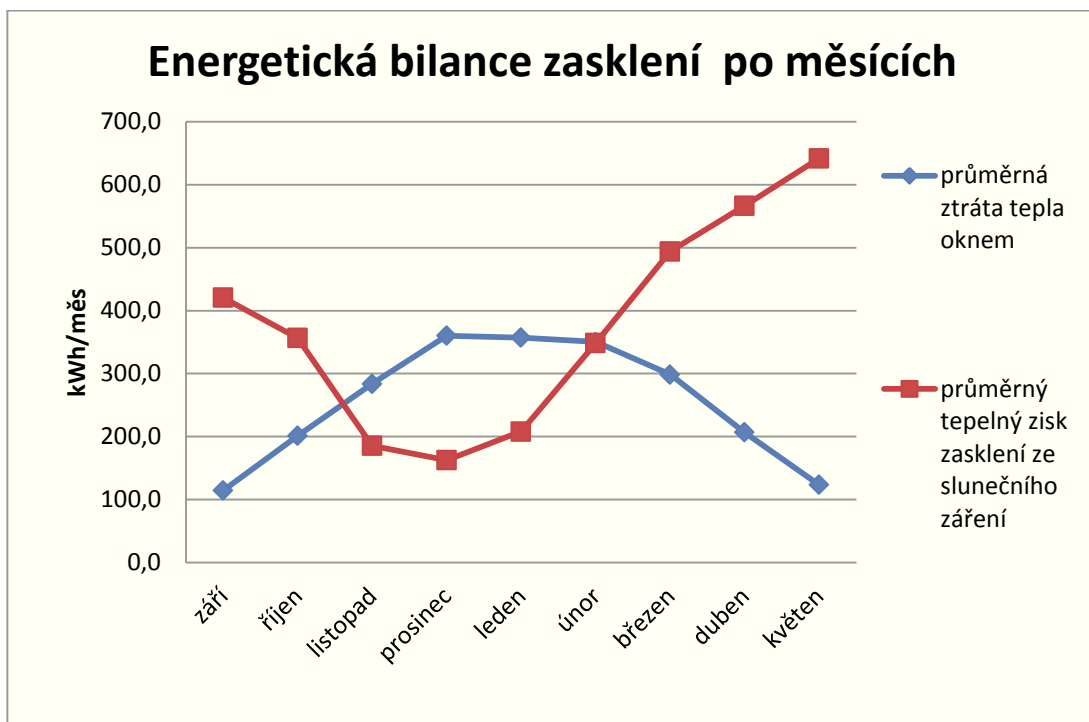
$T$  – viz vztah (20),

$c_{mp}$  – průměrná hodnota činitele využití slunečního záření za celé vytápěcí období,

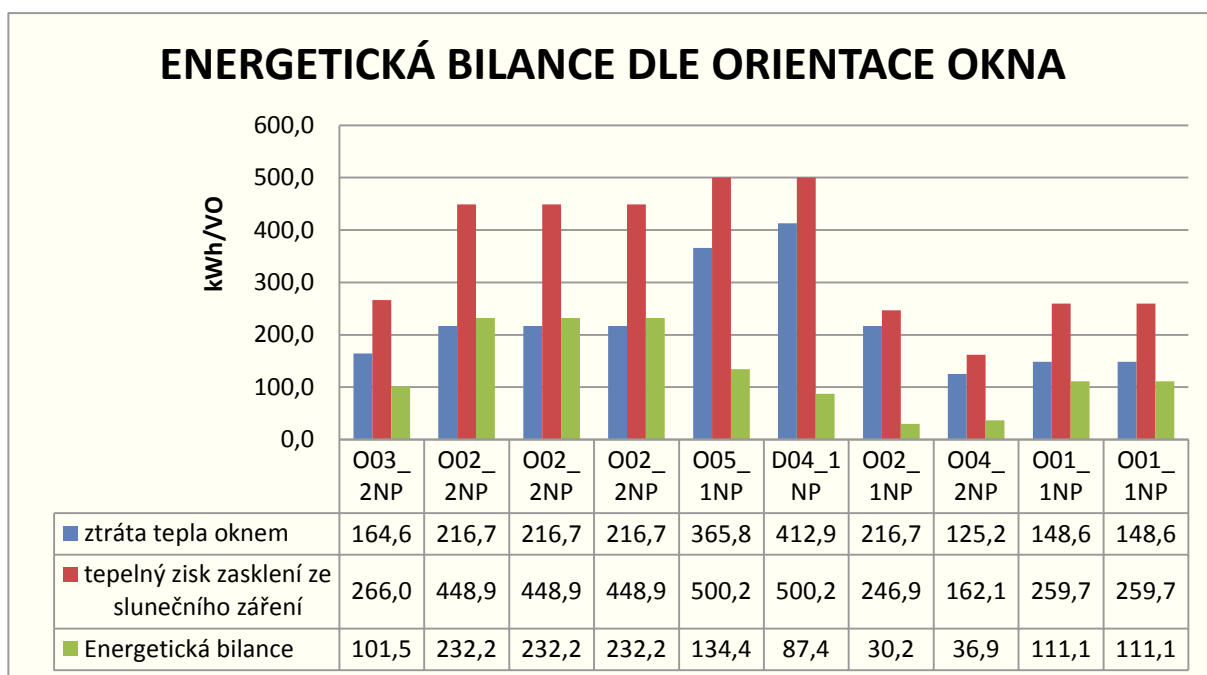
$c_n$  – viz vztah (20).

### 8.3.3. Výsledky

Výpočty v tabulkovém procesoru EXCEL jsou uvedeny v Příloze č. 16. Na Grafu č. 1 jsou výsledky Energetické bilance zasklení po měsících vytápěcího období. Na Grafu č. jsou výsledky Energetické bilance zasklení dle orientace okna za VO.



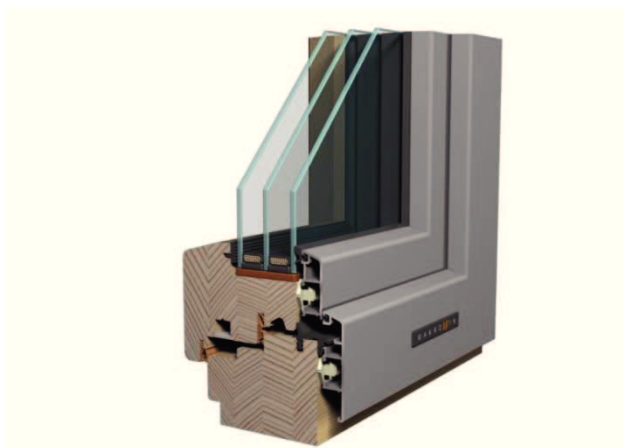
Graf č. 1: Energetická bilance zasklení za vytápěcí období



Graf č. 2: Energetická bilance zasklení dle orientace okna

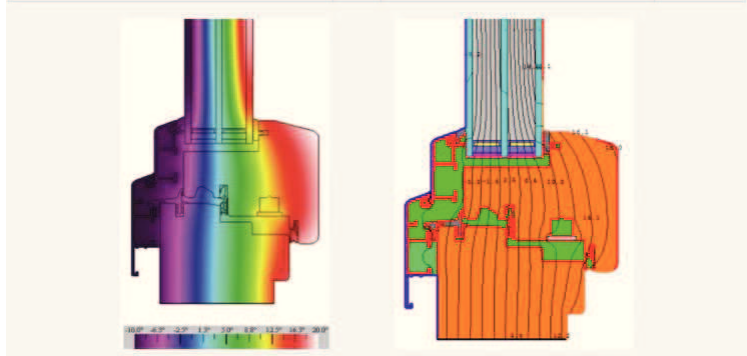
### 8.3.4. Závěr

Z výpočtů bilance (viz Příloha č. 16) zasklení vyplývá, že ztráty jsou větší než zisky v měsících listopad, prosinec a leden. V dalších měsících vytápěcího období je bilance zasklení kladná, tedy zisky oknem ze slunečního záření (pro lokalitu Chrudim) jsou větší, než ztráty. Na grafu je znázorněná bilance zasklení podle měsíců. Z výsledků také vyplývá, že žádné z navržených oken při hodnocení vytápěcího období jako celku není ztrátové. Je to z důvodu navržených parametrů okna se speciálními skly Planiterm LUX (4:/18/4/18:/4 Ar 90%) s hodnotou solárního faktoru  $g=0,62$  a celkovým součinitelem prostupu tepla okna  $U_w=0,77 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ . (pro charakteristický rozměr okna).



Obr. 27: MAKROWIN CLASIC, zdroj: [www.makrowin.cz](http://www.makrowin.cz)

		Parapet	Nadpražie	Ostenie	
Šírka rámu	b <sub>f</sub>	119	119	119	mm
Súčiniteľ prechodu tepla rámu	U <sub>f</sub>	1,061	1,044	1,044	W/(m <sup>2</sup> .K)
Lineárny súčiniteľ prechodu tepla zasklením	ψ <sub>g</sub>	0,030	0,030	0,030	W/(m.K)
Súčiniteľ prechodu tepla rámu	U <sub>f</sub>	1,05			W/(m <sup>2</sup> .K)
Súčiniteľ prechodu tepla zasklenia	U <sub>g</sub>	0,53			W/(m <sup>2</sup> .K)
Súčiniteľ prechodu tepla okna	U <sub>w</sub>	0,77			W/(m <sup>2</sup> .K)



Obr. 28: Vlastnosti okna MAKROWIN CLASIC, zdroj: [www.makrowin.cz](http://www.makrowin.cz)



## 9. Akustické parametry stavby

### 9.1. Vzduchová neprůzvučnost

#### 9.1.1. Strop

- **Skladba:**

- POCHOZÍ VRSTVA TL. 15 mm
- 2 x OSB DESKA SUPERFINISH O CELKOVÉ TL. 30 mm
- AKUSTICKÁ IZOLACE STEPROCK HD TL. 20 mm
- DŘEVOTŘÍSKOVÁ PODLAHA KONTEJNERU TL. 25 mm
- VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 200 mm
- OCELOVÝ PROFILOVANÝ PLECH, STROP KONTEJNERU, TL. 3 mm
- INSTALAČNÍ VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 200 mm (V PŘÍPADĚ VEDENÍ INSTALACÍ)
- AKUSTICKÁ IZOLACE, TL. 50 mm ZAVĚŠENÁ NA PROFILECH
- VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 17 mm
- AKUSTICKÁ DESKA, TL. 12,5 mm

- **Postup výpočtu**

Požadavek dle ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky  
Výpočet proveden dle metody Kaňka, Jan, Akustika stavebních objektů, 2009, 156 s., ISBN 978-80-7366-140-3

- **Výpočet**

Konstrukce stropu kontejneru bez úpravy (bez započítání nášlapné vrstvy a akustického podhledu)

- Dřevotříska:  $h = 25 \text{ mm}$ ;  $m' = 17,2 \text{ kg.m}^{-2}$
- Ocelový plech:  $h = 3 \text{ mm}$ ;  $m' = 23,4 \text{ kg.m}^{-2}$

$$R_{wKONTEJNERU} = \max(R_{w1}; R_{w2}) + K_m + K_d - K_f \quad (24)$$

$R_{w1} = 37 \text{ dB}$  – ocelový plech kontejneru tl. 3 mm; ohybově měkká konstrukce

$R_{w2} = 30 \text{ dB}$  – dřevotřísková deska kontejneru tl. 25 mm

(vážená neprůzvučnost jednotlivých konstrukcí v závislosti na materiálu)

$$R_{w1} - R_{w2} = 37 - 30 = 7 \quad \Rightarrow \quad K_m = 3,2 \text{ dB}$$

(zvýšení vzduchové neprůzvučnosti vlivem hmotnosti druhého materiálu)

$$K_d = 15 \text{ dB}$$

(zvýšení vzduchové neprůzvučnosti útlumem ve vzduchové mezeře)

$$K_f \quad \Rightarrow \quad f_r = 60 * \sqrt{\frac{1}{d} * \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}\right)} = 60 * \sqrt{\frac{1}{0,2} * \left(\frac{1}{17,2} + \frac{1}{23,4}\right)} = 42,61 \text{ Hz}$$

(25)

pro  $K_d = 15 \text{ dB}$  a  $f_r = 42,61 \text{ Hz}$  (pomocí interpolace)  $\Rightarrow$

$$K_f = 1,89 \text{ dB} = K_f = 1,9 \text{ dB}$$

(snížení vážené neprůzvučnosti vlivem rezonance)

$$R_{wKONTEJNERU} = \max(R_{w1}; R_{w2}) + K_m + K_d - K_f = \max(37; 30) + 3,2 + 15 - 1,9 \\ = 53,3 \text{ dB}$$

$$R_{wKONTEJNERU} = \underline{53 \text{ dB}}$$

$$R'_w = R_w - k_1 = 53 - 4 = \underline{49 \text{ dB}} \quad (26)$$

$$R'_w \geq R'_{w,N} = 49 \text{ dB} \geq 47 \text{ dB} \quad \Rightarrow \quad \text{VYHOVUJE}$$

$R_w$  ..... vážená laboratorní neprůzvučnost [dB], stanovená měřením v laboratoři

$k$  ..... korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

$R'_w$  ..... vážená stavební neprůzvučnost [dB]

$R'_{w,N}$  ..... požadovaná vážená stavební neprůzvučnost [dB]

Požadavek  $R'_{wp}$  pro strop = 47 dB

#### • Závěr

Výpočet vyhověl i bez započtení nášlapné vrstvy tvořené pochozí vrstvou tl. 15 mm, OSB deskou SUPERFINISH o tl. 30 mm a akustické izolace STEPROCK HD tl. 20 mm a bez akustického podhledu složeného z akustické izolace tl. 50 mm zavěšené na

profilech, vzduchové mezery tl 17 mm a akustické desky tl. 12,5 mm. Vzduchová neprůzvučnost stropní konstrukce při započtení zbylých vrstev by tak určitě přesáhla 50 dB. Pro přesnou hodnotu vzduchové neprůzvučnosti by bylo nutné laboratorní akustické měření. Požadavek  $R'_{wp}$  pro strop = 47 dB je splněn.

8. Dřevotřískové desky (690 kg/m <sup>3</sup> )										
h [mm]	6	8	10	13	16	19	22	25	30	
m' [kg/m <sup>2</sup> ]	4	6	7	9	11	13	15	17	21	
R <sub>v</sub> [dB]	23	25	26	27	28	29	29	30	30	

Tabulka 23: Hodnoty vážené neprůzvučnosti R<sub>v</sub> [dB] jednoduchých konstrukcí v závislosti na materiálu, tloušťce h [mm] a plošné hmotnosti m' [kg/m<sup>2</sup>] [33]

12. Ocelový plech (7 850 kg/m <sup>3</sup> )										
h [mm]	1	2	3	4	5					
m' [kg/m <sup>2</sup> ]	8	16	23	31	39					
R <sub>v</sub> [dB]	29	34	37	38	38					
konstrukce ohybově měkké ←					→ konstrukce ohybově tuhé					

Tabulka 23: Hodnoty vážené neprůzvučnosti R<sub>v</sub> [dB] jednoduchých konstrukcí v závislosti na tloušťce h [mm] a plošné hmotnosti m' [kg/m<sup>2</sup>] [33] (dokónčení)

R <sub>w1</sub> - R <sub>w2</sub>	0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25
K <sub>e</sub> [dB]	5	5,5	5	4,6	4,2	3,8	3,5	2,9	2,3	1,9	1,4	0,8	0,5

Tabulka 24: Zvýšení K<sub>e</sub> [dB] vážené neprůzvučnosti vlivem tloušťky druhé dílčí stěny [33]

d [mm]	20	30	40	50	60	80	100	120
K <sub>e</sub> [dB]	0	2	3,5	4,5	5,5	6,5	7	7

K <sub>e</sub> [dB] (z tabulky 25)	Rezananční kmitočty f [Hz] – stanoví se dle vztahu (64)				
	31,5	40	50	63	80
0,0	-	-	-	-	-
2,5	-	-	-	-	1,0
5,0	-	-	-	0,9	2,0
7,5	-	-	0,8	1,8	3,0
10,0	-	0,5	1,5	2,7	4,0
12,5	0,1	1,0	2,3	3,6	5,0
15,0	0,5	1,5	3,0	4,5	6,0

Tab. 13: Hodnoty pro výpočet vzduchové neprůzvučnosti stropní konstrukce

## 9.1.2. Příčka

### • Skladba

Skladba příčky použité v konstrukci je systémově řešená jako dvojitá akustická příčka od firmy RIGIPS s obchodním názvem DURAGIPS 3.39.01 MA:

- SDK DESKA AKUSTICKÁ RIGIPS CLASROCK H TL. 12,5 mm
- SÁDROVLÁKNITÁ DESKA RIGIDUR TL. 12,5 mm
- VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 35 mm

- CW PROFIL 75/50 + AKUSTICKÁ IZOLACE TL. 80 mm
- SÁDROVLÁKNITÁ DESKA RIGIDUR TL. 12,5 mm
- SDK DESKA AKUSTICKÁ RIGIPS CLASROCK H TL. 12,5 mm

- **Postup výpočtu**

Požadavek dle ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky

- **Výpočet**

$R_w = 62 \text{ dB}$  (viz Obr. 29)

$$R'_w = R_w - k_1 = 60 - 6 = \underline{56 \text{ dB}} \quad (27)$$

$$R'_w \geq R'_{w,N} = 56 \text{ dB} \geq 42 \text{ dB} \quad \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

$R_w$  ..... vážená laboratorní neprůzvučnost [dB], stanovená měřením laboratoři

$k$  ..... korekce závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

$R'_w$  ..... vážená stavební neprůzvučnost [dB]

$R'_{w,N}$  ..... požadovaná vážená stavební neprůzvučnost [dB]

Požadavek  $R'_{w,N}$  pro příčku = 42 dB

- **Závěr**

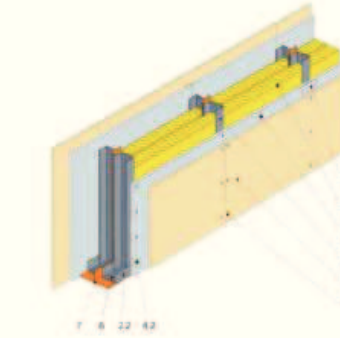
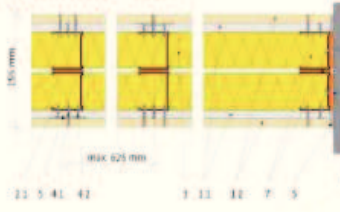
Výpočet systémové konstrukce od RIGIPS vyhověl i po započítání korekce.

Požadavek  $R'_{w,N}$  pro příčku = 42 dB je splněn.

