



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENVIRONMENTÁLNÍ RODINNÝ DŮM SLUNEČNICE

ENVIRONMENTAL FAMILY HOUSE SUNFLOWER

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leoš Krumpolec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

BRNO 2023

# Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov  
Student: **Leoš Krumpolec**  
Vedoucí práce: **Ing. Olga Rubinová, Ph.D.**  
Akademický rok: 2022/23  
Studijní program: B0732A260003 Environmentálně vyspělé budovy

Děkan Fakulty Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Environmentální rodinný dům Slunečnice

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané energeticky pasivní budovy rodinného domu ve vstupní pro vydání stavebního povolení. Bakalářská práce bude povinně obsahovat 2 části: architektonicko-stavební řešení (50% podíl) a technika prostředí staveb (50% podíl).

### Cíle a výstupy bakalářské práce:

Návrh dispozičního řešení, vhodné konstrukční soustavy a nosného systému zadané budovy na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků a vyřešení osazení budovy do terénu a návaznosti na okolní zástavbu. Návrh koncepčního řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti. Jednotlivé části práce budou obsahovat:

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 50 %): průvodní zpráva, souhrnná technická zpráva, koordinační situace (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:50) základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí této části práce bude dále stavebně fyzikální posouzení budovy i jednotlivých konstrukcí.

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 50 %): koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou. Součástí této části práce bude průkaz energetické náročnosti budovy a prováděcí projekt vybraného systému technického zařízení budovy.

### Seznam doporučené literatury a podklady:

- 1) Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406 Sb. o hospodaření energií a další předpisy související s tématem práce
- 2) Platné technické národní předpisy a normy ČSN, ČSN EN ISO

3) Katalogy stavebních materiálů, konstrukčních systémů, stavebních výrobků

4) Odborná literatura

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 30. 11. 2022

L. S.

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
vedoucí ústavu

---

Ing. Olga Rubinová, Ph.D.  
vedoucí práce

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr. h. c.  
děkan

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce představuje návrh dvoupodlažního rodinného domu ve tvaru L s plochou střechou pro čtyřčlennou rodinu nacházející se na okraji obce Vinary u Přerova v Olomouckém kraji.

Dům je navržen na plovoucí základové desce na vrstvě pěnového skla a jeho svislý nosný systém je tvořen z pórobetonových tvárnic. Obvodové stěny jsou zatepleny tepelnou izolací EPS. Příčky jsou z vápenopískových bloků. Stropní konstrukce se skládají z předpjatých stropních panelů.

Dům je rozdělen na část dvoupodlažní a část jednopodlažní, obě se zelenými střechami. V prvním patře je zádveří, pokoj pro hosty s šatnou, pracovna, koupelna, samostatné WC, technická místnost, spíž a kuchyně s obývacím pokojem, který vede přímo do terasu. Součástí chodby je také dvouramenné schodiště, které vede do druhého patra, kde je ložnice s šatnou, dětský pokoj, koupelna a samostatné WC.

Technická zařízení budovy zahrnují podlahové vytápění a chlazení a nucené větrání s rekuperací tepla. Vytápění a chlazení zajišťuje tepelné čerpadlo vzduch-voda, primárně napájené přes den fotovoltaickým systémem na střeše objektu a v noci z baterie. Dešťová voda bude částečně akumulována na střeše vegetační vrstvou a zbytek bude shromažďován v podzemní akumulační nádrži. Dům má prvky pasivního domu a spadá do třídy A energetického průkazu.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Rodinný dům, založení na pěnoscle, pórobeton, zelená střecha, TZB, PENB, fotovoltaická elektrárna, vzduchotechnika

## **ABSTRACT**

This bachelor's thesis presents design of an L-shaped two-storey family house with a flat roof for a family of four on the outskirts of Vinary u Přerova in Olomoucký region.

The house is designed on a cast-in-place ground slab based on foam glass, and its carcass is constructed of aerated concrete blocks. The external walls are insulated with EPS. The partitions are made of sand-lime blocks. The floor slabs and roof slabs are comprised of a precast concrete panel.

The house is divided into a two-storey part and a single-storey part, both with green roofs. The first floor includes a wind lobby, a guest room with walk-in robe, a study, a bathroom, a separate toilet, a utility room, a pantry, and an open area consisting of a kitchen and a living room that leads directly to the terrace. The corridor also features a half-turn staircase that leads to the second floor, which has a master bedroom with walk-in robe, a children's bedroom, a bathroom, and a separate toilet.

The building services include floor heating, mechanical ventilation, and cooling via fan coils. The air-water heat pump, primarily powered by photovoltaics on the roof during the day and by battery at night, provides heating and cooling. The storm water will be partly accumulated in the substrate layer of the roof and the rest will be accumulated in accumulation tank underground. The house has elements of passive building and falls in A class rating of an energy certificate.

## **KEYWORDS**

Family house, foamglass based, aerated concrete, green roof, building services, energy certificate, photovoltaics, MVHR

## BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

KRUMPOLEC, Leoš. *Environmentální rodinný dům Slunečnice*. Brno, 2023. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Olga Rubinová, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Environmentální rodinný dům Slunečnice* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 25. 5. 2023

---

Leoš Krumpolec  
autor

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych rád poděkoval vedoucí mé bakalářské práce Ing. Olze Rubinové, Ph.D. a konzultantovi Ing. Karlu Struhalovi, Ph.D. za trpělivost, cenné rady a čas, který si vyhradili na konzultace ohledně mé bakalářské práce.

Taktéž bych chtěl poděkovat své rodině a přátelům za jejich podporu při mém studiu a tvorbě této bakalářské práce.

## OBSAH

ÚVOD.....	10
ČÁST I. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ.....	11
I.A – A PRŮVODNÍ ZPRÁVA.....	12
I.B – B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	16
I.C – TECHNICKÁ ZPRÁVA POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ŘEŠENÍ.....	31
I.D – STAVEBNĚ FYZIKÁLNÍ HODNOCENÍ.....	43
ČÁST II. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVBY.....	95
II.A VÝPOČTOVÁ ČÁST – TECHNIKA PROSTŘEDÍ.....	96
II.B – TECHNICKÁ ZPRÁVA VZDUCHOTECHNIKY.....	125
ZÁVĚR.....	135
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	136
SEZNAM PŘÍLOH.....	138

## ÚVOD

Bakalářská práce „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ se zabývá návrhem dispozičního řešení, konstrukční soustavy a nosného systému pro rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu, včetně osazení do terénu a návaznosti na okolní zástavbu. Cílem práce je navrhnout efektivní a udržitelné řešení, které zohlední vhodné materiály, konstrukční prvky a technické systémy pro dosažení optimální energetické náročnosti. Práce je dále dělena na část I. Architektonicko-stavební řešení a část II. Technika prostředí stavby.

První část práce, architektonicko-stavební řešení, se zaměřuje na koordinaci a technické aspekty budovy. Zahrnuje průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci, požárně bezpečnostní řešení a výkresy základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů, technických pohledů a det. Dále je zde provedeno stavebně fyzikální posouzení budovy a jednotlivých konstrukcí, zajišťující dodržení příslušných požadavků.

Druhá část práce, technika prostředí staveb, se zaměřuje na koncepční studii relevantních systémů technického zařízení budovy. Tato studie zahrnuje výrobu a užití energie a hospodaření s vodou. Důraz je kladen na energetickou efektivitu a udržitelnost budovy. Součástí této části je také průkaz energetické náročnosti budovy a prováděcí projekt vybraného systému technického zařízení.

V následujících kapitolách této práce budou detailněji rozebrány jednotlivé části projektu v souladu se zadáním.

## ČÁST I. ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENVIRONMENTÁLNÍ RODINNÝ DŮM SLUNEČNICE

ENVIRONMENTAL FAMILY HOUSE SUNFLOWER

## I.A – A PRŮVODNÍ ZPRÁVA

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leoš Krumpolec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ Ph.D.

BRNO 2023

## Obsah

A	Průvodní zpráva.....	14
A.1	Identifikační údaje .....	14
A.1.1	Údaje o stavbě.....	14
A.1.2	Údaje o stavebníkovi.....	14
A.1.3	Údaje o zpracovateli projektové dokumentace.....	14
A.2	Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení.....	15
A.3	Seznam vstupních podkladů .....	15

## A Průvodní zpráva

### A.1 Identifikační údaje

#### A.1.1 Údaje o stavbě

- a) **Název stavby:** Environmentální rodinný dům Slunečnice
- b) **Místo výstavby:** ul. Doubí, par. č. 50/14, kat. území Vinary u Přerova [782351]
- c) **Předmět projektové dokumentace:**

Jedná se o trvalou novostavbu nepodsklepeného dvoupodlažního rodinného domu. Na žádost investora je objekt projektován jako dům s téměř nulovou spotřebou energie a bude výhradně využit pro účely bydlení.

#### A.1.2 Údaje o stavebníkovi

- a) **Jméno, příjmení a místo trvalého pobytu:**

Leoš Krumpolec, Pod Skalkou 14/9, 751 24 Přerov II – Předmostí

#### A.1.3 Údaje o zpracovateli projektové dokumentace

- a) **Hlavní projektant:**

Leoš Krumpolec, IČ 4532489, ev. č. ČKAI 2554654, Pod Skalkou 14/9, 751 24 Přerov II – Předmostí

- b) **Projektanti jednotlivých částí společné dokumentace:**

Technicky-zdravotní instalace: Ing. Josef Vybíral, IČ 6155112, ev. č. ČKAI 489462, Janáčkova 45/12, Kroměříž

Tepelně-technické posouzení: Ing. Prokop Dohnal, IČ 4581325, ev. č. ČKAI 485678, Říšská 74/1, Olomouc

Statické a konstrukční řešení: Ing. Daniel Zbořil, IČ 4756123, ev. č. ČKAI 481778, Levá 1/99, Šumperk

Požární zhodnocení: Ing. Jan Zelený, IČ 4785698, ev. č. ČKAI 389652, Husova 7/9, Zlín

## A.2 Členění stavby na objekty a technická a technologická zařízení

Stavební objekty:

- S001 – Rodinný dům
- S002 – Zpevněné plochy parcely
- S003 – Nezpevněné plochy parcely
- S004 – Zahradní domek s přístřeškem pro auta

Inženýrské objekty:

- I001 – Přípojka silového vedení NN
- I002 – Přípojka vodovodní
- I003 – Přípojka kanalizační
- I004 – Akumulační nádrž na dešťovou vodu

Technologické objekty:

- T001 – FVE na střeše RD

## A.3 Seznam vstupních podkladů

- Katastrální mapa územního celku parcely a jejího okolí
- Územní plán města Přerova
- Geologické mapy
- Studie s požadavky investora
- Technické normy ČSN, zákony, vyhlášky



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENVIRONMENTÁLNÍ RODINNÝ DŮM SLUNEČNICE

ENVIRONMENTAL FAMILY HOUSE SUNFLOWER

## I.B – B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leoš Krumpolec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ Ph.D.

BRNO 2023

## Obsah

B. Souhrnná technická zpráva .....	18
B.1 Popis území stavby .....	18
B.2 Celkový popis stavby.....	21
B.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání.....	21
B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení .....	23
B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby .....	23
B.2.4 Bezbariérové užívání stavby.....	23
B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby.....	23
B.2.6 Základní charakteristika objektů.....	23
B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení.....	24
B.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení.....	25
B.2.9 Úspora energie a tepelná ochrana .....	25
B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí .....	25
B.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí.....	25
B.3 Připojení na technickou infrastrukturu.....	26
B.4 Dopravní řešení.....	26
B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav.....	27
B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana .....	27
B.7 Ochrana obyvatelstva .....	28
B.8 Zásady organizace výstavby .....	28
B.9 Celkové vodohospodářské řešení.....	30

## B. Souhrnná technická zpráva

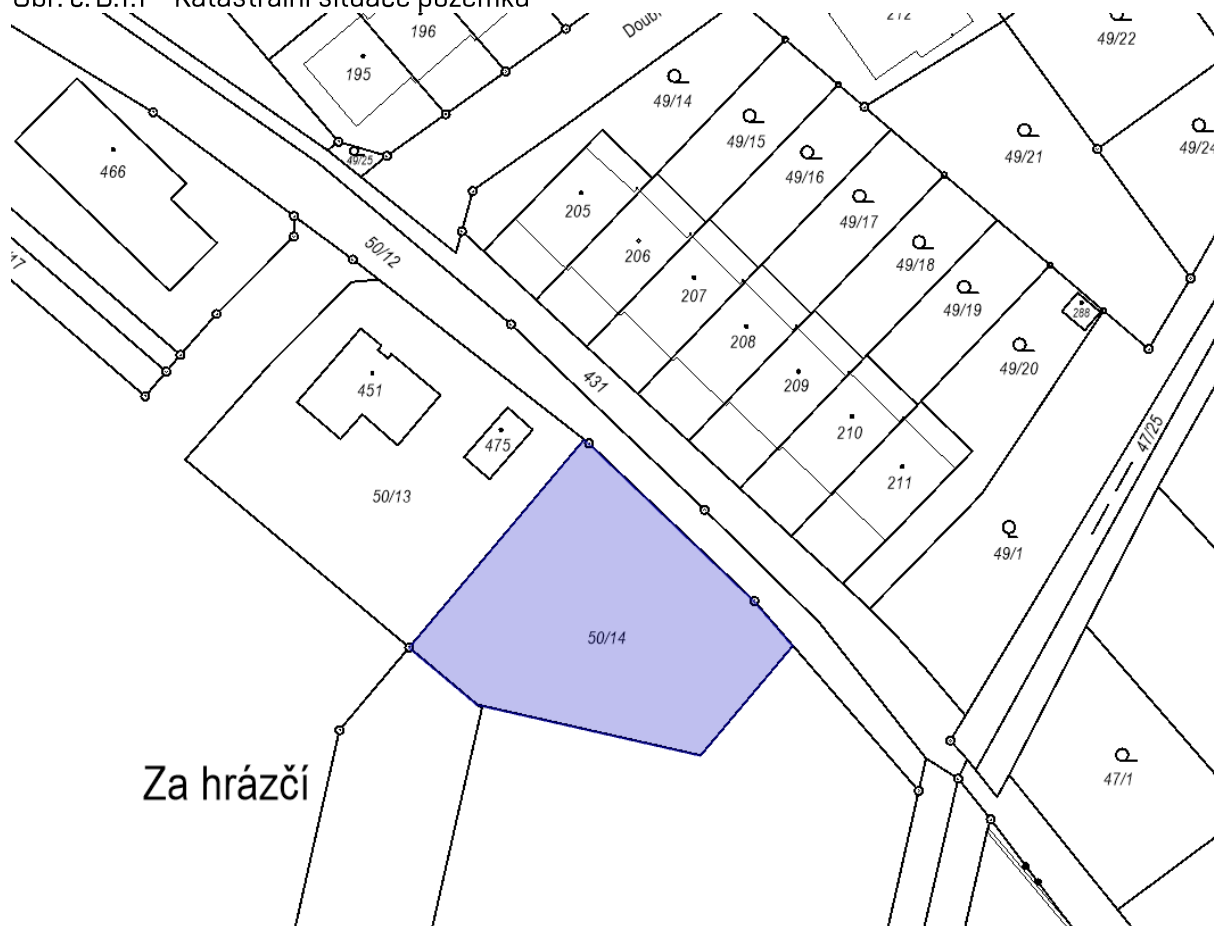
### B.1 Popis území stavby

#### a) Charakteristika území a stavebního pozemku

Stavební parcela:	50/14
Katastrální území:	Vinary u Přerova
Výměra:	1002 m <sup>2</sup>
Nezastavěná plocha:	1002 m <sup>2</sup>
Typ parcely:	Parcela katastru nemovitostí
Druh pozemku:	orná půda

Objekt bude zasazen do zastavěné okrajové části vesnice mezi parcely s moderními rodinnými domy i stávající řadovou zástavbou, tudíž nebude narušovat celkové architektonické vzezření jejího okolí. Pozemek je veden pod ochranou zemědělského půdního fondu, ze kterého ovšem bude vyjmut a parcela bude představovat pozemek pro možnost výstavby. Dům nebude sousedit s žádnou s okolních budov nebo parcel, jelikož bude umístěn soustředně do centra pozemku.

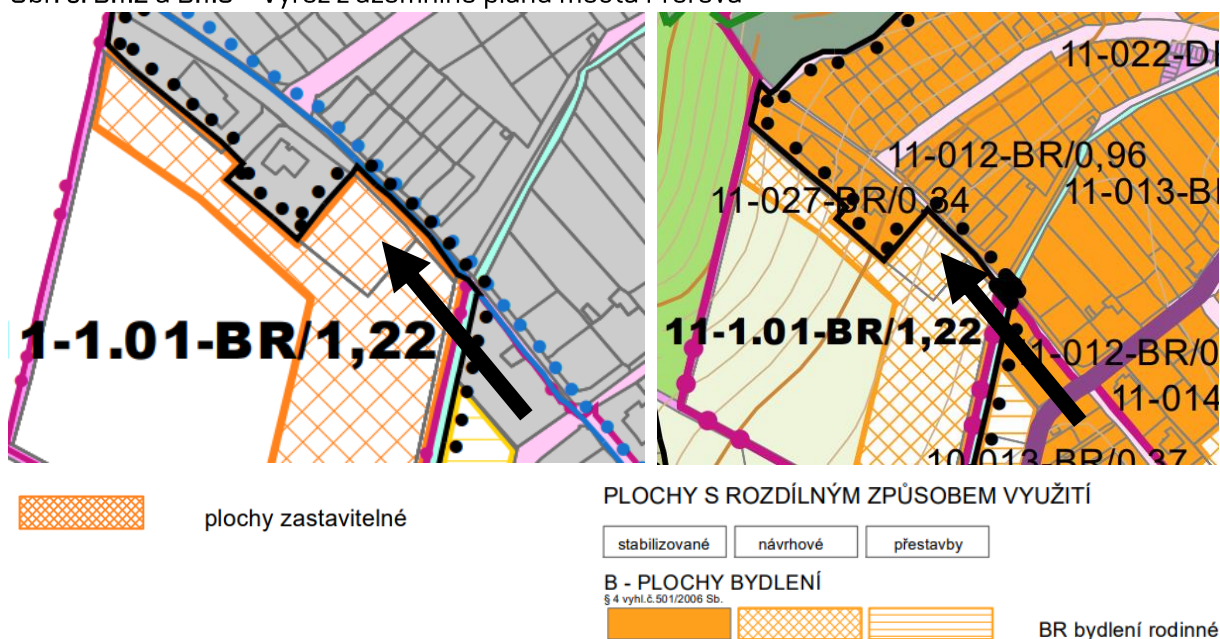
Obr. č. B.1.1 – Katastrální situace pozemku



b) Údaje o souladu stavby s územně plánovací dokumentací, s cíli a úkoly územního plánování, včetně informace o vydané územně plánovací dokumentaci

Parcela se podle platného územního plánu města Přerova nachází v návrhové ploše pro rodinné bydlení, a tudíž navržený obytný rodinný dům respektuje tento územní plán.

Obr. č. B.1.2 a B.1.3 – Výřez z územního plánu města Přerova



### „Plochy bydlení“

„(1) Plochy bydlení se obvykle samostatně vymezují za účelem zajištění podmínek pro bydlení v kvalitním prostředí, umožňujícím nerušený a bezpečný pobyt a každodenní rekreaci a relaxaci obyvatel, dostupnost veřejných prostranství a občanského vybavení.“

„(2) Plochy bydlení zahrnují zpravidla pozemky bytových domů, pozemky rodinných domů, pozemky související dopravní a technické infrastruktury a pozemky veřejných prostranství. Pozemky staveb pro rodinnou rekreaci lze do ploch bydlení zahrnout pouze tehdy, splňují-li podmínky podle § 20 odst. 4 a 5. Do ploch bydlení lze zahrnout pozemky souvisejícího občanského vybavení s výjimkou pozemků pro budovy<sup>2)</sup> obchodního prodeje o výměře větší než 1 000 m<sup>2</sup>. Součástí plochy bydlení mohou být pozemky dalších staveb a zařízení, které nesnižují kvalitu prostředí a pohodu bydlení ve vymezené ploše, jsou slučitelné s bydlením a slouží zejména obyvatelům v takto vymezené ploše.“

„(3) Plochy bydlení se podrobněji člení na plochy

- a) bydlení všeobecného,
- b) bydlení venkovského,
- c) bydlení individuálního,
- d) bydlení hromadného,
- e) bydlení jiného.

**c) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z obecných požadavků na využívání území**

Stavební záměr se této problematice nedotýká.

**d) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů,**

Stavební záměr se této problematice nedotýká.

**e) Výčet a závěry provedených průzkumů a rozborů – geologický průzkum, hydrogeologický průzkum, stavebně historický průzkum apod.**

V rámci bakalářské práce nebyly provedeny žádné průzkumy a rozborů. Dle geologických map města Přerova byla zemina zatříděna jako kamenitý až hlinito-kamenitý sediment. Pro přesné základové poměry je nutné provést geologické, hydrogeologické průzkumy a měření radonu. Stavebně historický průzkum je dle zákona č. 20/1987 Sb. nutný pouze v případě, že dojde k archeologickému nálezu.

**f) Ochrana území podle jiných právních předpisů**

Stavební záměr se této problematice nedotýká.

**g) Poloha vzhledem k záplavovému území, poddolovanému území apod.**

Pozemek se nenachází v zaplavovaném, poddolovaném či jinak stavbu ovlivnitelném území.

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

Budova je navržena s plochou vegetační střechou a disponuje dostatečně velkým pozemkem zeleně včetně podzemní nádrže na dešťovou vodu, aby odtok dešťových vod byl minimální, a tudíž neovlivňoval např. okolní stavby. Navíc veškerá dešťová voda ze střech bude akumulována v nádrži na pozemku. Objekt se nachází v dostatečné vzdálenosti, aby nestínil na okolní objekty.

**i) Požadavky na asanace, demolice, kácení dřevin**

Výstavba nevyžaduje žádnou demolici, asanaci či kácení dřevin

**j) Požadavky na maximální dočasné a trvalé zábory zemědělského půdního fondu nebo pozemků určených k plnění funkce lesa**

Parcela spadá pod ochranu zemědělského půdního fondu, ze kterého však bude do 31.6.2023 vyjmuta a pozemek bude nově definován jako pozemek pro výstavbu.

**k) Územně technické podmínky – zejména možnost napojení na stávající dopravní a technickou infrastrukturu, možnost bezbariérového přístupu k navrhované stavbě**

Objekt bude napojen na stávající komunikace vybudováním příjezdové cesty k objektu. Taktéž bude napojen na stávající inženýrské sítě NN, místní vodovod a jednotnou kanalizaci.

**l) Věcné a časové vazby stavby, podmiňující, vyvolané, související investice**

Stavba nemá žádné věcné ani časové vazby ani jiné související či podmiňující investice.

**m) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých se stavba umísťuje a provádí**

Parcelní číslo: 50/14  
Katastrální území: Vinary u Přerova [782351]  
Vlastnické právo: Zelníček Karel, Kovářská 38/12, Přerov X-Popovice, 75124  
Přerov

**n) Seznam pozemků podle katastru nemovitostí, na kterých vznikne ochranné nebo bezpečnostní pásmo**

Parcelní číslo: 50/14  
Katastrální území: Vinary u Přerova [782351]  
Vlastnické právo: Zelníček Karel, Kovářská 38/12, Přerov X-Popovice, 75124  
Přerov

Standartní ochranná pásma inženýrských sítí a ochranné pásmo FVE 1 m od objektu, které ale nezasahuje na jiné pozemky.

## **B.2 Celkový popis stavby**

### **B.2.1 Základní charakteristika stavby a jejího užívání**

**a) Nová stavba nebo změna dokončené stavby; u změny stavby údaje o jejich současném stavu, závěry stavebně technického, případně stavebně historického průzkumu a výsledky statického posouzení nosných konstrukcí**

Jedná se o novostavbu dvoupodlažního rodinného domu.

**b) Účel užívání stavby**

Stavba je určena k trvalému bydlení.

**c) Trvalá nebo dočasná stavba**

Jedná se o stavbu trvalou.

**d) Informace o vydaných rozhodnutích o povolení výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby**

Nejsou uvažovány výjimky z technických požadavků na stavby a technických požadavků zabezpečujících bezbariérové užívání stavby.

**e) Informace o tom, zda a v jakých částech dokumentace jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů**

Jsou zohledněny podmínky závazných stanovisek dotčených orgánů. Dotčené orgány jsou následující: odbor regionálního rozvoje, odbor životního prostředí a odbor dopravy. Součástí projektové dokumentace je požárně bezpečnostní řešení viz D.1.3 – Technická zpráva požárně bezpečnostního řešení a požární odstupy ve výkresu C.3.

**f) Ochrana stavby podle jiných právních předpisů**

Stavba není chráněna podle jiných právních předpisů.

**g) Navrhované parametry stavby – zastavěná plocha, obestavěný prostor, užitná plocha, počet funkčních jednotek a jejich velikosti apod.**

Zastavěná plocha:	187,38 m <sup>2</sup>
Obestavěný prostor:	1466,4 m <sup>3</sup>
Užitná plocha:	239,2 m <sup>2</sup>
Počet funkčních jednotek:	1 bytová jednotka

**h) 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.**

Z hlediska základních bilancí stavby bude objekt RD zásobován elektrickou energií a pitnou vodou.

Splašková kanalizace napojena do stávající splaškové kanalizace v místní komunikaci.

Dešťová voda bude řešena akumulováním do nádrže na dešťovou vodu s přepadem do vsakovacího objektu na pozemku.

Komunální odpad produkovaný provozem objektu se bude ukládat do popelnice na hranici pozemku a likvidovat pravidelným svozem.

Se všemi odpady bude nakládáno ve smyslu zákona 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů.

Třída energetické náročnosti budovy A.

**i) Základní předpoklady výstavby – časové údaje o realizaci stavby, členění na etapy**

Zahájení výstavby:	6/2023
Dokončení výstavby:	3/2025

**j) Orientační náklady stavby**

Předpokládané náklady na stavbu:	16 400 000,- (bez DPH)
----------------------------------	------------------------

## B.2.2 Celkové urbanistické a architektonické řešení

### a) Urbanismus – územní regulace, kompozice prostorového řešení

Pozemek je tvarově i rozlohově podobný pozemkům sousedním v nové zástavbě, kde se nacházejí většinou novostavby velkých, většinou dvoupodlažních, rodinných domů, tudíž objekt do okolí ideálně zapadne.

### b) Architektonické řešení – kompozice tvarového řešení, materiálové a barevné řešení

Objekt je dvoupodlažní rodinný dům ve tvaru písmene „L“. Disponuje dřevěnými okny a dveřmi, šedým fasádní nátěrem a plochou vegetační střechou, čímž dokonale zapadne mezi ostatní stavby s moderním vzezřením v nové zástavbě.

## B.2.3 Celkové provozní řešení, technologie výroby

Přístup k objektu je zajištěn pomocí veřejné komunikace a navržené přístupové cesty, po které se může pohybovat i těžká technika, včetně jeřábů potřebných pro umístění stropních panelů.

## B.2.4 Bezbariérové užívání stavby

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

## B.2.5 Bezpečnost při užívání stavby

U stavby jsou splněny všechny požadavky dle příslušných norem.

## B.2.6 Základní charakteristika objektů

### a) Stavební řešení

Objekt je navržen jako stěnový systém z pórobetonových bloků. Stěnové příčky jsou tvořeny z vápenno-pískových bloků. Stropní konstrukce je tvořena předpjatými stropními panely. Střešní konstrukce je uzpůsobena pro vegetační střechu.

### b) Konstruktivní a materiálové řešení

#### Obvodový plášť

- je tvořen pórobetonovými tvárnicemi (ref. výrobek Ytong Universal) tl. 300 mm a tepelnou izolací (ref. výrobek Isover EPS GreyWall) o tl. 300 mm.

### Výplně otvorů

- tvoří dřevěná okna s izolačním trojsklem (ref. výrobek Slavona Progression, rám DOJ Progression)  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ , zasklení: argon,  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g = 0,54$  (severovýchodní a severozápadní výplně)/0,62 (jihovýchodní a jihozápadní výplně)
- Stínění je v podobě exteriérových žaluziích schovaných v kastlíku v zateplení fasády.

### Střešní konstrukce

- je tvořena předpjatými panely typu Spiroll, spádovými klíny z EPS o min. tl. 40 mm, tepelnou izolací EPS o tl. 300 mm a skladbou extenzivní vegetační střechy

### Podlaha na zemině

- je tvořena tepelnou izolací z pěnoskla o tl. 400 mm, plovoucí železobetonovou základovou deskou tl. 250 mm, systémovou deskou z EPS pro systém podlahového vytápění, roznášecí vrstvou a nášlapnou vrstvou dle skladeb v kapitole 7.3.1.

### Vnitřní nosné stěny

- jsou tvořeny tvárnici z pórobetonu (ref. výrobek Ytong Universal) tl. 300 mm.

### Vnitřní nenosné příčky

- jsou tvořeny vápenno-pískovými tvárnici (ref. výrobek Silka) tl. 150 mm.

### c) Mechanická odolnost a stabilita

Statickým výpočtem je doloženo, že stavba je navržena tak, aby zatížení na ni působící v průběhu výstavby a užívání nemělo za následek:

- zřícení stavby nebo její části,
- vyšší stupeň nepřípustného 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.

Všechny uvedené aspekty jsou eliminovány provedeným a doloženým statickým výpočtem s příslušným následným naddimenzováním nosných prvků stavby.

## B.2.7 Základní charakteristika technických a technologických zařízení

### a) technické řešení

Na stávající inženýrské síti budou napojeny nové přípojky.

Jedná se o přípojky:

- Vodovodní přípojka
- Přípojka splaškové kanalizace
- Přípojka vedení silového napětí

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

- Vodovodní přípojka
- Kanalizační přípojka
- Přípojka vedení silového napětí
- Tepelné čerpadlo
- Vzduchotechnická jednotka s rekuperací
- Akumulační nádrž + automatické zařízení na využívání dešťové vody
- Fotovoltaická elektrárna + akumulční baterie

Všechny technické a technologické systémy jsou navrženy a pospány v příloze D.1.4.1 Výpočtová část – technika prostředí.

### **B.2.8 Zásady požárně bezpečnostního řešení**

Požárně bezpečnostní řešení stavby je vypracováno v příloze D.1.3. Požární odstupy jsou zakresleny v C.3 Koordinační situační výkres.

### **B.2.9 Úspora energie a tepelná ochrana**

Objekt splňuje normové požadavky na úsporu energie a tepelnou ochranu podle ČSN 73 0540. Úspora energie a tepelná ochrana je řešena v příloze E v příloze A.

### **B.2.10 Hygienické požadavky na stavby, požadavky na pracovní a komunální prostředí**

Objekt bude větrán nuceně a denně osvětlen okenními otvory případně umělým osvětlením. Budova bude zásobena pitnou vodou z veřejné vodovodní sítě města Přerova. Odpadní vody budou vedeny do jednotné kanalizace města Přerova.

### **B.2.11 Zásady ochrany stavby před negativními účinky vnějšího prostředí**

**a) Ochrana před pronikáním radonu z podloží**

Radonový index 1 – nízký.

**b) Ochrana před bludnými proudy**

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

**c) Ochrana před technickou seizmicitou**

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

**d) Ochrana před hlukem**

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

**e) Protipovodňová opatření**

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

**f) Ostatní účinky – vliv poddolování, výskyt metanu apod.**

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

## **B.3 Připojení na technickou infrastrukturu**

**a) Napojovací místa technické infrastruktury**

Budova bude napojena na veřejnou pozemní komunikaci a inženýrské sítě, a to na veřejnou vodovodní síť, na jednotnou kanalizaci a elektrické vedení NN.

**b) Připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky**

Veškeré připojovací rozměry, výkonové kapacity a délky řeší samostatný projekt TZB, který není součástí této projektové dokumentace.

## **B.4 Dopravní řešení**

**a) Popis dopravního řešení včetně bezbariérových opatření pro přístupnost a užívání stavby osobami se sníženou schopností pohybu nebo orientace**

Budova bude napojena na veřejnou pozemní komunikaci z ulice Doubí a nemá bezbariérový přístup ani není určena pro osoby se sníženou schopností pohybu nebo orientace. Na pozemku jsou dvě parkovací stání.

**b) Napojení území na stávající dopravní infrastrukturu**

Sjezd na pozemek je řešen přímo z přilehlé obousměrné místní komunikace šířky 5,5 m. Odvodnění sjezdu i stání je řešeno do odtokového žlabu v prostoru před vjezdem pod přístřešek a dešťové vody jsou zasakovány na pozemku investora.

**c) doprava v klidu,**

Na pozemku jsou dvě parkovací stání pro osobní automobily, jejichž počet byl stanoven výpočtem.

**d) pěší a cyklistické stezky.**

Nejsou v projektu řešeny.

## B.5 Řešení vegetace a souvisejících terénních úprav

### a) Terénní úpravy

Na pozemku proběhnou terénní úpravy při provádění výkopů. Výkopek ze základů bude dočasně umístěn na pozemku investora na místě k tomu určeném a později použit na zasypání stavby a terénní úpravy. Předpokládá se vyrovnaná bilance zemin.

### b) Použité vegetační prvky

Na střeše objektu se předpokládá využití vytrvalých suchomilných rostlin pro zatravnění vegetační plochy. Na pozemku se plánují sázet z dřevin pouze okrasné keře, nikoli stromy.

### c) Biotechnická opatření

Pozemek nepodléhá žádnému biotechnickému opatření.

## B.6 Popis vlivů stavby na životní prostředí a jeho ochrana

### a) Vliv na životní prostředí – ovzduší, hluk, voda, odpady a půda

Budova ani její výstavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Během stavby bude lehce zvýšená prašnost, avšak bude maximálně eliminována. Taktéž hluk bude omezen na minimum, a především situován během pracovních dní od 8:00 do 18:00. Spodní voda nebude ohrožena díky zavedení odpadní přípojky a následné likvidaci veškerých odpadních vod touto cestou. Stavební odpad bude shromažďován a třízen do velkoobjemových kontejnerů a odvezen do uzpůsobených zařízení na likvidaci takového odpadu. Stavba nebude mít vliv na okolní nebo hlubší půdní systém.

### b) Vliv na přírodu a krajinu – ochrana dřevin, ochrana památných stromů, ochrana rostlin a živočichů, zachování ekologických funkcí a vazeb v krajině apod.

Památné stromy se nevyskytují, stavba nebude mít negativní vliv na přírodu a krajinu.

### c) Vliv na soustavu chráněných území Natura 2000

Pozemek se nenachází v chráněné oblasti Natura 2000

### d) Způsob zohlednění podmínek závazného stanoviska posouzení vlivu záměru na životní prostředí, je-li podkladem

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

### e) V případě záměrů spadajících do režimu zákona o integrované prevenci základní parametry způsobu naplnění závěrů o nejlepších dostupných technikách nebo integrované povolení, bylo-li vydáno

Záměr nespadá do režimu zákona o integrované prevenci.

**f) Navrhovaná ochranná a bezpečnostní pásma, rozsah omezení a podmínky ochrany podle jiných právních předpisů**

V rámci projektu je navrhováno ochranné pásmo FVE.

Dle § 46 odst. 7 písm. e) zákona č. 458/2000 Sb., vzniká ochranné pásmo 1 m od vnějšího líce obvodového zdiva budovy, na které je výrobní elektřiny umístěna, u výroben elektřiny připojených k distribuční soustavě s napětím do 1 kV včetně s instalovaným výkonem nad 10 kW.

## **B.7 Ochrana obyvatelstva**

Bez požadavků – objekt není určen pro ochranu obyvatelstva. Obyvatelé v případě ohrožení využijí místní systém ochrany obyvatelstva.

## **B.8 Zásady organizace výstavby**

**a) Potřeby a spotřeby rozhodujících médií a hmot, jejich zajištění**

Pro potřeby stavby budou využity přípojky pitné vody a elektrické energie.

Odhadovaná potřeba vody pro provozní a sociálně hygienické potřeby – 0,2 l/s

Odhadovaná potřeba požární vody – 13 l/s

Odhadovaný maximální elektrický příkon – 10,4 MW

Materiál bude skladován na určených místech (skládka, stavební sklad, stavební buňka) na oploceném pozemku. Materiál bude dodáván a doplňován průběžně během výstavby objektu.

**b) Odvodnění staveniště**

Základová jáma bude vypsádována 0,5 % do staveništní studny, odkud bude voda následně čerpána kalovým čerpadlem a zasakována na pozemku investora.

**c) Napojení staveniště na stávající dopravní a technickou infrastrukturu**

Vjezd na pozemek je napojen na příjezdovou cestu z ulice Doubí. Vjezd do ulice Doubí, bude označen příslušnou dopravní značkou (výjezd vozidel stavby) v době probíhající stavby.

Voda a elektrická energie bude zajištěna z nově vybudovaných přípojek.

**d) Vliv provádění stavby na okolní stavby a pozemky**

V době provádění stavby bude zvýšený hluk a prašnost. V určitých fázích stavby, bude muset být omezen provoz na ulici Doubí.

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

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

f) **Maximální dočasné a trvalé zábory pro staveniště**

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

g) **Požadavky na bezbariérové obchozí trasy**

Stavební záměr se této problematiky nedotýká.

h) **Maximální produkovaná množství a druhy odpadů a emisí při výstavbě, jejich likvidace**

Kód druhu odpadu	Název druh odpadu	Nakládání	Množství [t]
15 01 01	Papírový a/nebo lepenkový obal	Recyklace	5
15 01 02	Plastový obal	Recyklace	2
15 01 03	Dřevěný obal	Recyklace	3
15 01 06	Směs obalových materiálů	Odvoz na skládku	1
17 01 01	Beton	Recyklace	2
17 02 01	Dřevo	Recyklace	2
17 02 02	Sklo	Recyklace	0,5
17 02 03	Plast	Recyklace	2
17 04 05	Železo a/nebo ocel	Recyklace	3
17 07 01	Směsný stavební a demoliční odpad	Odvoz na skládku	2
20 03 01	Směsný komunální odpad	Odvoz na skládku	10

i) **Bilance zemních prací, požadavky na přísun nebo deponie zemin**

Na pozemku proběhnou terénní úpravy při provádění výkopů. Výkopek ze základů bude dočasně umístěn na pozemku investora na místě k tomu určeném a později použit na zasypání stavby a terénní úpravy. Předpokládá se vyrovnaná bilance zemin.

#### **j) Ochrana životního prostředí při výstavbě**

Budova ani její výstavba nebude mít negativní vliv na životní prostředí. Během stavby bude lehce zvýšená prašnost, avšak bude maximálně eliminována. Taktéž hluk bude omezen na minimum, a především situován během pracovních dní od 8:00 do 18:00. Spodní voda nebude ohrožena díky zavedení odpadní přípojky a následné likvidaci veškerých odpadních vod touto cestou. Stavební odpad bude shromažďován a třízen do velkoobjemových kontejnerů a odvezen do uzpůsobených zařízení na likvidaci takového odpadu. Stavba nebude mít vliv na okolní nebo hlubší půdní systém.

#### **k) Zásady bezpečnosti a ochrany zdraví při práci na staveništi**

Při realizaci bude kladen důraz na bezpečnost a ochranu zdraví při práci (BOZP). Všechny osoby, které se budou pohybovat na staveništi, budou proškoleny z BOZP. Stavbyvedoucí provede školení, vyhotoví dokument, který každý ze zúčastněných podepíše a tím stvrdí, že byl seznámen s riziky, která mohou vzniknout na stavbě. O školení provede stavbyvedoucí zápis do stavebního deníku. Během provádění prací je nutné dodržovat všechny platné právní předpisy z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví.

#### **l) Úpravy pro bezbariérové užívání výstavbou dotčených staveb**

Stavební záměr se této problematice nedotýká.

#### **m) Zásady pro dopravní inženýrská opatření**

Stavební záměr se této problematice nedotýká.

#### **n) Stanovení speciálních podmínek pro provádění stavby – provádění stavby za provozu, opatření proti účinkům vnějšího prostředí při výstavbě apod.**

Stavební záměr se této problematice nedotýká.

#### **o) Postup výstavby, rozhodující dílčí termíny**

Předpokládané zahájení stavby je v červnu roku 2023 a bude dokončena v červnu roku 2025. Jedná se o stavbu menšího rozsahu.

Plán kontrolních prohlídek:

- Dokončení základové desky – 2 měsíce od vydání stavebního povolení
- Dokončení hrubé stavby – 4 měsíců od vydání stavebního povolení
- Dokončení stavby – 18 měsíců od vydání stavebního povolení

## **B.9 Celkové vodohospodářské řešení**

Pitná voda bude užívána pro osobní účely. Dešťová voda svedená ze střechy bude ukládána do akumulární nádrže o velikost 5 m<sup>3</sup> umístěné na pozemku a používána výhradně k zavlažování vegetační střechy a pozemku. Odpadní voda bude odváděna jednotnou kanalizací



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENVIRONMENTÁLNÍ RODINNÝ DŮM SLUNEČNICE

ENVIRONMENTAL FAMILY HOUSE SUNFLOWER

## I.C – TECHNICKÁ ZPRÁVA POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ŘEŠENÍ

TECHNICAL REPORT OF THE FIRE SAFETY CONCEPT OF THE BUILDING

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leoš Krumpolec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ Ph.D.

BRNO 2023

# Obsah

1	Všeobecné údaje.....	33
1.1	Identifikační údaje a všeobecné údaje o stavbě.....	33
1.2	Popis objektu.....	33
1.3	Popis dispozičního řešení.....	33
1.4	Popis konstrukčního řešení.....	34
2	Požárně technické posouzení.....	34
2.1	Podklady použité pro zpracování.....	34
2.2	Požárně technické charakteristiky.....	35
2.3	Rozdělení objektu na požární úseky.....	35
2.4	Stanovení požárního rizika, stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků.....	36
2.5	Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí.....	36
2.6	Únikové cesty.....	37
2.7	Odstupové vzdálenosti.....	38
2.8	Technická zařízení.....	38
2.8.1	Prostupy rozvodů.....	38
2.8.2	Vytápění.....	41
2.8.3	Vzduchotechnické zařízení.....	41
2.8.4	Technické požadavky na technická zařízení.....	41
2.9	Zařízení pro protipožární zásah.....	41
2.10	Příjezdové a přístupové komunikace.....	42
2.11	Požárně bezpečnostní zařízení.....	42
2.12	Bezpečnostní značky a tabulky.....	42
3	Závěr.....	42
4	Přílohy.....	42

# 1 Všeobecné údaje

## 1.1 Identifikační údaje a všeobecné údaje o stavbě

- a) **Název stavby:** Environmentální rodinný dům Slunečnice
- b) **Místo stavby:**  
Adresa: ulice Doubí, Vinary, 751 24 Přerov  
Katastrální území: Vinary u Přerova [782351]  
Parcelní čísla pozemků: 50/14
- c) **Údaje o stavebníkovi:**  
Jméno a příjmení: Leoš Krumpolec  
Adresa: Pod Skalkou 14/9, 751 24 Přerov  
**Vypracoval:**  
Jméno a příjmení: Leoš Krumpolec  
Adresa: Pod Skalkou 14/9, 751 24 Přerov

## 1.2 Popis objektu

V projektové dokumentaci je řešena novostavba rodinného domu.

Objekt bude sloužit k bydlení čtyřčlenné rodiny.

Navrhovaný objekt je stavbou trvalou, předpokládaná životnost stavby je minimálně 50 let.

Objekt je umístěn na kraji obce Vinary v k. u. Vinary u Přerova, v zástavbě rodinných domů. Stavba je navrhnutá tak, aby svojí dispozicí plnila požadavky investora a plnohodnotně sloužila k účelu bydlení.

Objekt je atypického tvaru složeného ze dvou pater ve tvaru L, z nichž druhé patro je kratší v obou ramenech.

Rodinný dům má stěnový nosný systém, obvodové zdivo je navrhované z pórobetonových tvárnic tloušťky 300 mm, zateplené EPS tloušťky 300 mm. Nosné překlady jsou z pórobetonu. Vodorovné nosné konstrukce jsou navrženy jako předpjaté stropní panely typu Spiroll. Střechy nad 1.NP i 2.NP jsou řešeny jako jednoplášťové vegetační extenzivní. Z estetického hlediska je objekt rozdělený na dominantní první podlaží sloužící jako hlavní společenský prostor, zatímco druhé patro je výhradně soukromé pro obyvatele domu.

## 1.3 Popis dispozičního řešení

Vstup do objektu je řešený hlavním vstupem, případný další možný vstup do objektu je ze zahrady přes terasu do obývacího pokoje. Ze zádveří je přístup do komunikačního prostoru, který tvoří chodba a schodiště do 2.NP. Z chodby je dále přístup do spíže, technické místnosti, koupelny, samostatného WC, pokoje pro hosty a pracovny. Na konci chodby se nachází hlavní obytná část tvořená kuchyní s jídelnou a obývacím pokojem se vstupem na terasu.

Druhé nadzemní podlaží tvoří klidovou část domu, kde se nachází dětský pokoj a ložnice rodičů. V patře je zřízena koupelna a samostatná toaleta.

## 1.4 Popis konstrukčního řešení

### a) Svislé stěnové konstrukce

Obvodové zdivo v 1.NP a 2NP:	pórobetonové tvárnice tl. 300 mm
Nosné konstrukce:	pórobetonové tvárnice tl. 300 mm
Nenosné konstrukce:	příčky z vápenopískových tvárnic tl. 150 mm

### b) Vodorovné konstrukce

Stropy nad 1.NP:	předpjaté stropní panely tl. 250 mm
------------------	-------------------------------------

### c) Schodiště

Schodišťové stupně z pórobetonu na podezdívce z pórobetonových tvárnic tl. 150 mm.

### d) Střešní konstrukce

Střecha je plochá vegetační extenzivní o sklonu 2° na nosné konstrukci ze stropních panelů

## 2 Požárně technické posouzení

### 2.1 Podklady použité pro zpracování

Stavebně technické podklady stavby:

- Projektová dokumentace stavební části

Zákony a vyhlášky:

- Zákon č. 320/2015 Sb., O Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů
- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, (ve znění pozdějších předpisů – vzpp)
- Vyhláška č. 23/2008 Sb. ve znění Vyhlášky č. 268/2011 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), vzpp
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, vzpp
- Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, vzpp

Normy ČSN včetně aktuálních změn k danému datu zpracování:

- ČSN 73 0810 – PBS – Společná ustanovení
- ČSN 73 0802 – PBS – Nevýrobní objekty
- ČSN 73 0818 – PBS – Obsazení objektu osobami
- ČSN 73 0833 – PBS – Budovy pro bydlení a ubytování
- ČSN 73 0873 – PBS – Zásobování požární vodou
- ČSN 73 0821, ed. 2 – PBS – Požární odolnost stavebních konstrukcí
- ČSN 73 4200 – Komíny – Všeobecné požadavky
- ČSN 73 4201 – Komíny a kouřovody
- ČSN 06 1008 – Požární bezpečnost tepelných zařízení
- ČSN 01 3495 – Výkresy ve stavebnictví – Výkresy PBS

Další podklady:

- Zoufal a kol.: Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódů
- technické listy výrobců

## 2.2 Požárně technické charakteristiky

Navrhnutý objekt je v souladu s vyhláškou 23/2008 Sb., a dalšími souvisejícími normami. Podle ČSN 73 0833 se jedná o budovu skupiny OB1.

Konstrukční systém:	nehořlavý
Požární výška objektu:	h = 3,28m
Plocha úseku:	1.NP – 147,08 m <sup>2</sup>
	2.NP – 85,03 m <sup>2</sup>

## 2.3 Rozdělení objektu na požární úseky

V souladu s čl. 3 ČSN 73 0833 spadá rodinný dům do kategorie budov OB1 s jednou obytnou buňkou. Rodinný dům je tak tvořený jedním požárním úsekem. Garáž není součástí rodinného domu, na pozemku jsou vytvořena dvě krytá parkovací stání pro osobní automobily.

Tab. č. 2.3.1: Tabulka místností v požárním úseku N1.01/N2

POŽÁRNÍ ÚSEK N1.01/N2		
Č. M.	Účel místnosti	Plocha [m <sup>2</sup> ]
101	Zádveří	9,15
102	Chodba se schodištěm	23,48
103	Studovna	16,5
104	Pokoj pro hosty	17,0
105	Šatna	2,7
106	Koupelna	6,3
107	WC	2,81
108	Technická místnost	9,56
109	Spíž	6,24
110	Obývací pokoj s kuchyní	53,34
201	Chodba se schodištěm	15,78
202	Ložnice	22,47
203	Šatna	6,96
204	Dětský pokoj	29,67
205	WC	1,94
206	Koupelna	8,21

## 2.4 Stanovení požárního rizika, stupně požární bezpečnosti a posouzení velikosti požárních úseků

### a) Stanovení požárního zatížení $p_v$ pro požární úsek rodinného domu

Podle normy ČSN 73 0802 je hodnota výpočtového požárního zatížení

$p_v = 40 \text{ kg/m}^2$ . Ve smyslu normy ČSN 73 0802 příloha B, tab. B1

$p'_v = (p_s - 5) \cdot 1,15 = (10 - 5) \cdot 1,15 = 5,75 \text{ kg/m}^2$

$p_v = 40 \text{ kg/m}^2 + 5,75 \text{ kg/m}^2 = 45,75 \text{ kg/m}^2$

### b) Označení požárního úseku

Podle normy ČSN 73 0833 je stupeň požární bezpečnosti: **II. SPB**

Požární úsek: **N1.01/N2 – II**

Mezní rozměry požárních úseků se podle ČSN 73 0833 u objektů kategorie OB1 neposuzují.

## 2.5 Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí

Tab. č. 2.5.1: Požární odolnost konstrukcí požárního úseku N1.01/N2 - II

Pol.	Stavební konstrukce	Požární odolnost stavební konstrukce a její druh		Skutečná požární odolnost stavební konstrukce	Poznámky
		Požadovaná v podlaží			
		1.NP	2.NP		
3	Obvodové stěny zajišťující stabilitu obj.	REW 30	REW 15	Stěna Ytong tl. 300 mm – REI 180	Vyhovuje
4	Nosné kce střechy nad 1.NP a 2.NP	REI 15	REI 15	Stropní kce z nosníků a vložek pórobetonu tl. 250 mm – REI 30	Vyhovuje
5	Nosné kce uvnitř PÚ <ul style="list-style-type: none"> <li>- stropy</li> <li>- stěny</li> <li>- překlad</li> </ul>	RE 30 R 30 R 30	- R 15 R 15	Stropní kce z nosníků a vložek pórobetonu tl. 250 mm – REI 30 Stěna Ytong tl. 300 mm – R 180 Překlad Ytong R 60	Vyhovuje

9	Konstrukce schodiště	R 15 DP3	R 15 DP3	Schodišťové stupně z pórobetonu – R 90 DP1 Podezdívka schodiště z tvárnic pórobetonu tl. 150 mm – R 60 DP1	Vyhovuje
11	Střešní plášť	Pro II. SPB bez požadavku			

**a) Požární uzávěry otvorů**

Objekt tvoří jeden samostatný PÚ – bez požadavku.

**b) Nosné konstrukce střech**

Podle čl. 8.7.2 ČSN 73 0802 nosná konstrukce střech nad požárními stropy v posledním užitném nadzemním podlažím podle 8.3.2 ČSN 73 0802 nemusí vykazovat požární odolnost, pokud jsou pod touto konstrukcí podlaží nepřesahující zastavěnou plochu 200 m<sup>2</sup>.

**c) Střešní požární pásy**

Podle ČSN 73 0833 u objektů do požární výšky 12 m nejsou požadované požární pásy. Požární výška objektu je 3,28 m – nevztahuje se pro tento objekt.

Pozn.: Ke kolaudaci budou předloženy platné atesty a certifikáty ve smyslu příslušných paragrafů zákona 22/197, vyhlášky 246/2001 sv. a dalších platných předpisů.

## 2.6 Únikové cesty

Podle čl. 4.3 ČSN 73 0833 se za postačující pro rodinné domy považuje jedna nechráněná úniková cesta šířky aspoň 900 mm a dveře na únikové cestě šířky 800 mm.

Mezní délky a šířky:

- $l_{max}$  – neposuzuje se
- $\check{s}_{min} = 900 \text{ mm} \leq \check{s}_{skut} = 1200 \text{ mm}$
- $\check{s}_{min,dveře} = 800 \text{ mm} \leq \check{s}_{skut,vstupní\ dveře} = 1000 \text{ mm}$

Šířka schodišťového ramena je 1200 mm

Dveře na únikové cestě vyhovují požadavku min. 800 mm.

Obě podmínky navrhnutý rodinný dům splňuje, únikové cesty jsou v souladu s těmito podmínkami a vyhovují.

## 2.7 Odstupové vzdálenosti

Střecha, resp. střešní plášť vyhovuje podmínkám čl. 8.15.4, pol. b1) ČSN 73 0802 a nepovažuje se za požárně otevřenou plochu, odstupy od vlivu sálání od této konstrukce se tedy neuvažují.

Tab. č. 2.7.1: Odstupové vzdálenosti

PÚ	Fasáda		$\rho_v$ [kg/m <sup>2</sup> ]	$S_{po}$ [m <sup>2</sup> ]	$h_u$ [m]	$l$ [m]	$S_p$ [m <sup>2</sup> ]	$\rho_o$ [%]	$d$ [m]
N1.01/N2 – II	SV	1.NP	45,75	2	0,5	8,25	4,13	48,5	0,66
		2.NP		1	0,5	2	1	100,0	1,12
	JV	1.NP		6	1,5	5,75	8,63	69,6	2,51
		1.NP		8,1	1,5	7,4	11,1	73,0	2,78
		2.NP		3	1,5	2	3	100,0	2,14
		2.NP		1,76	2,35	0,75	1,76	100,0	1,62
	JZ	1.NP		3	1,5	2	3	100,0	2,14
		1.NP		2,73	2,1	1,3	2,73	100,0	1,95
		1.NP		7,32	2,25	4,75	10,69	68,5	1,91
		2.NP		2,7	1,5	1,8	2,7	100,0	1,94
		2.NP		2,7	1,5	1,8	2,7	100,0	1,94
		2.NP		1,18	2,35	0,5	1,18	100,0	1,34
	SZ	1.NP		1,18	2,35	0,5	1,18	100,0	1,34
		2.NP		2,25	1,5	1,5	2,25	100,0	1,8
		2.NP		2,25	1,5	1,5	2,25	100,0	1,8
		2.NP		2,25	1,5	1,5	2,25	100,0	1,8

Za předpokladu realizace rodinného domu podle projektové dokumentace platí uvedené odstupové vzdálenosti. V požárně nebezpečně vymezeném prostoru nimi vymezenými není žádný objekt s požárně otevřenými plochami. Novostavba nezasahuje do PNP žádného sousedního objektu.

V rámci projektu osazení stavby na staveništi má být také ověřené, že požárně nebezpečný prostor rodinného domu nepřesahuje hranice stavebního pozemku v souladu s čl. 10.2.1 ČSN 73 0802, podle kterého PNP nemá přesahovat hranice pozemku s výjimkou přesahu do veřejných prostranství.

Dopad hořících částí se neposuzuje, na objektě není instalovaný žádný hořlavý obklad či hořlavá střešní krytina.

## 2.8 Technická zařízení

### 2.8.1 Prostupy rozvodů

Rozvodná potrubí a jejich příslušenství, sloužící k rozvodu nehořlavých látek pro technická zařízení nevýrobních stavebních objektů nebo pro technologické účely těchto objektů, mohou prostupovat dle ČSN 730802 požárně dělící konstrukcí při dodržení podmínek ČSN 730810, a to:

a) potrubí světlého průřezu do 40 000 mm<sup>2</sup> (bez ohledu na hořlavost použitého materiálu) bez dalších opatření;

b) potrubí světlého průřezu nad 40 000 mm<sup>2</sup> je ze stavebních výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 (z nehořlavých stavebních výrobků) a jeho případná izolace je alespoň do vzdálenosti 1000 mm od obou líců požárně dělicí konstrukce z nehořlavých stavebních výrobků.

Potrubí světlého průřezu nad 40 000 mm<sup>2</sup> a jejich příslušenství z hořlavých stavebních výrobků nesmí být volně vedena požárním úsekem a musí být:

a) zabudována ve stavební konstrukci druhu DP1, nebo jinak chráněna, např. krycí vrstvou o požární odolnosti min. 30 minut; nebo

b) umístěna v instalační šachtě nebo v kanálu.

Poznámka: Potrubí z nehořlavých stavebních výrobků může být volně vedené požárním úsekem.

Rozvodná potrubí a jejich příslušenství, sloužící k rozvodu hořlavých látek (kapalin a plynů) pro technická a technologická zařízení nevýrobních stavebních objektů dle ČSN 730802, musí být provedeny dle dále uvedených ustanovení. Kromě případů podle bodu a) jsou rozvodná potrubí ze stavebních výrobků třídy reakce na oheň A1. Při prostupu požárně dělicí konstrukcí musí být dodržena příslušná ustanovení ČSN 730810 a dále:

a) rozvodná potrubí světlého průřezu do 750 mm<sup>2</sup> v budovách skupiny OB1 nebo OB2 dle ČSN 730833 a požární výšky  $h \leq 22,5$  m mohou být pro hořlavé kapaliny z výrobků třídy reakce na oheň A2 nebo B; v případě hořlavých plynů musí rozvodné potrubí splňovat požadavky podle ČSN EN 1755; v obou případech musí být při požáru spolehlivě zabráněno úniku hořlavých látek mimo rozvodné potrubí (např. požární pojistkou, požárním krytem apod.);

b) rozvodná potrubí o světlém průřezu do 15 000 mm<sup>2</sup> bez dalších opatření;

c) rozvodná potrubí o světlém průřezu nad 15 000 mm<sup>2</sup> do 35 000 mm<sup>2</sup> musí mít v místě prostupu uzávěr (např. ventil nebo šoupě), který se samočinně uzavře, jakmile teplota prostředí překročí stanovený limit.

Rozvodná potrubí nad 35 000 mm<sup>2</sup> nesmějí prostupovat požárně dělicími konstrukcemi a musí být umístěna v samostatných instalačních šachtách nebo kanálech, majících ohraničující konstrukce EI nebo REI 90 DP1 a požární uzávěry otvorů EI 45 DP1. Kromě toho musí být potrubí před vstupem do objektu nebo do instalační šachty, popřípadě v dalších místech vybavena uzávěrem samočinně se uzavírajícím (umožňujícím i ruční ovládnutí) když teplota vně nebo uvnitř instalační šachty dosáhne 80 °C. Samočinný uzávěr musí být doplněn vypínačem zdroje pohybu látky dopravované potrubím.

VZT zařízení musí být provedena tak, aby se jimi nebo po nich nemohl šířit požár nebo jeho plodiny do jiných požárních úseků. Pro zkoušení požární odolnosti VZT potrubí platí

ČSN EN 1366-1. Požárně neuzavřené prostupy VZT zařízení o ploše jednoho prostupu do 40 000 mm<sup>2</sup>

nesmí ve svém souhrnu mít plochu větší než 1/100 plochy požárně dělící konstrukce, kterou VZT prochází, vzájemná vzdálenost prostupů musí být nejméně 500 mm. VZT zařízení bude provedeno v souladu s ČSN 73 0872.

Dle ČSN 73 0810 prostupy rozvodů a instalací, technických a technologických zařízení, elektrických rozvodů apod. mají být navrženy tak, aby co nejméně prostupovaly požárně dělícími konstrukcemi. Konstrukce, ve kterých se vyskytují tyto prostupy, musí být dotaženy až k vnějším povrchům prostupujících zařízení, a to ve stejné skladbě a se stejnou požární odolností jakou má požárně dělící konstrukce. Požárně dělící konstrukce může být případně i zaměněna (nebo upravena) v dotahované části k vnějším povrchům prostupů za předpokladu, že nedojde ke snížení požární odolnosti konstrukce.

Těsnění prostupů se provádí:

a) realizací požárně bezpečnostního zařízení – výrobku (systému) požární přepážky nebo ucpávky (v souladu s ČSN EN 13501-2+A1:2010), nebo

b) dotěsněním (například dozděním, dobetonováním) hmotami třídy reakce na oheň A1 nebo A2 v celé tloušťce konstrukce, a to pouze nejedná-li se prostupy okolo chráněných únikových cest (nebo okolo požárních nebo evakuačních výtahů) a zároveň v případech určených dále.

Podle bodu a) se prostupy hodnotí kritérii:

- EI v požárně dělících konstrukcích EI a REI a nebo

- E v požárně dělících konstrukcích EW nebo REW.

Podle bodu b) tohoto textu lze postupovat pouze v následujících případech:

a) jedná se o vstup zděnou nebo betonovou konstrukcí a jedná se maximálně o 3 potrubí s trvalou náplní vodou nebo jinou nehořlavou kapalinou. Potrubí musí být třídy reakce na oheň A1 nebo A2 a nebo musí mít vnější průměr potrubí maximálně 30 mm. Případné izolace potrubí v místě prostupů musí být nehořlavé, tj. třídy reakce na oheň A1 nebo A2, a to s přesahem minimálně 500 mm na obě strany konstrukce (například je-li ve zděné nebo betonové konstrukci v době výstavby vynechán montážní otvor, po instalaci potrubí musí být otvor dozděn nebo dobetonován v kvalitě okolní konstrukce výrobky třídy reakce na oheň A1 nebo A2, a to až k povrchu potrubí, a to v celé tloušťce konstrukce); nebo b) jedná se o jednotlivý vstup jednoho, samostatně vedeného kabelu elektroinstalace bez chráničky s vnějším průměrem kabelu do 20 mm, předpokládá se provedení prostupu se shodným průměrem, jako je průměr kabelu. Takovýto postup smí být nejen ve zděné nebo betonové, ale i v sádkartonové a sendvičové konstrukci (provede-li se v sendvičové konstrukci otvor většího průměru, než je vstupující kabel, postup je se podle bodu a)). Tato konstrukce musí být dotažena až k povrchu kabelu shodnou skladbou.

Podle bodu b) se samostatně posuzují prostupy, mezi nimiž je vzdálenost alespoň 500 mm.

## 2.8.2 Vytápění

Zdrojem tepla pro TV, vytápění a chlazení bude navrženo tepelné čerpadlo typu vzduch-voda. Bivalentní zdroj pro ohřev TV je topná patrona v ohřívači. Zařízení budou umístěna v technické místnosti, která netvoří samostatný požární úsek.

Bude dodržena vzdálenost případných tepelných spotřebičů od hořlavých hmot dle vyhl. č. 23/2008 Sb. ve znění vyhl. č. 268/2011 Sb.

## 2.8.3 Vzduchotechnické zařízení

Rodinný dům je navržen s řízeným větráním pomocí vzduchotechnické jednotky umístěné v technické místnosti. Rodinný dům tvoří jeden požární úsek, mimo požadavky v kap. 2.8.1. nejsou stanoveny další požadavky na těsnění prostupů.

## 2.8.4 Technické požadavky na technická zařízení

Veškerá technická zařízení budou instalována a provozována dle nařízení výrobce/dovozce a budou dodržovány návody k použití jednotlivých výrobků, případně zákonná a normativní ustanovení. Bude dodržena bezpečná vzdálenost tepelných spotřebičů od hořlavých hmot dle přílohy č. 8 vyhlášky č. 23/2008 Sb.

## 2.9 Zařízení pro protipožární zásah

### a) Vnitřní odběrná místa

V souladu s ČSN 73 0873 není potřeba zřizovat vnitřní odběrná místa.

### b) Vnější odběrná místa

Požadavek podle ČSN 73 0873 – (hydrant min. DN 80 do vzdálenosti 200 m a navzájem mezi sebou max. 400 m). Odběr vody z hydrantu při doporučené rychlosti  $v = 0,8$  m/s musí mít minimální průtok  $Q = 4$  l/s. Odběr při doporučené rychlosti  $v = 1,5$  m/s musí mít minimální průtok  $Q = 7,5$  l/s.

Statický přetlak u hydrantů musí být minimálně 0,2 MPa.

Skutečné parametry existujícího hydrantu: DN 100 ve vzdálenosti 20 m od objektu. Požadavek je splněný a existující stav vyhovuje.

### c) Přenosné hasící přístroje

Podle přílohy č. 4 vyhlášky 23/2008 Sb. bude v objektě rodinného domu umístěn jeden hasící přístroj, a to práškový s hasicí schopností 34A.

U instalovaného hasicího přístroje se dělá kontrola jeho funkčnosti jedenkrát za rok, pokud není stanoveno jinak – podle vyhlášky č. 246/2001 Sb.

## 2.10 Příjezdové a přístupové komunikace

Dle ČSN 73 0802 čl. 12.2 musí vést k objektu přístupová komunikace o min. šíři 3 m do vzdálenosti maximálně 50 m od budovy. Objekt přiléhá k zpevněné silniční komunikaci šířky 5 m > 3 m, hlavní vstup do objektu je od ní vzdálen 14 m < 20 m. Stav je vyhovující. Dle čl. 12.4.4. ČSN 73 0802 není nutné zřizovat nástupní plochy pro objekty s požární výškou do 12 m (3,28 m < 12 m). Nástupní plocha není navržena. Vnitřní ani vnější zásahové cesty nejsou požadovány v souladu s čl. 12.5.1. ČSN 73 0802 a s čl. 12.6.2. ČSN 73 0802.

## 2.11 Požárně bezpečnostní zařízení

Požadavek: rodinný dům musí být vybavený zařízením autonomní detekce a signalizace požáru. Toto zařízení musí být umístěné v části vedoucí k východu z obytné buňky. U obytných buněk s podlahovou plochou větší než 150 m<sup>2</sup> musí být umístěné další zařízení autonomní detekce a signalizace požáru.

Podle požadavku tedy do obytné buňky o celkové podlahové ploše 232,11 m<sup>2</sup> musí být umístěné nejméně dvě zařízení autonomní detekce a signalizace požáru. Jedno zařízení bude umístěné u východu z objektu v místnosti č. 101 – zádveří a druhé zařízení v 2. NP nad schodištěm v místnosti č. 201 chodba se schodištěm.

## 2.12 Bezpečnostní značky a tabulky

Přenosný hasicí přístroj a zařízení autonomní detekce a signalizace budou označené podle ČSN ISO 3864, ČSN 010813 a podle nařízení vlády NV 11/2002sb. výstražnými bezpečnostními značkami a tabulkami.

## 3 Závěr

Projekt pro stavební povolení „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ řeší dvoupodlažní rodinný dům.

Objekt je navržen dle ČSN 73 0802 v souladu s navazujícími projektovými normami, zejména ČSN 73 0835. Budova tvoří jeden samostatný požární úsek. Požární odolnost stavebních konstrukcí vyhoví požadavků SPB požárního úseku. V objektu jsou nechráněné únikové cesty vyhovujících parametrů. Odstupové vzdálenosti zasahují pouze na pozemek investora, stav je vyhovující.

**Stavební objekt vyhoví požadavkům požární bezpečnosti staveb při dodržení výše uvedených zásad.**

## 4 Přílohy

C.3 Koordináční situační výkres



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENVIRONMENTÁLNÍ RODINNÝ DŮM SLUNEČNICE

ENVIRONMENTAL FAMILY HOUSE SUNFLOWER

## I.D – STAVEBNĚ FYZIKÁLNÍ HODNOCENÍ

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leoš Krumpolec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ Ph.D.

BRNO 2023

## Obsah

1	Účel posouzení.....	46
2	Podklady pro zpracování.....	46
3	Použité normy a předpisy.....	46
4	Normativní požadavky.....	47
4.1	Ochrana proti hluku.....	47
4.1.1	Stavební akustika – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách.....	47
4.1.2	Stavební akustika – Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov 49	
4.1.3	Urbanistická akustika – Hluková studie.....	51
4.2	Úspora energie a ochrana tepla.....	55
4.2.1	Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí.....	56
4.2.2	Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle ČSN 73 0540-2:2011 .	66
4.2.3	Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 730540-2:2011.....	68
4.3	Denní osvětlení.....	72
4.4	Proslunění objektu .....	74
5	Popis objektu .....	76
5.1	Urbanistické a architektonické řešení objektu.....	76
5.2	Dispoziční řešení objektu.....	76
5.3	Konstrukční řešení objektu.....	76
6	Charakteristika posuzovaných konstrukcí.....	76
7	Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu .....	77
7.1	Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky.....	77
7.2	Urbanistická akustika (hluková studie).....	78
7.2.1	Rozbor akustické situace, zdroje hluku.....	78
7.2.2	Posouzení hlukové situace .....	80
7.3	Tepelně technické posouzení.....	80
7.3.1	Popis a skladba konstrukcí.....	80
7.3.2	Nejnižší vnitřní povrchová teplota .....	82
7.3.3	Součinitel prostupu tepla U.....	82
7.3.4	Pokles dotykové teploty podlahy .....	82
7.3.5	Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci.....	83
7.3.6	Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti.....	83

7.4	Průměrný součinitel prostupu tepla.....	84
7.4.1	Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2.....	84
7.4.2	Průměrný součinitel prostupu tepla dle vyhl. č. 264/2020 Sb.....	86
7.5	Denní osvětlenost a proslunění objektu.....	86
7.5.1	Popis místností.....	86
7.5.2	Vyhodnocení denního osvětlení a proslunění.....	92
8	Závěr a navržená opatření.....	92
8.1	Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí.....	92
8.2	Ochrana proti hluku.....	93
8.3	Úspora energie a ochrana tepla.....	93
8.4	Denní osvětlení.....	94
8.5	Proslunění objektu.....	94

# 1 Účel posouzení

Účelem posouzení je, na základě Vyhlášky č. 268/2009 Sb. ve znění pozdějších předpisů, o technických požadavcích na stavby ověřit, zda:

- tepelně technické vlastnosti konstrukcí a obálky „Environmentálního rodinného domu Slunečnice“ vyhovují požadovaným hodnotám;
- daný objekt vyhovuje z hlediska požadavků na úsporu energie;
- jsou splněny požadavky z hlediska zajištění denního osvětlení a proslunění objektu;
- jsou splněny požadavky týkající se ochrany proti šíření hluku a vibrací v návaznosti na zvukoizolační vlastnosti konstrukcí tak, aby byl zajištěn bezpečný a hygienicky nezávadný stav konstrukcí a zajištěna správná funkce objektu.