## Akustické příčky Duragips

**Příčky opláštěné kombinací desek Rigidur a SDK – akustické**  
Dvojitá kovová konstrukce

**3.39.01 MA**  
Kód: SK 24H



<b>Požární odolnost</b>	EI 90
<b>Vzduchová neprůzvučnost</b>	$R_{w} = 62 - 63 \text{ dB}$
<b>Maximální výška stěny</b>	$H_{\text{max}} = 4\ 600 \text{ mm}$
<b>Hmotnost konstrukce</b>	$61 - 64 \text{ kg/m}^2$
<b>Tloušťka stěny</b>	155 mm

- Opláštění:** 1.1 Vnější vrstva – medra akustické s perforací desky Rigips  
1.2 Vnější vrstva – zářezová deska Rigidur (R)
- Konstrukce:** 2.1 Vnitřní profil R-CW 50  
2.2 Mederní profil R-LW 50
- Izolace:** 3. Minerální vlna (dle specifikace)
- Přípojení:** 4.1 Rychlozávit Rigidur  
4.2 Šrouby Rigips TN  
6. Kotvení do stěnových konstrukcí  
7. Napojovací těsnění
- Tmelení:** 8. Spáry 12,5 mm (v závislosti na technologii Rigips)

**3.39.01 MA**  
Kód: SK 24H

**Příčky opláštěné kombinací desek Rigidur a SDK – akustické**  
Dvojitá kovová konstrukce

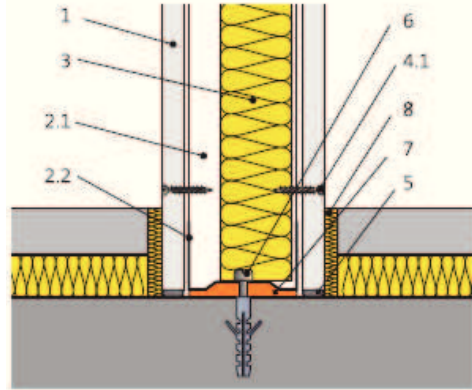
Podlaží podlahy	Opláštění a izolace	Truhlící příčky	Konstrukce (Rigidur / SDK)	Minerální izolace	Tloušťka konstrukce
0-90	Rigidur 12,5 / SDK 12,5	22	R-CW 50 / R-LW 50	40-40	49
0-90	Rigidur 12,5 / SDK 12,5	22	R-CW 50 / R-LW 50	40-40	49

Uvnitř	Uvnitř	R-CW (mm)	R-LW (mm)	Minerální izolace (mm)	Vzduchová neprůzvučnost $R_w$ (dB)	Výšková neprůzvučnost $R_{w, \text{vysoká}}$ (dB)	Maximální výška (m)	Hmotnost (kg/m <sup>2</sup> )
Rigidur 12,5 / SDK 12,5	22	50	50	40-40	62	63	4,6	61-64
Rigidur 12,5 / SDK 12,5	22	50	50	40-40	63	64	4,6	61-64

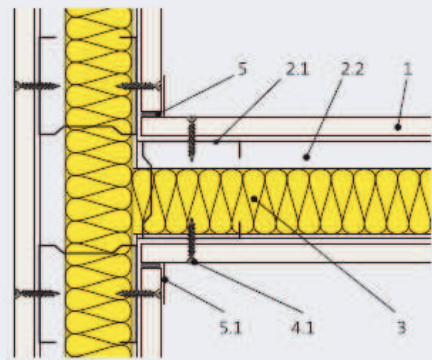
- 1. Akustická medra pro uvnitřní použití – bezbarvá
- 2. Rychlozávit Rigidur
- 3. Profil Rigidur s vnějšími zářezovými okraji R-CW
- 4. Rychlozávit SDK
- 5. Šrouby Rigips TN
- 6. Kotvení do stěnových konstrukcí
- 7. Napojovací těsnění
- 8. Spáry 12,5 mm (v závislosti na technologii Rigips)

- Vzor popisu položky**
- 3.39.02 MA (SK 24 H)  
Příčka Duragips (R 90) na keramické kámeně 24 R-LW 50, opláštěná z každé strany kombinací desek SDK (DF) 12,5 mm (z vnitřní strany) a Rigidur 12,5 mm (z vnější strany), s minerální izolací tloušťky 50x50 mm o objemové hmotnosti 15 kg/m<sup>3</sup> (např. Isover Placot)
  - 3.39.03 MA (SK 24 H)  
Příčka Duragips (R 90) na keramické kámeně 24 R-LW 50, opláštěná z každé strany kombinací desek MA (DF) 12,5 mm (z vnitřní strany) a Rigidur 12,5 mm (z vnější strany), s minerální izolací tloušťky 40x40 mm o objemové hmotnosti 40 kg/m<sup>3</sup> (např. Isover AK 19)

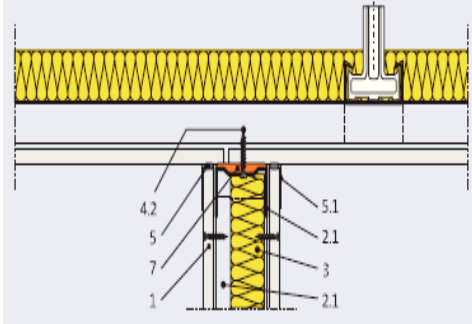
### Napojení příčky na hrubou podlahu



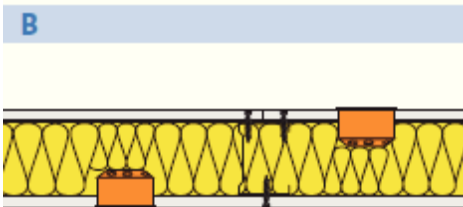
### Odbočení pomocí profilů R-CW s vynechaným opláštěním



### Napojení příčky na podhled s přerušným opláštěním



### Zabudování elektroinstalačních krabic



Obr. 29: DURAGIPS 3.39.01 MA

(zdroj [www.rigips.cz](http://www.rigips.cz))

### 9.1.3. Obvodová stěna

- **Skladba**

- - SDK DESKA AKUSTICKÁ RIGIPS CLASROCK H TL. 12,5 mm
- - SÁDROVLÁKNITÁ DESKA RIGIDUR TL. 12,5 mm
- - VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 22 mm
- - CW PROFIL 75/50 + AKUSTICKÁ IZOLACE TL. 60 mm
- - SÁDROVLÁKNITÁ DESKA RIGIDUR TL. 12,5 mm
- - SDK DESKA AKUSTICKÁ RIGIPS CLASROCK H TL. 12,5 mm
- - OCELOVÝ PLECH KONTEJNERU TL. 1,6 mm
- - STĚNOVÝ PANEL KINGSPAN KS1150 TF, TL. 200 mm S VNĚJŠÍ ÚPRAVOU  
Pozn.: Skladba konstrukce je složená z akustické systémové jednoduché konstrukce DURAGIPS 3.38.01 MA, dále ocelového plechu kontejneru a stěnového panelu KINGSPAN KS1150 TF tl. 200 mm.

- **Výpočet**

$$R_{w \text{ KINGSPAN}} = 29 \text{ dB (dle informací od výrobce)}$$

$$R_{w \text{ DURAGIPS}} = 60 \text{ dB (viz Obr. 30)}$$

$$R'_{w \text{ DURAGIPS}} = R_{w \text{ DURAGIPS}} - k_1 = 60 - 6 = \mathbf{54 \text{ dB}} \quad (28)$$

$R'_{w,N} = 30 \text{ dB}$  (Ekvivalentní hladina akustického tlaku v denní době 06:00–22:00 h ve vzdálenosti 2 m před fasádou  $LA_{eq,2m}$  pro obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách.)

$$\mathbf{R'_{w \text{ DURAGIPS}} \geq R'_{w,N} = 54 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB} \quad \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$$

**Přesnou hodnotu celé konstrukce výpočtem nelze přesně stanovit pro složitost konstrukce a nedostupnost výpočtových metod pro tento druh konstrukcí.**

- **Závěr**

Přesnou hodnotu celé konstrukce výpočtem nelze přesně stanovit pro složitost konstrukce a nedostupnost výpočtových metod pro tento druh konstrukcí. Z dostupných údajů je však zřejmé, že obvodová stěna vyhoví i bez započítání stěnového panelu KINGSPAN, protože na stavební vzduchovou neprůzvučnost vyhovuje již konstrukce DURAGIPS 03.38.01 MA. Pro přesnou hodnotu vzduchové neprůzvučnosti by bylo nutné laboratorní akustické měření.

### Příčky opláštěné kombinací desek Rigidur a SDK – akustické Jednoduchá kovová konstrukce

**3.38.01 MA**  
Kód: SK 14H

**Požární odolnost**  
EI 90

**Vzduchová neprůzvučnost**  
 $R_w = 60 \text{ dB}$

**Maximální výška stěny**  
 $H_{max} = 5 800 \text{ mm}$

**Hmotnost konstrukce**  
 $63 \text{ kg/m}^2$

**Tloušťka stěny**  
125 mm

**Opíštění**  
1.1 Vnější strana – vnější akustická sadba kombinací desek Rigidur  
1.2 Vnější strana – sadbová deska desky Rigidur (R)

**Konstrukce**  
2.1 Systém PROFIR-CW 75  
2.2 Vodotěsný pásník U-W 75

**Izolace**  
3. Akustická izolace dle specifikace

**Přípevnění**  
4.1 Rychlošrouby Rigidur  
4.2 Šrouby Rigidur TN  
6. Kombinace do obvodových konstrukcí  
7. Spojovací pásník

**Trmění**  
5. Spárovací materiál dle specifikace Rigidur

### 3.38.01 MA

Kód: SK 14H

**Požární odolnost**

**Vzduchová neprůzvučnost**

**Maximální výšky**

**Vzor popisu položky**

3.38.01 MA (SK 14 H)  
Příčka Duragips (D 90) na kování kovové R-CW 75, opíštění z každé strany kombinací desek SDK (D) 12,5 mm a Rigidur 12,5 mm (3 vrstvy) s tloušťkou izolace Rigidur 60 mm a objemové hmotností 15 kg/m<sup>3</sup> (např. Isother-Rigid)

Obr. 30: DURAGIPS 3.38.01 MA

## 9.2. Kročejová neprůzvučnost:

### 9.2.1. Strop

- **Skladba**

- - POCHOZÍ VRSTVA TL. 15 mm
- - 2 x OSB DESKA SUPERFINISH O CELKOVÉ TL. 30 mm
- - AKUSTICKÁ IZOLACE STEP ROCK HD TL. 20 mm
- - DŘEVOTŘÍSKOVÁ PODLAHA KONTEJNERU TL. 25 mm
- - VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 200 mm
- - OCELOVÝ PROFILOVANÝ PLECH, STROP KONTEJNERU, TL. 3 mm
- - INSTALAČNÍ VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 200 mm (V PŘÍPADĚ VEDENÍ INSTALACÍ)
- - AKUSTICKÁ IZOLACE, TL. 50 mm ZAVĚŠENÁ NA PROFILECH
- - VZDUCHOVÁ MEZERA TL. 17 mm
- - AKUSTICKÁ DESKA, TL. 12,5 mm

$$L'_{nw,N} = 63 \text{ dB}$$

$$L'_{nw} \leq L'_{nw,N} \quad (29)$$

**Hodnotu kročejové neprůzvučnosti nelze výpočtem přesně stanovit pro složitost konstrukce a nedostupnost výpočtových metod pro tento druh konstrukcí.**

- **Závěr**

**Hodnotu kročejové neprůzvučnosti nelze výpočtem přesně stanovit pro složitost konstrukce a nedostupnost výpočtových metod pro tento druh konstrukcí.**

Použitá konstrukce včetně vlastností je zobrazena níže v obr. 31 - 32.

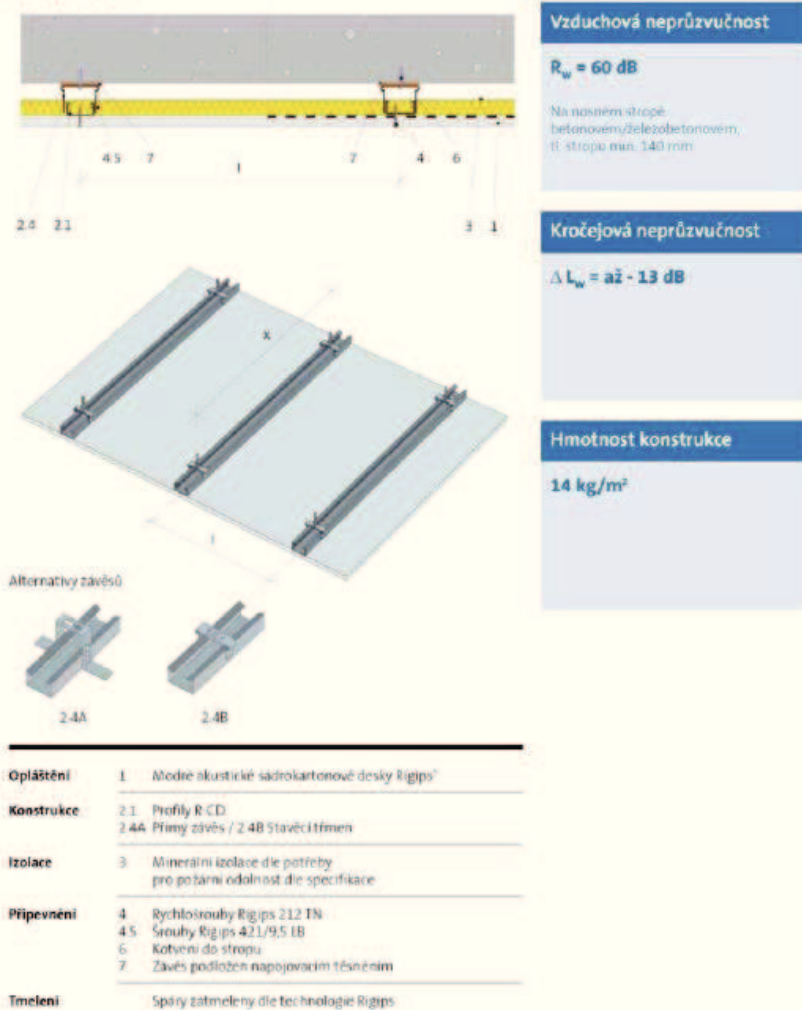
Byla použita systémová nášlapná akustická vrstva s obchodním názvem AKUFLOOR® 50 a akustický podhled RIGIPS 4.05.23 MA pro dosažení co nejlepšího výsledku v akustických parametrech. Vrstva AKUFLOOR® 50 zlepšuje konstrukci až o 24 dB, vrstva RIGIPS 4.05.23 MA až o 13 dB .



## Opláštění stropu přímo montované – akustické Profily R-CD

4.05.23 MA

Kód: PK 11



Obr. 31: Skladba akustického podhledu RIGIPS 4.05.23 MA

Druh podlahy	Název	ROCKWOOL (mm)	OSB (mm)	$\Delta L_w$ (dB)	$R_w$ (dB) <sup>1)</sup>	Přenos kročejového zvuku
<p>2x OSB SUPERFINISH® 1x Steprock HD</p>	AKUFLOOR 80	20	15+15	24	58	<p><math>R_w = 60 \text{ dB}</math></p>
	AKUFLOOR 86		18+18	25	59	
	AKUFLOOR 60	30	15+15	26	60	
	AKUFLOOR 66		18+18	26	60	
	AKUFLOOR 70	40	15+15	26	60	<p><math>\Delta L_w = 26 \text{ dB}</math></p>
	AKUFLOOR 76		18+18	27	60	
	AKUFLOOR 80	50	15+15	27	60	
	AKUFLOOR 86		18+18	28	60	

Obr. 32: Skladba akustické nášlapné vrstvy AKUFLOOR® 50

## 10. Technika prostředí staveb

### 10.1. Návrh nuceného větrání

#### 10.1.1. Úvod

Předmětem projektové dokumentace pro realizaci stavby je systém řízeného rovnotlakého větrání pro novostavbu RD. V objektu pro 4 osoby a vnitřním objemu vzduchu 404,8 m<sup>3</sup> jsou navrženy 2 odvětrávané koupelny a 1 kuchyň. Jedná se o novostavbu RD v Chrudimi na parcele č. 3217/4. Jedná se o dvoupatrový objekt. Objekt je prefabrikovaný z lodních kontejnerů.

#### 10.1.2. Systém řízeného větrání

- **Rozsah a účel navržených zařízení**

Do projektové dokumentace je zahrnut celý objekt - novostavba. Systém řízeného větrání vč. rekuperace odpadního tepla. (Systém vytápění – pomocí elektrických přímotopů, řešeno v samostatné části PD, není součástí této části)

- **Výchozí podklady**

- Zákon č. 258/2000 Sb. „Ochrana veřejného zdraví“
- Nař. vlády č. 361/2007 Sb. ve znění pozdějších změn a doplňků „Podmínky ochrany zdraví při práci“
- Vyhláška č. 6/2003 Sb. „Hygienické limity pro vnitřní prostředí obytných místností staveb“ Vyhláška č. 410/2005 Sb. ve znění pozdějších změn a doplňků „Hygienické požadavky na prostory a provoz zařízení provozoven pro výchovu a vzdělávání dětí a mladistvých“
- Nař. Vlády č. 272/2011 Sb. „O ochranu zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací“ ČSN 73 0872 „Požární bezpečnost staveb, ochrana proti šíření požáru VZT zařízení“ ČSN 73 0802 „Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty“
- ČSN 73 0532:2010 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách

a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků

- Zákon č. 458/2000 Sb. Energetický zákon včetně změn a doplňků Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií
  - Vyhláška č.193/2007 Sb. - kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu NV č.362/2005 Sb. Bezpečnost práce a technických zařízení při stavebních pracích
  - NV č. 591/2006 Sb. bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví na staveništi. ČSN 12 0000 „Vzduchotechnická zařízení – názvosloví“
  - ČSN 12 7010 „Navrhování vzduchotechnických a klimatizačních zařízení“
  - ČSN EN 13779 „Větrání nebytových budov – Základní požadavky na větrací klimatizačních zařízení: 2007/10
- **Základní výpočtové parametry objektu**

Jedná se o dvoupatrový objekt, s plochou střechou. Použitá je konstrukce z lodních kontejnerů konstrukce a montované vnitřní příčky. Obvodové stěny, podlahy a střecha budou opatřeny teplenou izolací. Teplené ztráty jsou stanoveny v jiné části dokumentace.

Užitná plocha objektu	<b>168,21 m<sup>2</sup></b>
Užitná plocha objektu -otápěná	<b>160,26 m<sup>2</sup></b>
Užitný prostor objektu	<b>404,80 m<sup>3</sup></b>
Počet trvale pobývajících osob	<b>4 osoby</b>
Předpokládaná vzduchotěsnost objektu n50 - maximální	<b>0,6 h<sup>-1</sup></b>
Teplená ztráta objektu	<b>2,19k W</b>
Nadmožská výška RD	<b>270,0 m.n.m.</b>
Výpočtová teplota exteriéru minimální	<b>-12°C</b>
Výpočtová teplota exteriéru maximální	<b>32°C</b>
Průměrná teplota v topném období	<b>4,1°C</b>
Počet topných dnů	<b>238</b>

*Tab. 14: Základní výpočtové parametry pro návrh větrání*

- **Dimenzování výkonu větrání**

Dimenzování výkonu řízeného větrání bylo provedeno na základě ČSN EN 15251 z1 a ČSN EN 15665, vyhlášky č. 343/2009 sb. dle jednotlivých zařizovacích předmětů. Hodnoty přívodu a odvodu pro jednotlivé místnosti jsou uvedeny ve výkresové dokumentaci a v Příloze č. 18.

Výpočtová teplota vzduchu v exteriéru	<b>-12°C</b>
Výpočtová teplota vzduchu v interiéru průměrná	<b>19,4°C</b>
Jmenovitý výkon odtahu a přívodu – navržený maximální (Dle ČSN 15251 a ČSN 15665)	<b>+/- 210 m<sup>3</sup>/h</b>
Výkon větrání - max. hodnota jednotky	<b>250 m<sup>3</sup>/h</b>
Výkon větrání - min. hodnota jednotky	<b>100 m<sup>3</sup>/h</b>
Jmenovitá účinnost zpětného zisku tepla	<b>84,7%</b>

Tab. 15: Základní výpočtové parametry jednotky pro návrh větrání

Požadavky na výkon větrání			Intenzita větrání dle obsazenosti místnosti		Dle osob		Odvod pro kuchyň		Odvod pro koupelnu	
			[h <sup>-1</sup> ]		[m <sup>3</sup> /hod]		[m <sup>3</sup> /hod]		[m <sup>3</sup> /hod]	
			norma	navrhovaný objekt dle požadavku normy	norma	navrhovaný objekt dle požadavku normy	norma	navrhovaný objekt dle požadavku normy	norma	navrhovaný objekt dle požadavku normy
ČSN EN 15665	minimální		0,3	121	15	60	100	100	50	100
ČSN EN 15251	obvykle používané hodnoty		0,5	203	25	100	72	72	54	108
Max hodnota			203		100		Σ 200			

Pozn: Navrhovaný objekt o vnitřním objemu prostoru 404,8 m<sup>3</sup> pro 4 osoby, 1 x kuchyň a 2 x koupelna

Tab. 16: Porovnání nuceného větrání dle norem

### 10.1.3. Popis instalovaných zařízení

- **Všeobecný popis systému větrání**

Větrání objektu je navrženo jako nucené rovnotlaké se zpětným ziskem tepla. Množství přivedeného vzduchu se rovná množství odvedenému. Vzduchotechnickým systémem se zabezpečuje přístup čerstvého vzduchu do všech místností s trvalým pobytem osob, tj. pracovna, obývací pokoj, ložnice a dva pokoje. Ústí odtahových potrubí jsou pak umístěny v místech se vznikem znečištění a pachů, tj. kuchyň a dvě koupelny.

- **Rekuperační jednotka**

Celý objekt bude větrán rekuperační jednotkou DUPLEX 250 EASY se zpětným získáváním tepla. Jedná se o parapetní jednotku. Umístění jednotky dle výkresové dokumentace v prostoru technické místnosti 102. Jednotka bude postavena na podlahovou konstrukci technické místnosti přes silent- bloky, tak aby nedocházelo k přenosu vibrací do stavební konstrukce (dodávka montáží systému). Při instalaci nutno dodržet minimální odstupovou vzdálenost. Jednotka bude používána na řízené větrání. Prostor technické místnosti bude temperován na min. teplotu 10°C. Jednotka má účinnost 94,7 %, pro výpočty je ovšem uvažováno se snížením o 10 procentních bodů, tedy na 84,7%. Optimální výkon jednotky je 250 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>. Základní navržený průtok vzduchu je 210 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup> a tlaková ztráta 169 Pa. Tímto je dosaženo výhodného pracovního bodu hluboko pod limitní křivkou výkonové charakteristiky a tím tak vysoké účinnosti rekuperační jednotky. Jednotka je o rozměrech 850 x 660 mm.