# 2 Podklady pro zpracování

Podklady pro zpracování zprávy jsou:

- studie včetně textových částí,
- pracovní verze stavební prováděcí části projektu,
- urbanistické a klimatické poměry dané lokality,
- údaje o stacionárních zdrojích hluku (VZT, tepelné čerpadlo,...),
- intenzita dopravy na pozemních komunikacích (ŘSD ČR, apod.),
- technické listy výrobců,
- skladby konstrukcí dle projektové dokumentace.

# 3 Použité normy a předpisy

Pro zpracování posouzení byla použita platná legislativa, tj. vyhlášky i normy, ke dni zpracování projektu a posouzení.

[1] Stavební zákon 183/2006 Sb. ve znění pozdějších předpisů a vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhl. č. 20/2012 Sb.

[2] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb ve znění pozdějších předpisů

[3] ČSN 73 0540-1, 3, 4:2005, ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov

[4] Vyhláška č. 264/2020 Sb. o energetické náročnosti budov.

[5] Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb.

[6] ČSN 73 0532:2020 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.

[7] ČSN 73 4301:2004 ve znění Z4:2019 Obytné budovy.

[8] ČSN EN 17 037 Denní osvětlení budov:2019

[9] ČSN 73 0580-1:2007 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky + Z3:2019

[10] ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019

## 4 Normativní požadavky

### 4.1 Ochrana proti hluku

#### 4.1.1 Stavební akustika – Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách

Norma ČSN 73 0532:2020 stanovuje požadavky na vzduchovou a kročejovou neprůzvučnost, jejichž splnění je splněním požadavků zákona č. 183/2006 Sb., Stavební zákon, a vyhlášky č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhl. č. 20/2012 Sb.

- ČSN 73 0532:2020, článek 5.1 Vzduchová neprůzvučnost: Vážená stavební neprůzvučnost  $R'_{w,N}$  - pro stěny a stropy, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 1 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 16283-1, nesmí být nižší než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532:2020. Konstrukce stěn a stropů mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat minimálním požadovaným hodnotám  $R'_{w,N}$ .
- ČSN 73 0532, článek 5.2 Kročejová neprůzvučnost: Vážená normalizovaná hladina akustického tlaku kročejového zvuku  $L'_{w,N}$  - pro stropy, určená vážením podle ČSN EN ISO 717 – 2 z třetinooktávových hodnot veličin, změřených podle ČSN EN ISO 6283-2, nesmí být vyšší než hodnoty stanovené dle ČSN 73 0532:2020. Konstrukce stropu mezi místnostmi v budovách musí vyhovovat maximálním požadovaným hodnotám  $L'_{w,N}$ .

Pro porovnání jednočíselných hodnot stanovených výpočtem nebo měřením v laboratoři  $R_w$  a  $L_{nw}$  (dB) (převzatých z podkladů výrobce-dodavatele) s hodnotami normativními  $R'_w$  a  $L'_{nw}$  (dB) je nutné tyto hodnoty upravit korekcí  $k$  (dB), zahrnující vliv vedlejších cest šíření zvuku.

$$R'_w = R_w - k_1$$

$$L'_{nw} = L_{nw} + k_2$$

Tab. 4.1.1.1 Korekce na vedlejší cesty přenosu zvuku pro vzduchovou neprůzvučnost dělicích konstrukcí [6]

Dělicí prvek	Boční konstrukce	Korekce $k_1$ [dB]
<u>Těžká dělicí stěna (strop)</u>	4 x těžká	2
- monolitická, prefabrikovaná nebo zděná (cihly, beton, pórobeton apod.)  $R_w \geq 40$ dB	3 x těžká, 1 x lehká	3
	2 x těžká, 2 x lehká	4
	1 x těžká, 3 x lehká	5
	vyzdívaný skelet	$\geq 4$

Tab. 4.1.1.2 Korekce na vedlejší cesty přenosu zvuku pro kročejovou neprůzvučnost stropních konstrukcí [6]

Dělicí prvek	Boční svislé vnitřní konstrukce (bez stěn obvodového pláště)	Korekce $k_2$ [dB]
<u>Těžká stropní konstrukce včetně podlahy</u> – monolitická, prefabrikovaná, zděná (stropní tvarovky, panely, beton apod.)	Těžké silikátové vnitřní stěny (cihly, beton, pórobeton apod.), pružně oddělené od stropní konstrukce (PUR pěna, minerální vata)	1
	Lehké montované vnitřní stěny z desek a nosného roštu (sádrokarton, dřevo apod.)	
	Těžké silikátové vnitřní stěny (cihly, beton, pórobeton apod.), dozděné až ke stropní konstrukci (malta, beton)	2

Tab. 4.1.1.3 Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v domech s byty [6]

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádk a	Hlučný prostor	Požadavky na zvukovou izolaci			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w,r}$ $D_{nT,w}$ [dB]	$L'_{n,w,r}$ $L'_{nT,w}$ [dB]	$R'_{w,r}$ $D_{nT,w}$ [dB]	$R_w$ [dB]
<b>A. Bytové domy, rodinné domy, terasové nebo řadové domy a dvojdomy – všechny obytné místnosti bytu</b>					
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	$\geq 47$	$\leq 58$	$\geq 40^a$	$\geq 27^a$
<sup>a</sup> Požadavek platí pro vnitřní stěny bytu mezi obytnými místnostmi včetně vedlejších cest přes dveře, které nejsou součástí dělicí stěny (tj. např. přes dveře do společné haly). Požadavek na dveře se vztahuje pouze na dveře, které jsou součástí společné dělicí stěny mezi dvěma obytnými místnostmi (kromě kuchyně). V takovém případě se požadavek na stěnu vztahuje pouze na plnou část stěny (bez dveří) a současně platí požadavek na dveře. Požadavky se nevztahují na obytné místnosti, které jsou mezi sebou propojeny otvory bez výplně.					

#### 4.1.2 Stavební akustika – Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov

Požadavky na vzduchovou neprůzvučnost celé konstrukce obvodového pláště budov jsou stanoveny ve formě jednočíselných vážených hodnot uvedených v ČSN 73 0532, viz tabulka 4.1.2.1 a pro splnění požadavků musí výsledné vážené hodnoty vyhovovat nerovnosti:

$$R'_{w,r} \geq R'_w \text{ (požadavek)}$$

kde  $R'_w$  je vážená stavební neprůzvučnost celého obvodového pláště [-].

Norma ČSN 73 0532 stanovuje požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov. Splnění normových požadavků se prokazuje zkouškou na stavbě přímo na konkrétní stavební konstrukci, dle příslušných zkušebních postupů uvedených v ČSN EN ISO 16283-3. V projektové přípravě stavby se splnění požadavků prokazuje výpočtem nebo jiným ověřeným způsobem.

V příloze D normy ČSN 73 0532 je uveden způsob návrhu obvodového pláště, který umožňuje přesněji stanovit požadovanou váženou neprůzvučnost plné části obvodové stěny při kombinaci s okny a případně dalšími prvky, jejich vážená neprůzvučnost může být nižší nebo může být se stěnou srovnatelná. Uvedený postup zohledňuje ekonomicky efektivní návrh obvodového pláště. Návrh složené konstrukce obvodového pláště je možný dvěma způsoby buď pomocí výpočtu nebo zjednodušeným způsobem se stanovením výsledné hodnoty vzduchové neprůzvučnosti plné části obvodového pláště a okna vždy s ohledem na požadavek obvodového pláště jako celku.

Stanovení vážené neprůzvučnosti plné obvodové konstrukce při známé požadované hodnotě  $R'_w$  celého obvodového pláště pomocí výpočtu:

$$R_{ws} = -10 \log \frac{1}{1 - p_0} \left( 10^{-0,1(R'_w+2)} - p_0 10^{-0,1R_{wo}} \right)$$

kde  $R'_w$  je požadovaná hodnota stavební neprůzvučnosti obvodového pláště [dB];  
 $R_{wo}$  je laboratorní hodnota vážené neprůzvučnosti oken vybrané místnosti [dB];  
 $R_{ws}$  je laboratorní hodnota vážené neprůzvučnosti plné obvodové konstrukce vybrané místnosti [dB];  
 $p_0 = S_o/S$  je poměr plochy oken k celkové ploše obvodového pláště v místnosti.

Požadavek:  $R_{wo} \geq R'_w + 2 + 10 \log p_0$

Doporučení pro správný návrh obvodového pláště:

$R_{ws} \geq R_{wo}$  a  $R_{ws} \geq R'_w + 2$

Tab. 4.1.2.1 Požadavky na zvukovou izolaci obvodových plášťů budov [6]

Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách $R'_w$ <sup>a</sup> nebo $D_{nT,w}$ <sup>3</sup> , v dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického A tlaku v denní době 06:00 h – 22:00 h ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{Aeq,2m}$ <sup>b</sup> , v dB						
	do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70	od 71 do 75	od 76 do 80
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48 <sup>c</sup>
Požadovaná zvuková izolace obvodového pláště v hodnotách $R'_w$ <sup>a</sup> nebo $D_{nT,w}$ <sup>3</sup> , v dB							
Druh chráněného vnitřního prostoru	Ekvivalentní hladina akustického A tlaku v noční době 22:00 h – 06:00 h ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm, $L_{Aeq,2m}$ <sup>b</sup> , v dB						
	do 40	od 41 do 45	od 46 do 50	od 51 do 55	od 56 do 60	od 61 do 65	od 66 do 70
Obytné místnosti bytů, pokoje v ubytovnách (koleje, internáty apod.)	30	30	30	33	38	43	48
<sup>a</sup> Jednočíselné vážené veličiny podle ČSN EN ISO 717-1, stanovené z veličin v třetinooktávových pásmech definovaných v ČSN EN ISO 16283-3.							

<sup>b</sup> Ekvivalentní hladina akustického tlaku A určená 2m před obvodovým a střešním pláštěm včetně odrazu zvuku od fasády, zaokrouhlená na celé číslo a s přihlédnutím k 10.4.1 ČSN EN ISO 16283-3 a příloze B5 ČSN ISO 1996-2. Požadavky se vztahují na celý obvodový a střešní plášť i s výplněmi otvorů u chráněných místností.

*Hodnoty požadované zvukové izolace obalové konstrukce uvedené v tabulce výše se vztahují k horní hranici příslušného rozmezí hladin akustického tlaku A. Přípustná je interpolace požadavků podle skutečné hodnoty ekvivalentní hladiny akustického tlaku A.*

Tabulka 4.1.2.1 uvádí hodnoty zvukové izolace obvodových pláštů při ekvivalentních hladinách akustického tlaku ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm (tj. 2 m před fasádou a 2 m nad střechou), v tzv. venkovním chráněném prostoru stavby. Tyto hodnoty jsou určeny měřením nebo výpočtem v souladu s ČSN EN ISO 16283-3, včetně vlivu odrazu zvuku od fasády nebo střechy. Pokud tyto hodnoty jsou stanoveny bez odrazu od fasády nebo střechy, pak je nutné tyto hladiny zvýšit o hodnotu použité korekce na odraz, většinou se jedná o 3 dB.

Ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $L_{Aeq,2m}$  ve vzdálenosti 2 m před obvodovým a střešním pláštěm objektu se zjišťují v nejbližším místě ke zdroji hluku před chráněnou obytnou místností v nejvíce kritickém podlaží. V případě zdroje pozemní dopravy se podle NV č. 272/2011 Sb. určují zvlášť pro denní a noční dobu. Pro návrh obvodového pláště se použije vyšší hodnota požadavku  $R'_w$  vyplývající z obou časových úseků.

### 4.1.3 Urbanistická akustika – Hluková studie

#### 4.1.3.1 Hygienické limity hluku v chráněných vnitřních prostorech staveb

Dle NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb. je dle §11 stanoveno:

(1) Určujícími ukazateli hluku jsou ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  a maximální hladina akustického tlaku A  $L_{Amax}$ , případně odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. Ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  se v denní době stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhluchnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhluchnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ). V případě hluku z leteckého provozu se hygienický limit v chráněných vnitřních prostorech staveb vztahuje na charakteristický letový den.

(2) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk pronikající vzduchem zvenčí a pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu součtem základní hladiny akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, dráhách a z leteckého provozu, se přičte další korekce – 5 dB.

(3) Hygienický limit maximální hladiny akustického tlaku A se stanoví pro hluk šířící se ze zdrojů uvnitř objektu součtem základní maximální hladiny akustického tlaku A  $L_{Amax}$  se rovná 40 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného vnitřního prostoru a denní a noční době podle přílohy č. 2 k tomuto nařízení. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, drahách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB. 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 podložím.

(4) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro hluk ze stavební činnosti uvnitř objektu  $L_{Aeq,s}$  se stanoví tak, že se k hygienickému limitu ekvivalentní hladiny akustického tlaku A  $L_{Aeq,T}$  stanovenému podle odstavce 2 přičte v pracovních dnech pro dobu mezi sedmou a dvacátou první hodinou korekce +15 dB.

(5) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro zvuk elektronicky zesilované hudby se v prostoru pro posluchače stanoví pro dobu T se rovná 4 hodiny hodnotou  $L_{Aeq,T}$  se rovná 100 dB.

Tab. 4.1.3.1.1 Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb [5]

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce [dB]
Obytné místnosti	doba mezi 6:00 a 22:00 hodinou	0 <sup>+) </sup>
	doba mezi 22:00 a 6:00 hodinou	-10 <sup>+) </sup>

Poznámky k tab. 4.1.3.1.1

*Pro ostatní druhy chráněného vnitřního prostoru v tabulce jmenovitě neuvedené se použijí hodnoty pro prostory funkčně obdobné.*

*Účel užívání stavby je u staveb povolených před 1. lednem 2007 dán kolaudačním rozhodnutím, u později povolených staveb oznámením stavebního úřadu nebo kolaudačním souhlasem. Uvedené hygienické limity se nevztahují na hluk způsobený používáním chráněné místnosti.*

*<sup>+) Pro hluk z dopravy v okolí dálnic, silnic I. a II. třídy a místních komunikací I. a II. třídy, kde je hluk z dopravy na těchto komunikacích převažující, v ochranném pásmu drah a pro hluk z tramvajových a trolejbusových drah se přičítá další korekce + 5 dB. Tato korekce se nepoužije ve vztahu ke chráněnému vnitřnímu prostoru staveb povolených k užívání k určenému účelu po dni 31. prosince 2005.</sup>*

#### 4.1.3.2 Hygienické limity hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru

Dle NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb. je dle §12 stanoveno:

(1) Určujícím ukazatelem hluku, s výjimkou vysokoenergetického impulsního hluku, je ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  a odpovídající hladiny v kmitočtových pásmech. V denní době se stanoví pro 8 souvislých a na sebe navazujících nejhlučnějších hodin ( $L_{Aeq,8h}$ ), v noční době pro nejhlučnější 1 hodinu ( $L_{Aeq,1h}$ ). Pro hluk z dopravy na pozemních komunikacích a dráhách a pro hluk z leteckého provozu se ekvivalentní hladina akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  stanoví pro celou denní ( $L_{Aeq,16h}$ ) a celou noční dobu ( $L_{Aeq,8h}$ ).

(2) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$ , s výjimkou hluku z leteckého provozu a vysokoenergetického impulsního hluku, se stanoví součtem základní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  50 dB a korekcí přihlížejících ke druhu chráněného prostoru a denní a noční době, které jsou uvedeny v tabulce č. 1 části A přílohy č. 3 k tomuto nařízení. Pro vysoce impulsní hluk se přičte další korekce -12 dB. V případě hluku s tónovými složkami, s výjimkou hluku z dopravy na pozemních komunikacích, dráhách a z leteckého provozu, se přičte další korekce -5 dB.

(3) Stará hluková zátěž  $L_{Aeq,16h}$  pro denní dobu a  $L_{Aeq,8h}$  pro noční dobu se zjišťuje měřením nebo výpočtem z údajů o roční průměrné denní intenzitě a skladbě dopravy v roce 2000 poskytnutých správcem popřípadě vlastníkem pozemní komunikace nebo dráhy. Hygienický limit stanovený pro starou hlukovou zátěž se vztahuje na ucelené úseky pozemní komunikace nebo dráhy.

(4) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $C$  vysokoenergetického impulsního hluku se stanoví pro denní dobu  $L_{Ceq,8h}$  se rovná 83 dB, pro noční dobu  $L_{Ceq,1h}$  se rovná 40 dB. Ekvivalentní hladina akustického tlaku  $C_{L_{Ceq,T}}$  se vypočte způsobem upraveným v části C přílohy č. 3 k tomuto nařízení.

(5) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$  z leteckého provozu se vztahuje na charakteristický letový den a stanoví se pro celou denní dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,16h}}$  se rovná 60 dB a pro celou noční dobu ekvivalentní hladinou akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,8h}}$  se rovná 50 dB.

(6) Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A$  pro hluk ze stavební činnosti  $L_{Aeq,s}$  se stanoví tak, že se k hygienickému limitu ekvivalentní hladiny akustického tlaku  $A_{L_{Aeq,T}}$  stanovenému podle odstavce 3 přičte další korekce podle části B přílohy č. 3 k tomuto nařízení.

Tab. 4.1.3.2.1 Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru [5]

Druh chráněného prostoru	Korekce [dB]			
	1)	2)	3)	4)
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	-5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněný ostatní venkovní prostor	0	+5	+10	+20

Poznámky k tab. 4.1.3.2.1

- Korekce uvedené v tabulce se nesčítají.
- Pro noční dobu se pro chráněný venkovní prostor staveb přičítá další korekce -10 dB, s výjimkou hluku z dopravy na železničních dráhách, kde se použije korekce -5 dB.
- Pravidla použití korekce uvedené v tabulce č. 1:
  - 1) Použije se pro hluk z provozu stacionárních zdrojů a hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, zejména rozřaďování a sestavu nákladních vlaků, prohlídku vlaků a opravy vozů. Pro hluk ze železničních stanic zajišťujících vlakové práce, které byly uvedeny do provozu přede dnem 1. listopadu 2011, se přičítá pro noční dobu další korekce +5 dB.
  - 2) Použije se pro hluk z dopravy na dráhách, není-li dále uvedeno jinak, na silnicích III. třídy, místních komunikacích III. třídy a účelových komunikacích ve smyslu § 7 odst. 1 zákona č. 13/1997 Sb., o pozemních komunikacích, ve znění pozdějších předpisů.
  - 3) Použije se pro hluk z dopravy na dálnicích, silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy v území, kde hluk z dopravy na těchto komunikacích je převažující nad hlukem z dopravy na ostatních pozemních komunikacích. Použije se pro hluk z dopravy na dráhách v ochranném pásmu dráhy. Použije se pro hluk z dopravy na tramvajových a trolejbusových drahách vedených po silnicích I. a II. třídy a místních komunikacích I. a II. třídy.
  - 4) Použije se pro stanovení hodnoty hygienického limitu staré hlukové zátěže.

## 4.2 Úspora energie a ochrana tepla

Dle Vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášek č. 62/2013 Sb. a č. 405/2017 Sb. příloha 12 je součástí projektové dokumentace pro ohlášení stavby nebo pro vydání stavebního povolení v části B. Souhrnná technická zpráva odstavec B.2.9 „Úspora energie a tepelná ochrana“.

Vyhláška č.268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č.20/2012 Sb. a č. 323/2017 Sb. v § 16 uvádí: „Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby spotřeba energie na jejich vytápění, větrání, umělé osvětlení, popřípadě klimatizaci byla co nejnižší. Energetickou náročnost je třeba ovlivňovat tvarem budovy, jejím dispozičním řešením, orientací a velikostí výplňových otvorů, použitými materiály a výrobky a systémy technického zařízení budov. Při návrhu stavby se musí respektovat klimatické podmínky lokality.

*Budovy musí být navrženy a provedeny tak, aby byly po dobu jejich užívání zaručeny požadavky na jejich tepelnou ochranu splňující:*

- a) tepelnou pohodu uživatelů;
- b) požadované tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov;
- c) tepelně vlhkostní podmínky technologií podle různých účelů budov;
- d) nízkou energetickou náročnost budov.

*Požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov jsou dány normovými hodnotami.“*

Z výše uvedeného vyplývá, že je třeba respektovat funkční požadavky na tepelně technické vlastnosti konstrukcí a budov podle platné ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012.

Ukazatele energetické náročnosti budovy jsou dle Vyhlášky č. 264/2020 Sb.:

- a) primární energie z neobnovitelných zdrojů energie vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- b) celková dodaná energie za rok vztažená na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- c) dílčí dodané energie pro technické systémy vytápění, chlazení, nucené větrání, úpravu vlhkosti vzduchu, přípravu teplé vody a osvětlení vnitřního prostoru budovy za rok vztažené na metr čtvereční energeticky vztažné plochy,
- d) průměrný součinitel prostupu tepla,
- e) součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici,
- f) účinnost technických systémů.

Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla a součinitelů prostupu tepla jednotlivých konstrukcí na systémové hranici se provede podle české technické normy pro výpočtové metody tepelné ochrany budov. Požadavky na energetickou náročnost nové budovy, budovy s téměř nulovou spotřebou energie a pro budovu s téměř nulovou spotřebou energie od 1. ledna 2022, stanovené výpočtem na nákladově optimální úrovni, jsou splněny, pokud hodnoty ukazatelů energetické náročnosti hodnocené budovy uvedené v § 3 odst. 1 písm. a), b) a d) nejsou vyšší než referenční hodnoty ukazatelů energetické náročnosti pro referenční budovu

## 4.2.1 Tepelně technické posouzení stavebních konstrukcí

### 4.2.1.1 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

Vnitřní povrchová teplota hodnotí v poměrném tvaru jako hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu. V zimním období musí konstrukce v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\phi_i \leq 60\%$  vykazovat v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu dle následujícího vztahu:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

kde  $f_{Rsi,N}$  je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-];

$f_{Rsi,cr}$  kritický teplotní faktor vnitřního povrchu [-];

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  je hodnota při které bude relativní vlhkost na vnitřním povrchu dosahovat předepsaného maxima. Způsoby stanovení:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_e} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_{i,r} / \varphi_{si,cr})}$$

kde  $\theta_{ai}$  je návrhová teplota vnitřního vzduchu, ve °C, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3;

$\theta_e$  návrhová vnější teplota podle ČSN 73 0540-3, ve °C, která se stanoví jako návrhová teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období (např. teplota venkovního vzduchu  $\theta_{ae}$  u vnějších konstrukcí, teplota vnitřního vzduchu přilehlého prostředí u vnitřních konstrukcí a teplota zeminy u konstrukcí přilehlých k zemině);

$\varphi_{i,r}$  relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce, v %, která se určí:

a) pro prostory, v nichž je trvale a prokazatelně upravována vlhkost vzduchu v duchotechnikou, ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i$$

kde  $\varphi_i$  je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, trvale a prokazatelně zajišťovaná pro požadované užívání budovy nebo její ucelené části v zduchotechnikou v prostoru podél celé hodnocené konstrukce;

$\Delta\varphi_i$  bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se  $\Delta\varphi_i = 5 \%$ ;

b) pro ostatní prostory ze vztahu

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_f \cdot (\theta_{ae} + 5) + \Delta\varphi_i$$

kde  $\varphi_i$  je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, v %, stanovená pro budovu nebo její ucelenou část pro požadované užívání podle ČSN 73 0540-3; kromě prostorů s vlhkým, mokrým nebo suchým prostředím se uvažuje  $\varphi_i = 50 \%$ ;

$\Delta\varphi_f$  změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu, v  $K^{-1}$ ; uvažuje se  $\Delta\varphi_f = 0,01 K^{-1}$ ;

$\theta_e$  návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období podle ČSN 73 0540-3, ve  $^{\circ}C$ ;

$\Delta\varphi_i$  bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, v %; uvažuje se  $\Delta\varphi_i = 5 \%$ ;

$\varphi_{si,cr}$  kritická vnitřní povrchová vlhkost, v %, je relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů podle 4.6 je kritická vnitřní povrchová vlhkost  $\varphi_{si,cr} = 100 \%$  (riziko orosování), pro ostatní konstrukce je kritická vnitřní povrchová vlhkost  $\varphi_{si,cr} = 80 \%$  (riziko růstu plísní).

Pro konstrukce v prostorách s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $i = 50 \%$  lze pro stanovení kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  použít tabulku.

Tab. 4.2.1.1.1 Požadované hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  pro relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $\phi_i = 50\%$

Kce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ [°C]	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru	20,0	0,647	0,648	0,649	0,649	0,650	0,650	0,650	0,650	0,650
	20,3	0,649	0,650	0,651	0,652	0,652	0,652	0,652	0,652	0,651
	20,6	0,652	0,653	0,653	0,654	0,654	0,654	0,654	0,654	0,653
	20,9	0,654	0,655	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656	0,655	0,655
	21,0	0,655	0,656	0,656	0,656	0,657	0,657	0,656	0,656	0,655
Stavební kce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785

Tab. 4.2.1.1.1 Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu  $f_{Rsi,cr}$  pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $i = 50\%$

Kce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai}$ ve°C	Návrhová venkovní teplota $\theta_e$ [°C]								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Teplota odpovídající kritickému teplotnímu faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Výplň otvoru	20,0	8,35	8,03	7,72	7,36	7,05	6,70	6,35	6,00	5,65
	20,3	8,61	8,30	7,98	7,67	7,32	6,97	6,62	6,28	5,89
	20,6	8,91	8,59	8,25	7,94	7,59	7,24	6,90	6,55	6,16
	20,9	9,17	8,86	8,51	8,21	7,86	7,52	7,17	6,79	6,44
	21,0	9,27	8,96	8,62	8,27	7,97	7,62	7,24	6,90	6,51
Stavební kce	20,0	11,68	11,36	11,04	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02	11,02
	20,3	11,98	11,62	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30	11,30
	20,6	12,23	11,92	11,59	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58	11,58
	20,9	12,53	12,21	11,85	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86	11,86
	21,0	12,60	12,29	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96	11,96

#### 4.2.1.2 Součinitel prostupu tepla

Konstrukce vytápěných nebo klimatizovaných budov musí mít v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu  $\phi_i \leq 60\%$  součinitel prostupu tepla  $U$  takový, aby splňoval podmínku:

$$U \leq U_N$$

kde  $U_N$ , ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ , je požadovaná normová hodnota součinitele prostupu tepla.

Požadovaná a doporučená hodnota součinitele prostupu tepla se stanoví:

- pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $20^\circ C$  (budovy obytné, občanské nevýrobní a nebytové s převážně dlouhodobým pobytem lidí a jiné budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou v rozmezí od  $18^\circ C$  do  $22^\circ C$  včetně) a pro všechny návrhové venkovní teploty stanovujeme hodnotu  $U_N$  podle tabulky.

- pro ostatní budovy ze vztahu:

kde  $U_{N,20}$  součinitel prostupu tepla z tabulky ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

$$e_1 = 16/(\theta_m - 4), \text{ kde } \theta_m \text{ je převažující vnitřní teplota ve } ^\circ C.$$

Tab. 4.2.1.2.1 Hodnoty součinitele typu budovy  $e_1$

Převažující návrhová vnitřní teplota $\theta_m$ [ $^\circ C$ ]	Součinitel typu budovy $e_1$ [-]
14	1,21
15	1,17
16	1,13
17	1,09
18	1,00
19	1,00
20	1,00
21	1,00
22	1,00
23	0,92
24	0,90
25	0,88
26	0,85
27	0,83
28	0,81

Tab. 4.2.1.2.2 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla UN pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $\theta_m = 20^\circ\text{C}$

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla $U_{N,20}$ [ $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ ]		
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Stěna vnější	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad $45^\circ$	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do $45^\circ$ včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 <sup>1)</sup>	těžké: 0,25 lehké: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>4), 5)</sup>	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna částečně vytáp. prostoru přilehlá k zemině <sup>5)</sup>	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami <sup>4)</sup>	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do $10^\circ\text{C}$ včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do $10^\circ\text{C}$ včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do $5^\circ\text{C}$ včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do $5^\circ\text{C}$ včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 <sup>2)</sup>	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do $45^\circ$ , z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 <sup>7)</sup>	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do $45^\circ$ vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

Lehký obvodový plášť (LOP), hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$ , v $m^2/m^2$ , kde $A$ je celková plocha lehkého obvodového pláště (LOP), v $m^2$ ; $A_w$ plocha průsvitné výplně otvoru sloužící převážně k osvětlení interiéru včetně příslušných částí rámu v LOP v $m^2$	$f_w \leq 0,5$	$0,3 + 1,4 \cdot f_w$		
	$f_w > 0,5$	$0,7 + 0,6 \cdot f_w$	$0,2 + f_w$	$0,15 + 0,85 \cdot f_w$
Kovový rám výplně otvoru	-		1,8	1,4
Nekovový rám výplně otvoru <sup>5)</sup>	-		1,3	0,9 – 0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-		1,8	1,4
<p>1) Pro jednovrstvé zdivo se nejpozději do 31.12.2012 připouští hodnota <math>0,38 \text{ W}/(m^2K)</math>.</p> <p>2) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota <math>1,7 \text{ W}/(m^2K)</math>.</p> <p>3) Nemusí se vždy jednat o teplosměnnou plochu, ovšem s ohledem na postup výstavby a možné změny způsobu užívání se zajišťuje tepelná ochrana na uvedené úrovni.</p> <p>4) V případě podlahového a stěnového vytápění se do hodnoty součinitele prostupu tepla započítávají pouze vrstvy od roviny, ve které je umístěno vytápění, směrem do exteriéru.</p> <p>5) Platí i pro rámy využívající kombinace materiálů, včetně kovových, jako jsou například dřevo-hliníkové rámy.</p> <p>6) Odpovídá výpočtu součinitele prostupu tepla podle ČSN 73 0540-4 (bez vlivu zeminy), nikoli výslednému působení podle ČSN EN ISO 13370.</p> <p>7) Nejpozději do 31.12.2012 se připouští hodnota <math>1,5 \text{ W}/(m^2K)</math>.</p>				

#### 4.2.1.3 Pokles dotykové teploty podlahy

Podle [3], čl. 5.3 je nutné splnění požadavku na hodnotu poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{10}$ , ve  $^{\circ}\text{C}$  a to následující podmínkou:

$$\Delta\theta_{10} \leq \Delta\theta_{10,N}$$

kde  $\Delta\theta_{10,N}$  je požadovaná hodnota poklesu dotykové teploty podlahy, ve  $^{\circ}\text{C}$ , dle tabulky

- Splnění výše uvedené podmínky není třeba ověřovat u podlah s trvalou nášlapnou celoplošnou vrstvou z textilní podlahoviny a u podlah s povrchovou teplotou trvale vyšší než  $26^{\circ}\text{C}$ . Podlahy jsou automaticky v kategorii I.
- Pro podlahy s podlahovým vytápěním se pokles dotykové teploty  $\Delta\theta_{10}$  stanovuje a ověřuje pro vnitřní povrchovou teplotu podlahy  $\theta_{si}$  stanovenou bez vlivu vytápění při návrhové venkovní teplotě  $\theta_e = 13^{\circ}\text{C}$ .

Tab. 4.2.1.3.1 Kategorie podlah z hlediska poklesu dotykové teploty podlahy  $\Delta\theta_{0,N}$

Kategorie podlahy	Pokles dotykové teploty podlahy $\Delta\theta_{0,N}$ [°C]
I. Velmi teplé	do 3,8 včetně
II. Teplé	do 5,5 včetně
III. Méně teplé	do 6,9 včetně
IV. Studené	od 6,9

Tab. 4.2.1.3.2 Kategorie podlah – požadované a doporučené hodnoty

Druh budovy	Účel místnosti	Kategorie podlahy	
		Požadovaná	Doporučená
Obytná budova	dětský pokoj, ložnice	I.	
	obývací pokoj, pracovna, předsíň sousedící s pokoji, kuchyň	II.	I.
	koupelna, WC	III.	II.
	předsíň před vstupem do bytu	IV.	III.

#### 4.2.1.4 Zkondenzované množství vodní páry uvnitř konstrukce a celoroční bilance kondenzace a vypařování

Stavební konstrukce má být navržena tak, aby v ní nedocházelo ke kondenzaci vodní páry, pokud by zkondenzovaná vodní pára ohrozila její požadovanou funkci, tedy:

$$M_c = 0$$

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohrozí její požadovanou funkci, se požaduje omezení ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{c,e}$ , v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ , tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N}$$

Pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s vnějším tepelně izolačním systémem nebo vnějším obkladem, popř. jinou obvodovou konstrukci s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami, je nižší z hodnot:

$$M_{c,N} = 0,10 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  se použije 6 % jeho plošné hmotnosti;

pro ostatní stavební konstrukce je nižší z hodnot

$$M_{c,N} = 0,50 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$$

nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci vodní páry, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než  $100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ; pro materiál s objemovou hmotností  $\rho \leq 100 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  se použije 10 % jeho plošné hmotnosti.

Ve stavební konstrukci s připuštěnou omezenou kondenzací vodní páry uvnitř konstrukce podle 6.1.2 [3] nesmí v roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry zůstat žádné zkondenzované množství vodní páry, které by trvale zvyšovalo vlhkost konstrukce. Roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce  $M_c$ , v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ , tedy musí být nižší než roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce  $M_{ev}$ , v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{a}^{-1}$ .

#### 4.2.1.5 Šíření vzduchu konstrukcí a budovou

Funkční spáry výplní otvorů a lehkých obvodových plášťů musí nejvýše odpovídat příslušné požadované hodnotě třídy průvzdušnosti uvedené v tabulce. Pokud je budova složena z ucelených částí s odlišnými požadavky (výška, způsob větrání), posuzuje se každá část samostatně. Na rozhraní takových ucelených částí platí přísnější z požadavků. Třídy LP1 a LP2 odpovídají klasifikaci lehkých obvodových plášťů podle ČSN EN 12 152

Tab. 4.2.1.5.1 Požadované hodnoty třídy průvzdušnosti vztažené na délku spáry

Funkční spára ve výplni otvoru	Požadovaná hodnota třídy průvzdušnosti	
	Budova s větráním přirozeným nebo kombinovaným	Budova s větráním výlučně nuceným
Lehký obvodový plášť	LP1	LP2

Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její ucelené části se může ověřit pomocí celkové intenzity větrání  $n_{50}$  při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h-1, stanovené experimentálně. Doporučuje se splnění podmínky:

$$n_{50} < n_{50,N}$$

kde  $n_{50,N}$  je hodnota celkové intenzity větrání při tlakovém rozdílu 50 Pa, v h-1, která se stanoví podle tabulky.

Jako projektový předpoklad se pro výpočet energetické náročnosti budovy použijí hodnoty doporučené podle tabulky, pokud nebyly hodnoty zjištěné měřením, například při dodatečném vyhodnocení realizované budovy nebo při přípravě energetické obnovy budovy.

Tab. 4.2.1.5.2 Doporučené a cílové hodnoty celkové intenzity větrání  $n_{50,N}$

Větrání v budově	$n_{50,N}$ [ $h^{-1}$ ]	
	Úroveň I	Úroveň II
Přirozené nebo kombinované	4,5	3,0
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1,0	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla v budovách se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní domy)	0,6	0,4

Doporučuje se, aby průvzdušnost místností, kde se použije nuceného větrání nebo klimatizace, byla velmi malá. Hodnotí se pomocí výpočtem stanovené intenzity přirozené výměny vzduchu bez započtení funkce větracího nebo klimatizačního zařízení  $n$ , v  $h^{-1}$ , pro zimní návrhové podmínky. Doporučuje se, aby takto stanovená intenzita větrání splňovala požadavek:

$$n < 0,05 h^{-1}$$

pokud zvláštní předpisy a provozní podmínky nepožadují hodnoty vyšší (např. v nouzovém provozním režimu při výpadku větracího nebo klimatizačního zařízení).

#### 4.2.1.6 Tepelná stabilita místností v zimním období

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) vykazovat na konci doby chladnutí, tj. na konci otopné přestávky  $t$  pokles výsledné teploty podle vztahu:

$$\Delta\theta_v(t) \leq \Delta\theta_{v,N}(t)$$

kde  $\theta_{v,N}(t)$  je požadovaná hodnota poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období, ve  $^{\circ}C$ .

Tab. 4.2.1.6.1 Požadované hodnoty poklesu výsledné teploty v místnosti v zimním období

Druh místnosti (prostoru)	$\Delta\theta_{v,N}(t)$ [°C]
<u>S pobytem lidí po přerušení vytápění:</u>	
- při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně;	3
- při vytápění kamny a podlahovém vytápění.	4
<u>Bez pobytu lidí po přerušení vytápění:</u>	
- při přerušení vytápění otopnou přestávkou - budova masivní	6
- budova lehká;	8
- při předepsané nejnižší výsledné teplotě $\theta_{r,min}$ ;	$\theta_i - \theta_{r,min}$
- při skladování potravin;	$\theta_i - 8$
- při nebezpečí zamrznutí vody.	$\theta_i - 1$
Nádrže s vodou (teplota vody)	$\theta_i - 1$

#### 4.2.1.7 Tepelná stabilita místností v letním období

Kritická místnost (tj. vnitřní prostor) musí vykazovat nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období  $\theta_{ai,max}$  (°C) tak, aby byla splněna podmínka:

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

Tab. 4.2.1.7.1 Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období

Druh budovy	Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní	27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla do $25 \text{ W.m}^{-3}$ včetně	29,5
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla nad $25 \text{ W.m}^{-3}$	31,5

#### 4.2.1.8 Lineární a bodový činitel prostupu tepla

Lineární i bodový činitel prostupu tepla  $k$ , ve  $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ , a  $j$ , ve  $W \cdot K^{-1}$ , tepelných vazeb mezi konstrukcemi musí u budov s převažující vnitřní teplotou  $t_{im} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$  splňovat podmínku

$$\Psi_k \leq \Psi_{k,N} \quad \chi_j \leq \chi_{j,N}$$

Tab. 4.2.1.8.1 Požadované a doporučené hodnoty lineárního a bodového činitele prostupu tepla  $\Psi_{k,N}$  a  $\chi_{j,N}$  tepelných vazeb mezi konstrukcemi

Typ lineární tepelné vazby	Lineární činitel prostupu tepla $\Psi_{k,N}$ [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ]		
	hodnoty požadované	hodnoty doporučené	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy
Vnější stěna navazující na další konstrukci s výjimkou výplně otvoru, např. na základ, strop nad nevytápěným prostorem, jinou vnější stěnu, střechu, lodžii či balkon, markýzu či arkýř, vnitřní stěnu a strop (při vnitřní izolaci), aj.	0,20	0,10	0,05
Vnější stěna navazující na výplň otvoru, např. na okno, dveře, vrata a část prosklené stěny v parapetu, bočním ostění a v nadpraží	0,10	0,03	0,01
Střecha navazující na výplň otvoru, např. střešní okno, světlík, poklop výlezu	0,30	0,10	0,02
Typ bodové tepelné vazby	Bodový činitel prostupu tepla $\chi_{j,N}$ [ $W \cdot K$ ]		
Průnik tyčové konstrukce (sloupy, nosníky, konzoly, apod.) vnější stěnou, podhledem nebo střechou	0,4	0,1	0,02

#### 4.2.2 Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle ČSN 73 0540-2:2011

Průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ , ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ , budovy nebo vytápěné zóny musí splňovat podmínku:

$$U_{em} \leq U_{em,N}$$

kde  $U_{em,N}$  je požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla, ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

Požadovaná hodnota  $U_{em,N}$  se stanoví:

a) pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $t_{im} = 20 \text{ °C}$  a pro všechny návrhové venkovní teploty podle tabulky;

Převažující návrhová vnitřní teplota  $t_{im}$ , ve  $^{\circ}\text{C}$ , odpovídá návrhové vnitřní teplotě i většiny prostorů v budově. Za budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou  $t_{im} = 20 \text{ °C}$ , pro které platí tabulka, se považují všechny budovy obytné (nevýrobní bytové), občanské (nevýrobní nebytové) s převážně dlouhodobým pobytem lidí (např. školské, administrativní, ubytovací, veřejně správní, stravovací, většina zdravotnických) a jiné budovy, pokud vypočítaná převažující návrhová vnitřní teplota  $t_{im}$  je v intervalu od  $18 \text{ °C}$  do  $22 \text{ °C}$  včetně.

b) pro ostatní budovy ze vztahu:

$$U_{em,N} = U_{em,N,20} \cdot e_1$$

kde  $U_{N,20}$  je průměrný součinitel prostupu tepla z tabulky ve  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

$e_1$  součinitel typu budovy

Průměrný součinitel obálky budovy  $U_{em}$ , ve  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , se stanovuje ze vztahu

$$U_{em} = \frac{H_T}{A}$$

kde  $H_T$  je měrná ztráta prostupem tepla podle ČSN EN ISO 13789, ve  $\text{W}\cdot\text{K}^{-1}$ , stanovená ze součinitelů prostupu tepla  $U_j$  všech teplosměnných konstrukcí tvořících obálku budovy na její systémové hranici dané vnějšími rozměry, jejich ploch  $A_j$  určených z vnějších rozměrů, odpovídajících teplotních redukčních činitelů  $b_j$ , lineárních činitelů prostupu tepla  $\Psi_j$  včetně jejich délky a bodových činitelů prostupu tepla  $\chi_j$  včetně jejich počtu podle ČSN 73 0540-4;

$A$  teplosměnná plocha obálky budovy, v  $\text{m}^2$ , stanovená součtem ploch  $A_j$

Požadovaná hodnota  $U_{em,N}$  se stanoví výpočtem pro každý posuzovaný případ metodou referenční budovy, nejvýše však je rovna příslušné hodnotě podle tabulky. Referenční budova je virtuální budova stejných rozměrů a stejného prostorového uspořádání jako budova hodnocená, shodného účelu a shodného umístění, na jejíchž všech plochách obálky budovy jsou použity konstrukce se součiniteli prostupu tepla právě odpovídajícími příslušné normové hodnotě. Pokud součet ploch výplní otvorů tvoří více než 50 % teplosměnné části obvodových stěn budovy, započte se takto pouze 50 % a ve zbytku se uvažuje normová hodnota součinitele prostupu tepla neprůsvitného obvodového pláště.

Hodnota  $U_{em, ref}$  referenční budovy se stanoví jako vážený průměr normových hodnot součinitelů prostupu tepla všech teplosměnných ploch podle vztahu:

$$U_{em, ref} = \Sigma (U_{N,i} \cdot A_i \cdot b_j) / \Sigma A_i + 0,02$$

kde  $U_{N,j}$  je odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce, v  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

$A_j$  plocha j-té teplosměnné konstrukce stanovená z vnějších rozměrů v  $m^2$ ;

$b_j$  teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci.

Tab. 4.2.2.1 Požadované a doporučené hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou 20 °C

	Požadované hodnoty $U_{em,N,20}$ [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]	Doporučené hodnoty [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]
Obytné budovy	Výsledek výpočtu nejvýše však 0,5	$0,75 \cdot U_{em,N,20}$
Ostatní budovy	Výsledek výpočtu nejvýše však hodnota: Pro objemový faktor tvaru: $A/V \leq 0,2$ $U_{rq, N,20} = 1,05$ $A/V > 1,0$ $U_{rq, N,20} = 0,45$ Pro ostatní hodnoty $A/V$ $U_{rq, N,20} = 0,30 + 0,15 / (A/V)$ .	$0,75 \cdot U_{em,N,20}$

### 4.2.3 Energetický štítek obálky budovy dle ČSN 730540-2:2011

Protokol k energetickému štítku obálky budovy a energetický štítek obálky budovy jsou přehledné technické dokumenty, kterými je možné doložit splnění požadavku na prostup tepla obálkou budovy.

Obsahem protokolu k energetickému štítku obálky budovy je základní soubor údajů popisujících tepelné chování budovy a jejich konstrukcí. Energetický štítek obálky budovy obsahuje klasifikaci prostupu tepla obálkou budovy a její grafické vyjádření.

Základní soubor údajů protokolu k energetickému štítku obálky budovy je:

- identifikace budovy (druh, adresa, katastrální a územní číslo),
- identifikace vlastníka nebo společenství vlastníků, popř. stavebníka (název, popř. jméno, adresa),
- popis budovy (objem vytápěné zóny  $V$ , celková plocha  $A$  ochlazovaných konstrukcí obalujících vytápěnou zónu, objemový faktor tvaru budovy  $A/V$ ),

d) klimatické podmínky budovy (převažující vnitřní teplota v otopném období  $t_{in}$ , venkovní návrhová

teplota v zimním období  $t_{e}$ ),

e) charakteristika energeticky významných parametrů teplosměnných konstrukcí (plochy  $A_i$ , součinitele prostupu tepla  $U_i$ , lineární a bodové činitele a tepelných vazeb mezi konstrukcemi, činitele teplotní redukce  $b_i$ , měrné ztráty prostupem tepla  $H_{Ti}$  konstrukcemi a tepelnými vazbami),

f) údaje o prostupu tepla obálkou budovy (měrná ztráta prostupem tepla  $H_T$ , průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em}$ , jeho požadovaná normová hodnota  $U_{em,N,rq}$ ).

g) údaje o zpracování (jméno a adresa zpracovatele, datum, podpis).

#### 4.2.3.1 Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou budovy

Třídy prostupu tepla obálkou budovy se klasifikují podle tabulky podle požadované normové hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla  $U_{em,rq}$ .

Tab. 4.2.3.1 Klasifikace prostupu tepla obálkou budovy

Klasifikační třídy	Kód barvy (CMYK)	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy $U_{em}$ [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]	Slovní vyjádření klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel $CI$
A	X0X0	$U_{em} \leq 0,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi úsporná	$\Leftrightarrow 0,5$
B	70X0	$0,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 0,75 \cdot U_{em,rq}$	Úsporná	$\Leftrightarrow 0,75$
C	30X0	$0,75 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq U_{em,rq}$	<b>Vyhovující</b>	
D	00X0	$U_{em,rq} < U_{em} \leq 1,5 \cdot U_{em,rq}$	Nevyhovující	$\Leftrightarrow 1,0$
E	03X0	$1,5 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,0 \cdot U_{em,rq}$	Nehospodárná	$\Leftrightarrow 1,5$
F	07X0	$2,0 \cdot U_{em,rq} < U_{em} \leq 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Velmi nehospodárná	$\Leftrightarrow 2,0$
G	0XX0	$U_{em} > 2,5 \cdot U_{em,rq}$	Mimořádně nehospodárná	$\Leftrightarrow 2,5$

#### 4.2.4 Průměrný součinitel prostupu tepla – hodnocení dle Vyhl. 264/2020 Sb.

Referenční hodnota průměrného součinitele prostupu tepla budovy  $U_{em,R}$  se stanoví:

$$U_{em,R} = \frac{\sum H_{T,R,j}}{\sum A_j + f_R \cdot \Delta U_{em,R}}$$

kde  $H_{T,R,j}$  je referenční měrný tepelný tok prostupem j-tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy ve  $W \cdot K^{-1}$

$A_j$  plocha j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy s referenčním měrným tepelným tokem prostupem  $H_{T,R,j} > 0$  v  $m^2$  stanovená z vnějších rozměrů

$f_R$  redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla

$\Delta U_{em,R}$  referenční hodnota přírážky na vliv tepelných vazeb ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$

Referenční měrný tepelný tok prostupem  $j$ -tou teplosměnnou konstrukcí obálky budovy  $H_{T,R,j}$  se stanoví:

$$H_{T,R,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot b_j$$

přičemž pro podlahovou konstrukci na zemině v zónách s  $\theta_{im} > 5 \text{ } ^\circ\text{C}$  je referenční ustálený měrný tepelný tok prostupem  $H_{T,R,j}$  roven nejméně:

$$H_{T,R,min,j} = A_j \cdot U_{R,j} \cdot (\theta_{im} - 5) / (\theta_{im} - \theta_e)$$

kde  $U_{R,j}$  je referenční hodnota součinitele prostupu tepla  $j$ -té teplosměnné konstrukce obálky budovy, ve  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$

$b_j$  teplotní redukční činitel  $j$ -té teplosměnné konstrukce obálky budovy, bezrozměrný, stanovený podle ČSN 73 0540-2, s tím, že nejnižší hodnota je 0;

$\theta_{im}$  převažující návrhová vnitřní teplota v zóně přilehlé k  $j$ -té teplosměnné konstrukci obálky budovy, ve  $^\circ\text{C}$ , podle ČSN 730540-2;

$\theta_e$  návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období, ve  $^\circ\text{C}$ , podle ČSN 730540-3.

Referenční hodnota součinitele prostupu tepla  $j$ -té teplosměnné konstrukce obálky budovy  $U_{R,j}$  se stanoví:

a) pro konstrukci obálky budovy v zóně provozované jako mrazírna nebo chladírna podle vztahu

$$U_{R,j} = U_{N,j}$$

kde  $U_{N,j}$  je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla  $j$ -té teplosměnné konstrukce obálky budovy, ve  $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ , stanovená pro návrhovou vnitřní teplotu v přilehlé zóně podle ČSN 14 8102, přičemž pro výplně otvorů se použije požadovaná hodnota pro obvodové stěny zvýšená o 30 %.

b) pro konstrukci obálky budovy v ostatních zónách

$$U_{R,j} = f_R \cdot e_1 \cdot U_{N,20,j}$$

kde  $e_1$  je součinitel typu zóny přilehlé k  $j$ -té teplosměnné konstrukci obálky budovy, který se stanoví:

- pro zóny s  $\theta_{im}$  od  $18 \text{ } ^\circ\text{C}$  do  $22 \text{ } ^\circ\text{C}$  včetně jako  $e_1 = 1$

- pro ostatní zóny jako  $e_1 = 16 / \text{abs}(\theta_{im} - 4)$ ; nejméně však 0,75 a nejvýše však 1,75

$U_{N,20,j}$  požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce obálky budovy, ve  $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ , stanovená pro převažující návrhovou vnitřní teplotu  $\theta_{im}$  v intervalu 18 °C až 22 °C včetně podle ČSN 73 0540-2 s výjimkou lehkého obvodového pláště, pro jehož neprůsvitné výplně se použije požadovaná normová hodnota  $U_{N,20}$  podle ČSN 73 0540-2 pro vnější stěnu a pro průsvitné výplně požadovaná normová hodnota  $U_{N,20}$  podle ČSN 73 0540-2 pro výplň otvoru ve vnější stěně.

Tab. 4.2.4.1 Klasifikační třídy energetické náročnosti budovy

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy						Slovní vyjádření klasifikační třídy
	Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Celková dodaná energie	Dílíč dodaná energie			$U_{em}$	
			Teplá voda a úprava vlhkosti	Vytápění a chlazení	Osvětlení vnitřního prostoru budovy a nucené větrání		
<b>A</b>	$0,8 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	$0,6 \times E_R$	$0,5 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	Mimořádně úsporná
<b>B</b>	$1,2 \times E_R$	$0,9 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	$0,8 \times E_R$	$0,7 \times E_R$	$0,9 \times E_R$	Velmi úsporná
<b>C</b>	$1,6 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	$1 \times E_R$	$1,1 \times E_R$	$0,9 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	Úsporná
<b>D</b>	$2,3 \times E_R$	$1,5 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	$1,5 \times E_R$	$1,2 \times E_R$	$1,7 \times E_R$	Méně úsporná
<b>E</b>	$3 \times E_R$	$2 \times E_R$	$1,4 \times E_R$	$2 \times E_R$	$1,5 \times E_R$	$2,3 \times E_R$	Nehospodárná
<b>F</b>	$3,7 \times E_R$	$2,5 \times E_R$	$1,6 \times E_R$	$2,5 \times E_R$	$2 \times E_R$	$2,9 \times E_R$	Velmi nehospodárná
<b>G</b>							Mimořádně nehospodárná

Tab. 4.2.4.2 Parametry a hodnoty referenční budovy

Parametr	Označení	Jednotky	Referenční hodnota	
			Dokončená budova a její změna	Budova s téměř nulovou spotřebou energie
Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	$f_R$	-	1,0	0,7
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy nebo ucelené části budovy	$U_{em,R}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	výpočet dle Přílohy 1 Vyhl. Č.264/2020 Sb.	
Součinitel prostupu tepla vnitřních konstrukcí	$U_{R,int}$	W/(m·K)	doporučená hodnota podle ČSN 730540-2	
Přirážka na vliv tepelných vazeb	$\Delta U_{em,R}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	0,02	

### 4.3 Denní osvětlení

Úroveň denního osvětlení v obytných budovách, pro které jsou stanovena následující kritéria, je posuzováno podle ČSN 73 0580-2:2007 Denní osvětlení budov – část 2: Denní osvětlení obytných budov + Z1:2019 a ČSN EN 17 037 Denní osvětlení budov:2019, která je z hlediska navrhování a provádění staveb závazná dle Vyhl. č. 268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č. 20/2012 Sb. a č. 323/2017 Sb.

Podle [9] čl. 4.2.2 v nově navrhovaných budovách musí mít vždy vyhovující denní osvětlení obytné místnosti bytů. Podle [10] čl. 3.2.1 u obytných místností s horním denním osvětlením a u obytných místností s kombinovaným denním osvětlením, u kterých je podíl horního osvětlení na průměrné hodnotě činitele denní osvětlenosti  $D_m$  roven nejméně jedné polovině, je průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 2%. Průměrná hodnota činitele denní osvětlenosti  $D_m$  se určuje jako aritmetický průměr hodnot v kontrolních bodech zvolené pravidelné sítě na vodorovné srovnávací rovině podle ČSN 73 0580-1 článek 4.1.11 a to buď v celém rozsahu vnitřního prostoru, nebo v jeho funkčně vymezené oblasti.

Podle [10], článek 3.2.2 v obytných místnostech s bočním denním osvětlením musí být ve dvou kontrolních bodech v polovině hloubky místnosti, ale nejdále 3 m od okna, vzdálených 1 m od vnitřních povrchů bočních stěn, 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.

Požadavky na úroveň denního osvětlení v ostatních budovách jsou zakotveny v ČSN EN 17 037:2019 dle výpočetní metody s použitím činitele denní osvětlenosti. Činitelé denní osvětlenosti se počítají v síti kontrolních bodů, která je umístěna 0,85 m nad podlahou dané oblasti. Vzdálenost jednotlivých bodů je dána vztahem dle odstavce B.2 [8]. Z oblasti sítě bodů uvnitř prostoru se má vyloučit pruh o šířce 0,5 m od stěn, pokud není uvedeno jinak. Po výpočtu č.d.o se prověří, zda se č.d.o. v požadované oblasti prostoru rovnají nebo jsou vyšší než cílové hodnoty (DTM a DT) uvedené v tabulkách A.3 a A.4 [8]. Hodnoty cílového činitele denní osvětlenosti DT a minimálního cílového činitele denní osvětlenosti DTM se stanoví:

DT je cílový činitel denní osvětlenosti vztažený k dané osvětlenosti, která má být překročena po více než polovinu doby s denním světlem na minimálně 50 % srovnávací roviny. Například při požadavku na osvětlenost 300 lx se DT stanoví:

$$D_T = \frac{\text{osvětlenost}}{E_{v,d,med}} = \frac{300 \text{ lx}}{E_{v,med}} \times 100 \text{ [%]}$$

kde  $E_{v,d,med}$  je medián oblohové vodorovné osvětlenosti, v lx. Hodnoty  $E_{v,d,med}$  pro všechny hlavní města 33 členských zemí CEN jsou uvedeny v tabulce A.3. [8] (pro Prahu je hodnota 17 400).  $E_{v,d,med}$  je osvětlenost vytvořená oblohovým světlem na vodorovném zemském povrchu, vyskytující se po polovinu doby s denním světlem (2 190 h) v průběhu roku.

**D<sub>TM</sub> je minimální cílový činitel denní osvětlenosti** vztažený k dané osvětlenosti, která má být překročena po více než polovinu doby s denním světlem na minimálně **95 % prostoru**. D<sub>TM</sub> má sloužit jako ochrana proti nedostatečnému dennímu osvětlení. Podobně jako D<sub>T</sub>, například při požadavku na osvětlenost 100 lx, se D<sub>TM</sub> stanoví:

$$D_{TM} = \frac{\text{osvětlenost}}{E_{v,d,med}} = \frac{100 \text{ lx}}{E_{v,med}} \times 100 \text{ [%]}$$

kde je  $E_{v,d,med}$  medián oblohové vodorovné osvětlenosti, v lx.

Dle přílohy B [9] se hodnotí **kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu**. Dle B.1 jako kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu slouží činitel denní osvětlenosti D<sub>w</sub> (%) roviny zasklení okna z vnější strany. Tímto kritériem se nehodnotí úroveň denního osvětlení ve vnitřním prostoru ve vztahu k fyziologickým potřebám jeho uživatelů, ale míra zavinění případného nevyhovujícího stavu denního osvětlení venkovním stíněním.

Kritérium se použije pro hodnocení stínění stávajících vnitřních prostorů novými stavbami nebo jejich novými částmi. Stínění stávajících vnitřních prostorů se považuje za vyhovující, jsou-li dodrženy požadované hodnoty podle tabulky 19.

Dle přílohy B [9] se hodnotí kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu. Dle B.1 jako kritérium přístupu denního světla k průčelí objektu slouží činitel denní osvětlenosti  $D_w$  (%) roviny zasklení okna z vnější strany. Tímto kritériem se nehodnotí úroveň denního osvětlení ve vnitřním prostoru ve vztahu k fyziologickým potřebám jeho uživatelů, ale míra zavinění případného nevyhovujícího stavu denního osvětlení venkovním stíněním.

Kritérium se použije pro hodnocení stínění stávajících vnitřních prostorů novými stavbami nebo jejich novými částmi. Stínění stávajících vnitřních prostorů se považuje za vyhovující, jsou-li dodrženy požadované hodnoty podle tabulky 19.

Tab. 4.3.1 Požadované nejnižší hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D_w$  (%) roviny zasklení okna

Kategorie	Typ posuzovaného prostoru, charakter lokality	Nejnižší $D_w$ (%)
1	Prostory s vysokými nároky na denní osvětlení (denní místnosti zařízení pro předškolní výchovu, učebny škol apod.)	35
2	Běžné prostory s trvalým pobytem lidí	32
3	Prostory s trvalým pobytem lidí v souvislé řadové zástavbě v centrech měst	29
4	Prostory s trvalým pobytem lidí v mimořádně stísněných podmínkách historických center měst	24

## 4.4 Proslunění objektu

Dle §13 Vyhlášky č. 268/2009 Sb. ve znění Vyhlášky č. 20/2012 Sb. a č. 323/2017 Sb.: „Prosluněny musí být všechny byty a ty bytové místnosti, které to svým charakterem a způsobem využití vyžadují. Přitom musí být zajištěna zraková pohoda a ochrana před oslněním, zejména v bytových místnostech určených pro zrakově náročné činnosti.“

Dle ČSN EN 17 037:2019 má být minimální doba proslunění zajištěna v nemocničních pokojích, a v místnostech pro dětské hry v mateřských školách a alespoň v jedné obytné místnosti bytů. Minimální doba proslunění znamená minimální počet hodin, během kterých pro referenční den v roce při jasné obloze dopadá do prostoru přímé sluneční světlo.

Doba proslunění se ověřuje v prostoru, do kterého dopadají sluneční paprsky. Kontrola se provádí v kontrolním bodě P (bod umístěný na vnitřní rovině osvětlovacího otvoru ve středu jeho šířky), přičemž se uvažuje tolik osvětlovacích otvorů, kolik je nezbytných k dosažení doporučené hodnoty. Kontrolní bod se nachází minimálně 1,2 m nad podlahou a 0,3 m nad parapetem osvětlovacího otvoru, pokud existuje. U osvětlovacího otvoru bez parapetu se kontrolní bod umísťuje 1,2 m nad podlahou.

Dle znění ČSN 73 4301 změny Z4: 2019 dle článku 4.3.2 se obytná místnost považuje za prosluněnou, jsou-li splněny následující podmínky:

- a) přímé sluneční záření musí po stanovenou dobu vnikat do místnosti okenním otvorem nebo otvory, krytými průhledným a barvy nezkrslujícím materiálem, jejichž celková plocha vypočtená ze skladebných rozměrů je rovna nejméně jedné desetině podlahové plochy místnosti; nejmenší skladebný rozměr osvětlovacího otvoru musí být alespoň 900 mm; šířka oken umístěných ve skloněné střešní rovině může být menší, nejméně však 700 mm;

b) sluneční záření musí po stanovenou dobu dopadat na kritický bod P na vnitřní rovině osvětlovacího otvoru ve výšce 300 mm nad středem spodní hrany osvětlovacího otvoru, ale nejméně 1200 mm nad úrovní podlahy posuzované místnosti;

c) při zanedbání oblačnosti musí být dne 1. března doba proslunění nejméně 90 minut. Požadovanou dobu proslunění pro den 1. března lze nahradit bilancí, při které je mimo přestupné roky celková doba proslunění ve dnech od 10. února do 21. března včetně 3600 minut (jedná se o 40 dní s průměrnou dobou proslunění 90 minut).

Dle článku 4.3.3 ČSN 73 4301-2:2004 Obytné budovy se bere v úvahu stínění nejen dle současného stavu okolí, ale také možnost pozdějších změn v případě realizace výstavby podle podmínek územního rozhodnutí nebo podle regulačního plánu, popř. územního plánu, jsou-li pro dané území schváleny.

Dle článku 4.3.4 při umísťování obytné budovy do území je nutno prověřit dodržení uvedených podmínek podle článku 4.3.2 také u obytných místností stávajících budov. V obytných místnostech stávajících budov není nutno tyto podmínky dodržet, jedná-li se o doplnění stávající souvislé zástavby výstavbou v prolukách, popř. formou nástaveb a přístaveb, jestliže doplněná budova zachovává půdorysný rozsah a výškovou úroveň zástavby sousedních budov, popř. jestliže je v souladu s podmínkami podle článku 4.3.3.

Dle článku 4.3.5 platí, že venkovní zařízení a pozemky v okolí obytných budov sloužící k rekreaci jejich obyvatel, mají mít alespoň polovinu plochy osluněnou nejméně 3 hodiny dne 1. března.

Metody pro ověřování doby proslunění jsou zakotveny v příloze D normy ČSN EN 17 037:2019. Řešení je provedeno v příloze této zprávy.

## 5 Popis objektu

### 5.1 Urbanistické a architektonické řešení objektu

Jedná se o novostavbu rodinného domu v katastrálním území Vinary u Přerova. Dům je navržen pro čtyřčlennou rodinu

### 5.2 Dispoziční řešení objektu

V prvním patře se nachází zádveří, studovna, pokoj pro hosty se šatnou, koupelna, WC, technická místnost, místnost pro baterii, spíž, obývací pokoj s kuchyní a chodba, která tyto místnosti sdružuje. V druhém podlaží se nachází ložnice se šatnou, dětský pokoj, WC a koupelna.

### 5.3 Konstrukční řešení objektu

Konstrukční řešení nosných stěn řešené pomocí pórobetonových tvárnic tl. 300 mm. Zateplení obvodových stěn pomocí EPS tl. 300 mm. Vnitřní nosné zdivo je z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm a nenosné zdivo z vápenopískových cihel tl. 150 mm. Objekt založen na plovoucí základové desce tl. 250 mm z železobetonu. Pod základovou deskou dvě vrstvy drti z pěnového skla v celkové tloušťce 400 mm. Střešní/stropní konstrukce jsou z předpjatých panelů spiroll. Střešní konstrukce je zateplena pomocí izolace z EPS o tl. 340 mm. Střecha je plochá zelená extenzivní. Okna a exteriérové dveře jsou navrženy jako dřevěné (ref. výrobek Slavona Progression). Vnitřní dveře jsou dřevěné. Podlaha v provozních prostorách má převážně jako nášlapnou vrstvu keramickou dlažbu, v obytných místnostech je PVC nebo celoplošná textilní vrstva (koberec).

## 6 Charakteristika posuzovaných konstrukcí

### Obvodový plášť

- je tvořen pórobetonovými tvárnicemi Ytong Universal tl. 300 mm a tepelnou izolací Isover EPS GreyWall o tl. 300 mm.

### Výplně otvorů

- tvoří dřevěná okna s izolačním trojsklem Slavona Progression, rám DOJ Progression  $U_f = 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$ , zasklení Climatop XN:4XN, argon,  $U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ ,  $g = 0,54$  (severovýchodní a severozápadní výplně)/0,62 (jihovýchodní a jihozápadní výplně)
- Stínění je v podobě exteriérových žaluziích schovaných v kastlíku v zateplení fasády.

### Střešní konstrukce

- je tvořena předpjatými panely spiroll, spádovými klíny z EPS o min. tl. 40 mm, tepelnou izolací EPS o tl. 300 mm a skladbou extenzivní vegetační střechy

### Podlaha na zemině

- je tvořena tepelnou izolací z pěnospkla o tl. 400 mm, plovoucí železobetonovou základovou deskou tl. 250 mm, systémovou deskou z EPS pro systém podlahového vytápění, roznášecí vrstvou a nášlapnou vrstvou dle skladeb v kapitole 7.3.1.

### Vnitřní nosné stěny

- jsou tvořeny tvárnici z pórobetonu Ytong Universal tl. 300 mm.

### Vnitřní nenosné příčky

- jsou tvořeny vápenopískovými tvárnici Silka tl. 150 mm.

## 7 Výpočet a vyhodnocení vybraných parametrů sledovaného objektu

### 7.1 Posouzení konstrukcí z hlediska stavební akustiky

Vlastní výpočet pro stanovení jednočíselných hodnot vzduchové a kročejové neprůzvučnosti navržených konstrukcí je proveden podle metodiky uvedené v normě ČSN EN 717 a ČSN 73 0532:2020. Hodnoceny byly konstrukce:

Tab. 7.1.1 Zvukoizolační vlastnosti posuzovaných vnitřních konstrukcí

Konstrukce	Vypočítané hodnoty (dB)		Požadavek ČSN 73 0532 (dB)	
	$R'_w$	$L'_{w,N}$	min. $R'_w$	max. $L'_w$
Nosná stěna z pórobetonu	46	-	40	-
Nenosná příčka z vápenopísku	50	-	40	-
Panelový strop nad 1NP	-	53	-	58

Tab. 7.1.2 Zvukoizolační vlastnosti obvodového pláště budovy

Konstrukce	Zjištěné hodnoty [dB]	Požadavek ČSN 73 0532 [dB]
	$R'_w$	min. $R'_w$ celého pláště
Obvodový plášť – plná část	46	36
Obvodový plášť – výplně otvorů	32	30
<b>Obvodový plášť – složená konstrukce</b>	<b>41</b>	<b>33</b>

Navržené a výpočtem ověřené konstrukce uvedených skladeb z hlediska zvukoizolačních vlastností budou splňovat požadavky platné legislativy za uvedených podmínek v kapitole 8.1 této zprávy.

## 7.2 Urbanistická akustika (hluková studie)

### 7.2.1 Rozbor akustické situace, zdroje hluku

#### 7.2.1.1 Akustická situace

V blízkosti stavby se nachází místní komunikace s rychlostním omezením 30 km/h. Provoz na této komunikaci je minimální. Dále cca 500 m od objektu se nachází dálnice, která je však opatřena protihlukovými bariérami, které tlumí hluk na minimum.

Na parcele se nachází tři bodové zdroje hluku, u kterých byla stanovena hladina akustického výkonu dle technického listu nebo dle výpočtu.