Jednotka obsahuje AC ventilátory, které mají konstantní průtok vzduchu. Ovládací prvek CPA umožňuje tři stupně výměny vzduchu. Režim neobsazeno, standart a party režim. Připojovací hrdla jsou průměru 160 mm. Ve spodní části jednotky je hrdlo průměru 16 mm na odvod kondenzátu. Ten je nutné napojit na vnitřní kanalizační rozvod nejlépe pomocí sifonu. V zařízení možnost využít by - passu při větrání vzduchu bez použití výměníku v letním období. Na přívodu a odvodu vzduchu je filtrace G4. Jejich výměna se doporučuje minimálně 1 x ročně, optimálně však 2 x ročně. Na přívodním potrubí je umístěn předehříváč přívodního vzduchu EPO - PTC 160/0,4 o výkonu 0,4 kW. Díky němu v chladných měsících nedochází k zamrznutí výměníku a tím je zaručen plynulý chod jednotky v zimním období. Tento předehřev je také z důvodů silnější větrné oblasti. Návrhová teplota na vstupu do předehříváče je -12 °C. Předehřev je nastaven na -10°C. Tato teplota se ovšem během otopného období vyskytuje minimálně.

Teplota přiváděného vzduchu do místností je spočítána podle venkovní a vnitřní teploty a podle účinnosti rekuperace. Nejnižší možná přiváděná venkovní teplota do jednotky je tedy  $\theta_e = -10^\circ\text{C}$  (při nižších teplotách se automaticky spíná předehřev vzduchu), vnitřní průměrná návrhová teplota  $\theta_i = 20^\circ\text{C}$  a účinnost systému rekuperace  $\eta = 84,7\%$  (výrobce udávaná účinnost výměníku je 94,7 %, ale pro výpočet se uvažuje se

zhoršenou hodnotou účinnosti, viz výše). Teplota přiváděného vzduchu do místnosti je vypočítána dle vztahu:

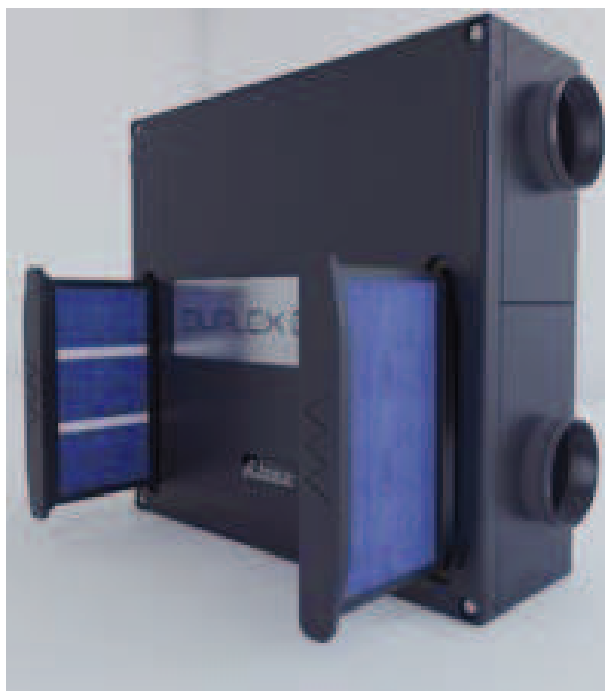
$$\theta_e + (\theta_i - \theta_e) * \eta = -10 + (20 - (-10)) * 0,847 = 15,5 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (29)$$

Na přívodním potrubí vzduchu je umístěn ohřívač přívodního vzduchu EPO - PTC 160/0,4 o výkonu 0,4 kW. Ten zajišťuje dohřev vzduchu v zimním období na hodnotu 20°C . Jak výše bylo uvedeno, nejmenší teplota vstupující do potrubí před ohřívačem je 15,5°C. Hygienická minimální hodnota teploty vstupující do místnosti pro pasivní domy je 18°C. Tento požadavek je splněn.

Jednotka bude ovládána na základě čidel CO2 čidla umístěného na odtahovém potrubí před zaústěním do jednotky, které bude snímat tuto hodnotu a vytvoří tak průměr ze všech odváděných hodnot. Odvod vzduchu bude napojen na vypínače světel v koupelnách.

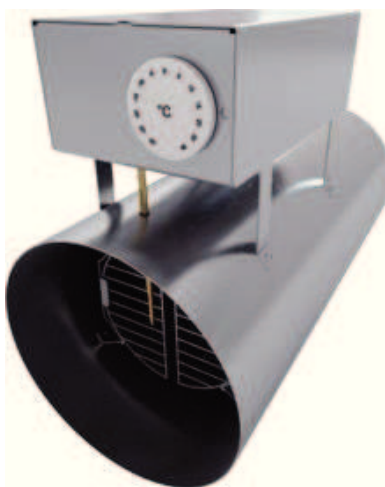
Maximální množství větraného vzduchu	250 m <sup>3</sup> /h
Nárazový provoz - koupelny	250 m <sup>3</sup> /h
Nárazový provoz - kuchyň	250 m <sup>3</sup> /h
Provoz s čidlem CO2 dolní hranice	3 V// 100m <sup>3</sup> /h
Provoz s čidlem CO2 horní hranice	10 V// 250m <sup>3</sup> /h
Trvalý provoz větrání	max. 210 m <sup>3</sup> /h

Tab. 17: Základní výkonové parametry systému řízeného větrání budou nastaveny následovně



*Obr. 33: Jednotka ATREA DUPLEX EASY 250*

*(zdroj: [www.atrea.cz](http://www.atrea.cz))*



*Obr. 34: Předehřev a dohřev vzduchu pomocí EPO - PTC 160/0,4 o výkonu 0,4 kW*

*(zdroj: [www.atrea.cz](http://www.atrea.cz))*

- **Rozvody**

Celý systém je navržen z pozinkových, SPIRO/hladkých trub spojovaných pomocí pevných tvarovek kruhového potrubí o průměru 80 – 160 mm, viz Výkres č. 9-11. Do obytných místností bude po výstupu z jednotky pokračovat prostorem neobytných místností, tj. zádveří, hala, koupelna v podhledu. SPIRO potrubí bylo zvoleno pro jednodušší čištění, minimální zanášení prachem a nečistotami, menší tlakové ztráty a

jeho pevnost. Nevýhodou je naopak větší cena. Rozvod bude kotven k obvodovým konstrukcím a stropu pomocí Al pásků, dělených objímek s gumovou výstelkou. Max odstupy kotvicích bodů budou pro 100 a 125mm – 1m, 160 – 200mm – 1,5m. Tepelné izolace budou použity v podobě izolačních pásů, nebo minerálních rohoží Al povrchovou úpravou (např. ML3), nebo samolepící izolace. Veškeré rozvody v prostoru technické místnosti budou provedeny z rozvodu s tepelnou kaučukovou izolací tl. 50mm.



*Obr. 35: Ukázka rozvodu SPIRO potrubí  
(zdroj: [www.acword.cz](http://www.acword.cz))*

#### ○ **Venkovní a odpadní vzduch**

Sání čerstvého vzduchu je provedeno přes obvodovou stěnu, kde je umístěna tvarovka s protidešťovou žaluzií. V této tvarovce (WHG KIT přívodní prvek s tlumičem hluku) je umístěna uzavírací klapka se servopohonem přístupná pro případný servis po sundání venkovní žaluzie. V trase bude dále osazen elektrický předehříváč EPO - PTC 160/0,4, který bude zajišťovat proti mrazové ochraně VZT zařízení. Předehřev bude spouštěn automaticky dle regulačního modulu VZT, nastavená teplota je  $-10^{\circ}\text{C}$ . Na vstupu do VZT zařízení bude vzduch filtrován tkaninovým filtrem třídy min G4. Trasa výfuku odpadního vzduchu je vedena viditelně v technické místnosti k obvodové stěně s výfukovou tvarovkou, kde je vzduch odveden mimo objekt. Trasy přívodu a výfuku uvnitř objektu jsou provedeny



s rozvodem izolovaným tl. izolace min. 50 mm –provedení s kaučukovou izolací. Osová vzdálenost výfuku a sání musí být min 1000mm.



Obr. 36: Ukázka instalace přívodního prvku na stěně tl. 100 mm  
(zdroj: [www.elektrodesign.cz](http://www.elektrodesign.cz))

#### ○ Čerstvý a odváděný vzduch

Rozvod čerstvého vzduchu je kompletně ze SPIRO kruhového potrubí. Do obytných místností bude po výstupu z jednotky pokračovat prostorem neobytných místností, tj. zádveří, hala, koupelna v podhledu. V trase bude dále osazen elektrický ohřívač EPO - PTC 160/0,4, který bude zajišťovat případný dohřev na hygienickou minimální teplotu 18°C (popřípadě dle požadavku uživatele 20°C a více), který bude spouštěn automaticky dle regulačního modulu VZT. V této trase je také potrubí osazeno tlumičem hluku proti rozvodu hluku do obytných místností. V místnosti 102, tedy technické místnosti bude (za instalační předstěnou) systém rozdělen: 1. A 2NP a samostatný přívod do 1. PP. Přívod pro 1. NP a 2. NP bude veden v podhledu a do obytných prostor rozváděn dle výkresu. Toto vedení bude uloženo ve vrstvě izolace (akustický podhled) dle typového řezu, přívod do prostoru 1.NP bude zakončen DF-48-3 Al s dlouhým dosahem. SDK podhled opatřen revizním otvorem.

Odtahové potrubí je opatřeno tlumičem hluku z důvodu eliminace šíření hluku do obytných místností. Odpadní vzduch je odváděn z koupelen, toalet, kuchyně. Provedení rozvodu je kompletně z kruhového rozvodu, vedeném v SDK podhledu/zákrytu. V prostoru kuchyně bude osazena cirkulační digestoř (osazena

filtrem mechanickým i uhlíkovým), sání do VZT bude provedeno v její blízkosti. V prostoru koupelny bude proveden jeden odťah na celý prostor.

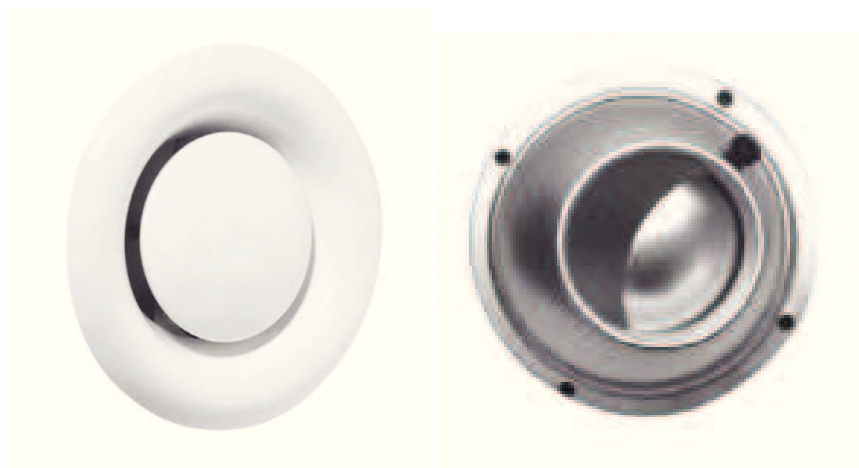
Odtahové větve VZT z jednotlivých odsávaných místností se před vstupem do VZT jednotky spojí. Na vstupu do VZT je osazen vzduchový filtr – min třída G4. Odváděný vzduch předá teplo v rekuperačním výměníku vzduchu přiváděnému a dále pokračuje potrubím k výfukovému prvku přes stěnu. Po instalaci VZT rozvodů budou provedeny podhledy a zákryt ze sádkartonu.



*Obr. 37: Tlumič hluku MAA 160/600,  
(zdroj: [www.elektrodesign.cz](http://www.elektrodesign.cz))*

- **Distribuční elementy**

Pro přívod čerstvého větraného vzduchu z rekuperační jednotky do obytných místností je použita dýza DF-48-3 Al s dlouhým dosahem. Pro odťah z koupelny a kuchyně je použit talířový ventil kovový KO 100 – 125. V prostoru kuchyně bude osazena cirkulační digestoř (osazena filtrem mechanickým i uhlíkovým), sání do VZT bude provedeno v její blízkosti.



*Obr. 38.: Ukázka KO odtahového talířového ventilu a dýzy  
(zdroj: [www.elektrodesign.cz](http://www.elektrodesign.cz))*

- **Všeobecný popis systému regulace řízeného větrání a VZT**

Navržený typ jednotky DUPLEX EASY 250 obsahuje digitální regulační modul pro plně programovatelné ovládání jednotky pomocí ovladače, nebo nadřazeného systému regulace.

- regulátorem řady CPA
- pomocí nadřazeného řídicího systému
- centrálním řídicím signálem 0-10V
- řídicím signálem 0-10V – např. výstup z čidla kvality vzduchu nebo potrubní čidlo koncentrace CO<sub>2</sub>
- Přívodem externího spínacího napětí od vypínače nebo spínače v koupelnách, WC a kuchyních. Regulace umožňuje nastavení rozdílného výkonu větrání a odkladu startu větrání pro každý vstup samostatně.

Digitální regulační modul ve spojení s regulátorem CP/PC zajišťuje následující funkce:

- volbu provozního režimu (vypnutí systému, ruční režim, automatický režim a režim nastavení)
- nastavení automatického týdenního programu
- nastavování parametrů víceúčelovým tlačítkem
- plynulé řízení výkonu obou ventilátorů
- automatické ovládání klapky by-passu (obtok přiváděného vzduchu)
- signalizaci poruchových stavů
- automatické upozornění na výměnu filtru
- ochranu proti namrzání výměníku
- přepnutí na nastavený výkon při sepnutí externího signálu (WC, koupelna, kuchyně) s doběhem
- komunikaci s nadřazeným řídicím systémem nebo čidlem kvality vzduchu - vše s výstupem 0-10V
- řízení servopohonů na zónových klapkách v tvarovkách VZT rozvodů
- řízení teploty přiváděného vzduchu před rekuperací – el. předehříváč EPO-V

Na odtahovém potrubí před zaústěním do jednotky potrubí je navrženo čidlo CO<sub>2</sub>, s výstupem 0-10V, pro řízení výkonu jednotky. Od dosažení koncentrace 1000 p.p.m

(cca 3 V) sepne větrání na výkon 210 m<sup>3</sup>/hod. Horní hranice bude nastavena na 10V= 250 m<sup>3</sup>/hod.



Obr. 39: regulace systému CPA  
(zdroj: [www.atrea.cz](http://www.atrea.cz))

#### 10.1.4. Ekonomické zhodnocení

Vstupní náklady na kompletní dodávku větracího systému se zpětným ziskem tepla jsou popsány níže. Cenová nabídka od společnosti ATREA vytvořená přesně na tento projekt:

- Jednotka ATREA DUPLEX EASY 250:	27 900 Kč
- Rozvody vzduchotechniky vč. distribučních elementů:	38 500 Kč
- Čidlo CO <sub>2</sub>	4 900 Kč
- 2 x EPO-PTC, 160/0,4kW (předhříváč a ohříváč)	9 600 Kč
<b>Cena za materiál celkem bez DPH</b>	<b>80 900 Kč bez DPH</b>
<b>Cena za materiál celkem vč DPH 21%</b>	<b>97 889 Kč vč. DPH</b>
- Montáž, zprovoznění a doprava: ceny	+ 28 % z konečné
<b>Cena za montáž, zprovoznění a dopravu celkem</b>	<b>22 652 Kč bez DPH</b>
<b>Cena za montáž, zprovoznění a dopravu celkem (15%)</b>	<b>26 050 Kč vč. DPH</b>
<b>Cena za kompletní dodávku celkem bez DPH</b>	<b>103 552 Kč bez DPH</b>
<b>Cena za materiál celkem vč DPH 21%</b>	<b>123 939 Kč vč. DPH</b>

### 10.1.5. Ochrana zdraví a ochrana proti hluku, vibracím

Při provozu navrženého systému řízeného větrání nevzniká vyšší hluková zátěž, než je hygienicky povoleno. Z důvodu dosažení maximálního útlumu je přívod i odvod vzduchu proveden v kombinaci z flexibilního zvukově tlumícího rozvodu a pevným tlumičem hluku 160/600 za jednotkou. Rovněž akustický výkon do exteriéru bude tlumen pomocí zvukově izolačního rozvodu.

Budou dodrženy mezní hlukové zátěže:

Chráněný prostor	Doba pobytu	1	2	
Obytné místnosti	7.00-21.00*		35	55
	6.00-22.00	40	25	—
	22.00-6.00	30		—

1) Platí pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu. Dále platí pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu. Za hluk ze zdrojů uvnitř objektu, s výjimkou hluku ze stavební činnosti, se pokládá i hluk ze zdrojů umístěných mimo tento objekt, který do tohoto objektu proniká jiným způsobem než vzduchem, zejména konstrukcemi nebo podlahám.

2) Platí pro hluk s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, a hluku s výrazně informačním charakterem. 3) Platí pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu

Jako ochrana před šířením vibrací z točivých součástí VZT jednotky bude celé zařízení osazeno na gumové „SILENT“ bloky.

### 10.1.6. Protipožární opatření

Celý systém je instalován v objektu, který je řešen jako jeden požární úsek. Požárně technického řešení stavby není součástí této PD. Při instalaci a provádění systému bude respektována ČSN 73 0872, 730810, 730802.

### 10.1.7. Požadavky na ostatní profese

Tato PD neslouží jako náhrada PD jednotlivých profesí – silnoproud, slaboproud, ZTI.

#### o Elektroinstalace - MaR

Elektroinstalace bude provedena dle patřičných vyhlášek a předpisů. Požadavky na

propojení od modulu regulace ke koncovým místům je specifikováno ve výkresové dokumentaci a v technické specifikaci zařízení. Jako podklad slouží technická specifikace jednotky VZT viz Příloha č. 18 a podklad Stavební připravenost elektro fa. ATREA. Ucelený přehled je uveden ve výkresové dokumentaci.

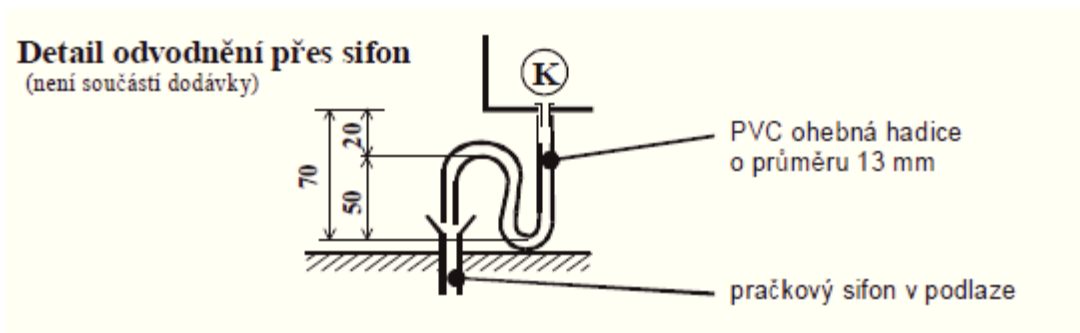
Větrací jednotka smí být připojena pouze do pevného rozvodu, který je pravidelně kontrolován dle normy ČSN 331500 "Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení". Jednotka smí být provozována v rozsahu teplot větracího vzduchu do +50°C při max. relativní vlhkosti vzduchu do 80 % v prostředí základním, bez nebezpečí požáru nebo výbuchu hořlavých plynů a par. S min teplotou +8°C VZT jednotka přívod - 230 V (samostatně jištěná v domovním rozvaděči – jistič 10A/ char. C). Potrubní el. ohřívač EPO-V -230V/50Hz (samostatně jištěná v domovním rozvaděči)

- **Zdravotechnika**

Není předmětem této PD

- **Kanalizace**

Zařízení musí být připojeno na odvod kondenzátu dle pokynů výrobce. Výstup kondenzátu z bočního pláště jednotky – dveře, bude připojen na straně výstupu odpadního vzduchu z jednotky i2. Součástí balení jednotky je ohebná hadice Ø16mm, která se napojí na přímý výstup z jednotky. Kondenzát bude zaústěn do připraveného kanalizačního svodu DN70. Poloha sifonu bude co nejbližší jednotce.



Obr. 40: Odvodnění kondenzátu jednotky ATREA  
(zdroj: [www.atrea.cz](http://www.atrea.cz))

- **Stavební část**

Při instalaci systému VZT a ÚT budou provedeny pouze nejnútnejší stavební úpravy

a to zejména prostupy obvodovými, vnitřními konstrukcemi. Prostupy budou provedeny pomocí stavení, ruční mechanizace. Poloha jednotlivých prostupů je uvedena ve výkresové části. Dodatečné úpravy a provedení jednotlivých stavebních úprav bude schvalovat a upřesňovat dodavatel stavební části. Stavební úpravy budou provedeny před započítáním prací na VZT systému.

#### **10.1.8. Ochrana životního prostředí**

Veškerá použitá zařízení neovlivňují negativním způsobem životní prostředí. Rovněž vlastní užívání a údržba zařízení a případné havárie nemají negativní vliv na životní prostředí. Při navrhování jednotlivých komponent bylo postupováno v souladu s principem BAT.

#### **10.1.9. Bezpečnost práce**

Technická zařízení pro výstavbu a následný provoz budou zajištěna proti možnému poškození a užití nepovolnou osobou odpovídajícím způsobem. Bezpečnost práce bude zajištěna technickými a organizačními opatřeními. Při provádění montáží je nutno dodržovat příslušné bezpečnostní předpisy. Bezpečnost pracovníků, pracoviště a okolí bude zajištěno technickými a organizačními opatřeními. Technická opatření budou spočívat ve striktním používání osobních ochranných pracovních pomůcek, označení komunikačních prostor pro manipulaci zařízení, prostory s nebezpečím úrazu označit, organizační opatření budou spočívat v náležitém poučení pracovníků na možný výskyt nebezpečí úrazu. Zařízení může být uvedeno do provozu po provedení všech předepsaných zkoušek a revizí a v kompletním stavu dle rozsahu PD. Systém VZT nebude používán pro odsávání stavebních nečistot, nebo vysoušení stavby.

#### **10.1.10. Odpadové hospodářství**

S odpady vzniklými během montáže a demontáže technického zařízení nebo p i jeho provozu, bude nakládáno dle zákona č. 185/2001 Sb., ve znění zákona 154/2010. Po montáži zařízení budou demontované části odstraněny dle vyhlášky č.268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavbu a dle vyhlášky č. 381/2001 Sb. v pozdějším znění změny 374/2008 Sb., kterou se stanoví Katalogu odpadů. V průběhu stavby budou demontované části odstraňovány tak, aby v průběhu prací nedošlo k ohrožení bezpečnosti, života a zdraví osob, ke vzniku požáru, nebo nekontrolovanému porušení stability stavby nebo její části. Odpadový materiál musí být ze stavby odstraňován

neprodleně a nepřetržitě, tak aby nedošlo k narušení bezpečnosti a plynulosti provozu na pozemních komunikacích a nepoškozovalo se životní prostředí. [2]

Na stavby vzniknou následující druhy odpadu :

12 01 01 Piliny a třísky železných kovů  
 15 01 01 Papírové a lepenkové obaly  
 16 01 17 Železné kovy  
 17 01 01 Beton  
 17 01 02 Cihly  
 17 04 05 Železo a ocel  
 17 02 03 Plasty

#### 10.1.11. Práce, zkoušky, zprovoznění

Všechny práce spojené s instalací systému budou provedeny odbornou firmou se znalostí všech potřebných vyhlášek a zákonů. Po ukončení montážních prací bude systém řádně prohlédnut a případně pročištěn. Dále bude provedeno jako komplexní vyzkoušení. Zprovoznění zařízení může být provedeno pouze proškoleným servisním technikem, o zprovoznění bude sepsán protokol ve vyhotovení pro investora, zhotovitel a výrobce zařízení. Zkoušky budou provedeny dle ČSN 73 6760.

Zařízení smí být uvedeno do trvalého provozu pouze v kompletním stavu vč. souboru MaR. Zařízení nesmí být používáno při probíhajících stavebních pracích ani před jejich dokončením

#### 10.1.12. Instalované příkony elektro

VZT jednotka Duplex	Přívod/odvod a regulace – max. 140W	230 V, max. 1,4 A 230 V, max. 1,4 A	Jistič 1x 10A char. C
El. ohřívač	Max 2 x 400W	230V,50Hz	

#### 10.1.13. Závěr

Celý systém byl navržen tak, aby byl zajištěn bezpečný, tichý a hospodárný provoz. Projektová dokumentace je zhotovena jako prováděcí. Veškeré provedení této projektové dokumentace souhlasí s



danými normami:

Vyhláška č.6/2003 Sb.	Hygienické limity pro vnitřní prostředí obytných místností staveb
ČSN 73 0872	Ochrana budov proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením
ČSN EN 15 251	Dimenzování výkonu větrání (příloha B2)
Nař. vlády č.148/2006 Sb.	O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
Vyhláška č.324/1990 Sb.	O bezpečnosti práce a techn. zařízení při stavebních pracích
268/2009 Sb.	Vyhláška o technických požadavcích na stavby
Zákon č. 183/2006 Sb.	Stavební zákon

Technická zpráva je nedílnou součástí projektové dokumentace. Veškeré změny oproti projektové dokumentaci musí být konzultovány a následně schváleny projektantem.

## 10.2. Návrh vytápění

### 10.2.1. Úvod

Projekt řeší vytápění a přípravu teplé užitkové vody v prefabrikovaném pasivním rodinném domě z lodních kontejnerů. Jedná se o dvoupodlažní RD. Vzhledem k velmi nízkým tepelným ztrátám objektu (2,19 kW) je otopná soustava tvořena převážně elektrickými konvektory NOBO BALI E2E. Díky elektrickému vytápění je objekt napojen na nízký tarif D45d. V koupelně je řešeno podlahové topení pomocí elektrických rohoží, které využívají jak proud AC ze sítě, tak DC z FV panelů o výkonu 2kWp umístěných na střeše pergoly. Je však předpokládáno, že vzhledem k tepelným ztrátám objektu, tepelné obálce budovy a vnitřním a slunečním ziskům (které se do ztrát nezapočítávají) budou konvektory využívány cca po dobu 10 – 20 dnů v roce.

Ohřev TUV je řešen pomocí hybridního ohříváče LX ACDC/M+k 160 s objemem 160 l napojeného na FV panely umístěné na střeše pergoly. Akumulační ohříváče vody s kombinovaným ohřevem pomocí AC a DC proudu mohou být použity na ohřev vody jen pomocí AC proudu ze sítě nebo jen DC proudu z fotovoltaických panelů anebo současně, při různých kombinacích nastavení teplot pomocí dvou samostatných termostatů.

Tato soustava FV panelů není napojena na veřejnou elektrickou síť. Všechny zisky budou spotřebovány v rámci objektu a nebudou převáděny do sítě. Tím se tak zcela vyloučí byrokratické problémy s prodejem do veřejné sítě vzniklé od 1.1.2014.

- **Všeobecné údaje**

Název stavby: Novostavba – Prefabrikovaný kontejnerový dům v pasivním standardu

Místo stavby: Chrudim č.p. 3217/4

Část: Vytápění

Stupeň: stavební povolení / prováděcí dokumentace

- **Obsah projektu a podklady pro vypracování**

Obsahem projektu je návrh zařízení pro vytápění rodinného domu a ohřev TUV.

Podkladem pro zpracování projektu byly:

- stavební půdorysy a řezy objektu,
- výpočet tepelných ztrát objektu,
- konzultace s investorem
- níže uvedené předpisy a normy

- **Použité předpisy a obecné technické normy**

ČSN 06 0310 - Tepelné soustavy v budovách - Projektování a montáž

ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé

vody Navrhování a projektování

ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách - Zabezpečovací zařízení

ČSN EN 12831 - Tepelné soustavy v budovách - Výpočet tepelného výkonu

ČSN EN 12828 - Tepelné soustavy v budovách - Navrhování teplovodních tepelných soustav

- **Tepelná charakteristika**

Návrhová (výpočtová) venkovní teplota:	-12°C
Průměrná roční teplota venkovního vzduchu $T_{em}$	8,3°C
Průměrná vnitřní teplota v objektu $T_{i,m}$ :	19,4°C
Půdorysná plocha objektu A:	97,14 m <sup>2</sup>
Exponovaný obvod objektu P:	40,61 m
Obestavěný prostor vytápěných částí budovy V:	638,21 m <sup>3</sup>
Účinnost zpětného získávání tepla ze vzduchu:	84,7 %
Typ objektu:	rodinný
Tepelná ztráta objektu prostupem (dle programu Ztráty):	1,99 kW
Tepelná ztráta objektu větráním (dle programu Ztráty):	0,20 kW
Celková tepelná ztráta objektu:	2,19 kW

- **Přehled místností (Výstup z programu ZTRÁTY, Příloha č. 7)**

**ZÁVĚREČNÁ PŘEHLEDNÁ TABULKA VŠECH MÍSTNOSTÍ:**

 Návrhová (výpočtová) venkovní teplota  $T_e$  : -12.0 C

Označ. p./č.m.	Název místnosti	Teplota $T_i$	Vytápěná plocha $A_f[m^2]$	Objem vzduchu $V [m^3]$	Celk. ztráta $FiHL[W]$	% z celk. $FiHL$	Podíl $FiHL/(Ti-Te)$ $[W/K]$
1/ 101	Zádveří	15.0	6.1	10.6	66	3.0%	2.46
1/ 102	Technická m	10.0	8.0	12.1	-94	-4.3%	-4.29
1/ 103	Hala	18.0	8.9	16.4	-11	-0.5%	-0.35
1/ 104	Koupelna	24.0	7.6	13.9	208	9.5%	5.78
1/ 105	N - Spíž	10.0	4.5	6.4	-92	-4.2%	-4.17
1/ 106	Obývací pok	20.0	47.6	105.7	620	28.3%	19.37
1/ 107	Pracovna	20.0	18.6	37.2	229	10.5%	7.17
2/ 201	Hala	18.0	24.6	45.9	185	8.4%	6.17
2/ 202	Koupelna	24.0	9.6	15.7	270	12.3%	7.50
2/ 203	Pokoj 1	20.0	22.0	45.3	299	13.6%	9.34
2/ 204	Pokoj 2	20.0	20.5	44.1	228	10.4%	7.11
2/ 205	Ložnice	20.0	24.5	51.6	283	12.9%	8.84
Součet:			202.6	404.8	2191	100.0%	64.92

**10.2.2. Popis systému vytápění**

- **Potřeba tepla na ohřev TUV**

V rodinném domě je počítáno se 4 osobami. V objektu jsou 1 x dřez, 2 x umyvadlo, 1 x sprcha, 1 x vana, 1 x pračka a 1 x myčka

Stanovení spotřeby TV pro 4 osoby:

$$V_o = n_i * V_d = 4 * 0,036 = 0,144 \text{ m}^3 \quad (30)$$

$n_i$  = počet uživatel

Navrženo 36 l/os.den

Stanovení potřeby tepla

$$Q_t = c * V_o * (t_2 - t_1) = 1,163 * 0,144 * (55 - 10) = 7,54 \text{ kWh} \quad (31)$$

$c$  = měrná tepelná kapacita vody

$t_1$  = teplota studené vody

$t_2$  = teplota teplé vody

Teplu ztracené při ohřevu a distribuci TV:

$$Q_z = Q_t * z = 7,54 * 0,15 = 1,13 \text{ kWh}$$

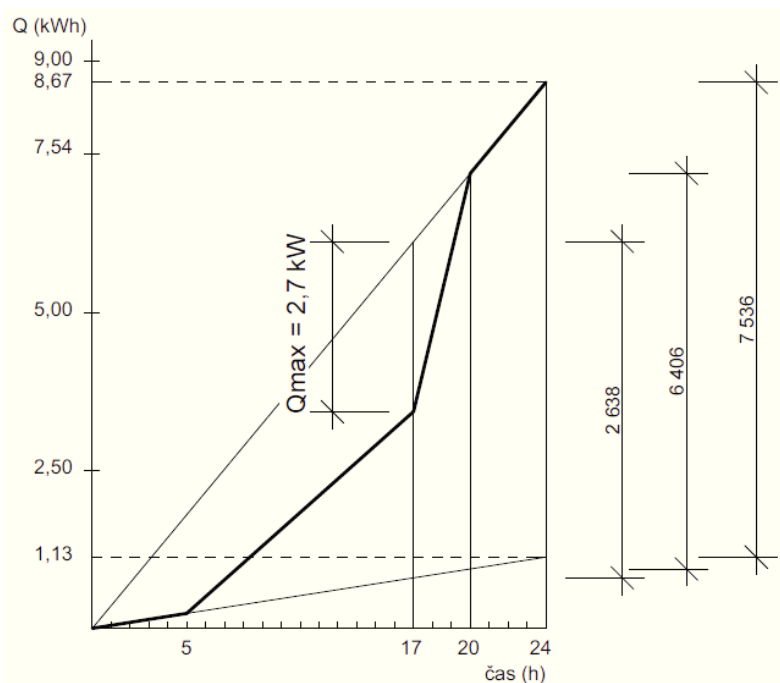
$z$  = poměrná ztráta tepla při ohřevu a distribuci TV

Potřeba tepla odebraného z ohřivače TV:

$$Q_p = Q_t + Q_z = 7,54 + 1,13 = 8,67 \text{ kWh} \quad (32)$$

Časová rozmezí během dne:

1. od 5 do 17 hod => 35 %  
 $Q_{t1} = 0,35 * 7,54 = 2,64 \text{ kWh}$
2. od 17 do 20 hod => 50 %  
 $Q_{t2} = 0,5 * 7,54 = 3,77 \text{ kWh}$
3. od 20 do 24 hod => 15%  
 $Q_{t3} = 0,15 * 7,54 = 1,13 \text{ kWh}$



Graf č. 3. Časová rozmezí dodávky teplé vody během dne

Stanovení objemu zásobníku:

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \cdot (t_2 - t_1)} = \frac{2,7}{1,163 \cdot 45} = 0,052 \text{ m}^3 \dots \text{ Minimální objem zásobníku musí být 52l}$$

**Návrh: fotovoltaický hybridní ohřivač LX ACDC/M+K 160 o objemu 160 l a denní spotřeba vody 40l/ osobu**

$Q_{\max}$ =největší možný rozdíl tepla mezi  $Q_1$  a  $Q_2$

$c$ =měrná tepelná kapacita vody

Navrhuji fotovoltaický ohřivač LX ACDC/M+k 160 od společnosti Logitex, který bude využívat stejnosměrného proudu vyrobeného ze sluneční energie a v případě jejího nedostatku střídavý proud ze sítě.

### 10.2.3. Zdroje tepla

Hlavním zdrojem energie je elektřina z veřejné sítě. Doplnkovým zdrojem je elektrická energie ze slunečního záření vyrobená osmi fotovoltaickými panely S - ENERGY SM 250PC8 o celkovém výkonu 2 KWp. Tato soustava FV panelů není napojena na veřejnou elektrickou síť. Všechny zisky budou spotřebovány v rámci objektu a nebudou převáděny do sítě. Tím se tak zcela vyloučí byrokratické problémy s prodejem do veřejné sítě.

- 1) 8 ks polykrystalických fotovoltaických kolektorů výrobce S - ENERGY SM 250PC8 o celkovém výkonu 2 KWp umístěných na střeše pergoly
  - 2) elektrické topné spirály o výkonu 2 kW v akumulární nádobě LX ACDC/M+K 160 o objemu 160 ltr.
  - 3) interiérový krb na biolih (vzhledem k malému výkonu se jedná o doplňkový zdroj neuvedený ve výkresu)
- **Hybridní ohřivač LX ACDC/M+K 160 firmy LOGITEX**

Zdroje budou zapojeny v otopné soustavě dle výkresu č. 11 "Vytápění 1.NP a 2.NP", které je součástí této dokumentace. Pomocí řídicích boxů LXDC/S a pokojového termostatu Fenix TFT se elektřina z FV panelů využívá k topení i pro ohřev TUV. Při tomto zapojení má přednost podlahové topení, které po nahřátí místnosti automaticky přesune elektřinu z panelů do hybridního zásobníku LX ACDC/M+K 160. Je nutné splnit napětí: 30V  $\pm$ 10% a proud 8,3A  $\pm$ 5% / 1 FV panel! Součástí systému je přepěťová ochrana U - F GUARD CZE+. Přebytky tepla od fotovoltaického zařízení v letním období jsou pomocí výměníku, který je součástí bazénové technologie, odváděny do bazénové vody.

Akumulační ohřivače vody s kombinovaným ohřevem pomocí AC a DC proudu mohou být použity na ohřev vody jen pomocí AC proudu ze sítě nebo jen DC proudu z fotovoltaických panelů anebo současně, při různých kombinacích nastavení teplot pomocí dvou samostatných termostatů. Všechny ohřivače řady M+K(W) jsou vybaveny trubkovým výměníkem, který jich umožňuje napojit na externí zdroje tepla (pece, krby, plynové kotle a pod.). Ohřivače vody LX ACDC/M+K(W) A,B,C jsou hlavně určeny pro využití obou zdrojů elektrické energie. Stabilní zdroj AC proudu ze sítě permanentně ohřívá vodu na teplotu, kterou nastavíme pomocí termostatu T1. V praxi se doporučuje teplota okolo 45 °C. Po dosažení přednastavené teploty termostat T1 vypne přívod AC proudu. DC proud z fotovoltaických panelů dále ohřívá vodu na nastavenou teplotu na termostatu T2. V případě poklesu teploty vody (odběr vody) pod 45 °C a při slunečním svitu, ohřívají vodu oba dva zdroje velmi rychle a efektivně. V zimním období (od 1. 11. – 1. 3.) se doporučuje nastavit termostat T1 na vyšší teplotu s ohledem na slabší sluneční svit. Po zapojení ohřivače vody do elektrické sítě (230V AC) je ohřivač připraven na ohřev vody. I v případě ohřevu vody pouze DC proudu je potřebné připojit ohřivač do elektrické sítě (230V). Spotřeba elektrické energie ze sítě je při vypnutém termostatu T1 minimální a představuje hodnotu 0,0039 kW. Pro ohřev vody pomocí DC proudu z fotovoltaických panelů je potřebné nastavit požadovanou teplotu na termostatu T2. Při slunečním svitu začnou panely vyrábět proud, který ohřívá topnou spirálu ohřivače vody. Vypínání a zapínání topných spirál je regulováno termostaty.

Pro případné odpojení ohřivače je nutné na vstupy a výstupy užitkové vody namontovat šroubení  $J_s \frac{3}{4}$ . Ohřivač musí být pro provoz vybaven pojistným ventilem. Pojistný ventil se montuje na přívod studené vody označený modrým kroužkem. Každý tlakový ohřivač teplé užitkové vody musí být vybaven membránovým pružinou zatíženým pojistným ventilem. Pojistný ventil musí být dobře přístupný, co nejbližší ohřivače. Přívodní potrubí musí mít min. stejnou světlost jako pojistný ventil. Pojistný ventil se umísťuje tak vysoko, aby byl zajištěn odvod překapávající vody samospádem. Pro montáž se používají pojistné ventily s pevně nastaveným tlakem od výrobce. Spouštěcí tlak pojistného ventilu musí být shodný s max. povoleným tlakem ohřivače. V případě, že tlak ve vodovodním řádu přesahuje tuto hodnotu, je nutné do systému vřadit redukční ventil, jehož pracovní tlak by měl být nastaven na 80% spouštěcího tlaku pojistného ventilu. Mezi ohřivačem a pojistným ventilem nesmí být

zařazena žádná uzavírací armatura. Před každým uvedením pojistného ventilu do provozu je nutné vykonat jeho kontrolu. Kontrola se provádí ručním oddálením membrány od sedla, pootočením knoflíku odtrhovacího zařízení vždy ve směru šipky. Po pootočení musí knoflík zapadnout zpět do zářezu. Správná funkce odtrhovacího zařízení se projeví odtečením vody přes odpadovou trubku pojistného ventilu. V běžném provozu je nutné vykonat tuto kontrolu nejméně jednou za měsíc a po každém odstavení ohřívače z provozu delším než 5 dní. Z pojistného ventilu může odtokovou trubkou odkapávat voda, trubka musí být volně otevřena do atmosféry, umístěna souvisle dolů a musí být v prostředí bez výskytu teplot pod bodem mrazu.