P1 – Tepelné čerpadlo

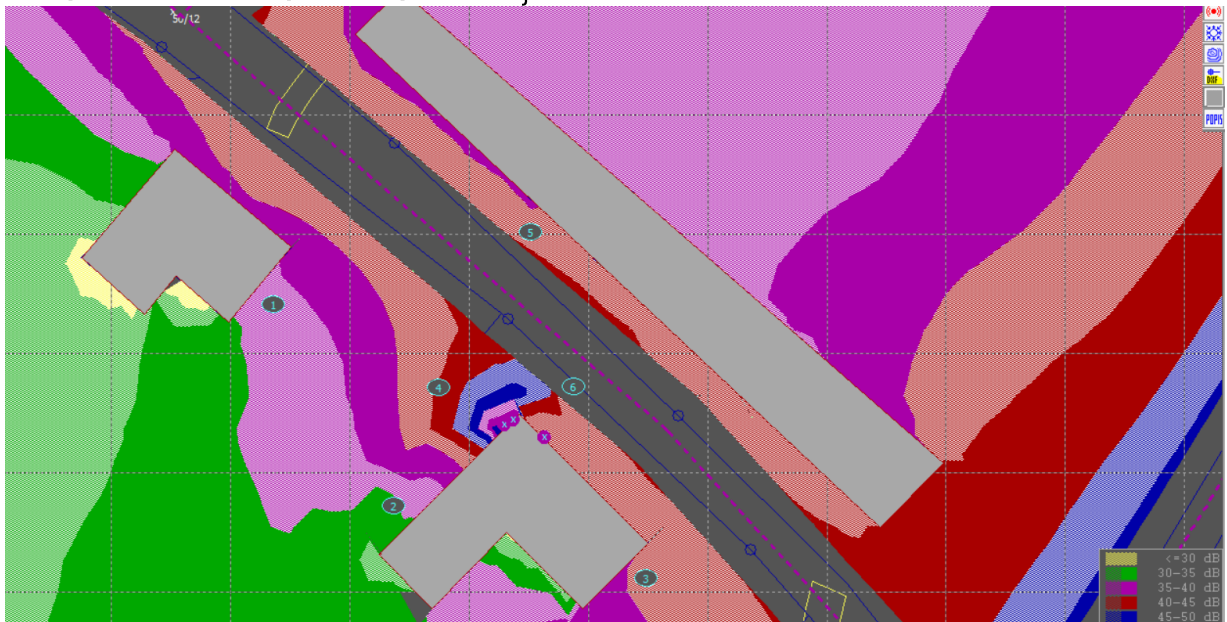
P2 – Odpadní potrubí VZT

P3 – Sání VZT

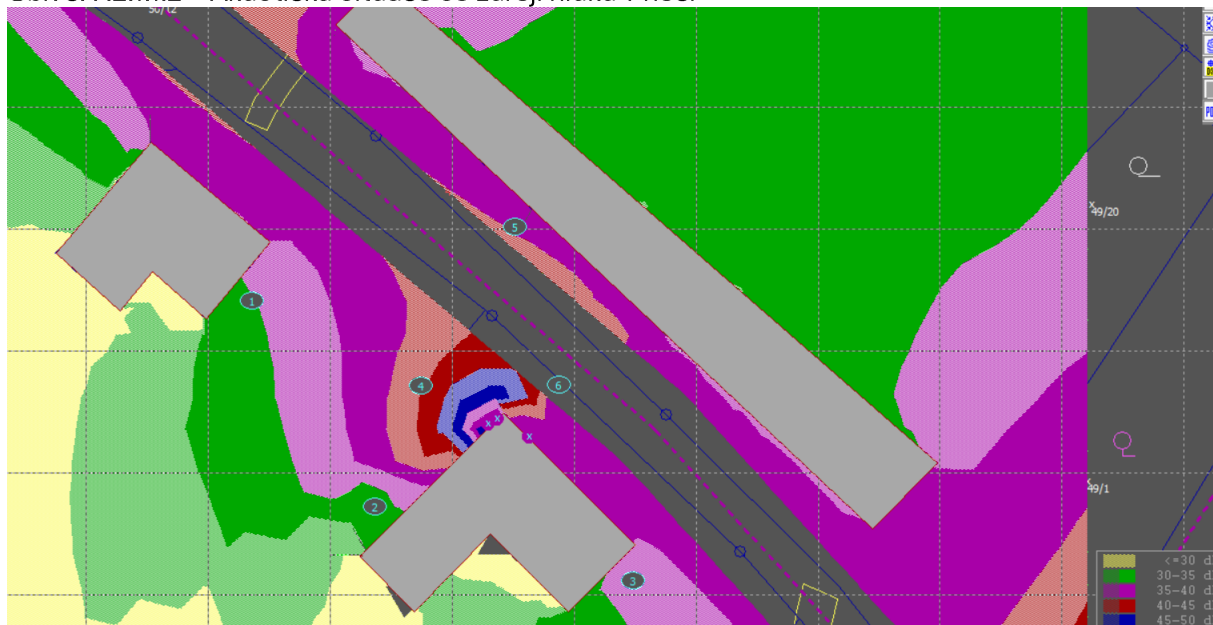
Obr. č. 7.2.1.1.1 – Přehled bodových zdrojů hluku

P R Ů M Y S L O V Ě									
Z D R O J E									
Zdroj	Obj	[x ; y]	výška [m]	Q	L2 [dB]	Plocha [m2]	Lw [dB]	RMin [m]	
P 1	0	-557.0; -766.0	1.2	4.0	58.0	1.000	58.0	0.56	
P 2	0	-556.3; -765.6	2.4	4.0	39.6	1.000	39.6	0.56	
P 3	0	-553.7; -767.1	2.4	4.0	32.3	1.000	32.3	0.56	

Obr. č. 7.2.1.1.1 – Akustická situace se zdroji hluku ve dne



Obr. č. 7.2.1.1.2 – Akustická situace se zdroji hluku v noci



### 7.2.1.2 Posouzení

T A B U L K A B O D Ů V Ý P O Č T U ( D E N )

Č.	výška	Souřadnice	L <sub>Aeq</sub> (dB)			předch.	měření
			doprava	průmysl	celkem		
1+	1.0	-576.4; -755.9	34.5	32.2	36.5	( 34.8 )	
2+	1.0	-566.3; -772.8	31.4	32.3	34.9	( 34.1 )	
3+	1.0	-545.2; -778.9	40.5	7.4	40.5	( 36.1 )	
4	1.0	-562.5; -762.9	36.7	41.5	42.8	( 42.3 )	
5+	1.0	-554.8; -749.8	40.8	34.4	41.7	( 39.7 )	
6	2.0	-551.2; -762.8	42.1	27.5	42.2	( 39.8 )	

T A B U L K A B O D Ů V Ý P O Č T U ( N O C )

Č.	výška	Souřadnice	L <sub>Aeq</sub> (dB)			předch.	měření
			doprava	průmysl	celkem		
1+	1.0	-576.4; -755.9	31.5	32.2	34.8	( 39.1 )	
2+	1.0	-566.3; -772.8	29.5	32.3	34.1	( 42.9 )	
3+	1.0	-545.2; -778.9	36.1	7.4	36.1	( 36.1 )	
4	1.0	-562.5; -762.9	34.5	41.5	42.3	( 47.8 )	
5+	1.0	-554.8; -749.8	38.2	34.4	39.7	( 42.4 )	
6	2.0	-551.2; -762.8	39.5	27.5	39.8		

Body 1, 2, 3 a 5 – max. hladina akustického výkonu v chráněném prostoru stavby

Den: L<sub>Aeq</sub> < 50 dB

Splněno pro všechny body

Noc: L<sub>Aeq</sub> < 40 dB

Splněno pro všechny body

Simulace v programu Hluk+ ukazuje, že stanovené limity pro chráněný prostor stavby je splněn pro daný objekt i objekty okolní zástavby.

## 7.2.2 Posouzení hlukové situace

Hlukové mapy převzaty z existujících podkladů z <https://geoportal.mzcr.cz/>. Budoucí objekt rodinného domu se nenachází v oblasti s vysokou hladinou hluku od přilehlé automobilové, železniční nebo letecké dopravy a přilehlého průmyslu. Tato oblast splňuje požadavky nařízení vlády č. 272/2011 Sb, kde jsou stanoveny tyto podmínky:

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro den:

$$L_{Aeq,T,DEN} = 50 + 10 = 60 \text{ dB}$$

Hygienický limit ekvivalentní hladiny akustického tlaku A pro noc:

$$L_{Aeq,T,NOC} = 50 - 10 + 10 = 50 \text{ dB}$$

Obr. č. 7.2.2.1 – Hluková situace ve dne [24]

Obr. č. 7.2.2.2 – Hluková situace v noci [24]



## 7.3 Tepelně technické posouzení

### 7.3.1 Popis a skladba konstrukcí

S1a Podlaha na zemině, PVC

Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
-	-	d	$\lambda$	$\lambda_{ekv}$	c	$\rho$	$\mu$
-	-	[m]	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[-]
1	PVC	0,0020	0,160	-	1 100	1 400	17 000,0
2	MIRELON pěnový PE	0,0020	0,046	-	970	25	2 247,0
3	podlahový potěr/mazanina	0,0500	1,300	-	1 020	2 200	20,0
4	DEKPERIMETER PV-NR 75	0,0500	0,034	-	1 450	100	100,0
5	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,0080	0,210	-	1 470	1 400	29 000,0
6	Železobeton (2400)	0,2500	1,580	-	1 020	2 400	29,0
7	Desky z pěnového skla Spumavit (180)	0,4000	0,080	-	840	180	540,0

## S1b Podlaha na zemině, dlažba

Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
			$\lambda$	$\lambda_{ekv}$			
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[-]
1	Keramický obklad	0,0070	1,010	-	840	2 000	200,0
2	Lepicí tmel na keramiku	0,0050	0,220	-	1 300	1 500	1 350,0
3	Samonivelační anhydritový potěr 20MPa - 110	0,0500	1,100	-	1 020	2 050	20,0
4	DEKPERIMETER PV-NR 75	0,0500	0,034	-	1 450	100	100,0
5	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,0080	0,210	-	1 470	1 400	29 000,0
6	Železobeton (2400)	0,2500	1,580	-	1 020	2 400	29,0
7	Desky z pěnového skla Spumavit (180)	0,4000	0,080	-	840	180	540,0

## S3 Obvodová stěna

Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
			$\lambda$	$\lambda_{ekv}$			
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[-]
1	webermur - 644	0,0100	0,539	-	850	1 200	10,0
2	YTONG Univerzal PDK	0,3000	0,105	-	1 000	450	7,5
3	webertherm elastik	0,0100	0,880	-	900	1 630	20,0
4	ISOVER EPS GreyWall	0,3000	0,033	-	1 270	14	30,0
5	webertherm elastik + VERTEX R131	0,0100	0,880	-	900	1 630	20,0
6	weberpas silikát	0,0030	0,880	-	900	1 000	20,0

## S5 Plochá extenzivní zelená střecha

Skladba konstrukce od interiéru:							
č.	Název vrstvy	Tloušťka vrstvy	Součinitel tepelné vodivosti		Měrná tepelná kapacita	Objemová hmotnost	Faktor difuzního odporu
			$\lambda$	$\lambda_{ekv}$			
-	-	d	[W/(m.K)]		[J/(kg.K)]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[-]
1	Panel SPIROLL	0,2500	0,920	-	1 020	1 200	23,0
2	GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL	0,0080	0,210	-	1 470	1 400	29 000,0
3	ISOVER EPS 200	0,0400	0,034	-	1 270	30	70,0
4	ISOVER EPS 200	0,3000	0,034	-	1 270	30	70,0
5	DEKSEPAR tl. 0,15 mm	0,0002	0,350	-	1 470	1 470	100 000,0
6	mPVC hydroizolační fólie	0,0150	0,160	-	960	1 400	20 000,0
7	DEKSEPAR tl. 0,15 mm	0,0002	0,350	-	1 470	1 470	100 000,0

### 7.3.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Tab. 7.3.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota

Posuzovaná konstrukce v ploše a kritické detaily	Vypočtená hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi}$ [-]	Požadovaná hodnota teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	Posouzení
S1b Podlaha na zemině, PVC	0,959	0,402	Vyhovuje
S1b Podlaha na zemině, dlažba	0,959	0,402	Vyhovuje
S3 Obvodová stěna	0,975	0,744	Vyhovuje
S5 Plochá extenzivní zelená střecha	0,972	0,744	Vyhovuje

### 7.3.3 Součinitel prostupu tepla U

Tab. 7.3.3 Součinitel prostupu tepla U

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $U$ [W·m <sup>-2</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	Normová hodnota $U_N$ [W·m <sup>-2</sup> ·K <sup>-1</sup> ]	Posouzení
S1b Podlaha na zemině, PVC	0,164	0,45	Vyhovuje
S1b Podlaha na zemině, dlažba	0,165	0,45	Vyhovuje
S3 Obvodová stěna	0,102	0,30	Vyhovuje
S5 Plochá extenzivní zelená střecha	0,115	0,24	Vyhovuje

### 7.3.4 Pokles dotykové teploty podlahy

Tab. 7.3.4 Pokles dotykové teploty podlahy

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $\Delta\theta_{10}$ [°C]	Požadovaná hodnota $\Delta\theta_{10,N}$ [°C]	Posouzení
S1b Podlaha na zemině, PVC	5,05	5,5	Vyhovuje
S1b Podlaha na zemině, dlažba	6,51	6,9	Vyhovuje

### 7.3.5 Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci

Tab.7.3.5 Zkondenzované množství vodní páry v konstrukci

Posuzovaná konstrukce	Vypočtená hodnota $M_c$ [kg·m <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ]	Požadavek $M_{c,N}$ [kg·m <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ]	Posouzení
S1b Podlaha na zemině, PVC	Bez šíření vlhkosti		Vyhovuje
S1b Podlaha na zemině, dlažba	Bez šíření vlhkosti		Vyhovuje
S3 Obvodová stěna	0,008	0,100	Vyhovuje
S5 Plochá extenzivní zelená střecha	0,006	0,100	Vyhovuje

### 7.3.6 Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti

Tab.7.3.6 Celoroční bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti

Posuzovaná konstrukce	Roční množství kondenzátu $M_c$ [kg·m <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ]	Roční kapacita odparu $M_{ev}$ [kg·m <sup>-2</sup> ·a <sup>-1</sup> ]	Posouzení
S1b Podlaha na zemině, PVC	Nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
S1b Podlaha na zemině, dlažba	Nedochází ke kondenzaci		Vyhovuje
S3 Obvodová stěna	0,008	1,208	Vyhovuje
S5 Plochá extenzivní zelená střecha	0,006	0,010	Vyhovuje

Opatření pro zajištění tepelné stability v letním období

- před okna na jihovýchodní a jihozápadní straně budou instalovány venkovními žaluzie s elektrickým ovládáním
- okna na severovýchodní a severozápadní straně jsou opatřena vnitřními žaluziemi
- obvodové a vnitřní stěny jsou navrženy ze zděných konstrukcí tl. 300 mm a 150 mm
- stropní konstrukce jsou navrženy jako panelové se zavěšenými podhledy

Zajištění vzduchotěsnosti obvodového pláště

- zděné obvodové konstrukce budou na vnitřním líce plnoplošně omítnuty
- výplně otvorů budou osazeny dle ČSN 74 6077

## 7.4 Průměrný součinitel prostupu tepla

### 7.4.1 Průměrný součinitel prostupu tepla dle ČSN 73 0540-2

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Požadavek:

max. prům. souč. prostupu tepla  $U_{em,N} = 0,396 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Výsledky výpočtu:

průměrný součinitel prostupu tepla  $U_{em} = 0,161 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

$U_{em,N} > U_{em}$  ... Požadavek je splněn.

Tab. 7.4.1.1 Přehled ploch obvodových stěn pro obytnou budovu

Orientace	Celková plocha fasády [m <sup>2</sup> ]	Celková plocha výplní otvorů [m <sup>2</sup> ]	Plocha stěn po odečtení výplní otvorů [m <sup>2</sup> ]	Podíl ploch výplní otvorů [%]
SV	98,88	4,65	94,23	4,7
SZ	105,29	7,9	97,39	7,5
JV	105,29	18,45	86,84	17,5
JZ	98,88	13,4	85,48	13,6
Součet	408,34	44,4	363,94	10,9

Tab. 7.4.1.2 Měrná tepelná ztráta a průměrný součinitel prostupu tepla

Konstrukce	Referenční budova				Konstrukce	Hodnocená budova			
	A [m <sup>2</sup> ]	U (požadovaná hodnota) [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	b [-]	H <sub>T</sub> [W.K <sup>-1</sup> ]		A [m <sup>2</sup> ]	U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	b [-]	H <sub>T</sub> [W.K <sup>-1</sup> ]
S3 <sub>N-15</sub>	408,3	0,30	1,0	122,5	S1 <sub>N-15</sub>	408,3	0,10	1,0	42,5
S1 <sub>N+5</sub>	187,4	0,45	0,67	56,5	P2 <sub>N+5</sub>	187,4	0,17	0,67	20,7
S5 <sub>N-15</sub>	187,4	0,24	1,0	45,0	T1 <sub>N-15</sub>	187,4	0,12	1,0	22,3
O1	44,4	1,50	1,0	66,6	O1	44,4	0,65	1,0	28,9
D1	2,7	1,70	1,0	4,6	D1	2,7	0,85	1,0	2,3
Celkem	830,2	-	-	295,2	Celkem	830,2	-	-	116,6
Tepelné vazby	-	0,02	-	16,6	Tepelné vazby	-	0,02	-	16,6
Celková měrná ztráta prostupem	-	-	-	311,8	Celková měrná ztráta prostupem	-	-	-	133,2
Průměrný součinitel prostupu tepla	0,161				požadovaná hodnota:	0,396	Vyhovuje doporučené hodnotě		
					doporučená:	0,297			
Klasifikační třída obálky budovy podle Přílohy C					0,161 < 0,198	Třída A – Velmi úsporná			

## 7.4.2 Průměrný součinitel prostupu tepla dle vyhl. č. 264/2020 Sb.

### Průměrný součinitel prostupu tepla budovy

Zóna / budova	$U_{em,Z,R}$	$U_{em,Z}$	Poměr $U_{em}/U_{em,R}$
	$W/(m^2.K)$	$W/(m^2.K)$	
Z1 - Rodinný dům	0,265	0,165	62,24 %
<b>budova celkem</b>	<b>0,265</b>	<b>0,165</b>	<b>62,24 %</b>
<b>budova splňuje požadavek <math>U_{em,R}</math> vybrané referenční budovy:</b>			<b>ANO</b>

Budova	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy		
	$U_{em,R,class}$	$U_{em}$	Klasifikační třída
	$W/(m^2.K)$	$W/(m^2.K)$	
Budova celkem	0,265	0,165	A

Klasifikační třídy	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	Slovní vyjádření klasifikační třídy
A	$U_{em} \leq 0,70 * U_{em,R,class}$	mimořádně úsporná
B	$0,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 0,90 * U_{em,R,class}$	velmi úsporná
C	$0,90 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,20 * U_{em,R,class}$	úsporná
D	$1,20 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 1,70 * U_{em,R,class}$	méně úsporná
E	$1,70 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,30 * U_{em,R,class}$	nehospodárná
F	$2,30 * U_{em,R,class} < U_{em} \leq 2,90 * U_{em,R,class}$	velmi nehospodárná
G	$U_{em} > 2,90 * U_{em,R,class}$	mimořádně nehospodárná

## 7.5 Denní osvětlenost a proslunění objektu

### 7.5.1 Popis místností

Posouzení denního osvětlení a proslunění bylo provedeno pro všechny bytové místnosti v rodinném domě. Posouzení bylo provedeno v programu BuildingDesign, kde byly jednotlivé místnosti nasimulovány dle projektové dokumentace.

## 1.1 Obývací pokoj + kuchyň - místnost

### Výpočet

Počet odrazů	3
Dělicí poměr otvoru	30
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Rozměr elementární plochy	300 mm
Dělicí poměr svítidla	10

### Údržba

Čistota prostředí	Standartní
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

### Geometrie

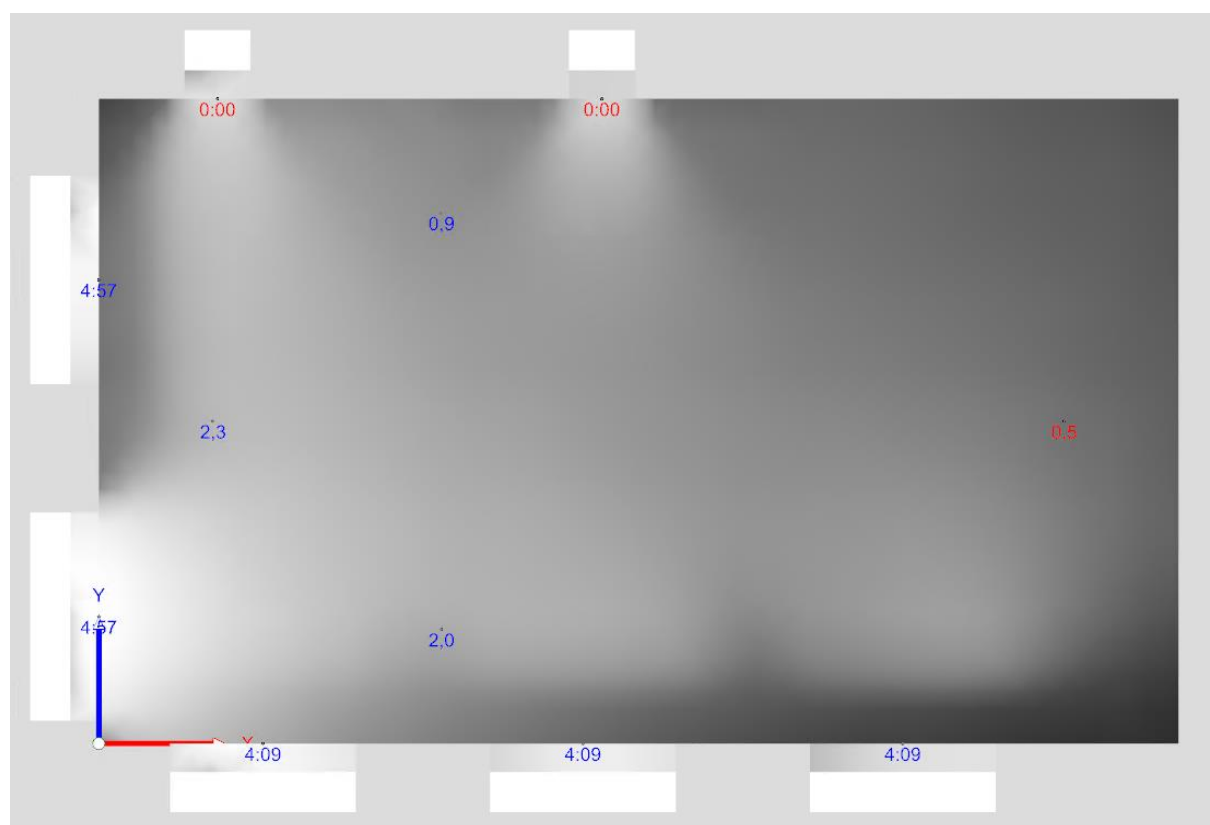
Délka	9450,00 mm
Šířka	5650,00 mm
Výška	2880,00 mm
Plocha	53,4 m <sup>2</sup>

### Odrážnost

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

### Otvory:

Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru
Francouzské okno	Číré	0,62	1	0,88
Otvor 2	Číré	0,62	1	0,89
Otvor 1	Číré	0,62	1	0,88
Otvor 2	Číré	0,62	1	0,88
Otvor 3	Číré	0,62	1	0,88
Otvor 1	Číré	0,54	1	0,9
Otvor 2	Číré	0,54	1	0,9



## 1.2 Studovna - místnost

### Výpočet

Počet odrazů	3
Dělicí poměr otvoru	30
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

### Údržba

Čistota prostředí	Standartní
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

### Geometrie

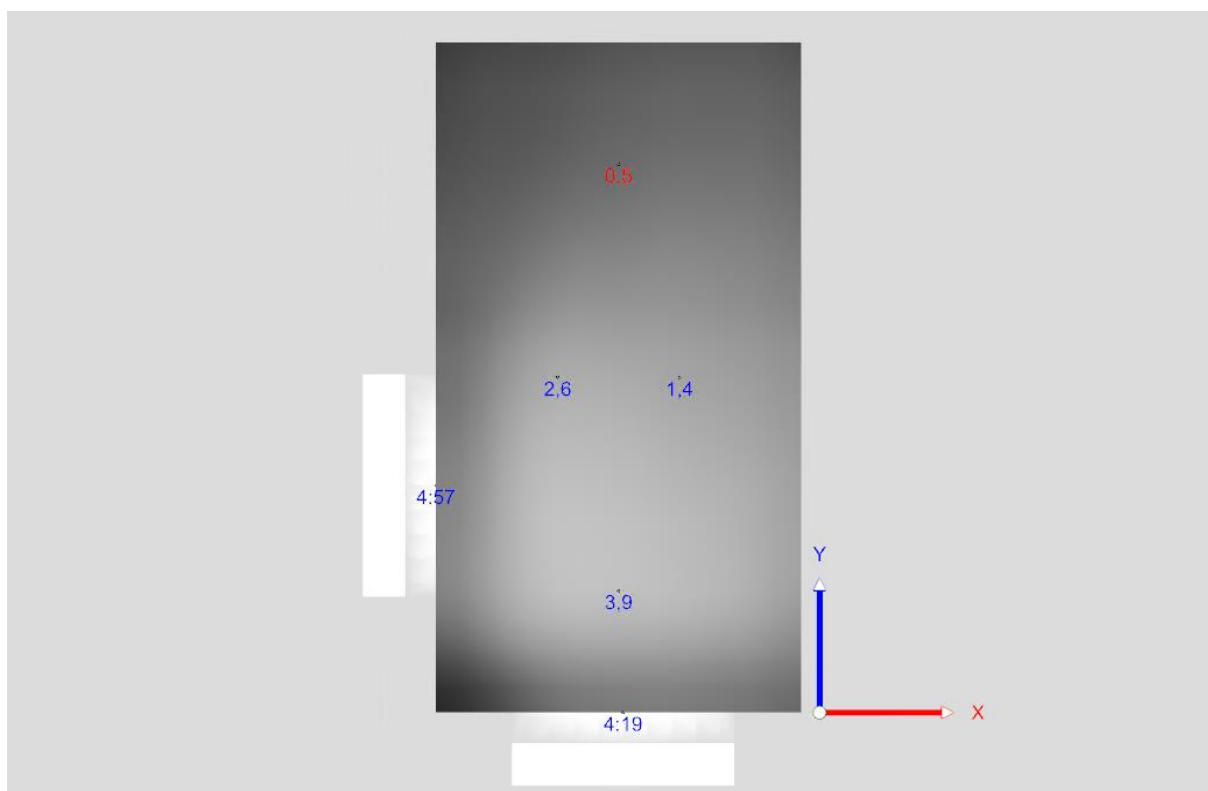
Délka	3000,00 mm
Šířka	5500,00 mm
Výška	2880,00 mm
Plocha	16,5 m <sup>2</sup>

### Odrážnost

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

### Otvory:

Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru
Otvor 1	Číré	0,62	1	0,89
Otvor 1	Číré	0,62	1	0,89



### 1.3 Pokoj pro hosty - místnost

#### Výpočet

Počet odrazů	3
Dělicí poměr otvoru	30
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

#### Údržba

Čistota prostředí	Standartní
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

#### Geometrie

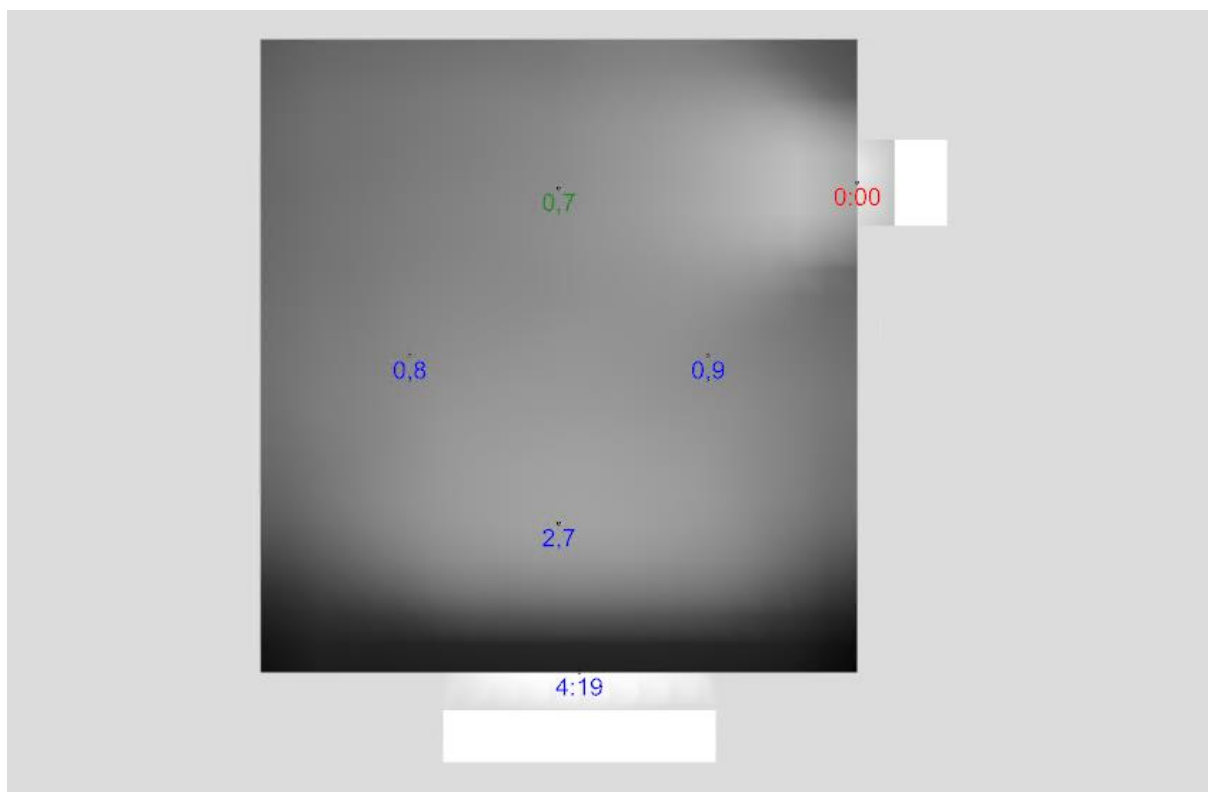
Délka	4000,00 mm
Šířka	4250,00 mm
Výška	2880,00 mm
Plocha	17,0 m <sup>2</sup>

#### Odrážnost

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

#### Otvory:

Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru
Otvor 1	Čiré	0,62	1	0,89
Otvor 1	Čiré	0,62	1	0,9



## 2.1 Ložnice rodičů - místnost

### Výpočet

Počet odrazů	3
Dělicí poměr otvoru	30
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

### Údržba

Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

### Geometrie

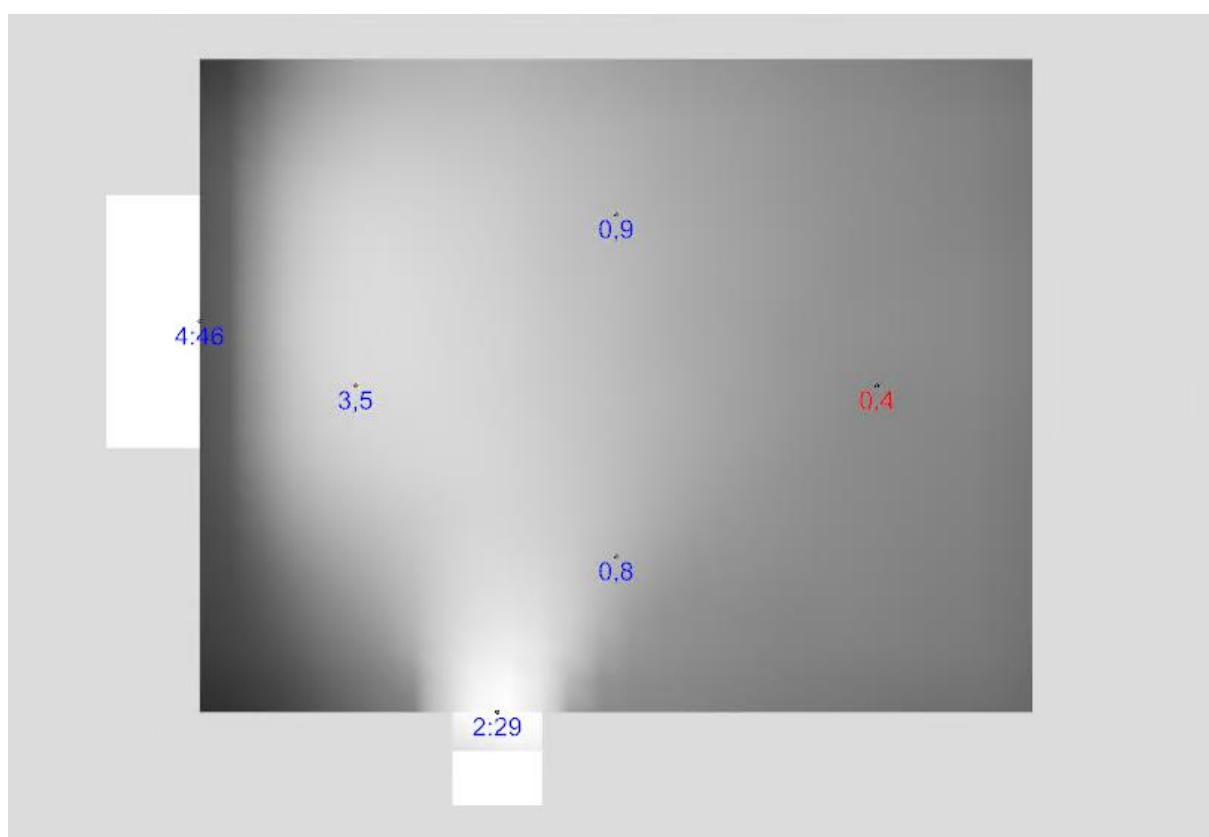
Délka	5350,00 mm
Šířka	4200,00 mm
Výška	2850,00 mm
Plocha	22,5 m <sup>2</sup>

### Odrážnost

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

### Otvory:

Název	Druh skla	Koeficient prostu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru
Otvor 1	Číré	0,62	1	0,85
Otvor 1	Číré	0,62	1	0,9



## 2.2 Dětský pokoj - místnost

### Výpočet

Počet odrazů	3
Dělicí poměr otvoru	30
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

### Údržba

Čistota prostředí	Standartní
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

### Geometrie

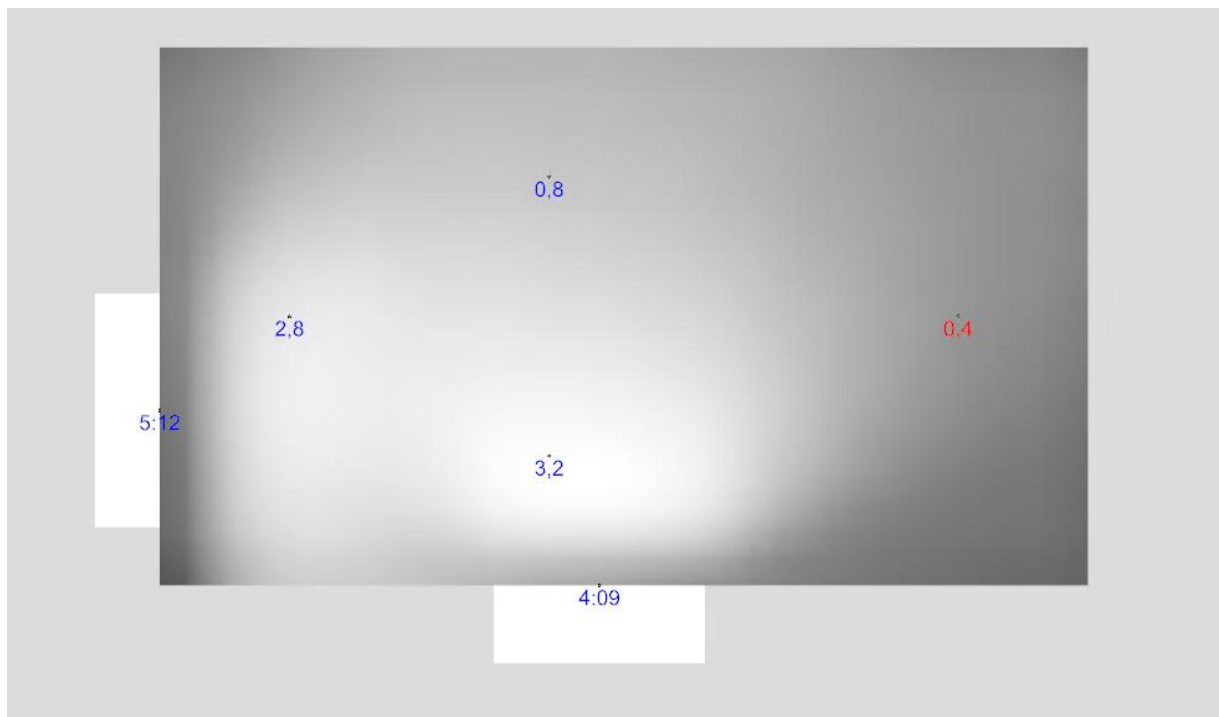
Délka	7150,00 mm
Šířka	4150,00 mm
Výška	2850,00 mm
Plocha	29,7 m <sup>2</sup>

### Odraznost

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

### Otvory:

Název	Druh skla	Koeficient prostu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru
Otvor 1	Číré	0,62	1	0,88
Otvor 1	Číré	0,62	1	0,85



## 7.5.2 Vyhodnocení denního osvětlení a proslunění

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění
<b>1.1 - Obývací pokoj + kuchyň</b>					
ČOD - Obývací pokoj + kuchyně - Činitel denní osvětlenosti	0,9 / 0,7 %	1,5 / 0,9 %	2,0 %	0,46	
PROS - Obývací pokoj + kuchyně - Proslunění					7:58 / 1:30
<b>1.2 - Studovna</b>					
ČOD - Pracovna - Činitel denní osvětlenosti	1,4 / 0,7 %	2,0 / 0,9 %	2,6 %	0,55	
PROS - Pracovna - Proslunění					7:58 / 1:30
<b>1.3 - Pokoj pro hosty</b>					
PROS - Ložnice - Proslunění					4:19 / 1:30
ČDO - Ložnice - Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	0,9 %	0,96	
<b>2.1 - Ložnice rodičů</b>					
ČDO - Ložnice rodičů - Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	0,9 / 0,9 %	0,9 %	0,9	
PROS - Ložnice rodičů - Proslunění					7:15 / 1:30
<b>2.2 - Dětský pokoj</b>					
ČDO - Dětský pokoj - Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	2,0 / 0,9 %	3,2 %	0,26	
PROS - Dětský pokoj - Proslunění					7:58 / 1:30

Výpočet a posouzení požadavků denního osvětlení byl zpracován v programu BuildingDesign. Požadavky jsou splněny.