Typ	LX ACDC/M+K 100 A,B,C	LX ACDC/M+K 125 A,B,C	LX ACDC/M+K 160 A,B,C	LX ACDC/M+K 200 A,B,C	LX ACDC/M + KW 200 A,B,C
Elektrický proud pro ohřev	AC+DC	AC+DC	AC+DC	AC+DC	AC+DC
Tepelné ztráty [kWh/24h]					
Objem [l]	95	120	147	195	195
Hmotnost [kg]	58	64	72	88	88
Výška x průměr [mm]	881 x 524	1046 x 524	1235 x 524	1287 x 584	1287 x 584
Příkon AC spirály [kWh]	2	2	2	2	2
Teplostěnná plocha výměníku [m <sup>2</sup> ]	1	1	1	1	1
Jmenovitý tepelný výkon výměníku při teplotě topné vody 80°C a průtoku 720l/h [kW]	24	24	24	24	24*

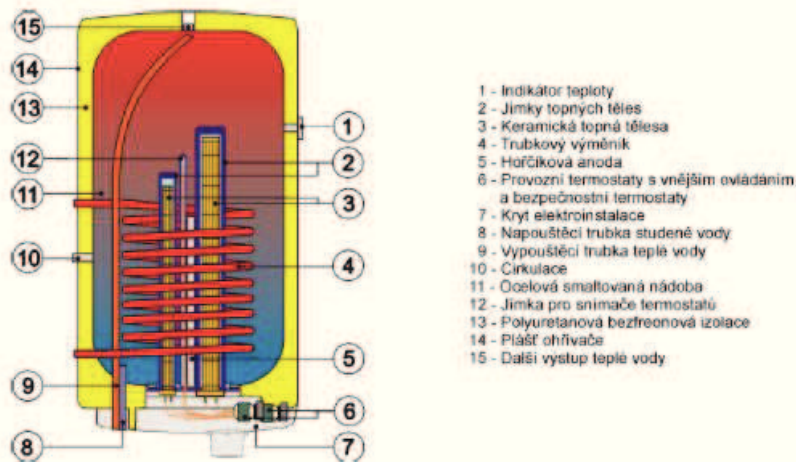
Tabulka 1

\*]Tato hodnota uvádí maximální výkon, který je výměník schopen přenést do vody v ohřívači – při zapojení výměníku na externí zdroj tepla. U modelu LX ACDC/M+KW 200 A,B,C při zapojení výměníku do systému podlahového topení výměník teplo z ohřívače odebírá. Výkon proto závisí na aktuálním množství tepla akumulovaném v ohřívači.

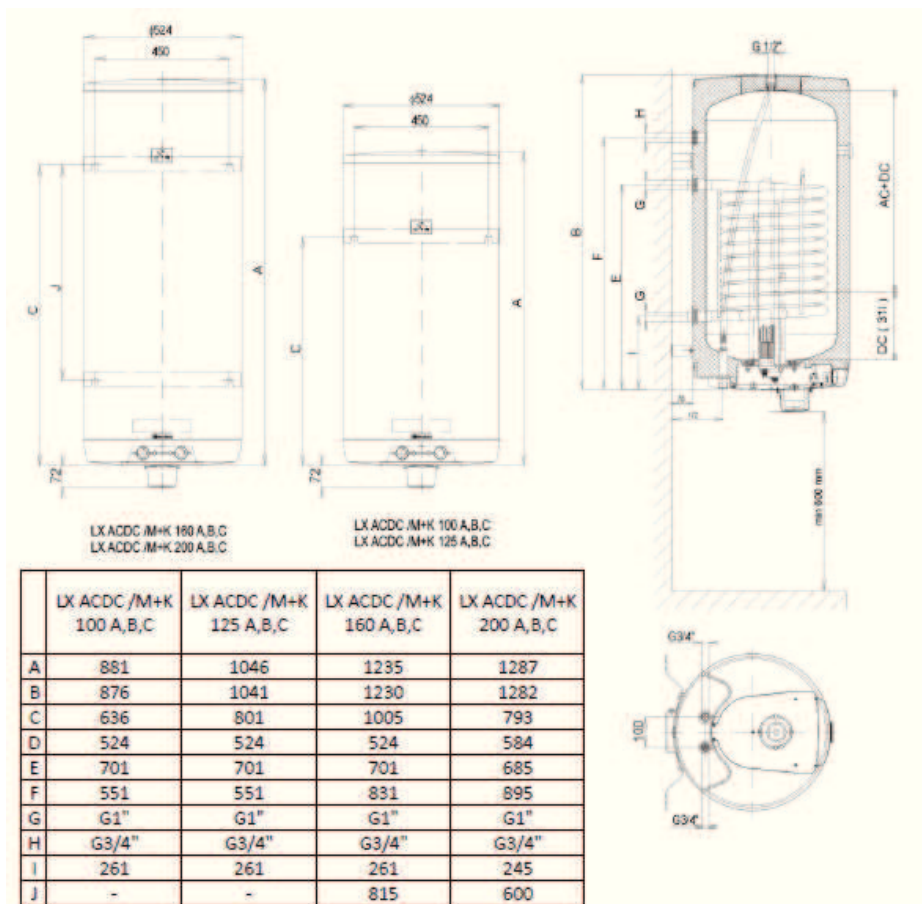
Obr. 41 : Vlastnosti LX ACDC/M+K 160  
(zdroj: <http://logitex.cz>)



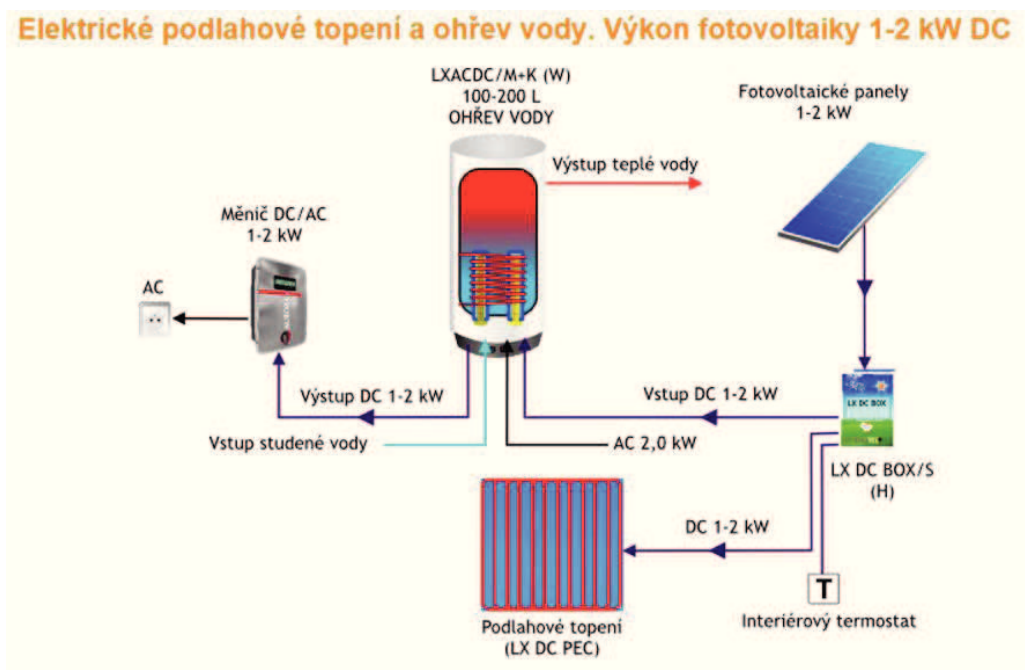
ŘEZ LX ACDC/M+K 100 A,B,C; LX ACDC/M+K 125 A,B,C;  
LX ACDC/M+K 160 A,B,C; LX ACDC/M+K 200 A,B,C



Obr. 42.: Řez LX ACDC/M+K 160  
(zdroj: <http://logitex.cz>)



Obr. 43: Rozměry LX ACDC/M+K 160  
(zdroj: <http://logitex.cz>)



Obr. 44: Schéma zdroje tepla  
(zdroj:<http://logitex.cz>)

#### 10.2.4. Otopná soustava

Otopné plochy v koupelnách jsou tvořeny podlahovým vytápěním. Zbylé vytápěné místnosti elektrickými konvektory NOBO BALI E2E. Rozvod teplé vody z hybridního ohříváče k zařízením (dřez, umyvadlo, atd.) je veden v předstěných a stropních podhledech. Potrubí je v celé své délce izolováno kaučukovou izolací ARMAFLEX (K-FLEX) tloušťky 40 mm.

Centrálním prvkem ohřevu TUV je hybridní akumulční zásobník LX ACDC/M+K 160 o objemu 160 ltr., který je "nabíjen" elektrickým stejnosměrným (DC) proudem ze slunečního záření vyrobeného osmi fotovoltaickými panely S-SENERGY SM 250PC8 o celkovém výkonu 2 kWp a elektrickou spirálou o výkonu 2 kW z veřejné elektrické sítě (AC). Díky elektrickému vytápění je objekt napojen na nízký tarif D45d.

- **Otopná tělesa**

Otopná tělesa jsou navržena dle tabulky ztrát místností. Osazení těles dle výkonu je ve výkrese Vytápění 1.NP a 2.NP. Přímotopné panely NOBO BALI E2E jsou výrobcem osazeny elektronickým termostatem. Budou také připojeny na centrální termostat Fenix TFT. Konvektory jsou v místnostech 203 - 205 umístěny nad dveřními otvory

ve výšce 2,1 m (spodní hrana konvektoru). V místnosti 106 a 107 jsou umístěny pod vzduchotechnickými výustkami, ve výšce 2,1 m spodní hrana konvektoru. v místnosti 201 je spodní hrana konvektoru ve výšce 0,2 m.

Je však předpokládáno, že vytápění vzhledem k tepelným ztrátám objektu, tepelné obálce budovy a vnitřním a slunečním ziskům (které se do ztrát nezapočítávají) budou konvektory využívány cca po dobu 10 – 20 dnů v roce.



TYP	E2E02 BALI 250
rozměry v/š/h ( mm )	200 x 475 (až 775) x 90
výkon	250W, 500W, 750W
třída krytí	IP 24

Obr. 45.: Konvektor NOBO BALI E2E

- **Instalace**

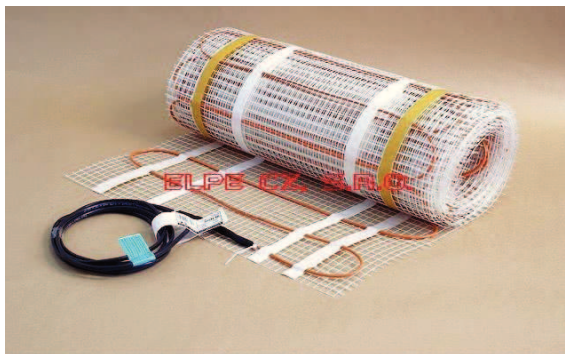
Kovový rám panelu přichytíte na stěnu pomocí hmoždinek a vrtů. Přímotopný panel NOBO BALI nesmí být překryt ničím, co by mohlo způsobit přehřátí panelu a tím způsobit následný požár. Panel je konstruován tak, aby při překrytí tepelná pojistka odpojila panel od napětí. Dodržujte vzdálenosti instalace panelu od nábytku, parapetů a podlahy. Připojení k el. napětí u přímotopného panelu NOBO BALI je standardně dodáváno kabelem s vidlicí do zásuvky umístěného vpravo. Panel instalujte tak, aby byla zásuvka vždy vedle panelu vpravo.

- **Podlahové vytápění**

Topná elektrická hliníková rohož aluMat 1LF80/3 je v koupelně umístěna ve dvou vrstvách pod sebou. 1. vrstva je napojena na střídavý proud (AC) v případě nedostatku slunečního záření. 2. vrstva je napojena na stejnosměrný proud (DC) z fotovoltaických panelů. Pomocí řídicích boxů LXDC/S a pokojového termostatu Fenix TFT se elektřina z FV panelů využívá k topení i pro ohřev TUV. Při tomto zapojení má přednost podlahové topení, které po nahřátí místnosti automaticky přesune elektřinu z panelů do hybridního zásobníku LX ACDC/M+K 160.

Topné rohože aluMat jsou určeny do podlah ve vlhkých prostorech. Topný prvek (speciální vodiče s dvojitou fluropolymerovou izolací a teplotní odolností 70°C) je umístěn mezi samolepící hliníkovou fólií vyztuženou PE tkaninou. Je nutné jednotlivé pásy vodičů propojit - hliníková fólie je připojena na ochranný vodič a plní funkci ochranné mříže. Topná rohož je provedena jako dvoužilová s jedním připojovacím vodičem délky 3 m. Tloušťka rohoží je 1,7 mm

V koupelně v 1. NP (104) je umístěna aluMat 1LF80/3 o rozměrech 0,5 x 6 m, celková plocha jsou 3 m<sup>2</sup> a výkon 240 W. V koupelně ve 2. NP (202) je umístěna aluMat 1LF80/3 o rozměrech 0,5 x 8 m, celková plocha jsou 4 m<sup>2</sup> a výkon 320 W.



Napájecí napětí:	230 V / 50 Hz
Krytí:	IP 67
Umístění:	pod plovoucí podlahy - nelze pod dlažbu
Příkon:	240 W
Druh kabelu/průměr/ochranné opletení:	dvoužilový / 1,7 mm / ano
Měrný výkon / délka studených konců:	80 W/m <sup>2</sup> / 1 x 3m
Šířka / délka / plocha:	0,5 m / 6 m / 3 m <sup>2</sup>

*Obr. 46: Topná rohož,  
(zdroj: [www.topna-rohoz.cz](http://www.topna-rohoz.cz))*

- **Instalace**

Před instalací proveďte náčrtek rozložení topné rohože dle půdorysu místnosti. Očistěte podlahu od nečistot. Položte kročejovou izolaci dle pokynu výrobce. Proveďte pokládku topné rohože dle návrhu rozložení. Po úpravě rohože musí být vždy topný vodič přilepen propojovací páskou, která zároveň vytváří vodivý spoj hliníkové fólie. Minimální odstup od stěn 50mm. V místech, kde není v půdoryse nainstalována rohož, je nutné plochu dorovnat vyrovnávací vrstvou (např. Mirelon tl. 2mm). Vytvořte

drážku v podkladu pro přívodní vodič (studený konec) rohože. Přívodní vodič se nesmí dotýkat ani křížit s topným kabelem. Vytvořte drážku v podkladu pro instalaci podlahového čidla. Drážka musí procházet mezi smyčkami topné rohože. Instalujte podlahové čidlo termostatu. Čidlo se klade do instalační trubice (“husího krku“), nesmí se křížit nebo dotýkat topného kabelu.

- **Solární zařízení**

Na střeše pergoly (100a) je použito 8 ks sériově zapojených polykrystalických panelů S - ENERGY SM 250PC8 o celkovém výkonu 2 kWp vedoucích do elektrorozvaděče s ochrannými prvky.

Orientace panelů je 0° odkloněn od jihu a horizontálně 23°C. Tato soustava FV panelů není napojena na veřejnou elektrickou síť. Všechny zisky budou spotřebovány v rámci objektu a nebudou převáděny do sítě. Tím se tak zcela vyloučí byrokratické problémy s prodejem do veřejné sítě vzniklé od 1.1.2014.



**S-ENERGY**  
High efficiency photovoltaic module using silicon nitride polycrystalline cells.

## SM-XXXPC8 Series

205 – 285Watt Photovoltaic Module

**Performance**

Rated power (Pmax)	205–285W
Power tolerance	0–3%
Nominal voltage	24V
Limited Warranty	30 years



CE TÜV PV CYCLE

### Electrical Characteristics

Model	285PC8	280PC8	250PC8	245PC8	240PC8	235PC8	215PC8	210PC8	205PC8
Voltage at Pmax (Vmp)	35.9V	35.9V	30.9V	30.4V	30.0V	29.6V	27.1V	26.7V	26.4V
Current at Pmax (Imp)	7.95A	7.84A	8.14A	8.08A	8.02A	7.89A	7.95A	7.89A	7.78A
Warranted minimum Pmax	285W	280W	250W	245W	240W	235W	215W	210W	205W
Short-circuit current (Isc)	8.56A	8.45A	8.67A	8.63A	8.58A	8.51A	8.56A	8.51A	8.29A
Open-circuit voltage (Voc)	44.5V	44.3V	37.5V	37.4V	37.2V	37.1V	33.4V	33.3V	33.1V
Temperature coefficient of Isc	0.04%/°C	0.04%/°C	0.04%/°C	0.04%/°C	0.04%/°C	0.04%/°C	0.04%/°C	0.04%/°C	0.04%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.32%/°C	-0.32%/°C	-0.32%/°C	-0.32%/°C	-0.32%/°C	-0.32%/°C	-0.32%/°C	-0.32%/°C	-0.32%/°C
Temperature coefficient of power	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C	-0.35%/°C
NOCT At 20°C sun 0.8W/m² Wind 1m/s	47±2°C	47±2°C	47±2°C	47±2°C	47±2°C	47±2°C	47±2°C	47±2°C	47±2°C
Maximum series fuse rating	15A	15A	15A	15A	15A	15A	15A	15A	15A
Maximum system voltage	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V	1000V
Module efficiency	14.37%	14.11%	15.03%	14.72%	14.42%	14.12%	14.30%	13.96%	13.63%
Dimensions (L x W x D)	1985mm x 999mm x 50mm		1665mm x 999mm x 50mm			1505mm x 999mm x 50mm			
Weight	23Kg		20Kg			19Kg			
Solar cells	72 cells (6 x 12 matrix)		60 cells (6 x 10 matrix)			54 cells (6 x 9 matrix)			

Obr. 47: Fotovoltaický panel S - ENERGY SM 250PC8,  
(zdroj: <http://www.frankensolar.cz/>)

### 10.2.5. Ekonomické zhodnocení

- **Bilance ohřevu TUV**

Jako zdroj tepla pro ohřev TUV byl zvolen fotovoltaický hybridní ohřivač LX ACDC/M+K 160 (popis systému výše) o objemu 160 l (denní spotřeba vody 40l/osobu). Tato soustava FV panelů není napojena na veřejnou elektrickou síť. Všechny zisky budou spotřebovány v rámci objektu a nebudou převáděny do sítě. Tím se tak zcela vyloučí byrokratické problémy s prodejem do veřejné sítě vzniklé od 1.1.2014.

V grafu níže je uvedena potřeba TUV za rok při uvažování 4 osob v objektu a potřebě 40 l/osobu/den a současně využití solárních zisků z FV panelů S - ENERGY SM 250PC8 o výkonu 2kWp orientovaných na jižní stranu ve sklonu 23°C v lokalitě Chrudim. Z výsledků vyplývá, že na ohřev TUV je potřeba 3515 kWh/rok. Z FV panelů je vyrobeno 2000 kWh/rok, což odpovídá 57% potřebné energie na ohřev TUV. Na ohřev TUV ze sítě je tedy potřeba 1515 kWh.

### PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Počet jednotek (osob, míst, lůžek, sprch ap.)  jednotek ???

Měrná spotřeba teplé vody na jednotku  l/jedn.den ???

Denní spotřeba teplé vody  $V_{TV,den}$   l/den ???

Snižená spotřeba tepla v letních měsících  Ano ???  
 Ne

Teplota studené vody  $t_{SV}$  (5 až 18 °C)  °C ???

Teplota teplé vody  $t_{TV}$  (19 až 95 °C)  °C ???

Přirážka na tepelné ztráty při přípravě teplé vody z:  ???

Zadat profil odběru teplé vody ???

	leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
$Q_{p,TV}$ [kWh/měs.]	299	270	299	269	299	269	299	299	269	299	269	299

### PARAMETRY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ - KŘIVKA ÚČINNOSTI JE VZTAŽENA K PLOŠE APERTURY

Optická účinnost  $\eta_0$  (0 až 1)  ???

Lineární součinitel tepelné ztráty kolektoru  $\alpha_1$   W/m<sup>2</sup> K ???

Kvadratický součinitel tepelné ztráty kolektoru  $\alpha_2$   W/m<sup>2</sup> K<sup>2</sup> ???

Počet kolektorů  ks ???

Plocha apertury solárního kolektoru  $A_{k1}$   m<sup>2</sup> ???

Celková plocha apertury kolektorů  m<sup>2</sup>

Střední denní teplota v solárních kolektorech  $t_{k,m}$   ???

Srážka z tepelných zisků kolektorů vlivem tep. ztrát  $p$   ???