## 8 Závěr a navržená opatření

### 8.1 Zvukoizolační vlastnosti konstrukcí

Na základě posouzení a následného vyhodnocení vnitřních konstrukcí objektu „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ podle požadavků ČSN 73 0532:2020 lze konstatovat, že všechny navržené vnitřní konstrukce splňují požadavky z hlediska vzduchové a kročejové neprůzvučnosti.

Při provádění konstrukce stropu s plovoucí těžkou podlahou musí být dodrženy pravidla technologického postupu a kvality předepsaného materiálu. Především:

- Řádné oddílování podlahy pružným páskem tl. min. 5 mm od obvodových stěn. Nesmí být použit polystyren.
- Nesmí dojít k zatečení anhydritu nebo betonové mazaniny mezi pásek a stěnu – nikde, případně zanesení částic omítky nebo lepidla či stěrky.
- Nášlapná vrstva, nesmí být v kontaktu se stěnou – tedy i soklové lišty.

Pro zajištění akustické pohody ve vnitřním prostředí objektu je nutné dodržet:

- Rozvody TZB budou vedeny v předstěných a podhledech.
- Schodiště je řešeno jako samostatně stojící konstrukce bez návaznosti na okolní konstrukce, tudíž dochází k minimálnímu přenosu vibrací a hluku.

## 8.2 Ochrana proti hluku

Z porovnání vypočtených předpokládaných hladin akustického tlaku ve sledovaných bodech v chráněném venkovním prostoru stavby „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ z provozu všech zdrojů hluku s hygienickými limity je zřejmé, že v denní a noční době je limit prokazatelně dodržen.

Hygienický limit bude ve sledovaných bodech v chráněném venkovním prostoru stavby „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ prokazatelně dodržen za předpokladu, že:

- sání vzduchu pro VZT jednotku (ventilátoru apod.) nepřesáhne  $L_{Aw} = 27,3$  dB (dle výpočtu ve výpočtové části vzduchotechniky),
- výdech vzduchu od VZT jednotky (ventilátoru apod.) nepřesáhne  $L_{Aw} = 34,6$  dB (dle výpočtu ve výpočtové části vzduchotechniky) a
- hluk při provozu tepelného čerpadla nepřesáhne  $L_{Aw} = 39$  dB (dle technického listu od výrobce).

## 8.3 Úspora energie a ochrana tepla

Na základě posouzení a následného vyhodnocení navržených skladeb vnějších i vnitřních konstrukcí objektu „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ podle požadavků ČSN 73 0540-2:2011 lze konstatovat, že:

- všechny navržené konstrukce a kritické detaily splňují požadavek na hodnotu teplotního faktoru vnitřního povrchu;
- všechny navržené konstrukce vyhověly z hlediska šíření tepla, tj. je splněn požadavek na hodnotu součinitele prostupu tepla;
- vybrané podlahové konstrukce splňují požadavek na hodnotu poklesu dotykové teploty vždy v závislosti na účelu místnosti, kde se nachází;
- všechny konstrukce vyhoví na požadavky šíření vlhkosti konstrukcí;
- byly splněny normové požadavky z hlediska šíření vzduchu konstrukcí a budovou;
- byl splněn normový požadavek na prostup tepla obálkou budovy;

Objekt byl posouzen z hlediska prostupu tepla obálkou budovy a je dle ČSN 73 0540-2:2011 zařazen do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná. Následně byl zpracován energetický štítek obálky budovy. Dle Vyhlášky 264/2020 Sb. je objekt zařazen do klasifikační třídy A energetické náročnosti budovy.

## 8.4 Denní osvětlení

Na základě provedeného výpočtu a ověření hodnot činitele denního osvětlení lze konstatovat, že:

- v obytných místnostech bude prokazatelně splněn požadavek dle ČSN 73 050 ve znění Z1:2019.

## 8.5 Proslunění objektu

Na základě posouzení a následného vyhodnocení objektu „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ z hlediska proslunění lze konstatovat, že:

- Okenní výplně obytných místností splňují požadavek dle ČSN 73 4301 ve znění Z4:2019, článek 4.3.2 a), neboť plocha okna je větší než 1/10 plochy podlahy obytné místnosti.

Poznámka:

Posouzení se týká konkrétních zadaných skladeb konstrukcí a typů oken. Při jakékoli změně velikosti a typu oken a posuzovaných skladeb je tento výpočet neplatný.

## ČÁST II. TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVBY



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENVIRONMENTÁLNÍ RODINNÝ DŮM SLUNEČNICE

ENVIRONMENTAL FAMILY HOUSE SUNFLOWER

## II.A VÝPOČTOVÁ ČÁST – TECHNIKA PROSTŘEDÍ

TECHNICAL REPORT ON THE CONCEPT OF BUILDING SERVICES SYSTEMS

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leoš Krumpolec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ Ph.D.

BRNO 2023

# Obsah

1	Analýza objektu.....	99
1.1	Popis objektu.....	99
1.2	Určení klimatických podmínek.....	99
2	Vytápění a chlazení.....	100
2.1	Výpočet tepelných ztrát a zisků.....	100
2.2	Návrh zdroje tepla a chladu .....	102
2.3	Návrh a popis systému vytápění.....	103
2.4	Návrh a popis systému chlazení .....	104
2.5	Shrnutí.....	104
3	Ohřev teplé vody.....	105
3.1	Výpočet potřebného objemu ohříváče .....	105
	Technické specifikace.....	105
3.2	Výpočet výkonu k ohřevu vody a návrh bivalentního zdroje.....	105
3.3	Shrnutí.....	107
4	Instalace vodovodu a kanalizace.....	108
4.1	Výpočet potřebného množství vody a kapacity kanalizace.....	108
4.1.1	Potřeba pitné vody.....	108
4.1.2	Potřeba požární vody (dle ČSN 73 6005).....	108
4.1.3	Produkce odpadní vody .....	108
5	Vzduchotechnika.....	109
5.1	Výpočet potřebného množství větracího vzduchu.....	109
5.2	Návrh distribučních prvků a příslušenství.....	109
5.2.1	Distribuční prvky přívodního potrubí.....	110
5.2.2	Distribuční prvky odvodního potrubí.....	111
5.2.3	Protidešťové žaluzie pro sání a odtah.....	112
5.2.4	Potrubí a tvarovky.....	112
5.3	Dimenzování.....	113
5.3.1	Půdorysné studie rozvodů potrubí pro dimenzování .....	113
5.3.2	Schéma větvení rozvodů potrubí pro dimenzování .....	114
5.3.3	Dimenzování nejdelší přívodní větve .....	115
5.3.4	Dimenzování nejdelší odvodní větve .....	115
5.3.5	Dimenzování zbylých větví .....	116

5.4	Návrh vzduchotechnické jednotky .....	117
5.5	Útlum hluku a posouzení v nejbližší obytné místnosti .....	118
5.5.1	Hluk ventilátorů přenášený potrubím do obytné místnosti.....	118
5.6	Hluk do okolního prostředí.....	120
5.6.1	Hluk sání .....	120
5.6.2	Hluk na výfuku.....	120
6	Elektroinstalace.....	121
6.1	Přípojka silového vedení.....	121
6.2	Hromosvod.....	121
7	Fotovoltaická elektrárna.....	122
7.1	Výběr typu panelů a počtu .....	122
7.2	Výpočet výkonu a předpokládaného výnosu.....	122
7.3	Popis způsobu propojení s elektrickou sítí.....	122
8	Nakládání s dešťovou vodou .....	123
8.1	Výběr typu nádrže .....	123
8.2	Návrh a popis systému sběru a ukládání dešťové vody.....	123
8.3	Výpočet potřebného objemu nádrže.....	123
8.4	Popis způsobu využití dešťové vody.....	123
9	Přílohy.....	124
9.1	Výkresy a schémata.....	124
9.2	Technické zprávy a specifikace.....	124

# 1 Analýza objektu

## 1.1 Popis objektu

Jedná se o dvoupatrový rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu. Obvodové stěny jsou vyzděny z pórobetonových tvárnic tl. 300 mm a zatepleny tepelnou izolací EPS 100 F tl. 300 mm. Objekt je založen na plovoucí základové desce s tepelně-izolačním podsypem z pěnoskla tl. 400 mm. Střecha je plochá extenzivní vegetační. Stropy jsou tvořeny z předpjatých panelů spiroll a ve většině obytných místností se nachází podhledy různých tloušťek dle potřeb instalací rozvodů vzduchotechniky.

## 1.2 Určení klimatických podmínek

Ve výpočtech byly použity klimatické parametry pro město Přerov, kde se objekt nachází. Hodnoty jsou shrnuty níže:

Město:	Přerov
Nadmořská výška:	212 m n. m.
Venkovní výpočtová teplota v zimním období:	-15 °C

## 2 Vytápění a chlazení

### 2.1 Výpočet tepelných ztrát a zisků

#### Ztráta prostupem obálkou budovy

Tab. č. 2.1.1.1 – Ztráta prostupem obálkou budovy

Konstrukce	A [m <sup>2</sup> ]	U [W.m <sup>-2</sup> .K <sup>-1</sup> ]	b [-]	H <sub>T</sub> [W.K <sup>-1</sup> ]	Q <sub>T</sub> [kW]
S1 <sub>N-15</sub>	408,32	0,104	1	42,47	-
P2 <sub>N+5</sub>	187,4	0,165	0,67	20,72	-
T1 <sub>N-15</sub>	187,4	0,119	1	22,30	-
O1	44,4	0,65	1	28,86	-
D1	2,7	0,85	1	2,3	-
<b>Celkem</b>	<b>830,22</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>116,64</b>	<b>-</b>
Tepelné vazby	-	0,02	-	16,60	-
<b>Celková měrná ztráta prostupem</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>133,24</b>	<b>4,26</b>

$$Q_T = H_t \times (t_i - t_e)$$

Kde  $Q_T$  – Tepelná ztráta prostupem [kW]

$H_t$  – Celková měrná ztráta prostupem tepla [W/K]

$t_i$  – Návrhová vnitřní teplota v zimním období [°C]

$t_e$  – Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C]

$$Q_T = 133,24 \times (20 - (-15))$$

$$Q_T = 4,66 \text{ kW}$$

#### Ztráta větráním s provozem VZT

##### Stanovení teploty vzduchu za deskovým výměníkem

$$t_{\text{sup}} = t_e + (t_i - t_e) \times \eta$$

Kde  $t_{\text{sup}}$  – Výsledná teplota vzduchu po rekuperaci [°C]

$t_e$  – Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C]

$t_i$  – Návrhová vnitřní teplota v zimním období [°C]

$\eta$  - Uvažovaná účinnost rekuperačního zařízení [%]

$$t_{\text{sup}} = -15 + (20 - (-15)) \times 0,85$$

$$t_{\text{sup}} = 15 \text{ °C}$$

### Stanovení ztráty větráním při provozu VZT

$$Q_{VZT} = 0,34 \times V_{vzd} \times (t_i - t_{sup})$$

Kde  $Q_{VZT}$  – Tepelná ztráta větráním při provozu VZT [W]

$t_{sup}$  – Výsledná teplota vzduchu po rekuperaci [°C]

$t_i$  – Návrhová vnitřní teplota v zimním období [°C]

$$Q_{VZT} = 0,34 \times 557,13 \times (20 - 15)$$

$$Q_{VZT} = 0,95 \text{ kW}$$

### Ztráta větráním bez provozu VZT

$$Q_{přir} = 0,34 \times n \times V_{vzd} \times (t_i - t_e)$$

Kde  $Q_{přir}$  – Tepelná ztráta přirozeným větráním [W]

$n$  – Výměna vzduchu 0,1/h při stavu bez provozu VZT

$V_{vzd}$  – Vzduchový objem budovy [m<sup>3</sup>]

$t_e$  – Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C]

$t_i$  – Návrhová vnitřní teplota v zimním období [°C]

$$Q_{přir} = 0,34 \times 0,1 \times 557,13 \times (20 - (-15))$$

$$Q_{přir} = 0,66 \text{ kW}$$

### Celkové tepelné ztráty objektu

$$Q = Q_T + \max(Q_{VZT}, Q_{přir}) = Q_T + Q_{VZT}$$

Kde  $Q$  – Celková tepelná ztráta objektu [W]

$Q_T$  – Tepelná ztráta prostupem [kW]

$Q_{VZT}$  – Tepelná ztráta větráním při provozu VZT [W]

$Q_{přir}$  – Tepelná ztráta přirozeným větráním [W]

$$Q = 4,66 + 0,95$$

$$Q = 5,61 \text{ kW}$$

Celková tepelná ztráta objektu činí 5,61 kW a nastává při provozu vzduchotechniky.

## Tepelné zisky po místnostech

Tab. č. 2.11.2 – Tepelné zisky po místnostech

Místnost	Tepelný zisk okny – radiací [W]	Tepelný zisk okny – konvekční [W]	Tepelná zátěž stěn [W]	Produkce tepla od lidí a pokrmů [W]	Tepelná produkce svítidel [W]	Zisky od spotřebičů [W]	Celkem [kW]
1.03 Studovna	200,1*	32	5,3	68	0	100	0,4
1.04 Pokoj pro hosty	145,2*	19	4,2	136	0	100	0,5
1.10 Obývací p. a kuchyň	498,9*	89	12,4	292	0	800	1,7
2.03 Ložnice			referenčně				0,6
2.04 Dětský pokoj			referenčně				0,8
						<b>SUMA</b>	<b>4,0</b>

\*zisky radiací jsou uvažovány s vlivem vnějšího stínění s koeficientem  $s = 0,15$

### Celkové tepelné zisky objektu

$$Q_{ch} = \sum Q_m$$

Kde  $Q_{ch}$  – Celkový tepelný zisk objektu [W]

$Q_m$  – Celkový tepelný zisk místnosti [W]

$$Q_{ch} = 0,4 + 0,5 + 1,7 + 0,6 + 0,8$$

$$Q_{ch} = 4,0 \text{ kW}$$

## 2.2 Návrh zdroje tepla a chladu

Jako zdroj tepla a chladu bylo navrženo tepelné čerpadlo o jmenovitém tepelném výkonu 12,57 kW pro teploty A-7/W35 při max. otáčkách a o jmenovitém chladícím výkonu 19,38 kW pro teploty A40/W18 při max. otáčkách. Tento zdroj bude využit pro vytápění a chlazení objektu a také pro přípravu teplé vody.

Referenční výrobek – Tepelné čerpadlo vzduch/voda RTC 20e (viz obr. č. 2.2.1)

Obr. č. 2.2.1 - Tepelné čerpadlo vzduch/voda Regulus RTC 20e [15]



## 2.3 Návrh a popis systému vytápění

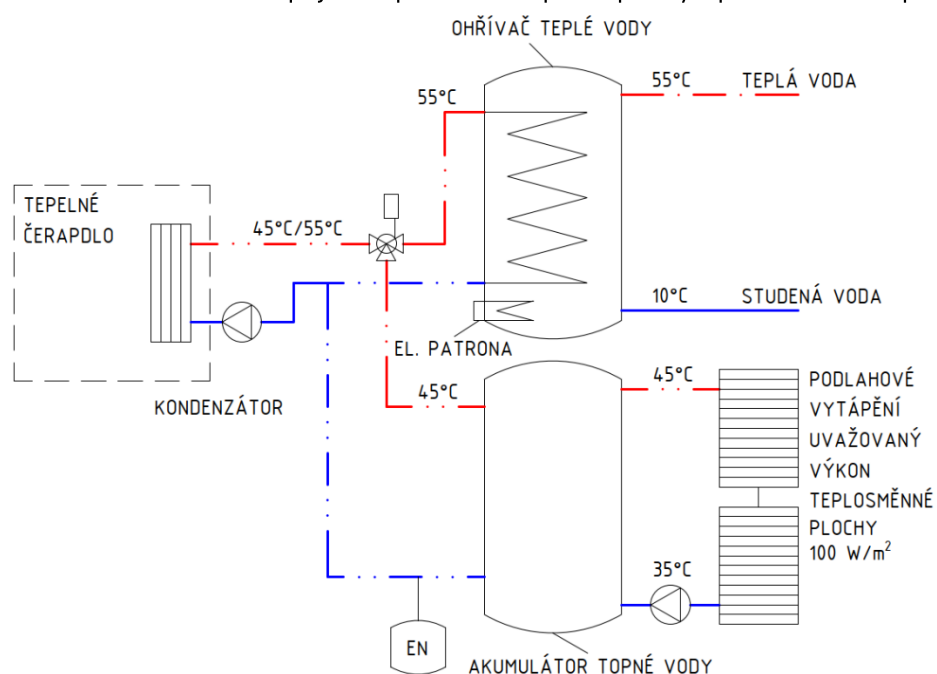
Vytápění objektu bude zjištěno tepelným čerpadlem jakožto zdrojem otopné vody o teplotním spádu 45/35 °C. Teplo bude v objektu distribuováno pomocí teplovodního podlahového vytápění o uvažovaném výkonu 100 W/m<sup>2</sup>.

Schéma zapojení na obr. č. 2.2.1 ukazuje zapojení okruhu s tepelným čerpadlem jakožto zdrojem otopné vody pro vytápění i ohřev teplé vody. Tepelné čerpadlo buď generuje otopnou vodu o teplotě 55 °C pro ohřev teplé vody v ohřívači, nebo otopnou vodu o teplotě 45 °C pro ohřev topné vody v akumulátoru o objemu 204 l, referenční výrobek Akumulační nádrž PS 200 IZ (viz obr. č. 2.2.1). Směna těchto dvou provozů je zajištěna pomocí třicestného ventilu, který je napojen na centrální systém řízení provozu tepelného čerpadla (viz obr. č. 2.2.2).

Obr. č. 2.2.1 - Akumulační nádrž PS 200 IZ [15]



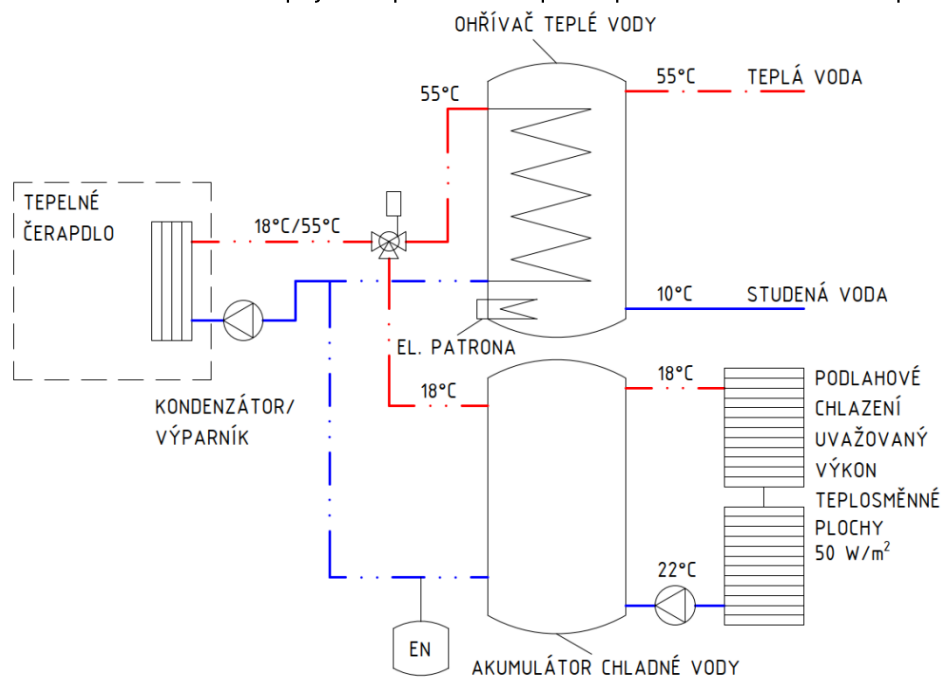
Obr. č. 2.2.2 – Schéma zapojení tepelného čerpadla pro vytápění a ohřev teplé vody



## 2.4 Návrh a popis systému chlazení

Chlazení objektu bude zajištěno tepelným čerpadlem jakožto zdrojem chladné vody o teplotním spádu 22/18 °C. Chlad bude v objektu distribuován pomocí podlahového chlazení v místnostech dle tab. č. 2.1.1.1. Uvažovaný výkon podlahového chlazení je 50 W/m<sup>2</sup>.

Obr. č. 2.3.1 – Schéma zapojení tepelného čerpadla pro chlazení a ohřev teplé vody



## 2.5 Shrnutí

V rámci koncepčního návrhu systému vytápění a chlazení v rodinném domě bylo navrženo tepelné čerpadlo voda/vzduch o jmenovitém tepelném výkonu 12,57 kW a o jmenovitém chladícím výkonu 19,38 kW. Distribučním prvkem vytápění i chlazení budou podlahové rozvody o uvažovaných výkonech 100 W/m<sup>2</sup> pro vytápění a 50 W/m<sup>2</sup> pro chlazení. V případě uvážení poloviční ploch místností jako ploch pro vytápění či chlazení budou tyto výkony dostačující pro pokrytí tepelných ztrát v zimním období i tepelných zisků v letním období.

## 3 Ohřev teplé vody

### 3.1 Výpočet potřebného objemu ohřivače

Odhaduje se potřeba teplé vody 50 l na osobu a den. Pro čtyřčlennou rodinu byl navržen zásobník teplé vody o velikosti 208 l, referenční výrobek Dražice OKC 200 NTR/HP (obr. č. 3.1.1).

Obr. č. 3.1.1 – Ohřivač vody Dražice OKC 200 NTR/HP [25]



#### Technické specifikace

Objem:	208 l
Teplosměnná plocha výměníku:	2 m <sup>2</sup>
Objem výměníku:	13,3 l

### 3.2 Výpočet výkonu k ohřevu vody a návrh bivalentního zdroje

#### Stanovení potřebného energie

$$Q_{TV} = m \times c \times (t_1 - t_2)$$

Kde  $Q_{TV}$  – Množství tepelné energie potřebné k ohřevu vody [J]

$m$  – Hmotnost vody k ohřevu [kg]

$c$  – Tepelná kapacita vody [J/(kg . °C)]

$t_1$  – Výsledná teplota vody po ohřátí [°C]

$t_2$  – Teplota přiváděné vody [°C]

$$Q_{TV} = 208 \times 4,186 \times (55 - 10)$$

$$Q_{TV} = 37,7 \text{ MJ}$$

## Stanovení potřebného výkonu pro ohřátí vody za jednu hodinu

$$Q = Q_{TV} \times t$$

Kde  $Q$  – Výkon potřebný k ohřátí vody za čas  $t$  [W]

$Q_{TV}$  – Množství tepelné energie potřebné k ohřevu vody [J]

$t$  – Doba nutná k ohřevu vody [s]

$$Q = 37,7 \times 3600$$

$$Q = 10,5 \text{ kW}$$

Obr. č. 3.2.1 – Výkonové parametry z technického listu tepelného čerpadla

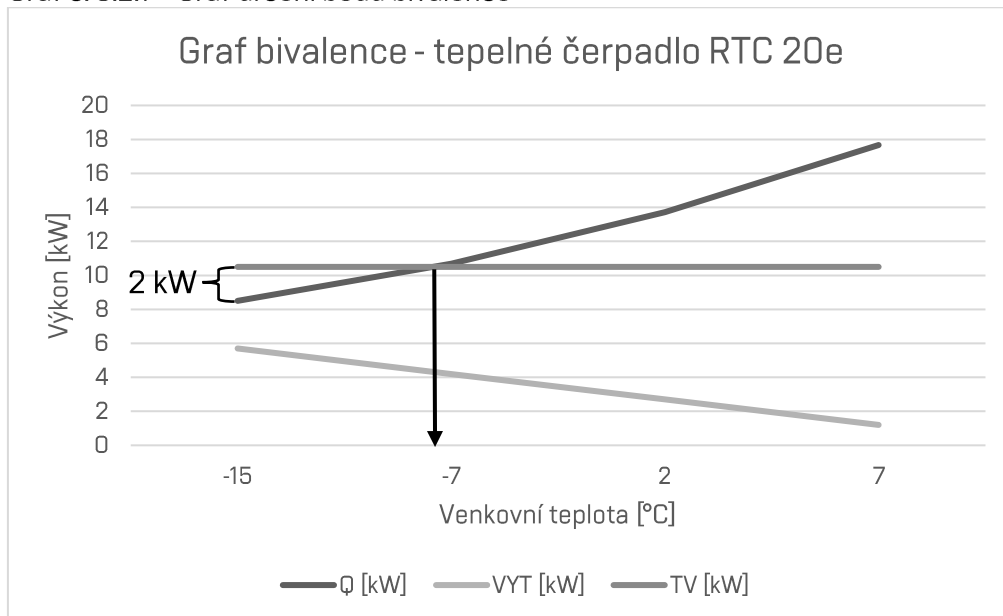
Výkonové parametry (vytápění)					
Otáčky	Teplota vzduchu	Vstupní teplota	Výkon [kW]	Příkon [kW]	Topný faktor [-]
76 Hz	7 °C	35 °C	18,52	4,14	4,47
		45 °C	18,22	4,99	3,65
		55 °C	17,67	5,95	2,97
	2 °C	35 °C	14,97	3,88	3,85
		45 °C	14,15	4,51	3,14
	-7 °C	35 °C	12,57	3,94	3,19
		45 °C	11,67	4,60	2,54
		55 °C	10,68	5,46	1,96
	-15 °C	35 °C	9,72	3,71	2,62
		45 °C	9,03	4,42	2,04
		55 °C	8,50	5,17	1,64

## Návrh bivalentního zdroje

Tab. č. 3.2.1 – Přehled skutečného a potřebného výkonu

Teplota otopné vody:		45 °C	55 °C
t [°C]	Q [kW]	VYT [kW]	TV [kW]
-15	8,5	5,7	10,5
-7	10,68	4,2	10,5
2	13,72	2,7	10,5
7	17,67	1,2	10,5

Graf č. 3.2.1 – Graf určení bodu bivalence



### 3.3 Shrnutí

Ohřev vody bude zajišťovat tepelné čerpadlo pomocí otopné vody o teplotě 55 °C. Objem ohřívače vody bude 200 litrů (referenční výrobek Dražice OKC 200 NTR/HP). Bivalentní zdroj se stává aktivním při poklesu venkovní teploty pod -7 °C, kdy nastává bod bivalence a celkový potřebný výkon bivalentního zdroje činí 2 kW. Bylo tedy navrženo topné elektrické těleso o výkonu 2 kW, typ A, poniklovaná měď.

## 4 Vodovod a kanalizace

Půdorysné studie rozvodů vody a kanalizace jsou v přílohách D.1.4.2 a D.1.4.3.

### 4.1 Výpočet potřebného množství vody a kapacity kanalizace

#### 4.1.1 Potřeba pitné vody

Výpočet dle Vyhlášky č. 428/2001 Sb.

Specifická potřeba	$35 \text{ m}^3 \cdot \text{os}^{-1} \cdot \text{rok}$
Počet obyvatel	4
Roční potřeba	$4 \times 35 = 140 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1} \Rightarrow 0,39 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Průměrný denní průtok	$Q_p = 0,0045 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální denní průtok	$Q_d = Q_p \cdot k_d = 0,0045 \cdot 1,5 = 0,007 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$
Maximální hodinový průtok	$Q_h = Q_d \cdot k_h = 0,007 \cdot 1,8 = 0,012 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$

#### 4.1.2 Potřeba požární vody (dle ČSN 73 6005)

*Požární průtok podle velikosti okrsku*

$Q_{\text{hasící}}$ (pro RD)	$4 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$
Vzdálenost hydrantu	max. 200 m od budovy
Potrubí DN	80 mm

#### 4.1.3 Produkce odpadní vody

Průměrný průtok odp. vod	$Q_{24,m} = 35 \cdot 4 = 140 \text{ m}^3 \cdot \text{rok}^{-1} \Rightarrow 0,39 \text{ m}^3 \cdot \text{den}^{-1}$
Průměrný denní průtok	$Q = 0,0045 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$
Max. průtok odp. vod	$Q_{n,m} = Q_{24,m} \cdot k_h = 0,0045 \cdot 7,2 = 0,0324 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$

## 5 Vzduchotechnika

### 5.1 Výpočet potřebného množství větracího vzduchu

Množství větracího vzduchu potřebného pro každou místnost je uvedeno v tab. č. 5.3.1. Z tabulky vyplývá celkový průtok vzduchu 350 m<sup>3</sup>/h a násobnost výměny z celkového vzduchového objemu místností 0,63.

Tab. č. 5.3.1 – Bilance větracího vzduchu v místnostech

Místnost	Plocha [m <sup>2</sup> ]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Přívod [m <sup>3</sup> .hod <sup>-1</sup> ]	Odvod [m <sup>3</sup> .hod <sup>-1</sup> ]	Výměna [-]
Zádveří	9,15	23,79	-30		1,26
Chodba	13,54	35,20	-	-	-
Studovna	16,50	42,90	-	40	0,93
Pokoj pro hosty	17,0	44,20	-	60	1,36
Šatna	2,70	7,02	-20	-	2,85
Koupelna	6,30	16,38	-50	-	3,05
WC	2,81	7,31	-30	-	4,11
Tech. místnost	9,56	24,86	-20	-	0,80
Spíž	6,72	17,47	-	-	-
Obývací pokoj	33,0	85,80	-	130	1,52
Kuchyň	20,34	52,88	-80		1,51
Chodba	7,41	19,27	-	-	-
Ložnice	22,47	58,42	-	60	1,03
Šatna	6,96	18,10	-30	-	1,66
Dětský pokoj	29,67	77,14	-	60	0,78
WC	1,94	5,04	-30	-	5,95
Koupelna	8,21	21,35	-60	-	2,81
<b>Celkem</b>	<b>214,28</b>	<b>557,13</b>	<b>-350</b>	<b>350</b>	<b>0,63</b>

### 5.2 Návrh distribučních prvků a příslušenství

Dle požadovaných průtoků byly pro místnosti navrženy koncové prvky od společnosti Trox, vzduchotechnické spiro potrubí a tvarovky od společnosti Lindab. Vzduch bude přiváděn štěrbinovými výstřky a odváděn talířovými ventily.

## 5.2.1 Distribuční prvky přívodního potrubí

### Štěrbínová výust PureLine 35

Tento druh výustě byl navrhnout pro přívodní potrubí ve všech místnostech mimo obývací pokoj s kuchyní. Byly navrženy varianty disponující dvěma štěrbinami a jmenovitých délkách 600 mm a 750 mm.