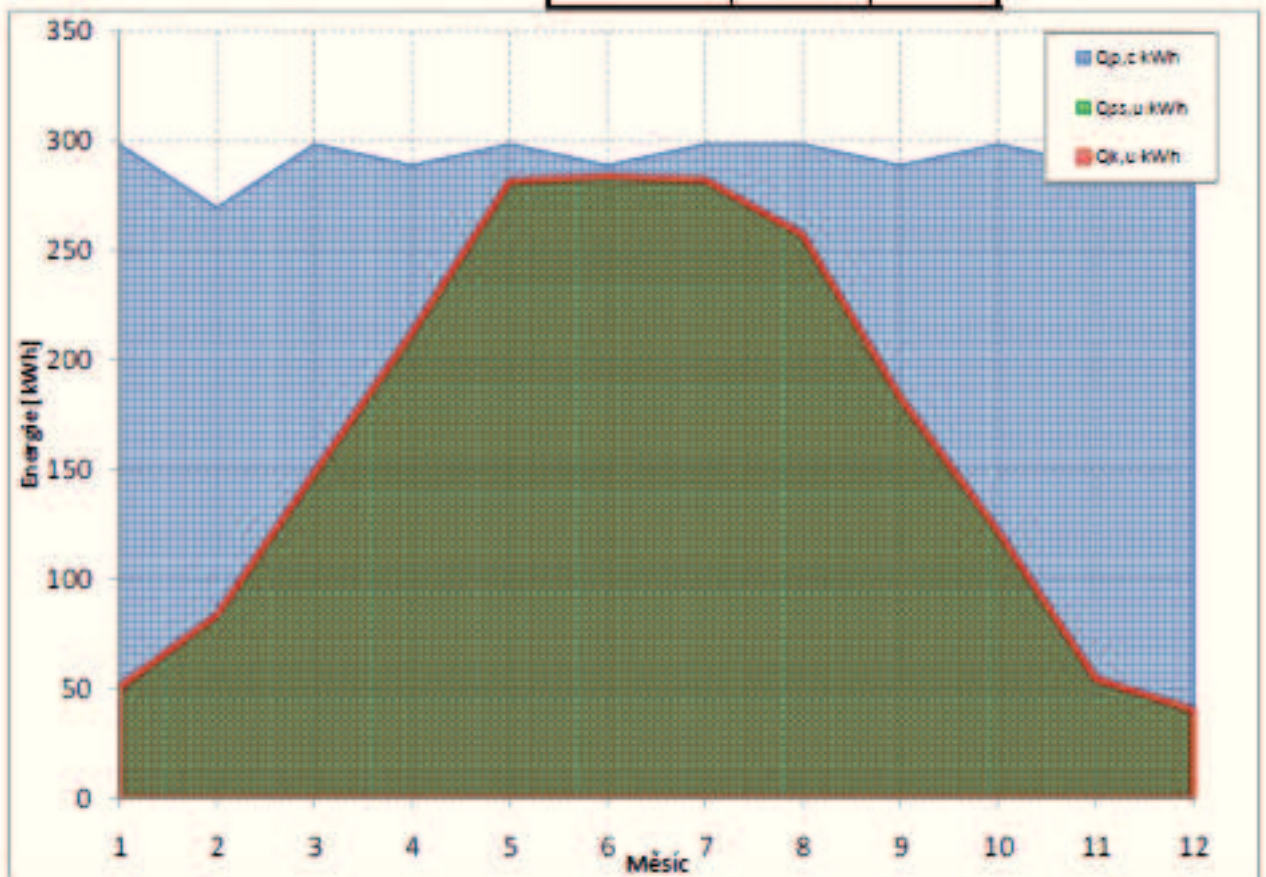
Sklon kolektoru  $\beta$   ° ???

Azimut kolektoru  $\gamma$  (jih = 0°)  ° ???

Obr. 48: Vstupní hodnoty pro výpočet bilance ohřevu TUV, (zdroj: [http:// oze.tzb-info.cz/](http://oze.tzb-info.cz/))

měsíc	n	$G_{T,m}$	$\eta_k$	$H_{T,den}$	$H_{T,měs}$	$Q_{k,u}$	$Q_{p,TV}$	$Q_{p,c}$	$Q_{ss,u}$
	dny	W/m <sup>2</sup>	–	kWh/m <sup>2</sup> .den	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh	kWh	kWh
1	31	358	0,15	0,95	29,6	51	299	299	51
2	28	434	0,15	1,75	48,9	84	270	270	84
3	31	508	0,15	2,80	86,9	149	299	299	149
4	30	529	0,15	4,14	124,3	213	299	299	213
5	31	543	0,15	5,32	164,8	282	299	299	282
6	30	546	0,15	5,53	166,0	284	299	299	284
7	31	538	0,15	5,33	165,1	282	299	299	282
8	31	528	0,15	4,85	150,4	257	299	299	257
9	30	501	0,15	3,56	106,9	183	299	299	183
10	31	444	0,15	2,30	71,2	122	299	299	122
11	30	369	0,15	1,06	31,9	55	299	299	55
12	31	325	0,15	0,76	23,6	40	299	299	40
					1170	2000	3515	3515	2000

$q_{ss,u}$	150	kWh/m <sup>2</sup> .rok
$f$	57	%
$Q_{ss,u}$	2000	kWh/rok



V souladu s TNI 73 0302

Graf č. 4: Zobrazena potřeba energie na ohřev TUV a solární zisky z FV panelů



- **Vstupní náklady a návratnost**

Cena zařízení fotovoltaického hybridního ohřivače LX ACDC/M+K 160 a fotovoltaického systému S - ENERGY SM 250PC8 o výkonu 2kWp je 96 166 Kč včetně DPH a montáže. Tato cenová nabídka byla zpracována firmou SVP Solar.

Při uvažování návratnosti fotovoltaického zařízení budeme uvažovat s cenou 82 539 Kč. To je cena samostatná za FV systém. Cena 13 627 Kč hybridního ohřivače LX ACDC/M+K 160 je srovnatelná s ostatními „klasickými“ elektrickými ohřivači na trhu, tuto cenu tedy můžeme opomenout. Budeme-li uvažovat s elektrickým ohřevem TUV a tím spojenou sníženou průměrnou cenou 2,35 za kWh díky tarifu D45d, pak roční úspora díky fotovoltaickému systému činí  $2000 \text{ kWh} * 2,35 = 4 700 \text{ Kč}$ . Prostá návratnost systému je tedy 17,6 roku. Životnost těchto systémů je přibližně 30 let. Systém tedy je schopen dalších přibližně 12 let být plusový. Do návratnosti není započítána zvyšující se cena energie, která by tuto hodnotu snížila. Systém FV panelů je zvolen především kvůli hodnotě primární neobnovitelné energie  $120 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{rok}$ . Bez tohoto systému by tato hodnota nebyla splněna a nejednalo by se tedy dle definice o pasivní dům.

**Předmět nabídky: Ohřev vody fotovoltaickými panely**

**Informace o objektu**  
 Lokalita instalace: Praha 10  
 Orientace panelů: -15° (0=jih; +XX=odklon k JZ, -XX=odklon k JV)  
 Sklon panelů: 35°  
 Střešní krytina: jiná

**Základní parametry navrženého systému**  
 Nominální výkon: 2,00 kWp

**Cenová kalkulace**

	Před slevou	Po slevě
1. Fotovoltaické panely S-Energy 250PC8-BH 250 Wp	8	5 336 Kč
2. FV ohřivač DZ Dražice LX ACDC/M+K ABC 160 litrů	1	13 627 Kč
3. Elektro - jističní, přepětová ochrana, rozváděč DC, kabely, konektory, lišty, elektroinstalace	1	16 750 Kč
4. Konstrukce - střešní háky, hliníkové lišty, úchytky (na panel)	8	775 Kč
5.		
6. Montážní práce (nosná konstrukce, panely, zapojení)	8	840 Kč
7.		
8.		
9.		
10. Doprava (materiál, pracovníci)	1	1 000 Kč
11.		
<b>12. Poskytnutá sleva (bez DPH)</b>		<b>-3 360 Kč</b>

Ceny bez DPH, platné od 1.6.2014

<b>Celkem bez DPH</b>	<b>83 623 Kč</b>
<b>Cena za 1 kWp bez DPH</b>	<b>41 811 Kč</b>
<b>Celkem včetně DPH 15%</b>	<b>96 166 Kč</b>

**Schema**

**Elektrický ohřev vody**

- Zásobníkový ohřivač vody LX ACDC/M+K
- Fotovoltaické panely
- Zdroj studené vody
- Zásuvka na 230V (střídavý proud)
- Jističní vyrobeného el. proudu
- Vyuštění teplé vody

**Regulátor termostatu T1**      **Regulátor termostatu T2**

Kontrolka připojení do elektrické sítě  
 Kontrolka činnosti fotovoltaických panelů  
 Kontrolka činnosti spínaný na AC proud

Vypracoval: David Hradecký      Platnost nabídky: 1 měsíc

**SVP**      Tepelná čerpadla | Solární systémy | Fotovoltaika | Solární lampy  
 SVP solar, s.r.o., U Rakovky 436/31, 148 00 Praha 4 - Kunnatice, IČ 27231062  
 Tel. 273 132 007 E solar@svp.cz W www.svp-solar.cz www.solar-eshop.cz

strana 1/3

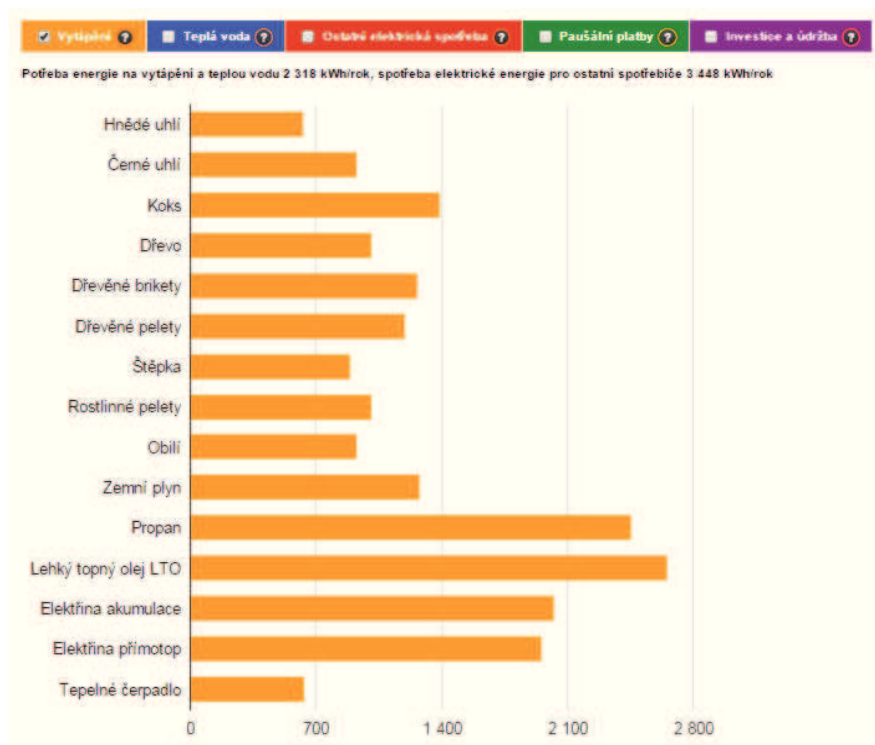
Obr. 49: Cenová nabídka firmy SVP Solar

### • Porovnání financí a různých zdrojů tepla

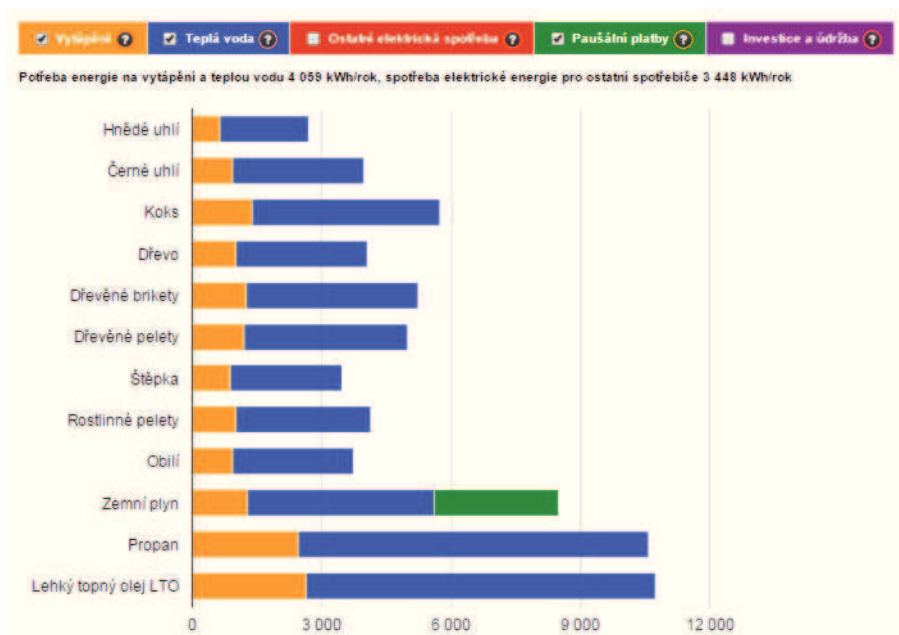
V této kapitole jsou porovnávány různé druhy zdrojů tepla a jejich finanční ukazatele. Níže jsou zobrazeny různé varianty dodaných energií. Z finančních charakteristik z Grafu č. 5 vyplývá, že při započítání pouhého vytápění objektu pomocí přímotopů při prostém srovnání ceny energie za kWh je čtvrtou nejdražší možností vytápění. Do této ceny ovšem nevstupuje fakt investice, paušálních plateb a údržby. Na dalším grafu č. 6 je započítána energie uvažovaná včetně ohřevu TUV. Tyto hodnoty jsou započítány při uvažování vody jako nositele tepla. Navíc jsou také započítány paušální platby, které zvyšují cenu zemnímu plynu a následně i elektrickému ohřevu. Na Grafu č. 7 je

započítán rovněž ohřev TUV, nositelem tepla je ovšem elektřina a je započítán vliv FV panelů. V předchozích případech se vliv FV panelů nezapočítával, protože by bylo zbytečné je umísťovat současně s ostatními energetickými zdroji. Na Grafu č. 8 jsou již zobrazeny celkové náklady na vytápění, ohřev TUV a další elektrické energie. Tato varianta počítá s vodou jako nositelem tepla. Na Grafu č. 9 je varianta celkových nákladů při vytápění a ohřevem elektřinou zahrnující další elektrickou variantu investici a údržbu. Všechny tyto varianty jsou uvažovány bez vnitřních zisků. Při započtení vnitřních zisků by finanční hodnocení bylo méně nákladné. Varianta s vytápěním přímotopy je uvažována v tarifu D45d, varianta s tepelným čerpadlem v tarifu D56d.

Při zhodnocení těchto kritérií vychází jednoznačně jako nejlepší varianta vytápění přímotopy a ohřev TUV v kombinaci přímotopů s elektrickou energií ze slunečního záření. Toto hodnocení velmi ovlivňuje fakt, že je tepelná ztráta objektu 2,19 kW. Dále pak cena 2,27 Kč za kWh po dobu 20 hod denně při uvažování vytápění elektrickou energií (tarif D45d). V neposlední řadě se jedná o velmi nízkou finanční náročnost ve fázi investice a údržby.



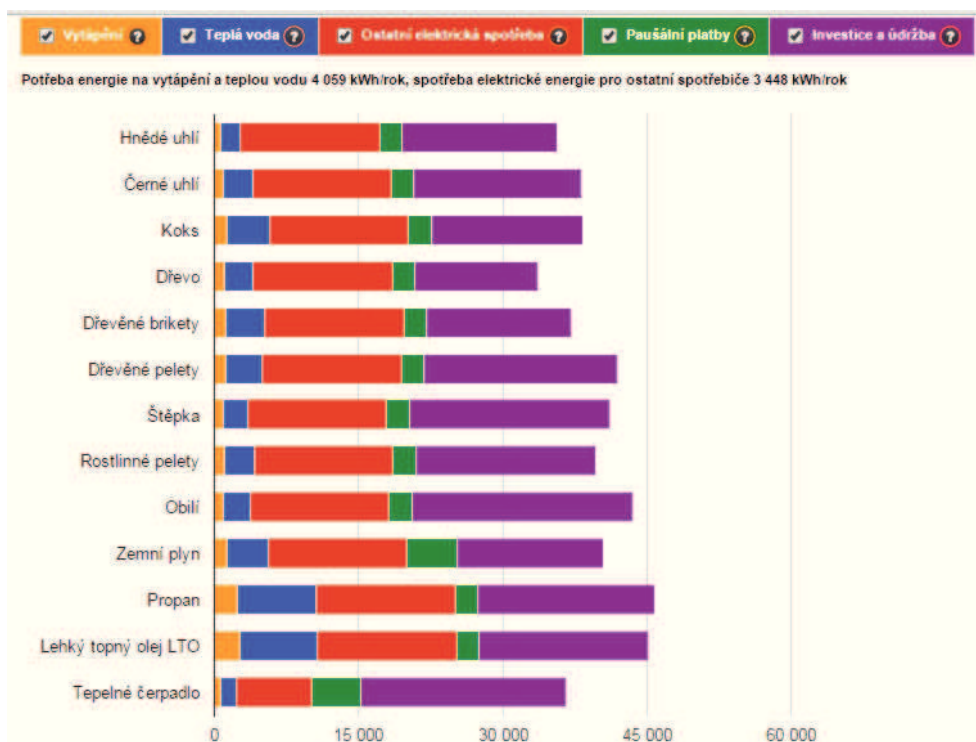
Graf č. 5: Náklady za vytápění řešeného objektu  
(zdroj: <http://tzb-info.cz>)



Graf č. 6: Náklady za vytápění a ohřev TUV řešeného objektu při uvažování vody jako nositele tepla,  
(zdroj: <http://tzb-info.cz>)



Graf č. 7: Náklady za vytápění a ohřev TUV řešeného objektu při uvažování elektřiny jako nositele tepla a při započítání FV panelů,  
(zdroj: <http://tzb-info.cz>)



Graf č. 8: Celkové náklady za vytápění, ohřev TUV a elektrické energie řešeného objektu při uvažování vody jako nositele tepla a při započítání investice a roční údržby, (zdroj: <http://tzb-info.cz>)



Graf č. 9: Celkové náklady za vytápění, ohřev TUV a elektrické energie řešeného objektu při uvažování elektřiny jako nositele tepla a při započítání investice včetně FV panelů a roční údržby, (zdroj: <http://tzb-info.cz>)

### 10.2.6. Regulace, popis funkce

Ohřívače vody LX ACDC/M+K(W) A,B,C jsou hlavně určeny pro využití obou zdrojů elektrické energie. Stabilní zdroj AC proudu ze sítě permanentně ohřívá vodu na teplotu, kterou nastavíme pomocí termostatu T1. V praxi se doporučuje teplota okolo 45 °C. Po dosažení přednastavené teploty termostat T1 vypne přívod AC proudu. DC proud z fotovoltaických panelů dále ohřívá vodu na nastavenou teplotu na termostatu T2. V případě poklesu teploty vody (odběr vody) pod 45 °C a při slunečním svitu, ohřívají vodu oba dva zdroje velmi rychle a efektivně. V zimním období (od 1. 11. – 1. 3.) se doporučuje nastavit termostat T1 na vyšší teplotu s ohledem na slabší sluneční svit.

Pomocí řídicích boxů LXDC/S a pokojového termostatu Fenix TFT se elektřina z FV panelů využívá k topení i pro ohřev TUV. Při tomto zapojení má přednost podlahové topení, které po nahřátí místnosti automaticky přesune elektřinu z panelů do hybridního zásobníku LX ACDC/M+K 160. Je nutné splnit napětí: 30V  $\pm$ 10% a proud 8,3A  $\pm$ 5% / 1 FV panel! Součástí systému je přepětíová ochrana U - F GUARD CZE+. Přebytky tepla od fotovoltaického zařízení v letním období jsou pomocí výměníku, který je součástí bazénové technologie, odváděny do bazénové vody.

LX DC SET je vybaven funkcí přednostního přesměrování DC. Pomocí bezpotencionálního připojení ( 12V AC ), dokáže přesměrovat vyráběnou elektřinu z fotovoltaických panelů do dalšího zařazení. K zařízení Logitex je možné připojit klimatizaci, a pod. Přednostní přesměrování výroby elektřiny z fotovoltaických panelů systémem Logitex z ohřevu vody pro výrobu elektřiny pro elektrická zařízení znamená pro distribuční síť řešení plošného problému zapínání elektrokotlů. V případě poklesu nebo zvýšení venkovní teploty na velkém území země, dochází k jejich zapínání prakticky ve stejnou dobu. Hrozí okamžité přetížení sítě s následným kolapsem sítě. Systém Logitex výrazným způsobem snižuje v průběhu dne okamžitou zátěž distribuční sítě a přitom prakticky celá výroba z fotovoltaického zdroje je využita v domě pro ohřev vody a pro pohon energetických zařízení s minimálním nebo žádným průnikem vyrobené elektřiny do distribuční sítě.



Obr. 50 : Fotovoltaický panel U - F GUARD CZE+,  
(zdroj: <http://www.sunwave.cz/>)



Obr. 51: LX DC SET,  
(zdroj: <http://www.logitex.cz/>)

### 10.2.7. Požadavky na navazující profese

- **Požadavky na stavební část**

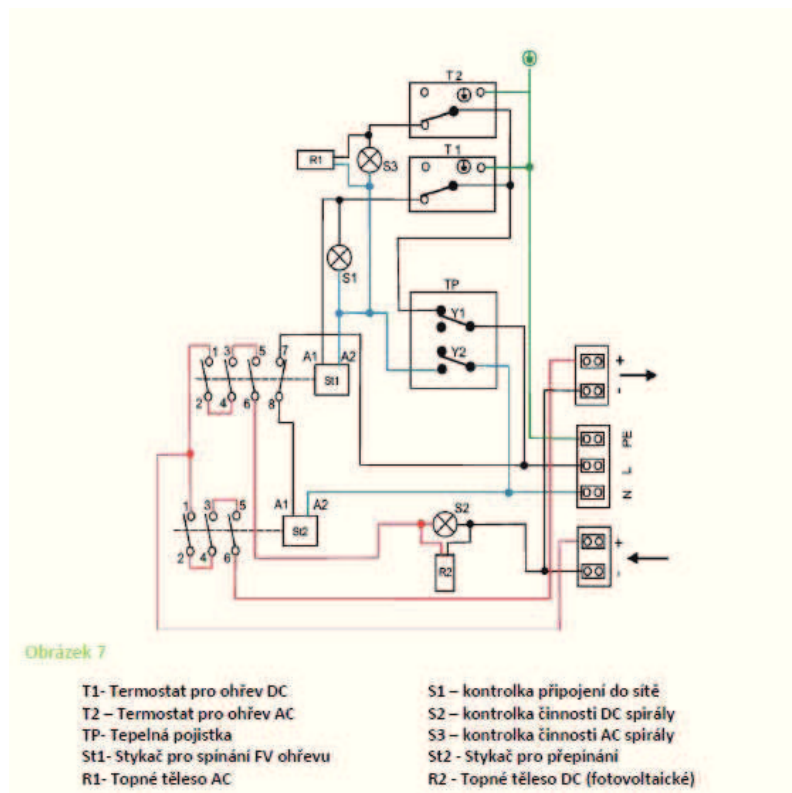
V rámci stavební části budou zhotoveny otvory ve stavebních konstrukcích pro prostupy potrubí a bude provedeno jejich následné zapravení a zaizolování. Budou zajištěny transportní cesty a montážní otvory pro osazení jednotlivých zařízení topné soustavy. Při montáži vedení stavby zajistí koordinaci s ostatními profesemi.

- **Požadavky na elektro**

Pro instalaci fotovoltaického systému jsou doporučeny následující bezpečnostní prvky:

- 1) SPD typ 1 svodič bleskových proudů (např. SLATEK FLP-500 PH V/2, FLP-500 PH V/25)
- 2) Jistič pro stejnosměrný proud (např. Moeller X pole PL7-C16/2-DC). Tento jistič musí být navržen dle vlastností panelů. Maximální hodnotu jištění uvádí výrobce v

parametrech fotovoltaických panelů. Pro okruh ohřívače LX ACDC/M+K(W) je jistič 16A/B.



Obr. 52: Schéma zapojení LOGITEX,  
(zdroj: <http://www.logitex.cz/>)

### 10.2.8. Ochrana a bezpečnost

Při stavbě musí být dodržovány platné předpisy požární ochrany a předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Veškeré opravy zařízení je možno provádět jen za dodržení všech bezpečnostních předpisů a příslušných opatření. Připojení el. motorů jednotlivých zařízení musí splňovat příslušné normy ČSN a ESČ.

### 10.2.9. Zkoušky

Všechny prováděné práce a funkční zkoušky musí být v souladu s příslušnými ČSN a souvisejícími předpisy. Zkoušky zařízení jsou předepsány ČSN 06 0310:

§ po instalaci systému a jeho důkladném propláchnutí se provede tlaková zkouška

§ systém musí být napuštěn upravenou topnou vodou

§ po tlakové zkoušce se provedou zkoušky provozní - topná zkouška se provádí po dobu 72 hodin v topném období



O provedených zkouškách se provedou příslušné zápisy a protokoly vč. záznamů do Stavebního deníku.

#### **10.2.10. Závěr**

Po skončení montáže celého zařízení se provede funkční zkouška, při které se budou měřit výkonové parametry a provede se správné nastavení všech elementů pro požadovanou distribuci. Projekt byl zpracován podle platných předpisů a ČSN za předpokladu montáže odbornými pracovníky. Případné změny nebo doplňky je třeba předem projednat a dohodnout s projektantem.

Výše navržený systém vytápění je zpracován na uvedenou skladbu konstrukcí. V případě nedodržení skladeb konstrukcí popř. s velkými tepelnými mosty nemusí být zaručeno správné fungování systému a pokrytí tímto zvýšených tepelných ztrát. Projektant si pak vyhrazuje právo tímto nepřevzít záruku za správné fungování VZT systému.

Celý systém byl navržen tak, aby byl zajištěn bezpečný, tichý a hospodárny provoz.

## 11. Ekonomické zhodnocení stavby

V této části jsou hodnoceny jednotlivé části stavby. Jsou zde ukázky cen, které jsou spočítány realizačními společnostmi přímo na tento projekt. Cenové ohodnocení je zde nad rámec zadání diplomové práce a je zde především z důvodu orientačního porovnání cen jednotlivých etap výstavby. Všechny tyto konstrukce jsou nedílnou součástí tohoto projektu a každá jejich změna by znamenala současně velkou změnu v tepelně technickém hodnocení objektu.

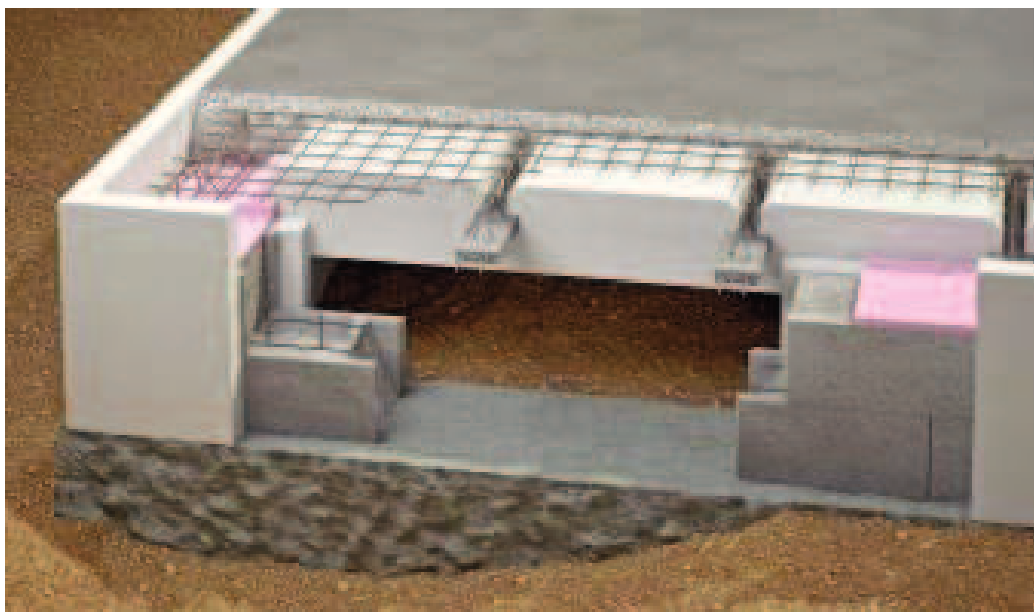
### 11.1. Základová konstrukce ELEGOHOUSE:

Základová konstrukce ELEGOHOUSE „na klíč“ od společnosti CEMEX obsahuje:

- zaměření odborným geodetem včetně vytyčovacího protokolu
- provedení skrývky ornice a výkopů pro pasy
- provedení zemnění
- betonáž pasů litych do země a tvárnic včetně vyztužení
- provedení a vyvedení rozvodů a instalací (kanalizace, voda, elektro, atd....)
- montáž vnější izolace soklu okolo celého domu
- montáž základové desky ELEGOHOUSE - nosníky a vložky
- provedení betonáže základové desky (C20/25) včetně celoplošného vyztužení (Kari 6/150/150)
- veškeré potřebné materiály včetně jejich dopravy na stavbu

Cena na klíč bez DPH  $3\,500 \text{ Kč} \times 97,14 \text{ m}^2 = 339\,990 \text{ Kč}$  bez DPH

**Cena na klíč s DPH  $339\,990 \times \text{DPH } 15\% = 390\,990 \text{ Kč}$  včetně DPH**



*Obr. 53: Základová konstrukce ELEGOHOUSE společnosti CEMEX,  
(zdroj:www.cemex.cz)*

## 11.2. Lodní kontejnery

6 x lodní přepravní kontejner 40' ISO High Cube včetně dopravy na místo stavby:

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| - 1 x 40' ISO High Cube, použitý, s dodáním do Chrudimi:   | 2600,- Eur bez DPH         |
| - 6 x lodní kontejnery bez DPH                             | 15600,- Eur bez DPH        |
| - 6 x lodní kontejnery vč. DPH                             | 17940,- Eur vč. DPH        |
| - 6 x lodní kontejnery vč. DPH (kurz CZK - EUR = 27,66 Kč) | 431500,- Kč bez DPH        |
| - <b>6 x lodní kontejnery vč. DPH</b>                      | <b>496220,- Kč vč. DPH</b> |

Cena je zpracována firmou CONTAINEX



Obr. 54: Lodní přepravní kontejner společnosti CONTAINEX,  
(zdroj:www.containex.cz)

### 11.3. Obvodový plášť

Obvodový plášť – Stěnový IPN panel KS1150 TF od společnosti KINGSPAN:

Cena panelu KS1150 TF	1000 Kč/m <sup>2</sup> bez DPH
Cena spojovacích prvků, klempířských výrobků a těsnění	305 Kč/m <sup>2</sup> bez DPH
Cena za montáž	200 Kč/m <sup>2</sup> bez DPH
Cena za dopravu	80 Kč/ km bez DPH
Cena celkem bez dopravy (208,03 m <sup>2</sup> fasády – bez oken a dveří)	1505 x 208,03 = 313 090 Kč bez DPH
Cena za dopravu Hradec Králové – Chrudim = 31 km	31 x 80 = 2480 Kč bez DPH
Cena celkem vč. dopravy	315570 Kč bez DPH
<b>Cena celkem vč. dopravy</b>	<b>362910 Kč vč. DPH</b>



Obr. 55: Stěnový IPN panel KS1150 TF od společnosti KINGSPAN,  
(zdroj:www.kingspan.cz)

#### 11.4. Podlahová a střešní konstrukce

Obálka budovy – stříkaná PUR pěna střecha, podlahový rošt + EPS spádový klín:

- **Podlahová konstrukce**

- Měkká izolační pěna EKO S 500 nástřík 15 cm 360 Kč/m<sup>2</sup>

97,14 x 360 = 34970 Kč/m<sup>2</sup> vč. DPH

- **Střešní konstrukce**

- Tvrdá izolační pěna EKO H + UV ochrana pro izolaci plochých střech nástřík 8,5 cm 720 Kč/m<sup>2</sup>

97,14 x 720 = 69940 Kč/m<sup>2</sup> vč. DPH

- Spádový polystyren pro spád 4% PENOPOL + BACHL EPS 100Z

300 Kč/m<sup>2</sup>

97,14 x 300 = 29142 Kč/m<sup>2</sup> vč. DPH

**Střešní konstrukce cena celkem**

**99082 Kč/m<sup>2</sup> vč. DPH**



*Obr. 56: Stříkaná PUR pěna od společnosti CHYTRÁ PĚNA,  
(zdroj:<http://www.chytrapena-praha.cz/>)*

### 11.5. Výplně otvorů:

Cena je zpracována firmou MAKROWIN.

Dřevohliníková okna MAKROWIN CLASSIC  $U_w=0,77 \text{ W/m}^2\text{K}$  (trojsklo)

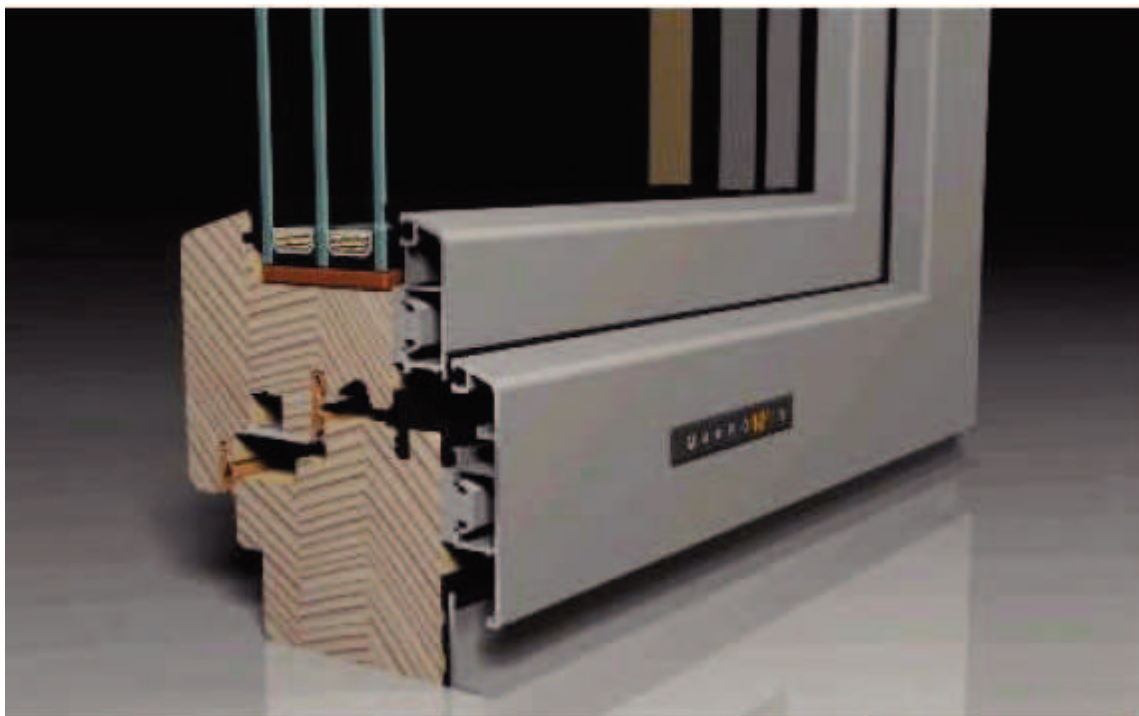
Celková cena (cena v EURO) **10397 Eur vč. DPH**

**Celková cena vč. DPH (kurz CZK - EUR = 27,66 Kč) 287581 Kč vč. DPH**

Pozn:

Pro srovnání: Dřevěná okna MAKROWIN 78 s  $U_w=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$  (dvojsklo)

Celková cena MAKROWIN 78 vč. DPH **198875,4 Kč vč. DPH**



*Obr. 57: Dřevohliníková okna MAKROWIN CLASSIC,  
(zdroj:<http://www.makrowin.sk/>)*

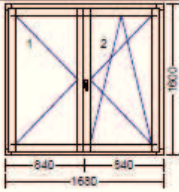
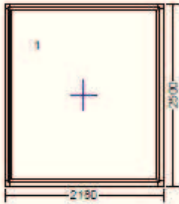
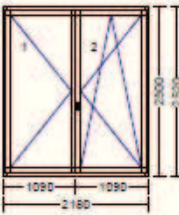
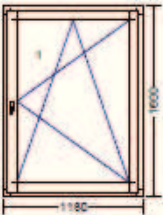

## Ponuka : 1140A653

Zpracoval  
Ing. Emília Majerová

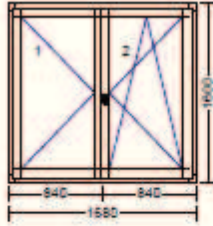
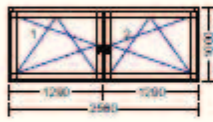
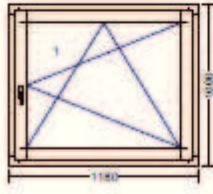
Telefon

E-Mail

Datum  
21. 11. 2014

Pozícia	Množstvo	Popis	Jed. cena €	Celkom €
1	1 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC drevena: smrek čink f.drevo: ADLER-ADLER f.alu: ACC_1 krid. č. 1: kovanie ol 2: kovanie osp sklo: 2 * 4PUN-16-4-16-4PUN+ar Ug=0,6SSV rozmer: 1680 x 1600 Uw = 0,84</p>	812,29	812,29
2	1 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC Pevné zasklenie drevena: smrek čink f.drevo: ADLER-ADLER f.alu: ACC_1 krid. č. 1: kovanie flb sklo: 6PUN-14-6-14-6PUN+ar Ug=0,6SSV rozmer: 2180 x 2500 Uw = 0,70</p>	721,87	721,87
			<b>Medzičastka:</b>	1534,16
Pozícia	Množstvo	Popis	Jed. cena €	Celkom €
			<b>Medzičastka</b>	1534,16
3	1 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC Balkón drevena: smrek čink f.drevo: ADLER-ADLER f.alu: ACC_1 krid. č. 1: kovanie bol 2: kovanie bosp sklo: 2 * 4PUN-16-4-16-4PUN+ar Ug=0,6SSV rozmer: 2180 x 2500 Uw = 0,79</p>	1268,59	1268,59
4	2 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC drevena: smrek čink f.drevo: ADLER-ADLER f.alu: ACC_1 krid. č. 1: kovanie osp sklo: 4PUN-16-4-16-4PUN+ar Ug=0,6SSV rozmer: 1180 x 1600 Uw = 0,82</p>	519,73	1039,46
5	1 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC Vchodové dvere s dubovým prahom drevena: smrek čink f.drevo: ADLER-ADLER f.alu: ACC_1 krid. č. 1: kovanie DAP sklo: 4PUN-16-4-16-4PUN+ar Ug=0,6SSV rozmer: 1000 x 2000 Uw = 0,86</p>	1005,79	1005,79
1 kus	Kľučka/Kľučka + pánty		153,00	153,00
			<b>Medzičastka:</b>	5001,00



Polozicia	Mnozstvo	Popis	Jed. cena €	Celkom €
			<b>Medzičiasťka</b>	5001,00
6	3 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC  drevina: smrek črn  f.drevo: ADLER-ADLER  f.alu: ACC_1  krid. č. 1 kovanie      výška kľučky 700 mm  2 osl                      700 mm  sklo: 2 * 4PUN-16-4-16-4PUN+ar Ug=0,6SSV  rozmer: 1680 x 1600  Uw = 0,84</p>	812,29	2436,87
7	1 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC  drevina: smrek črn  f.drevo: ADLER-ADLER  f.alu: ACC_1  krid. č. 1 kovanie      výška kľučky 400 mm  2 osl                      400 mm  sklo: 2 * 4PUN-16-4-16-4PUN+ar Ug=0,6SSV  rozmer: 2580 x 1000  Uw = 0,85</p>	812,67	812,67
8	1 Kus	 <p>profil: MAKROWIN CLASSIC  drevina: smrek črn  f.drevo: ADLER-ADLER  f.alu: ACC_1  krid. č. 1 kovanie      výška kľučky 400 mm  osp  sklo: 4PUN-16-4-16-4PUN+ar Ug=0,6SSV  rozmer: 1180 x 1000  Uw = 0,87</p>	413,98	413,98
Suma položiek			413,98	413,98
Suma netto				<b>8664,52</b>
DPH 20%			20,00 %	1732,90
Čiastka brutto				<b>10397,42</b>
Čiastka k zaplateniu				<b>10397,42</b>

Obr. 58: Cenová nabídka na drevohliníková okna MAKROWIN CLASSIC,  
(zdroj:<http://www.makrowin.sk/>)

## 11.6. Vytápění a větrání

### 11.6.1. Vytápění a ohřev TUV

1 x komplet systém (LX ACDC/M+K 160 + 8 ks FV panelů)	96166 Kč vč. DPH
4 x Konvektor NOBO BALI E2E02 500W	4 x 2994 Kč= 11976 Kč vč. DPH
1 x Konvektor NOBO BALI E2E02 250W	1 x 2718 Kč= 2718 Kč vč. DPH
1 x Konvektor NOBO BALI E2E02 750W	1 x 3168 Kč= 3168 Kč vč. DPH
<b>Celková cena vč. DPH</b>	<b>114028 Kč vč. DPH</b>

#### Předmět nabídky: Ohřev vody fotovoltaickými panely

##### Informace o objektu

Lokalita instalace: Praha 10  
 Orientace panelů: -15° (0=již; +XX=odklon k JZ, -XX=odklon k JV)  
 Sklon panelů: 35°  
 Střešní krytina: jiná