Obr. č. 5.2.1.1 - Štěrbínová výust PureLine 35 [5]



Tab. č. 5.2.1.1 – Hladina akustického výkonu a celková tlaková ztráta

**PL35-2, přiváděný vzduch, střídavý horizontální výfuk vzduchu, hladina akustického výkonu a celková tlaková diference**

Jmenovitá délka	V		Poloha listu klapky											
			0°				45°				90°			
			D = 123		D = 138		D = 123		D = 138		D = 123		D = 138	
			$\Delta p_t$	$L_{WA}$	$\Delta p_t$	$L_{WA}$	$\Delta p_t$	$L_{WA}$	$\Delta p_t$	$L_{WA}$	$\Delta p_t$	$L_{WA}$	$\Delta p_t$	$L_{WA}$
		Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	
600	13	49	3	<15	3	<15	5	<15	4	<15	9	<15	7	<15
	29	106	14	29	13	28	22	30	18	28	42	31	31	29
	45	163	33	41	31	40	52	42	42	40	100	43	73	41
750	61	221	59	50	56	48	94	51	78	49	182	52	134	50
	17	61	3	<15	3	<15	6	<15	5	<15	12	<15	9	<15
	34	124	13	30	12	29	24	31	19	29	51	33	36	30
	52	187	30	42	27	40	54	43	43	41	117	44	83	42
	69	250	53	50	49	48	97	51	77	49	210	52	148	50

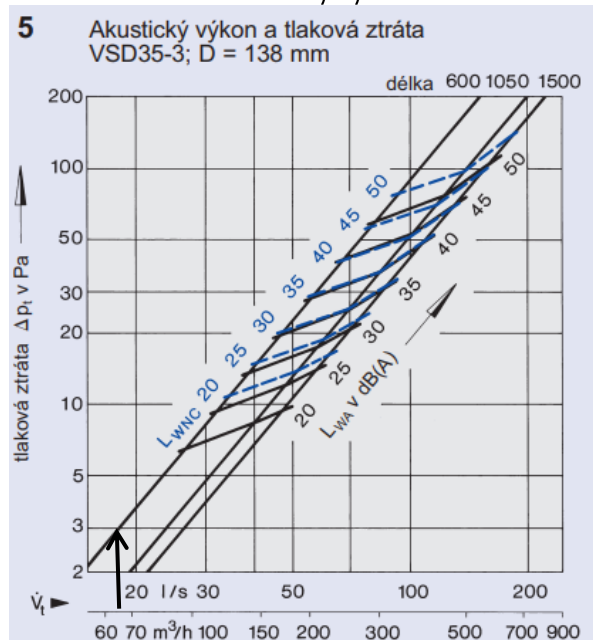
### Štěrbínová výust VSD35-3-AZ

Tento druh výustě byl navrhnout pro přívodní potrubí v obývacím pokoji s kuchyní. Byla navržena varianta disponující třemi štěrbinami o jmenovité délce 600 mm.

Obr. č. 5.2.1.2 - Štěrbínová výust VSD35-3-AZ [5]



Graf č. 5.2.1.1 – Akustický výkon a tlaková ztráta



## 5.2.2 Distribuční prvky odvodního potrubí

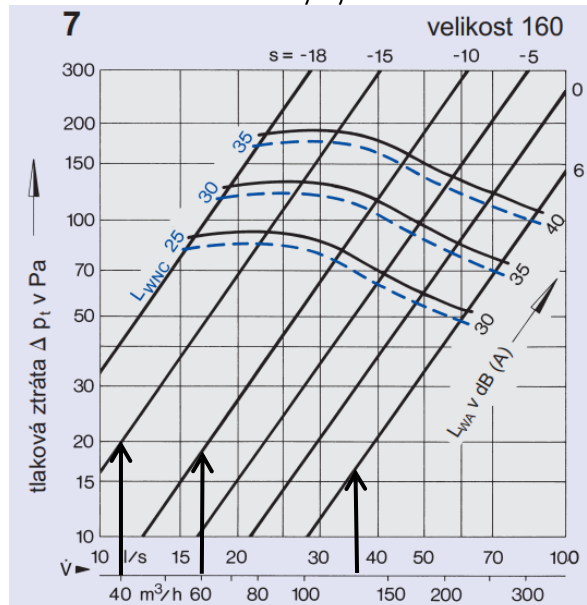
### Talířový ventil LVS

Tento druh výustě byl navrhnout pro odvodní potrubí ve všech místnostech s odvodem vzduchu. Byla navržena varianta o velikosti 160 mm.

Obr. č. 5.2.2.1 - Talířový ventil LVS [5]



Graf č. 5.2.2.1 - Akustický výkon a tlaková ztráta



## 5.2.3 Protidešťové žaluzie pro sání a odtah

### Protidešťové žaluzie NL

Tento druh protidešťových žaluzií byl navržen pro sání čerstvého vzduchu i odtah odpadního vzduchu. Rozměry žaluzií navrženy 300x450 mm

Obr. č. 5.2.3.1 - Protidešťové žaluzie NL [5]



Tab. č. 5.2.3.1 – Rozměry žaluzií podle průtoku  
NL, Breite 300 – 1050 mm, Volumenstrom bei max. 2,5 m/s

H	300		450	
	l/s	m <sup>3</sup> /h	l/s	m <sup>3</sup> /h
450	120	432	180	648
600	240	864	360	1296
750	360	1296	540	1944
900	480	1728	720	2592
1050	600	2160	900	3240
1200	720	2592	1080	3888
1350	840	3024	1260	4536
1500	960	3456	1440	5184
1650	1080	3888	1620	5832
1800	1200	4320	1800	6480
1950	1320	4752	1980	7128
2100	1440	5184	2160	7776
2250	1560	5616	2340	8424

Tab. č. 5.2.3.1 – Tlaková ztráta a akustický výkon, C – výfuk, D – sání

### NL, Druckdifferenz und Schalleistungspegel

v	v <sub>t</sub>	Einbauart							
		A		B		C		D	
		Δp <sub>t</sub>	L <sub>WA</sub>	Δp <sub>t</sub>	L <sub>WA</sub>	Δp <sub>t</sub>	L <sub>WA</sub>	Δp <sub>t</sub>	L <sub>WA</sub>
m/s		Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa	dB(A)	Pa	dB(A)
1,5	0,2 – 0,4	2	<15	2	<15	2	<15	1	<15
2	0,2 – 0,6	4	<15	4	<15	4	<15	4	<15
4	0,4 – 1,2	18	32	14	28	18	29	14	27
6	0,7 – 1,7	40	44	30	40	40	41	28	39
8	0,9 – 2,3	70	52	50	48	65	49	50	47
10	1,1 – 2,9	110	58	80	54	105	55	75	53

## 5.2.4 Potrubí a tvarovky

Potrubí pro tento projekt bylo zvoleno spiro potrubí z oboustranně pozinkovaného plechu se spirálově vinutými švy.

Tvarovky pro vzduchotechnické rozvody jsou uvažovány ze stejného materiálu a jejich výpis je součástí přílohy D.1.4.3 v technických specifikacích projektu.

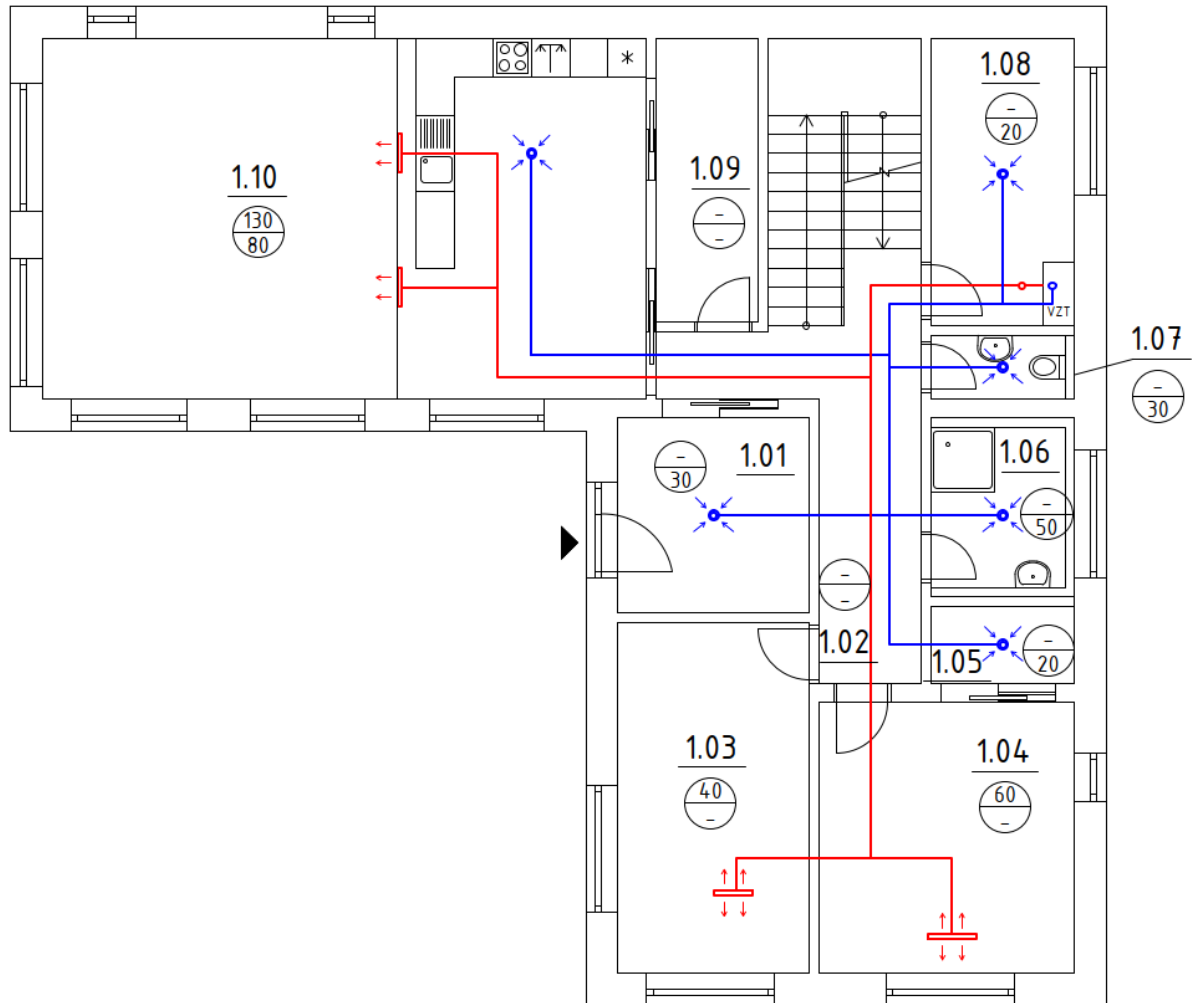
Obr. č. 5.2.4.1-4 – Vzduchotechnické potrubí a příklady použitých tvarovek z pozink. plechu [17]



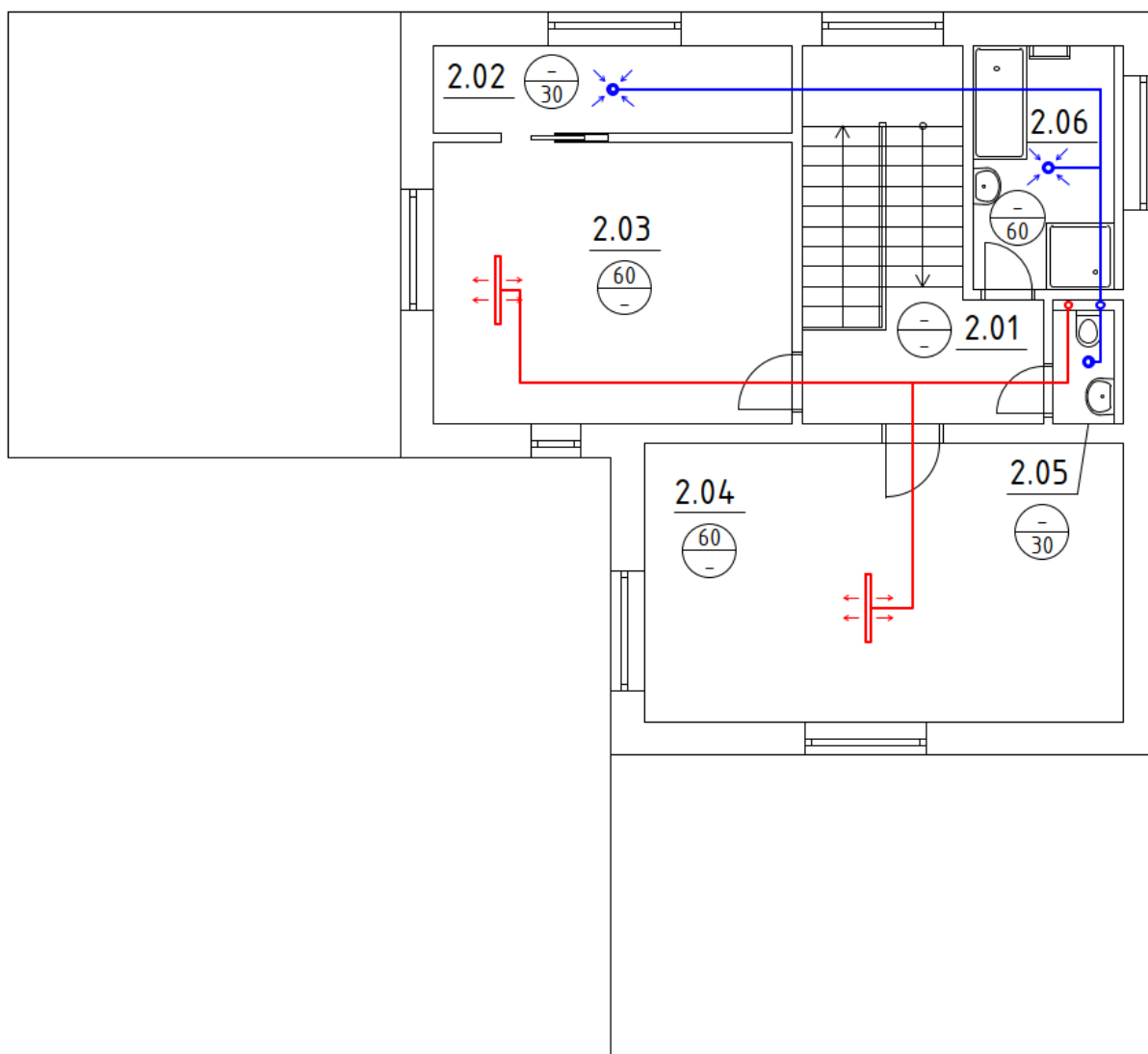
## 5.3 Dimenzování

### 5.3.1 Půdorysné studie rozvodů potrubí pro dimenzování

1.NP

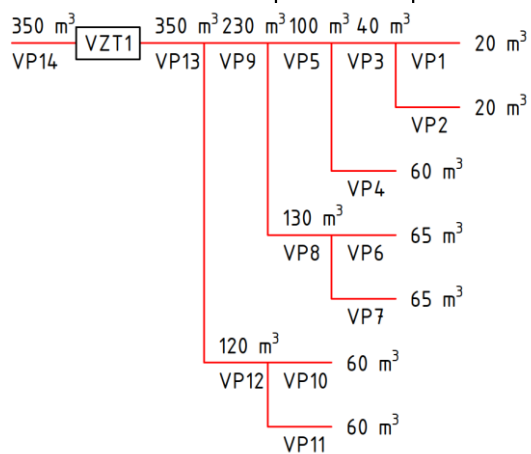


## 2.NP

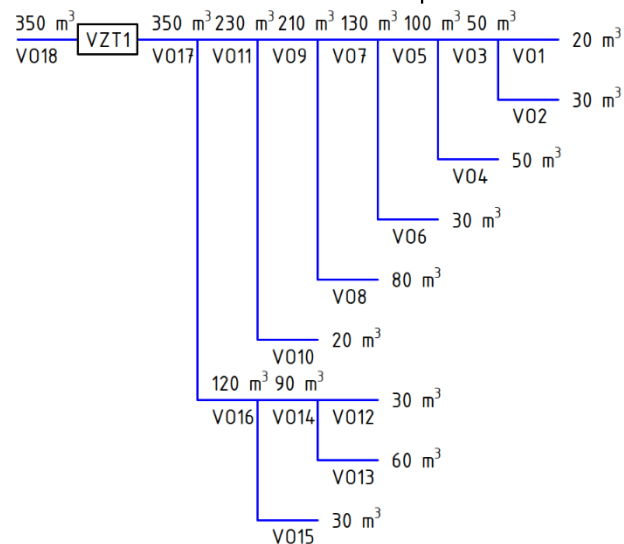


### 5.3.2 Schéma větvení rozvodů potrubí pro dimenzování

Obr. č. 5.3.2.1 – Větvení přívodního potrubí



Obr. č. 5.3.2.2 – Větvení odvodního potrubí



Pozn. Veškeré průtoky v m³ jsou za 1 hodinu

### 5.3.3 Dimenzování nejdelší přívodní větve

V celkové tlakové ztrátě nejdelší větve přívodního potrubí jsou zahrnuty i tlakové ztráty z koncových prvků – štěrbinová vyústka - 9,0 Pa a žaluzií sání - 14,0 Pa.

Tab. č. 5.3.3.1 – Dimenzování nejdelší přívodní větve

Ozn. úseku	V [m <sup>3</sup> /hod]	l [m]	v' [m/s]	S [m <sup>2</sup> ]	d' [m]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R×L [Pa]
VP1a	40	1,50	2,0	0,006	0,084	0,082	2,10	2,60	0,6	1,59	5,49
VP1b	40	1,90	2,5	0,004	0,075	0,080	2,21	1,00	1,2	3,52	5,42
VP5	100	7,30	3,0	0,009	0,109	0,125	2,26	1,00	0,6	1,84	9,14
VP9	230	4,10	3,5	0,018	0,152	0,160	3,18	0,90	1,8	10,90	14,59
VP13	350	2,00	4,0	0,024	0,176	0,180	3,82	1,00	1,2	10,51	12,51
VP14a	350	1,20	4,0	0,024	0,176	0,185	3,62	2,30	0,6	4,71	7,47
VP14b	350	0,60	4,0	0,024	0,176	0,180	3,82	1,00	0,0	0,00	0,60
Σ											71

### 5.3.4 Dimenzování nejdelší odvodní větve

V celkové tlakové ztrátě nejdelší větve odvodního potrubí jsou zahrnuty i tlakové ztráty z koncových prvků – talířový ventil - 20,0 Pa a žaluzií výfuku - 18,0 Pa.

Ozn. úseku	V [m <sup>3</sup> /hod]	l [m]	v' [m/s]	S [m <sup>2</sup> ]	d' [m]	d [m]	v [m/s]	R [Pa/m]	ξ [-]	Z [Pa]	Z + R×L [Pa]
V01	20	3,80	2,5	0,002	0,053	0,080	1,11	1,00	0,6	0,44	4,24
V03	50	0,20	2,75	0,005	0,080	0,080	2,76	1,60	0,9	4,12	4,44
V05	100	2,20	3,0	0,009	0,109	0,100	3,54	1,90	0,9	6,75	10,93
V07	130	0,20	3,25	0,011	0,119	0,125	2,94	1,00	0,9	4,68	4,88
V09	210	2,50	3,5	0,017	0,146	0,150	3,30	1,00	1,5	9,81	12,31
V011	230	1,00	3,75	0,017	0,147	0,150	3,62	1,20	1,5	11,76	12,96
V017	350	1,50	4,0	0,024	0,176	0,185	3,62	2,30	1,1	8,63	12,08
V018a	350	1,50	4,0	0,024	0,176	0,185	3,62	2,30	0,0	0,00	3,45
V018b	350	3,50	4,0	0,024	0,176	0,180	3,82	1,00	0,6	5,25	8,75
Σ											100

### 5.3.5 Dimenzování zbylých větví

#### Vedlejší přívodní větve

Tab. č. 5.3.5.1 – Dimenzování vedlejších přívodních větví

Ozn. úseku	V [m <sup>3</sup> /hod]	v' [m/s]	S [m <sup>2</sup> ]	d' [m]	d [m]	v [m/s]
VP2	20	2,0	0,003	0,059	0,080	1,11
VP4	60	2,0	0,008	0,103	0,100	2,12
VP6	65	2,0	0,009	0,107	0,100	2,30
VP7	65	2,0	0,009	0,107	0,100	2,30
VP8	130	2,5	0,014	0,136	0,125	2,94
VP10	60	2,0	0,008	0,103	0,100	2,12
VP11	60	2,0	0,008	0,103	0,100	2,12
VP12	120	2,5	0,013	0,130	0,125	2,72

#### Vedlejší odvodní větve

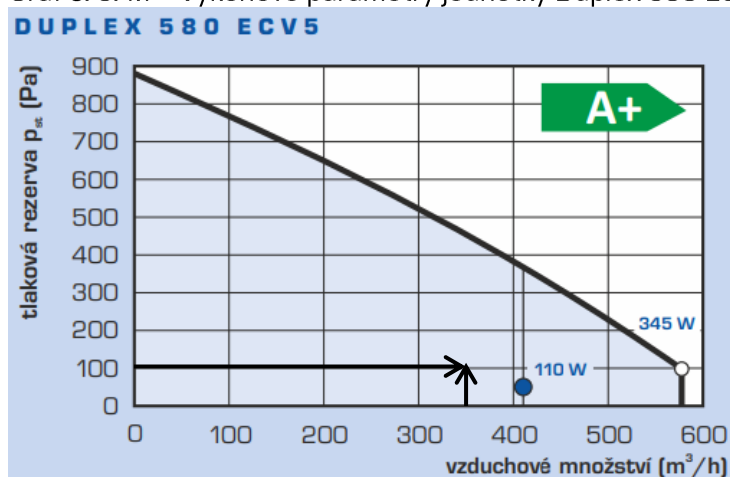
Tab. č. 5.3.5.2 – Dimenzování vedlejších odvodních větví

Ozn. úseku	V [m <sup>3</sup> /hod]	v' [m/s]	S [m <sup>2</sup> ]	d' [m]	d [m]	v [m/s]
VO2	20	2,0	0,003	0,059	0,080	1,11
VO4	50	2,0	0,007	0,094	0,080	2,76
VO6	30	2,0	0,004	0,073	0,080	1,66
VO8	80	2,5	0,009	0,106	0,100	2,83
VO10	20	2,0	0,003	0,059	0,080	1,11
VO12	30	2,0	0,004	0,073	0,080	1,66
VO13	60	2,0	0,008	0,103	0,100	2,12
VO14	90	2,5	0,010	0,113	0,100	3,18
VO15	30	2,0	0,004	0,073	0,080	1,66
VO16	120	2,5	0,013	0,130	0,125	2,72

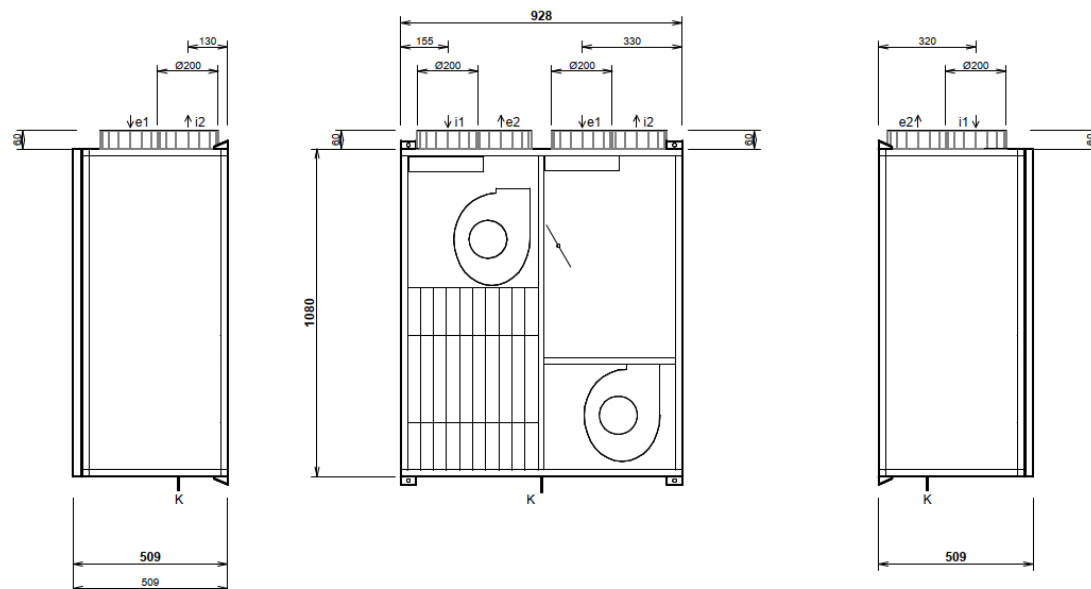
## 5.4 Návrh vzduchotechnické jednotky

Vzduchotechnická jednotka byla navržena podle potřebného průtoku vzduchu a tlakové ztráty odvodního potrubí. Dle těchto parametrů (viz graf č. 5.4.1) byla navržena jednotka Duplex 580 ECV5 (viz obr. č. 5.4.1 a tab. č. 5.4.1).

Graf č. 5.4.1 – Výkonové parametry jednotky Duplex 580 ECV5



Obr. č. 5.4.1 – Rozměrová schémata jednotky [14]



Tab. č. 5.4.1 – Technické parametry jednotky

DUPLEX		280 ECV5	380 ECV5	580 ECV5
energetická třída	-	A+ <sup>1)</sup>	A+ <sup>1)</sup>	A+ <sup>1)</sup>
maximální průtok <sup>2)</sup>	m <sup>3</sup> /h	285	365	565
akustický výkon do okolí <sup>3)</sup>	dB	35	36	42
max. účinnost rekuperace	%	94	95	94
výška (bez hrdel) <b>V</b>	mm	1 000	1 000	1 080
šířka <b>S</b>	mm	617	617	928
hloubka <b>H</b>	mm	490	490	509
průměr přípojovacích hrdel	mm	ø 160 <sup>4)</sup>	ø 160	ø 200
hmotnost	kg	71	73	101
by-pass	-	ano		
napětí	V	230 / 50 Hz		
třída filtrace přívodní vzduch	-	G4 (alter: F7)		
odvod kondenzátu	mm	G5/4" × ø 32/40		

## 5.5 Útlum hluku a posouzení v nejbližší obytné místnosti

### 5.5.1 Hluk ventilátorů přenášený potrubím do obytné místnosti

Obr. č. 5.5.1.1 – Akustický výkon ventilátoru do přívodního potrubí

Akustický výkon $L_{wA}$		Akustický filtr <b>A</b>							
Frekvence [Hz]	Tot.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
sání e1	44	29	33	42	37	34	32	<25	<25
výtlač e2	68	45	54	62	63	61	59	54	44

Obr. č. 5.5.1.2 – Akustický výkon ventilátoru do odvodního potrubí

Akustický výkon $L_{wA}$		Akustický filtr <b>A</b>							
Frekvence [Hz]	Tot.	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)	dB(A)
sání i1	46	33	37	43	37	39	37	<25	<25
výtlač i2	71	46	54	67	64	62	61	54	43

### Hluk z potrubí vzduchotechniky v místnosti 2.04 – Dětský pokoj

Tab. č. 5.5.1.1 – Hluk z potrubí vzduchotechniky v místnosti 2.04 – Dětský pokoj

P	$L_{wA}$ [dB(A)] / f [Hz]	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod – (výstup) $L_{vent}$	62	63	61	59	54	44	67,7
2	Přirozený útlum:							
	Rovné potrubí (13 m)	5,9	3,9	2,6	2,6	2,6	2,6	
	Oblouky (4 ks)	0,0	4,0	8,0	12,0	12,0	12,0	
	Odbočka z hlavní větve (D1)	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	
	Odbočka k vyústce (D2)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
3	Ohebné potrubí (1,5 m)	40,5	33,8	26,3	19,5	24,8	15,0	
4	Útlum koncovým odrazem (0,023 m <sup>2</sup> )	8,4	4,2	1,6	0,5	0,1	0,0	
5	Hluk ve vyústce $L_w$	0,4	10,3	15,7	17,5	7,6	7,5	20,7
6	Vlastní hluk vyústky $L_1$							15
7	Hluk vystupující z vyústky $L_s$							21,7
8	Korekce na počet vyústek $K_1$							0,0
9	Hluk všech přívodních vyústek L						25 >	21,7

### Posouzení

Místnost 2.04 – Dětský pokoj je nejbližší obytnou místností z hlediska posouzení hluku z přívodního potrubí. Dle tab. č. 5.5.1.1 činí celkový hluk 21,7 dB. Dle NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb. je dle §11 hygienický limit pro obytné místnosti v nočních hodinách 30 dB (25 dB při uvážení tónové složky). Aktuální hluk 21,7 dB je nižší než 25 dB, tudíž je limit splněn. V případě nevyhovění lze ještě hluk snížit výpočet koncového útlumu v místnosti.

## Hluk z potrubí vzduchotechniky v místnosti 1.10 – Obývací pokoj s kuchyní

Tab. č. 5.5.1.2 – Hluk z potrubí vzduchotechniky v místnosti 1.10 – Obývací pokoj s kuchyní

P	L <sub>w</sub> A [dB/A] / f [Hz]	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod – (vstup) L <sub>vent</sub>	43	37	39	37	24	24	45,8
2	Přirozený útlum:							
	Rovné potrubí (13,1 m)	5,9	3,9	2,6	2,6	2,6	2,6	
	Oblouky (3 ks)	0,0	3,0	6,0	9,0	9,0	9,0	
	Odbočka z hlavní větve (D1)	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	
	Odbočka z hlavní větve (D2)	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	
	Odbočka k vyústce (D3)	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
3	Ohebné potrubí (2 m)	40,5	33,8	26,3	19,5	24,8	15,0	
4	Útlum koncovým odrazem (0,003 m <sup>2</sup> )	2,1	0,7	0,2	0,1	0,0	0,0	
5	Hluk ve vyústce L <sub>w</sub>	0	0	0	0,5	0	0	7,9
6	Vlastní hluk vyústky L <sub>1</sub>							18
7	Hluk vystupující z vyústky L <sub>s</sub>							18,4
8	Korekce na počet vyústek K <sub>1</sub>							0,0
9	Hluk všech přívodních vyústek L						25 >	18,4

### Posouzení

Místnost 1.10 – Obývací pokoj s kuchyní je nejbližší obytnou místností z hlediska posouzení hluku z odvodního potrubí. Dle tab. č. 5.5.1.2 činí celkový hluk 18,2 dB. Dle NV č. 272/2011 Sb. o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací se změnami: č. 217/2016 Sb., 241/2018 Sb. je dle §11 hygienický limit pro obytné místnosti v nočních hodinách 30 dB (25 dB při uvážení tónové složky). Aktuální hluk 18,2 dB je nižší než 25 dB, tudíž je limit splněn. V případě nevyhovění lze ještě hluk snížit výpočet koncového útlumu v místnosti.

## 5.6 Hluk do okolního prostředí

### 5.6.1 Hluk sání

P	$L_{wA}$ [dB/A] / f [Hz]	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Přívod – (výstup) $L_{vent}$	42	37	34	32	25	25	44,1
2	Přirozený útlum:							
	Rovné potrubí (0,5 m)	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	
3	Ohebné potrubí (1,5 m)	40,5	33,8	26,3	19,5	24,8	15,0	
4	Útlum koncovým odrazem (0,068 m <sup>2</sup> )	5,0	2,0	0,6	0,2	0,1	0,0	
5	Hluk ve výústce $L_w$	0	1,1	7,0	12,2	0,1	9,9	15,4
6	Vlastní hluk vyústky $L_1$							27
7	Hluk vystupující z vyústky $L_s$							27,3
8	Korekce na počet vyústek $K_1$							0,0
9	Hluk všech přívodních vyústek L							<b>27,3</b>

### 5.6.2 Hluk na odtahu

P	$L_{wA}$ [dB/A] / f [Hz]	250	500	1000	2000	4000	8000	Součet
1	Odvod – (vstup) $L_{vent}$	67	64	62	61	54	43	70,3
2	Přirozený útlum:							
	Rovné potrubí (5 m)	5,9	3,9	2,6	2,6	2,6	2,6	
3	Ohebné potrubí (2 m)	54,0	45,0	35,0	26,0	33,0	20,0	
4	Útlum koncovým odrazem (0,068 m <sup>2</sup> )	5,0	2,0	0,6	0,2	0,1	0,0	
5	Hluk ve výústce $L_w$	2,1	13,1	23,7	32,2	18,3	20,4	33,2
6	Vlastní hluk vyústky $L_1$							29
7	Hluk vystupující z vyústky $L_s$							34,6
8	Korekce na počet vyústek $K_1$							0,0
9	Hluk všech přívodních vyústek L							<b>34,6</b>

### Posouzení

Hodnoty hluku sání a výfuku byly přidány do hlukové situace v posouzení akustických vlivů na okolní prostředí stavby viz Příloha A – E Technická zpráva stavební fyziky.

## 6 Elektroinstalace

### 6.1 Přípojka silového vedení a hlavní jistič

Objekt je připojen k podzemnímu silovému vedení nízkého napětí. Přípojka CYKY 48x10 je vedena v PVC chrániče DN 50. Elektroměr je umístěn na hranici pozemku v elektroměrové skříni viz C.3 Koordinační situační výkres. Hlavní rozvaděč a pojistková skříň jsou umístěny v místnosti č. 1.08 – Technická místnost. Rozvodná soustava 3+N+PE AC 400/230 50 Hz, TN-C-S. Ochrana před úrazem elektrickým proudem automatickým odpojením od zdroje. Velikost hlavního jističe je stanovena níže:

Tab. č. 6.1 – Uvažované příkony spotřebičů

Spotřebič	Příkon [kW]
Tepelné čerpadlo	5,17
VZT jednotka	1,3
Topná spirála v ohříváči	2
Osvětlení (10 W/m <sup>2</sup> )	2,7
El. trouba	4
Varná deska	8
Mikrovlnná trouba	1
Varná konvice	2
PC	4 × 0,6
Lednice + mrazák	0,2
TV	0,2
Čerpadlo dešťové vody	0,5
Vysavač	0,5
Fén	0,8
Žehlička	0,4
Ostatní	1
Součet	32,17
Max. soudobý příkon	0,5 × 32,17 = 16,1

$$I = P / (\cos \phi \times U_s \times 3^{0,5})$$

Kde I – Návrhový proud [A]  
P – Činný příkon [W]  
 $\cos \phi$  - Učinitel [-]  
 $U_s$  – napětí sdružené [V]

$$I = 16,1 / (0,95 \times 400 \times 3^{0,5})$$

I = 24,46 A => **Velikost hlavního jističe 3x25 A**

### 6.2 Hromosvod

Pod drenážním potrubím po obvodu objektu je umístěn zemnicí pásek FeZn 30x4 mm. Na ploché střeše budou umístěny jímací tyče dle detailního návrhu, který není součástí projektu.