##### Základní parametry navrženého systému

Nominální výkon: 2,00 kWp

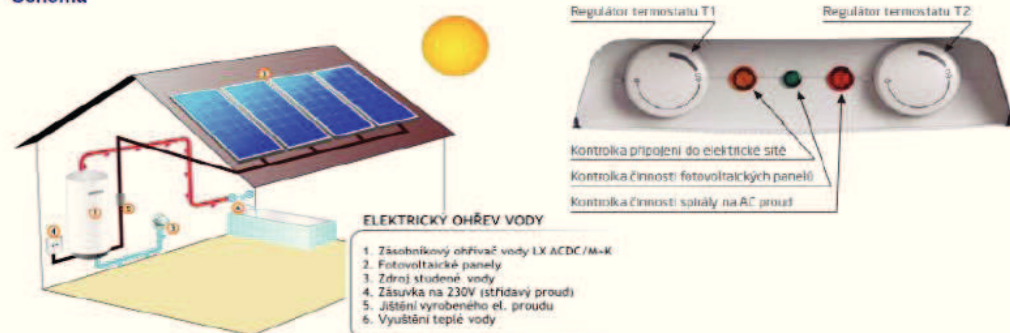
##### Cenová kalkulace

	Počet ks	Cena / ks	Sleva	Cena celkem
1. Fotovoltaické panely S-Energy 250PC8-BH 250 Wp	8	5 336 Kč		42 686 Kč
2. FV ohřivač DZ Dražice LX ACDC/M+K ABC 160 litrů	1	13 627 Kč		13 627 Kč
3. Elektro - jištění, přepětová ochrana, rozváděč DC, kabely, konektory, lišty, elektroinstalace	1	16 750 Kč		16 750 Kč
4. Konstrukce - střešní háky, hliníkové lišty, úchytky (na panel)	8	775 Kč		6 200 Kč
5.				
6. Montážní práce (nosná konstrukce, panely, zapojení)	8	840 Kč	50%	3 360 Kč
7.				
8.				
9.				
10. Doprava (materiál, pracovníci)	1	1 000 Kč		1 000 Kč
11.				
<b>12. Poskytnutá sleva (bez DPH)</b>				<b>-3 360 Kč</b>

Ceny bez DPH, platné od 1.6.2014

**Celkem bez DPH** 83 623 Kč  
**Cena za 1 kWp bez DPH** 41 811 Kč  
**Celkem včetně DPH 15%** 96 166 Kč

##### Schema



Vypracoval: David Hradecký

Platnost nabídky: 1 měsíc



Teplná čerpadla | Solární systémy | Fotovoltaika | Solární lampy  
 SVP solar, s.r.o., U Rakovky 436/31, 148 00 Praha 4 - Kunratice, IČ 27231062  
 Tel. 273 132 007 E solar@svp.cz W www.svp-solar.cz www.solar-eshop.cz

strana 1/3

Obr. 59: Cenová nabídka na hybridní systém LOGITEX

### 11.6.2. Větrání

Cenová nabídka od společnosti ATREA vytvořená přesně na tento projekt:

- Jednotka ATREA DUPLEX EASY 250:	27 900 Kč
- Rozvody vzduchotechniky vč. distribučních elementů:	38 500 Kč
- Čidlo CO2	4 900 Kč
- 2 x EPO-PTC, 160/0,4kW (předhřívač a ohřívač)	<u>9 600 Kč</u>
Cena za materiál celkem bez DPH	80 900 Kč bez DPH
Cena za materiál celkem vč DPH 21%	<b>97 889 Kč vč. DPH</b>
- Montáž, zprovoznění a doprava:	+ 28 % z konečné ceny
Cena za montáž, zprovoznění a dopravu celkem	22 652 Kč bez DPH
Cena za montáž, zprovoznění a dopravu celkem	26 050 Kč vč. DPH (15%)
Cena za kompletní dodávku celkem bez DPH	103 552 Kč bez DPH
<b>Cena za materiál celkem vč DPH 21%</b>	<b><u>123 939 Kč vč. DPH</u></b>



Obr. 60: DUPLEX EASY 250,  
(zdroj: <http://www.atrea.cz/>)

## 12. Závěr

Cílem diplomové práce s názvem Prefabrikovaný kontejnerový dům v pasivním standardu bylo zpracování textové a výkresové dokumentace pro zadaný objekt. Práce je složena z části stavebně a tepelně technické, studie denního osvětlení a bilance zasklení, akustického zhodnocení, části vytápění a větrání, návrhu vnitřní kanalizace a ekonomického zhodnocení jednotlivých částí.

Stavba byla navržena tak, aby vyhověla požadavkům a principům pasivní výstavby. Snaha byla o co nejjednodušší konstrukci, která by splňovala nejvyšší požadavky na rychlost výstavby a která by byla současně ekonomicky dostupná v rámci pasivního standardu. Dodrženy tak byly všechny principy používané při návrhu a výstavbě domů v pasivním standardu.

V mnoha zemích jsou kontejnery využívány především jen jako sklady či stavební buňky nebo se pouze hromadí jako odpadní výrobek. V USA se tak začalo více firem zabývat myšlenkou jejich smysluplnějšího využití a začali se tak specializovat na výstavbu z lodních kontejnerů. Návrh z lodních kontejnerů byl myšlen jako alternativa ke zděným konstrukcím a dřevostavbám. Ocelový materiál v sobě nese velkou rychlost výstavby, pevnost, trvanlivost, současně však nízké náklady a nepřiliš složitou recyklaci. Celý projekt je proto pojat jako industriální stavba a jeho snahou je začlenění a rozšíření podobného druhu prefabrikované rychlé výstavby do standardu rodinného bydlení.

V našich podmínkách ovšem narážíme na problém v podobě vyšší pořizovací ceny kontejnerů v porovnání se zmíněnými západními zeměmi a naopak také fakt, že ostatní stavební materiály jsou tam dražší než u nás. Z mého pohledu je tedy jednodušší a ekonomičtější variantou vytvoření ocelového rámu doplněného o kvalitní obálku budovy a vytvoření tak kvalitního, cenově dostupného a rychlého standardu pro bydlení.

## 13. Seznamy

### 13.1. Seznam použitých pramenů

#### Legislativní předpisy:

- [1] Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.
- [2] Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech, v platném znění.
- [3] Zákon č. 309/2006 Sb. o ochraně zdraví při práci, v platném znění.
- [4] Zákon č. 406/2000 Sb. o hospodaření energií, v platném znění.
- [5] Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon), v platném znění.
- [6] Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území, v platném znění.
- [7] Vyhláška č. 268/2009 Sb. o požadavcích na stavby, v platném znění.
- [8] Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, v platném znění.
- [9] Vyhláška č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru, v platném znění.
- [10] Vyhláška č. 23/2008 Sb. o technických podmínkách požární ochrany staveb, v platném znění.
- [11] Vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov, v platném znění.
- [12] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými vlivy hluku a vibrací, v platném znění.
- [13] Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, v platném znění.
- [14] Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky, v platném znění.
- [15] Kaňka, Jan, Akustika stavebních objektů, 2009, 156 s., ISBN 978-80-7366-140-3

**České státní normy:**

- [16] ČSN 12056-2 - Vnitřní kanalizace - Odvádění splaškových odpadních vod
- [17] ČSN 75 9010 - Vsakovací zařízení srážkových vod.
- [18] ČSN 75 6760 - Vnitřní kanalizace
- [19] ČSN 73 0802 - Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.
- [20] ČSN 73 0810 - Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení.
- [21] ČSN 73 0821 - Požární bezpečnost staveb - Požární odolnost stavebních konstrukcí.
- [22] ČSN 73 0540 - Část 2: Požadavky
- [22] ČSN 73 0540 - Část 2: Požadavky
- [23] ČSN 73 0542 - Způsob stanovení energetické bilance zasklených ploch obvodového pláště budov
- [24] ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování.
- [25] ČSN 73 0580 - Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky.
- [26] ČSN 73 0580 - Denní osvětlení budov - Část 2: Denní osvětlení obytných budov
- [27] ČSN 73 0581 - Oslunění budov a venkovních prostor – Metoda stanovení hodnot
- [28] ČSN 73 0532 - Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování
- [29] ČSN 73 4301 - Obytné budovy. Červen 2004, změna Z1/2005, Z2/2009.

**Internetové zdroje:**

[30] ATREA s.r.o.

Dostupné z < <http://www.atrea.cz/>>.

[31] GLYNWED s.r.o.

Dostupné z < <http://www.glynwed.cz/>>.

[32] TZB - INFO

Dostupné z < <http://www.tzb-info.cz/>>.

[33] MAKROWIN s.r.o.

Dostupné z <<http://www.makrowin.cz/>>.

[34] TECHNIKA PROSTŘEDÍ QPRO

Dostupné z <<http://www.qpro.cz/>>.

[35] CONTAINEX CONTAINER-HANDELSGESELLSCHAFT m.b.H.

Dostupné z <<http://www.containex.cz/cs/produkty/skladovy-Kontejner/prepravni-kontejner>>.

[36] ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s r.o.

Dostupné z <<http://www.elektrodesign.cz/>>.

[37] PASSIVE HOUSE INSTITUT

Dostupné z <<http://www.passiv.de/en/index.php>>.

[38] LOGITEX s.r.o.

Dostupné z <<http://www.logitex.cz>>.

[39] KINGSPAN PANEL a.s.

Dostupné z <<http://www.kingspan.cz>>.

[40] CHYTRÁ PĚNA s.r.o.

Dostupné z <<http://www.chytrapena-praha.cz/>>.

[41] CEMEX Czech Republic, s.r.o.

Dostupné z <<http://www.cemex.cz/>>.

[42] Saint-Gobain Construction Products CZ a.s.,divize RIGIPS

Dostupné z <<http://www.rigips.cz/>>.

[43] Gebr. Ostendorf – OSMA

Dostupné z <<http://www.kanalizacezplastu.cz/>>.

**Použité výpočtové programy:**

- [44] ENERGIE 2013 LT: Svoboda, Z
- [45] TEPLO 2011: Svoboda, Z
- [46] SIMULACE 2011: Svoboda, Z
- [47] STABILITA 2011: Svoboda, Z
- [48] ZTRÁTY 2011: Svoboda, Z
- [49] AREA 2011: Svoboda, Z
- [50] ATREA DUPLEX 7.60: Atrea s.r.o.
- [51] WDLS 4.1: ASTRA MS Software s.r.o
- [52] SUNLIS: ASTRA MS Software s.r.o
- [53] MICROSOFT OFFICE: Microsoft Corporation
- [54] GRAPHISOFT ARCHICAD: Graphisoft SE

**13.2. Seznam výkresů**

- Výkres č. 01 – KOORDINAČNÍ SITUACE (1:200)
- Výkres č. 02 – Výkres základových konstrukcí (1:50)
- Výkres č. 03 – VÝKRES 1.NP (1:50)
- Výkres č. 04 – VÝKRES 2.NP (1:50)
- Výkres č. 05 – PODÉLNÝ ŘEZ (1:50)
- Výkres č. 06 – VÝKRES STŘEŠNÍ KONSTRUKCE (1:50)
- Výkres č. 07 – POHLEDY - VÝCHODNÍ A ZÁPADNÍ (1:50)
- Výkres č. 08 – POHLEDY - SEVERNÍ A JIŽNÍ (1:50)
- Výkres č. 09 – VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY - PŮDORYS (1:50)
- Výkres č. 10 – VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY - ŘEZ A-A', B-B' (1:50)
- Výkres č. 11 - VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY - ŘEZ C-C', D-D' (1:50)
- Výkres č. 12 - VYTÁPĚNÍ 1.NP A 2.NP (1:50)
- Výkres č. 13 - KANALIZACE - PŮDORYS SVODNÉHO POTRUBÍ (1:50)
- Výkres č. 14 - SPLAŠKOVÁ KANALIZACE - 1. NP (1:50)



Výkres č. 15 - SPLAŠKOVÁ KANALIZACE - 2. NP (1:50)

Výkres č. 16 - SPLAŠKOVÁ KANALIZACE - ROZVINUTÝ ŘEZ (1:50)

Výkres č. 17 - SPLAŠKOVÁ KANALIZACE - ROZVINUTÝ ŘEZ (1:50)

### 13.3. Seznam příloh

Příloha č. 1: PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY - PENB

Příloha č. 2: ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY - EŠOB

Příloha č. 3: VÝSTUPY Z PROGRAMU TEPLA 2011

Příloha č. 4: VÝSTUPY Z PROGRAMU AREA 2011

Příloha č. 5: VÝSTUPY Z PROGRAMU SIMULACE 2011

Příloha č. 6: VÝSTUPY Z PROGRAMU STABILITA 2011

Příloha č. 7: VÝSTUPY Z PROGRAMU ZTRÁTY 2011

Příloha č. 8: SKLADBY VNĚJŠÍCH KONSTRUKCÍ

Příloha č. 9: SKLADBY VNITŘNÍCH KONSTRUKCÍ

Příloha č. 10: DETAILS KOTEVNÍCH PRVKŮ

Příloha č. 11: DETAILS TEPELNÝCH VAZEB

Příloha č. 12: VÝPIS VÝPLNÍ OTVORŮ

Příloha č. 13: VÝPOČET A VÝKRES SCHODIŠTĚ

Příloha č. 14: DIMENZOVÁNÍ ROZVODŮ KANALIZACE A BILANCE  
SPLAŠKOVÝCH A DEŠŤOVÝCH VOD

Příloha č. 15: POSOUZENÍ DENNÍHO OSVĚTLENÍ A PROSLUNĚNÍ  
BUDOVY

Příloha č. 16: ENERGETICKÁ BILANCE ZASKLENÍ A BUDOVY

Příloha č. 17: POSOUZENÍ AKUSTICKÝCH PARAMETRŮ

Příloha č. 18: NÁVRH NUCENÉHO VĚTRÁNÍ A VÝSTUP Z PROGRAMU  
ATREA DUPLEX 7.60

Příloha č. 19: NÁVRH FV PANELŮ PRO OHŘEV TUV

### 13.4. Seznam tabulek

Tab. 1: Porovnání požadavků na součinitel prostupu tepla

Tab. 2: Porovnání požadavků na teplotní faktor vnitřního povrchu jednotlivých  
skladeb

- Tab. 3: Porovnání požadavků na teplotní faktor vnitřního povrchu jednotlivých vazeb
- Tab. 4: Porovnání požadavků na lineární činitel prostupu tepla
- Tab. 5: Porovnání požadavků na pokles dotykové teploty podlahy
- Tab. 6: Posouzení požadavků na šíření vlhkosti konstrukcemi
- Tab. 7: Porovnání požadavků na letní stabilitu místnosti
- Tab. 8: Porovnání požadavků na zimní stabilitu místnosti
- Tab. 9: Porovnání požadavku na průměrný součinitel prostupu tepla
- Tab. 10: Výsledky výpočtu denního osvětlení
- Tab. 11: Výsledky posouzení doby proslunění dne 1.3. pro navrhovanou stavbu
- Tab. 12: Výsledky posouzení doby proslunění dne 21.6. pro navrhovanou stavbu
- Tab. 13: Hodnoty pro výpočet vzduchové neprůzvučnosti stropní konstrukce
- Tab. 14: Základní výpočtové parametry pro návrh větrání
- Tab. 15: Základní výpočtové parametry jednotky pro návrh větrání
- Tab. 16: Porovnání nuceného větrání dle norem

### 13.5. Seznam použitých obrázků

- Obr. 1: Výstavba moderního RD v USA z lodních kontejnerů (před)
- Obr. 2: Dokončení moderního RD v USA z lodních kontejnerů (potom)
- Obr. 3: Výstavba moderního RD v USA z lodních kontejnerů
- Obr. 4: Výstavba moderního RD v USA z lodních kontejnerů
- Obr. 5: Lehké schodiště realizované firmou PEMAX
- Obr. 6: Teplotní pole - Podlaha
- Obr. 7: Teplotní pole - Střecha
- Obr. 8: Teplotní pole – Obvodová stěna
- Obr. 9: Nejnižší povrchová teplota – Podlaha
- Obr. 10: Nejnižší povrchová teplota - Střecha
- Obr. 11: Nejnižší povrchová teplota – Obvodová stěna
- Obr. 12: Nejnižší povrchová teplota - Napojení základ/stěna
- Obr. 13: Nejnižší povrchová teplota - Napojení stěna/stěna
- Obr. 14: Nejnižší povrchová teplota - Napojení stěna/strop
- Obr. 15: Nejnižší povrchová teplota - Napojení stěna/střecha

- Obr. 16: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk základ/stěna
- Obr. 17: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk základ/stěna
- Obr. 18: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk základ/stěna
- Obr. 19: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk stěna/stěna
- Obr. 20: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk stěna/strop
- Obr. 21: Hodnoty pro výpočet  $\Psi$  - Styk stěna/střecha
- Obr. 22: Průběhy teplot v místnosti a venkovním prostředí během letního období
- Obr. 23: Průběhy poklesu teplot při přerušení vytápění v místnosti během zimního období
- Obr. 24: Zatřídění obálky budovy dle CI
- Obr. 25: Zatřídění budovy podle celkové dodané a neobnovitelné primární energie
- Obr. 26: Jednotlivé ukazatele energetické náročnosti budovy
- Obr. 27: MAKROWIN CLASIC
- Obr. 27: Dvouřadá vyústka
- Obr. 28: Vlastnosti okna MAKROWIN CLASIC
- Obr. 30: DURAGIPS 3.39.01 MA
- Obr. 31: Skladba akustického podhledu RIGIPS 4.05.23 MA
- Obr. 32: Skladba akustické nášlapné vrstvy AKUFLOOR® 50
- Obr. 33: Jednotka ATREA DUPLEX EASY 250
- Obr. 34: Předehřev a dohřev vzduchu pomocí EPO - PTC 160/0,4 o výkonu 0,4 kW
- Obr. 35: Ukázka rozvodu SPIRO potrubí
- Obr. 36: Ukázka instalace přívodního prvku na stěně tl. 100 mm
- Obr. 37: Tlumič hluku MAA 160/600
- Obr. 38: Ukázka KO odtahového talířového ventilu a dýzy
- Obr. 39: regulace systému CPA
- Obr. 40: Odvodnění kondenzátu jednotky ATREA
- Obr. 41: Vlastnosti LX ACDC/M+K 160
- Obr. 42: Řez LX ACDC/M+K 160
- Obr. 43: Rozměry LX ACDC/M+K 160
- Obr. 44: Schéma zdroje tepla
- Obr. 45: Konvektor NOBO BALI E2E
- Obr. 46: Topná rohož
- Obr. 47: Fotovoltaický panel S - ENERGY SM 250PC8

- Obr. 48: Vstupní hodnoty pro výpočet bilance ohřevu TUV  
Obr. 49: Cenová nabídka firmy SVP Solar  
Obr. 50: Fotovoltaický panel U - F GUARD CZE+  
Obr. 51: LX DC SET  
Obr. 52: Schéma zapojení LOGITEX  
Obr. 53: Základová konstrukce ELEGHOUSE společnosti CEMEX  
Obr. 54: Lodní přepravní kontejner společnosti CONTAINEX  
Obr. 55: Stěnový IPN panel KS1150 TF od společnosti KINGSPAN  
Obr. 56: Stríkaná PUR pěna od společnosti CHYTRÁ PĚNA  
Obr. 57: Dřevohliníková okna MAKROWIN CLASSIC  
Obr. 58: Cenová nabídka na dřevohliníková okna MAKROWIN CLASSIC  
Obr. 59: Cenová nabídka na hybridní systém LOGITEX  
Obr. 60: DUPLEX EASY 250

### 13.6. Seznam použitých grafů

- Graf č. 1: Energetická bilance zasklení za vytápěcí období  
Graf č. 2: Energetická bilance zasklení dle orientace okna  
Graf č. 3: Časová rozmezí dodávky teplé vody během dne  
Graf č. 4: Zobrazena potřeba energie na ohřev TUV a solární zisky z FV panelů  
Graf č. 5: Náklady za vytápění řešeného objektu  
Graf č. 6: Náklady za vytápění a ohřev TUV řešeného objektu při uvažování vody jako nositele tepla  
Graf č. 7: Náklady za vytápění a ohřev TUV řešeného objektu při uvažování elektřiny jako nositele tepla a při započítání FV panelů  
Graf č. 8: Celkové náklady za vytápění, ohřev TUV a elektrické energie řešeného objektu při uvažování vody jako nositele tepla a při započítání investice a roční údržby,  
Graf č. 9: Celkové náklady za vytápění, ohřev TUV a elektrické energie řešeného objektu při uvažování elektřiny jako nositele tepla a při započítání investice včetně FV panelů a roční údržby

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Jiřímu Labudkovi, Ph.D., která mě jako vedoucí mé diplomové práce vedl, pomáhal a poskytoval rady v průběhu zpracování.

V Ostravě

.....  
podpis studenta