## 7 Fotovoltaická elektrárna

### 7.1 Výběr typu panelů a počtu

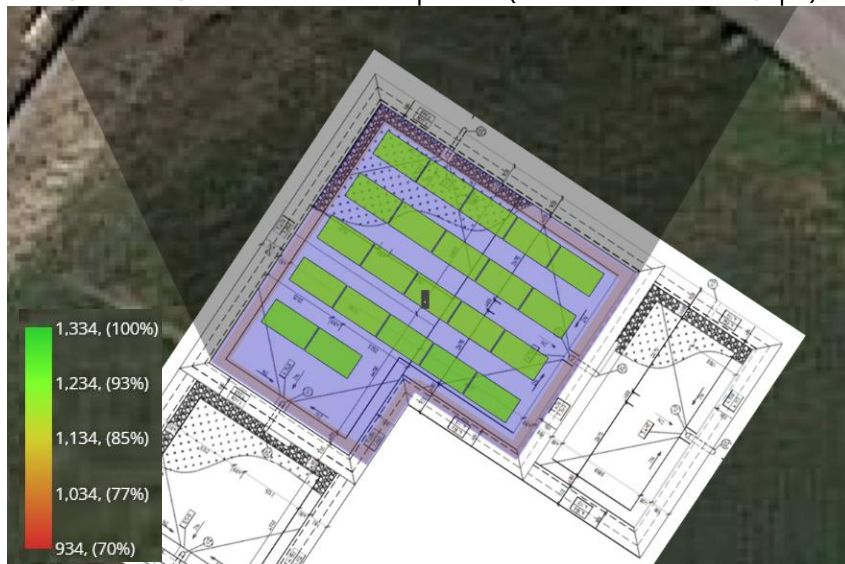
Byl proveden návrh fotovoltaické elektrárny na maximální možnou plochu střechy. Na střechu nad 2.NP bude umístěno 22 ks fotovoltaických panelů o celkovém výkonu 9,02 kWp. Panely budou umístěny horizontálně ve sklonu 10°. V návrhu byly použity panely s těmito technickými vlastnostmi:

Technologie fotovoltaických panelů:	Monokrystalický křemík
Referenční účinnost:	20,9 %
Výkon 1 ks panelu:	410 Wp
Velikost panelu:	1879 x 1045 x 32 mm
Velikost baterie:	10 kWh

### 7.2 Výpočet výkonu a předpokládaného výnosu

Celkový instalovaný výkon:	9,02 kWp
Celková roční výroba FVE:	9,319 MWh/rok
Výtěžnost výroby FVE na instalovaný výkon:	1 033,2 kWh/kWp

Obr. č. 7.2 – Účinnost a zastínění panelů (ze softwaru Helioscope)



### 7.3 Popis způsobu propojení s elektrickou sítí

Elektrická energie vyrobená fotovoltaickou elektrárnou bude buďto ukládána do baterie pro pozdější využití nebo bude okamžitě spotřebována. Vyrobená elektrická energie povede do střídače, poté do hlavního jističe FVE (RFVE) a poté do hlavního rozvaděče (RH).

## 8 Nakládání s dešťovou vodou

### 8.1 Výběr typu nádrže

Pro akumulaci dešťové vody byla navržena podzemní akumulční nádrž o velikosti 5 m<sup>3</sup>.

Obr. č. 8.1.1 – Ilustrační obrázek navrhované akumulční nádrže [21]



### 8.2 Návrh a popis systému sběru a ukládání dešťové vody

Dešťová voda, která nebude zachycena vegetační vrstvou střechy, bude svedena vtoky do svodů umístěných na fasádě objektu. Svody budou vedeny do podzemní akumulční nádrže. Akumulační nádrž bude umístěna dle situačního výkresu č. C.2.

### 8.3 Výpočet potřebného objemu nádrže

Úhrn srážek pro Přerov:	720 mm/rok = 720 l/m <sup>2</sup>
Plocha střechy:	187,40 m <sup>2</sup>
Celkový úhrn:	720 × 187,4 = 134,93 m <sup>3</sup> /rok
S vlivem vegetační střechy střechy:	134,93 × 0,3 = 40,48 m <sup>3</sup> /rok
Potřeba vody na zalévání 150 m <sup>2</sup> :	150 l/den
Velikost nádrže na 21 dní:	200 × 21 = 4,2 m <sup>3</sup>
Roční spotřeba:	200 × 160 = 32 m <sup>3</sup>
Navržená velikost nádrže:	5000 l = 5 m <sup>3</sup>
Počet dní možných zalévat:	5 / 4,2 = 1,19 => 1,19 × 21 = 25 dní

### 8.4 Popis způsobu využití dešťové vody

Z akumulční nádrže bude voda během vegetačního období čerpána na zalévání záhonu, zavlažování trávníku a případně na závlahu vegetační střechy.

## **9 Přílohy**

### **9.1 Výkresy a schémata**

D.1.4.2 Studie rozvodů vody

D.1.4.3 Studie kanalizace

D.1.4.5 Výkres vzduchotechniky 1.NP

D.1.4.6 Výkres vzduchotechniky 2.NP

D.1.4.7 Výkres vzduchotechniky – řezy

D.1.4.8 Půdorys technické místnosti

### **9.2 Technické zprávy a specifikace**

D.1.4.4 Technická zpráva a specifikace VZT



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ENVIRONMENTÁLNÍ RODINNÝ DŮM SLUNEČNICE

ENVIRONMENTAL FAMILY HOUSE SUNFLOWER

## II.B – TECHNICKÁ ZPRÁVA VZDUCHOTECHNIKY

TECHNICAL REPORT ON THE MECHANICAL VENTILATION WITH HEAT RECOVERY

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Leoš Krumpolec

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. OLGA RUBINOVÁ Ph.D.

BRNO 2023

## Obsah

1	Technická zpráva .....	127
1.1	Úvod .....	127
1.2	Podklady pro zpracování .....	127
1.3	Výpočtové hodnoty klimatických poměrů .....	127
1.4	Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí .....	127
2	Základní koncepční řešení .....	128
2.1	Hygienické větrání .....	128
2.2	Technologické větrání a chlazení .....	128
2.3	Energetické zdroje .....	128
3	Popis technického řešení .....	129
4	Nároky na energii .....	129
5	Měření a regulace .....	129
6	Nároky na související profese .....	129
6.1	Stavební úpravy .....	129
6.2	Silnoproud .....	130
6.3	Vytápění .....	130
6.4	Chlazení .....	130
6.5	Zdravotní technika .....	130
7	Protihluková a protiotřesová opatření .....	130
8	Izolace a nátěry .....	130
9	Protipožární opatření .....	130
10	Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení .....	131
11	Závěr .....	131
12	Přílohy technické zprávy .....	131
12.1	Tabulka zařízení .....	132
12.2	Funkční schéma .....	133
12.3	Technická specifikace .....	134

# 1 Technická zpráva

## 1.1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je návrh vzduchotechnického zařízení pro rodinný dům. Zařízení bylo navrženo pro nucené větrání s rekuperací tepla bez dalšího ohřevu nebo chlazení přiváděného vzduchu.

## 1.2 Podklady pro zpracování

Podkladem pro zpracování celého projektu byla projektová dokumentace stavebního a architektonického řešení stavby. Projektová dokumentace obsahuje výkresy půdorysů, řezu, pohledů, stropní konstrukce nad 1.NP, půdorysu střechy, základů. Součástí podkladů jsou příslušné zákony a prováděcí vyhlášky, České technické normy a podklady výrobců vzduchotechnických zařízení:

- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov
- ČSN 01 3454 Technické výkresy – Instalace – Vzduchotechnika, klimatizace
- Předpis č. 272/2011 Sb. – Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibracím
- ČSN 12 7010 Navrhování větracích a klimatizačních zařízení
- ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování
- ATREA, DUPLEX 9.31 – program pro návrh vzduchotechnických jednotek
- Elektrokodesign – podklady výrobce
- TROX technik – podklady výrobce
- Lindab – podklady výrobce

## 1.3 Výpočtové hodnoty klimatických poměrů

Ve výpočtech byly použity klimatické parametry pro město Přerov, kde se objekt nachází. Hodnoty jsou shrnuty v tab. č. 1.2.

Tab. č. 1.2 – Klimatické podmínky pro město Přerov

Přerov	Teplota [°C]	Měrná vlhkost [g/kg]	Entalpie [kJ/kg]
Léto	32	X	56
Zima	-12	1,0	X

## 1.4 Výpočtové hodnoty vnitřního prostředí

Tab. č. 1.3 – Vnitřní hodnoty návrhového prostředí

	Teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]	Rychlost proudění [m/s]	Hluk (noc) [dB]
Léto	25	30-70	0,2	35 (25)
Zima	20	30-70	0,2	35 (25)

Hluk vycházející z budovy musí splňovat požadavky 50 dB ve dne a 40 dB v noci.

Všechny požadavky byly splněny.

## 2 Základní koncepční řešení

Nucené větrání v objektu je zajištěno pomocí jedné vzduchotechnické jednotky. Jednotka přivádí vzduch do obývacího pokoje, studovny, pokoje pro hosty, dětského pokoje a ložnice a odvádí odpadní vzduch z kuchyně, zádveří, šaten, toalet, koupelen a technické místnosti. Výměna vzduchu je rovnotlaká.

Vzduchotechnická jednotka je umístěna v technické místnosti. Distribuce vzduchu je zajištěna pomocí spiro potrubí z pozinkovaného plechu vedeného v podhledech. Z jednotky k spiro potrubí a u přírodních vyústek je navrženo flexibilní potrubí. Jako distribuční prvky jsou navrženy štěrbinové vyústky a jako odvodní prvky jsou navrženy talířové ventily. Potrubí k exteriéru jsou opláštěny 40 mm tepelné izolace z kamenné vlny a zakončeny protidešťovou žaluzií.

### 2.1 Hygienické větrání

Tab. č. 2.1 – Dávky vzduchu

Popis	Dávka [m <sup>3</sup> /h]
Lidé	30-40
WC	30
Koupelna	50-60
Kuchyň	80
Technická místnost	20
Šatna, zádveří	20-30

Větrání v objektu je rovnotlaké.

Filtrace vzduchu je zajištěna filtry umístěnými v jednotce. Filtr se nachází na přívodu venkovního vzduchu do jednotky a na přívodu vzduchu odváděného z místností. Stupeň filtrace je F7.

### 2.2 Technologické větrání a chlazení

Projekt se této problematiky nedotýká.

### 2.3 Energetické zdroje

Pro správný chod zařízení je nutné zajistit příkon elektrické energie. Hlavními odběrateli elektrické energie jsou elektromotory ventilátorů. Jmenovitý příkon ventilátoru na sání je 63 W a jmenovitý příkon ventilátoru na výfuku je 74 W.

### 3 Popis technického řešení

Nucené větrání zajišťuje jednotka Duplex 580 ECV5. Jednotka je rovnotlaká s navrženým průtokem vzduchu 350 m<sup>3</sup>/h a možným by-passem deskového výměníku.

Komponenty přívodu vzduchu:

- protidešťová žaluzie, klapka, filtr třídy F7, deskový výměník, ventilátor (el. příkon 63 W)

Komponenty odvodu vzduchu:

- protidešťová žaluzie, klapka, ventilátor (el. příkon 74 W), deskový výměník, filtr třídy F7

### 4 Nároky na energii

Pro správný chod zařízení je nutné zajistit příkon elektrické energie. V tab. č. 11.1 je uveden požadovaný příkon elektrické energie pro vzduchotechnickou jednotku.

### 5 Měření a regulace

Jednotlivé prvky ve vzduchotechnické jednotce budou řízeny a regulovány samostatným systémem měření a regulace MaR:

- Řízení otáček obou ventilátorů
- Automatické řízení klapky by-passu podle teploty
- Automatická regulace zpětného získávání chladu
- Čidlo venkovní teploty v jednotce
- Funkce nočního chlazení
- Protimrazová ochrana rekuperačního výměníku
- Zónové větrání

### 6 Nároky na související profese

#### 6.1 Stavební úpravy

Jednotka se nachází v technické místnosti rodinného domu. Tato místnost disponuje vstupem do 2.NP dostatečně prostorným pro vedení vzduchotechnického potrubí, proto zde stavební úpravy nejsou nutné. Veškeré rozvody po objektu vedou SDK podhledem.

## 6.2 Silnoproud

- Připojení VZT jednotek
- Uzemnění zařízení
- Zajištění ochrany před zásahem elektrickým proudem
- Napojení softwaru měření a regulace a jednotlivých komponentů

## 6.3 Vytápění

Projekt se této problematiky nedotýká.

## 6.4 Chlazení

Projekt se této problematiky nedotýká.

## 6.5 Zdravotní technika

Odvod kondenzátu od deskového výměníku je řešen odpadním potrubím, případně se v místnosti nachází podlahová vpusť se zápachovým uzávěrem.

## 7 Protihluková a protiotřesová opatření

Nebylo nutné navrhovat tlumiče kdekoli na vzduchotechnickém vedení. Primární útlum hluku zajistí flexibilní potrubí na vstupních a výstupních hrdlech jednotky. Připojení jednotlivých potrubí do vzduchotechnické jednotky je provedeno pomocí tlumících vložek, které zamezují šíření vibrací. Jednotka je uložena na antivibrační podložce, aby bylo zamezeno šíření vibrací do konstrukce.

## 8 Izolace a nátěry

Izolace přívodního a odpadního potrubí až po protidešťové žaluzie byla navržena kamenná vlna tl. 40 mm s polepem hliníkovou folií.

## 9 Protipožární opatření

Technická místnost netvoří samostatný požární úsek, proto není nutné osazení protipožárních klappek.

## **10 Montáž, provoz, údržba a obsluha zařízení**

Montáž vzduchotechnické jednotky musí být provedena proškolenými pracovníky dle podkladů výrobce. Před prvním spuštěním jednotky je nutné provést seřízení a kontrolu funkčnosti zařízení. Kontrola a údržba musí být prováděna pravidelně proškoleným pracovníkem.

## **11 Závěr**

Navržené vzduchotechnické zařízení splňuje požadavky na vnitřní klima. Splňuje požadavky na výměnu vzduchu, útlum hluku a hygienické požadavky pro rodinný dům.

## **12 Přílohy technické zprávy**

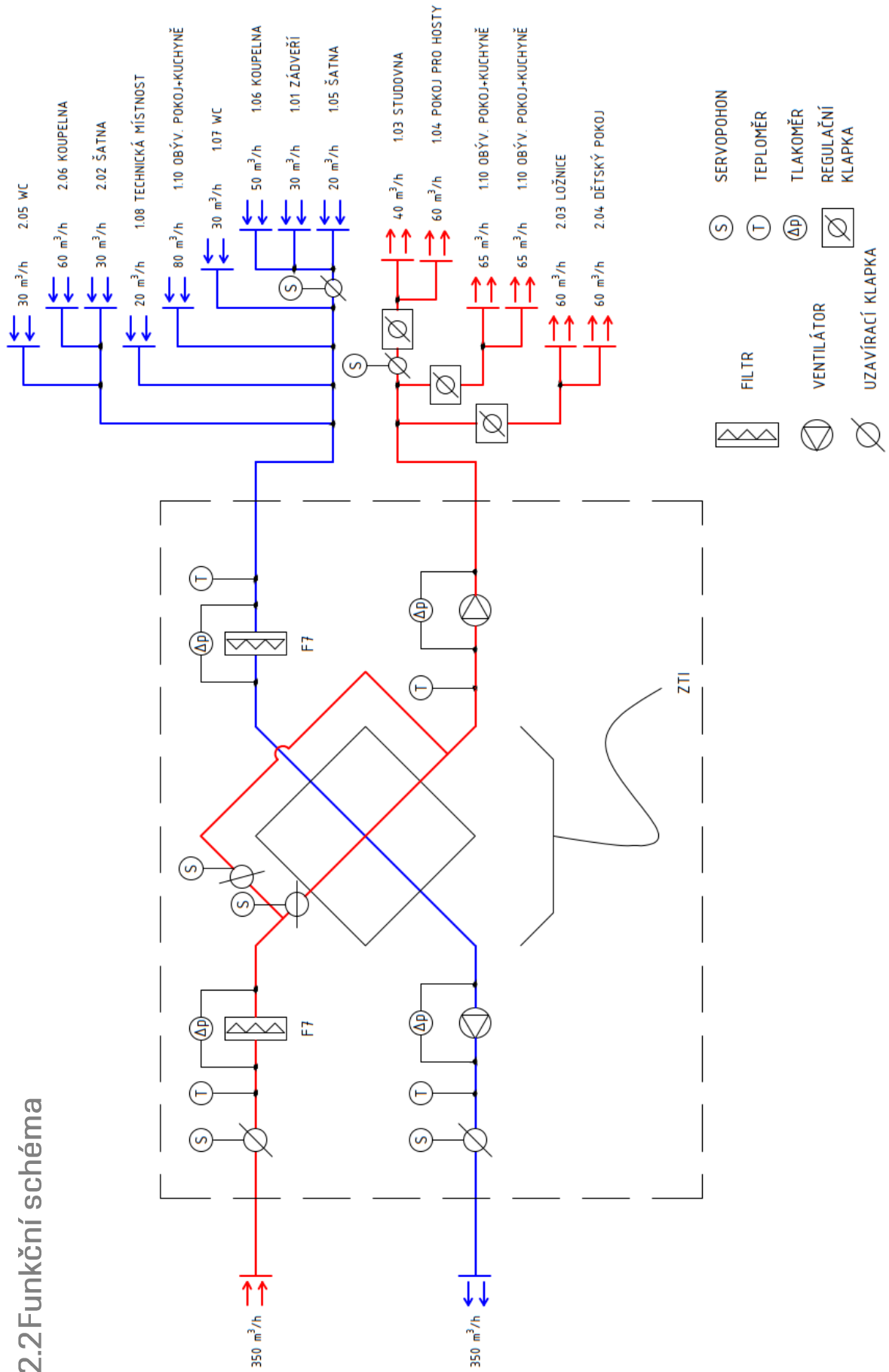
- 12.1 Tabulka zařízení
- 12.2 Funkční schéma
- 12.3 Technické specifikace

## 12.1 Tabulka zařízení

Tab. č. 11.1 – Tabulka zařízení

Technická pozice	Vzduchotechnické zařízení RD	Ventilátor				Elektřina				MaR/ovládání/ZTI
		Přívod/odvod	Množství vzduchu [m <sup>3</sup> /h]	Externí tlak [Pa]	Počet [ks]	El. příkon jednotkový [kW]	El. příkon celkem [kW]	El. proud jednotkový [A]	Napětí/frekvence [V]/[Hz]	
1	Nucené větrání									
1.1	Jednotka Duplex 580 ECV5	P	350	70	1	0,063	0,063	1,4	230/50	
		O	350	100	1	0,074	0,074	1,4	230/50	

## 12.2 Funkční schéma



## 12.3 Technická specifikace

### Vzduchotechnické zařízení v rodinném domě

#### 1.1 Vzduchotechnické jednotky

1.1.1 Větrací jednotka Duplex 580 ECV5 s rekuperací tepla, svislé provedení, max. průtok vzduchu 565 m<sup>3</sup>/h

- s deskovým rekuperátorem s by-passem,
- se dvěma ventilátory
- s filtrem na přívodu i odvodu třídy F7

#### 1.2 Distribuční prvky pro přívod vzduchu

1.2.1 Štěrbínová výust' PL35-2 600x62 mm – 1 ks

1.2.2 Štěrbínová výust' PL35-2 750x62 mm – 3 ks

1.2.3 Štěrbínová VSD35-3-AZ 600x138 mm – 2 ks

#### 1.3 Distribuční prvky pro odvod vzduchu

1.3.1 Talířový ventil LVS 160 – 9 ks

#### 1.4 Koncové prvky v exteriéru

1.4.1 Protidešťová žaluzie NL 400x350 mm – 2 ks

#### 1.5 Regulační prvky

1.5.1 Uzavírací klapka

1.5.2 Regulační klapka

#### 1.6 Ohebné izolační potrubí

Sonoflex ø82 mm – 8,3 m

Sonoflex ø102 mm – 2,4 m

Sonoflex ø185 mm – 9,6 m

#### 1.7 Spiro potrubí

Spiro potrubí ø80 mm, 30 % tvarovek – 19,4 m

Spiro potrubí ø100 mm, 40 % tvarovek – 19,1 m

Spiro potrubí ø125 mm, 30 % tvarovek – 16,4 m

Spiro potrubí ø150 mm, 50 % tvarovek – 2,6 m

Spiro potrubí ø160 mm, 40 % tvarovek – 2,8 m

Spiro potrubí ø180 mm, 40 % tvarovek – 6,4 m

## ZÁVĚR

Projekt bakalářské práce „Environmentální rodinný dům Slunečnice“ byl zpracován ve formě dvou hlavních částí.

V první části, architektonicko-stavebního řešení, byl dosažen úspěšný návrh dispozičního řešení, vhodné konstrukční soustavy a nosného systému budovy. Součástí práce bylo taktéž zpracování projektové dokumentace v rozsahu pro stavební povolení, návrh požárně bezpečnostního řešení a zhodnocení požadavků na stavební fyziku.

Druhá část se zabývala vnitřním prostředím budovy. Prostřednictvím této části byla navržena koncepční řešení technických systémů s ohledem na energetickou efektivitu a udržitelnost. Systém nuceného větrání s rekuperací tepla byl detailně zpracován pro prováděcí projekt. Výsledným vyhodnocením budovy byl průkaz energetické náročnosti budovy, ve kterém rodinný dům dosáhl třídy A, a splnil tak požadavek příslušné vyhlášky.

Bakalářská práce byla vypracována v rozsahu zadání a v souladu s platnými zákony, nařízeními a normovými požadavky.

# SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

## Použitá literatura

TYWONIAK, Jan. Nízkoenergetické domy: principy a příklady. Praha: Grada, 2005. Stavitel. ISBN 80-247-1101-x.

REMEŠ, Josef. Stavební příručka: to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů. 2., aktualiz. vyd. Praha: Grada, 2014. Stavitel. ISBN 978-80-247-5142-9.

BENEŠ, Petr, Markéta SEDLÁKOVÁ, Marie RUSINOVÁ, Romana BENEŠOVÁ a Táňa ŠVECOVÁ. Požární bezpečnost staveb: modul M01: požární bezpečnost staveb. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2016. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 9788072049431

OSTRÝ, Milan a Roman BRZOŇ. Stavební fyzika – tepelná technika v teorii a praxi. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2014. ISBN 978-80-214-4879-7.

## Internetové zdroje

- [1] Refaglass – tepelná izolace, štěrky, základová deska z pěnového skla [online]. Copyright © 2019 All Rights Reserved [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.refaglass.cz/>
- [2] Mapy.cz. Mapy.cz [online]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [3] Zákony pro lidi – Sbírka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění [online]. Copyright © AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- [4] ČESKÉSTAVBY.cz - vše o stavbě, zahradě a bydlení. ČESKÉSTAVBY.cz - vše o stavbě, zahradě a bydlení [online]. Dostupné z: <https://www.ceskestavby.cz/>
- [5] TROX Austria GmbH [online]. Copyright © TROX Austria GmbH [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.trox.cz/>
- [6] TZB-info [online]. Copyright © Copyright Topinfo s.r.o. 2001 [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://tzb-info.cz/>
- [7] Xella [online]. Dostupné z: <https://www.xella.cz/>
- [8] Stavebniny DEK. Stavebniny DEK [online]. Copyright © 2023 DEK a.s. [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/>
- [9] Isover [online]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/>
- [10] IZOLACE.cz – odborný portál z oboru stavebních izolací a stavební fyziky [online]. Copyright © IZOLACE.CZ, realizace [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.izolace.cz/>
- [11] stavimbydlim.cz | [online]. Copyright © StavímBydlím.cz 2023 [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://stavimbydlim.cz/>

- [12] Prefa.cz [online]. Copyright © 2019 Prefa Brno a.s. [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.prefa.cz/>
- [13] DEKSOFT [online]. Copyright © 2023 DEK a.s. [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/>
- [14] ATREA [online]. Dostupné z: <https://www.atrea.cz/>
- [15] Regulus – Úsporné topení [online]. Copyright © Copyright Regulus s r.o. 2015 [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/>
- [16] PROTC – Technická databáze pro projektanty [online]. Copyright © Copyright GT Energy s.r.o. 2019 [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/>
- [17] Ventilatory.net - Ventilátory a díly pro vzduchotechniku [online]. Copyright © 2008 [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.ventilatory.net/>
- [18] Elektrodesign [online]. Copyright © ELEKTRODESIGN ventilátory spol. s r.o. [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.elektrodesign.cz/>
- [19] Centrum pasivního domu - Pasivnidomy.cz [online]. Copyright © 2006 [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.pasivnidomy.cz/>
- [20] Topwet [online]. Copyright © [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.topwet.cz/>
- [21] Destovenadrze.cz - hospodaření s dešťovou vodou [online]. Dostupné z: <https://www.destovenadrze.cz/>
- [22] Radonový program [online]. Dostupné z: <https://www.radonovyprogram.cz/>
- [23] Slavona – dřevěná okna a dveře [online]. Copyright ©2023 Slavona.cz [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.slavona.cz/>
- [24] Geoportál MZČR [online]. Dostupné z: <https://geoportal.mzcr.cz/>
- [25] Ohřívače a zásobníky teplé vody Dražice [online]. Copyright © 2023 Družstevní [cit. 25.05.2023]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/>

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1– Průkaz energetické náročnosti budovy

### **Příloha I. ARCHITEKTONICKO STAVEBNÍ ŘEŠENÍ**

A	PRŮVODNÍ ZPRÁVA	-
B	SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	-
C.3	KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES	1:200
<b>D.1.1</b>	<b>ARCHITEKTONICKO-STAVEBNÍ ŘEŠENÍ</b>	
D.1.1.1	PŮDORYS 1NP	1:50
D.1.1.2	PŮDORYS 2NP	1:50
D.1.1.3	ŘEZ A-A'	1:50
D.1.1.4	POHLEDY SEVEROZÁPADNÍ A JIHOVÝCHODNÍ	1:100
D.1.1.5	POHLEDY SEVEROVÝCHODNÍ A JIHOZÁPADNÍ	1:100
<b>D.1.2</b>	<b>STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ</b>	
D.1.2.1	VÝKRES ZÁKLADŮ	1:50
D.1.2.2	VÝKRES STROPNÍ KONSTRUKCE NAD 1NP	1:50
D.1.2.3	VÝKRES PLOCHÉ STŘECHY	1:50
D.1.2.4	DETAIL SOKLU	1:10
D.1.2.5	DETAIL NADPRAŽÍ, PARAPETU A OSTĚNÍ	1:10
D.1.2.6	DETAIL STŘEŠNÍ VPUSTI	1:10
D.1.2.7	DETAIL PROSTUPU KANALIZACE ZÁKLADOVOU DESKOU	1:10
D.1.2.8	DETAIL ATIKY	1:10
D.1.3	TECHNICKÁ ZPRÁVA POŽARNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ŘEŠENÍ	-
E	TECHNICKÁ ZPRÁVA STAVEBNÍ FYZIKY	-
<b>PŘÍLOHA II.</b>	<b>TECHNIKA PROSTŘEDÍ STAVBY</b>	
D.1.4.1	VÝPOČTOVÁ ČÁST – TECHNIKA PROSTŘEDÍ	-
D.1.4.2	STUDIE ROZVODŮ VODY	1:100
D.1.4.3	STUDIE KANALIZACE	1:100
D.1.4.4	TECHNICKÁ ZPRÁVA A SPECIFIKACE VZT	-
D.1.4.5	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY 1.NP	1:50
D.1.4.6	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY 2.NP	1:50
D.1.4.7	VÝKRES VZDUCHOTECHNIKY – ŘEZY	1:50
D.1.4.8	PŮDORYS TECHNICKÉ MÍSTNOSTI	1:50
D.1.4.9	PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY	-

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Doubí, parc. 50/14  
PSČ, místo: 751 24, Přerov  
K.ú., parcelní č.: Vinary u Přerova (782351), 50/14  
Typ budovy: Rodinný dům  
Celková energeticky vztázná plocha: 299 m<sup>2</sup>



## KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů  
kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Požadavky pro výstavbu nové budovy od 1.1.2022

jsou SPLNĚNY

## ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ energie okolního prostředí: 15.1  
■ elektřina: 6.1



## UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.16 W/(m <sup>2</sup> ·K)	A
Měrná potřeba tepla na vytápění	34.0 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
<b>Celková dodaná energie</b>	<b>71.0 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)</b>	<b>A</b>
Vytápění	46.0 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	A
Chlazení	2.07 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	-
Nucené větrání	0.54 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	A
Úprava vlhkosti		-
Příprava teplé vody	20.6 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	C
Osvětlení	1.74 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	A

Energetický specialista:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu: -

Vyhotoveno dne: 23.05.2023

Podpis:

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

## A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY

Obec:	Přerov	Část obce:	Vinary
Ulice:	Doubí	Č.p / č. or. (č.ev.)	
Katastrální území:	Vinary u Přerova (782351)	Převládající typ využití:	Rodinný dům
Parcelní číslo pozemku:	50/14	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:		Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany

### POPIS HODNOCENÉ BUDOVY

Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.

#### Stručný popis budovy:

Jedná se o dvoupatrový rodinný dům pro čtyřčlennou rodinu. Obvodové stěny jsou vyzděny z pórobetonových tvárníc tl. 300 mm a zatepleny tepelnou izolací EPS tl. 300 mm. Objekt je založen na plovoucí základové desce s tepelně-izolačním podsypem z pěnoskla tl. 400 mm. Střecha je plochá extenzivní vegetační s tepelnou izolací EPS min. tl 340 mm. Stropy jsou tvořeny z předpjatých panelů typu spiroll.

#### Stručný popis technických systémů:

Zdrojem tepla pro TV, vytápění a chlazení je navrženo tepelné čerpadlo typu vzduch-voda. Bivalentní zdroj pro ohřev TV je topná patrona v ohříváči. Výměnu vzduchu zajišťuje vzduchotechnická jednotka s rekuperací tepla. Na střechě objektu se nachází fotovoltaická elektrárna. Součástí fotovoltaického systému je i baterie pro možnost krátkodobého ukládání vyrobené elektřiny.

### GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m <sup>3</sup>	1 107,6
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m <sup>2</sup>	833,0
Objemový faktor tvaru budovy	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,75
Celková energeticky vztázná plocha budovy	m <sup>2</sup>	298,8
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	10,9

### VÝPOČTOVÉ ZÓNY

Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.

Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energetická vztázná plocha m <sup>2</sup>
			Vytápění	Chlazení		
Z1	Rodinný dům	Rodinné domy - prostor bytu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	20	298,8

**B CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE**

Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.

Energonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							

**PALIVA**

Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebíraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).

elektrina	23,0%	---	0,4%	---	3,8%	1,7%	---	28,8%
	4.87	---	0.09	---	0.80	0.35	---	6.11

**ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ**

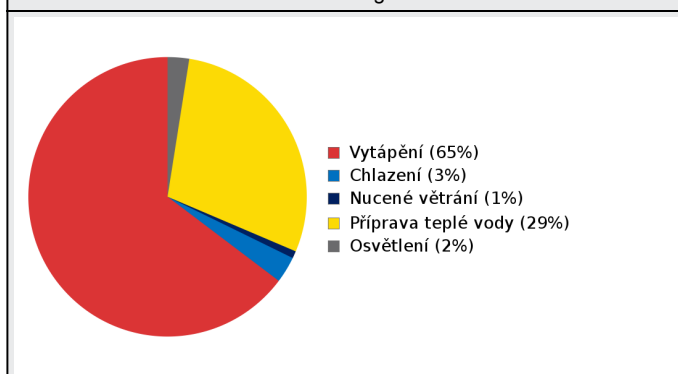
Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.

energie okolního prostředí	41,8%	2,9%	0,3%	---	25,3%	0,8%	---	71,2%
	8.88	0.62	0.07	---	5.37	0.17	---	15.1

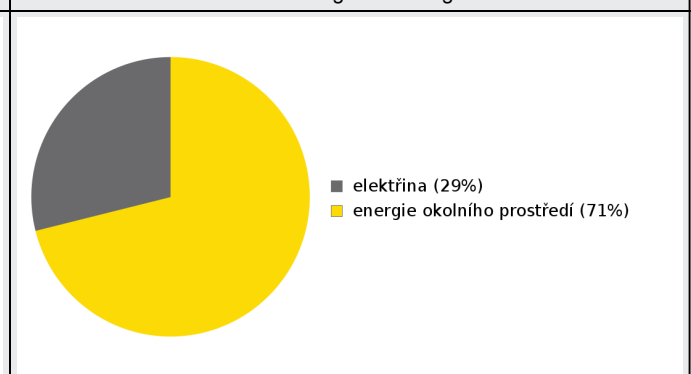
**CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE**

procentuální podíl	64,8%	2,9%	0,8%	---	29,1%	2,5%	---	100,0%
kWh/m <sup>2</sup> rok	46,0	2,1	0,5	---	20,6	1,7	---	71,0
MWh/rok	13.8	0.62	0.16	---	6.17	0.52	---	21.2

Podíl dodané energie dle účelu



Podíl dodané energie dle energonositele



**C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE**

Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie zobrazuje ekologickou stopu provozu budovy z pohledu spotřeby energie v primárních zdrojích (např. elektrárny, teplárny apod.) se zohledněním účinnosti výroby a distribuce pro užití v hodnocené budově. Faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů energie se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích.

Energonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
		% pokrytí							
Dodaná energie v MWh/rok									

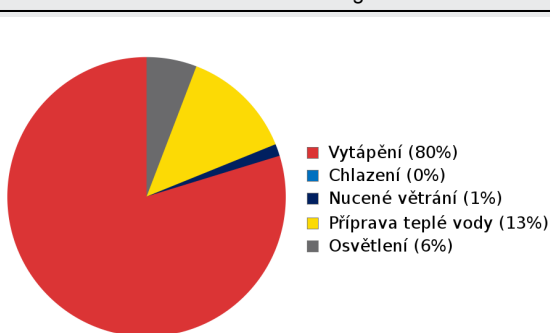
**ENERGONOSITELE**

elektřina	2,6	79,7%	0,0%	1,5%	---	13,0%	5,8%	---	100,0%
		12.7	0.00	0.23	---	2.07	0.92	---	15.9
energie okolního prostředí	0,0	0,0%	0,0%	0,0%	---	0,0%	0,0%	---	0,0%
		0.00	0.00	0.00	---	0.00	0.00	---	0.00
energie okolního prostředí (pro exportovanou energii mimo budovu)	0,0	---	---	---	---	---	---	0,0%	0,0%
		---	---	---	---	---	---	0.00	0.00
Elektřina dodávka mimo budovu	-2,6	---	---	---	---	---	---	-5,9%	-5,9%
		---	---	---	---	---	---	-0.94	-0.94

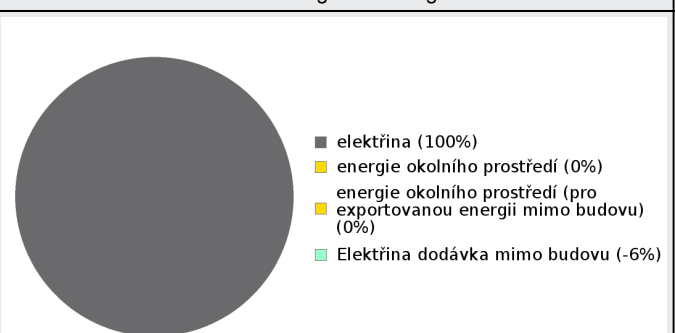
**PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE**

procentuální podíl	79,7%	0,0%	1,5%	---	13,0%	5,8%	-5,9%	94,1%
kWh/m <sup>2</sup> rok	42,4	0,0	0,8	---	6,9	3,1	-3,1	50,0
MWh/rok	12,7	0,00	0,23	---	2,07	0,92	-0,94	15,0

Podíl dodané energie dle účelu

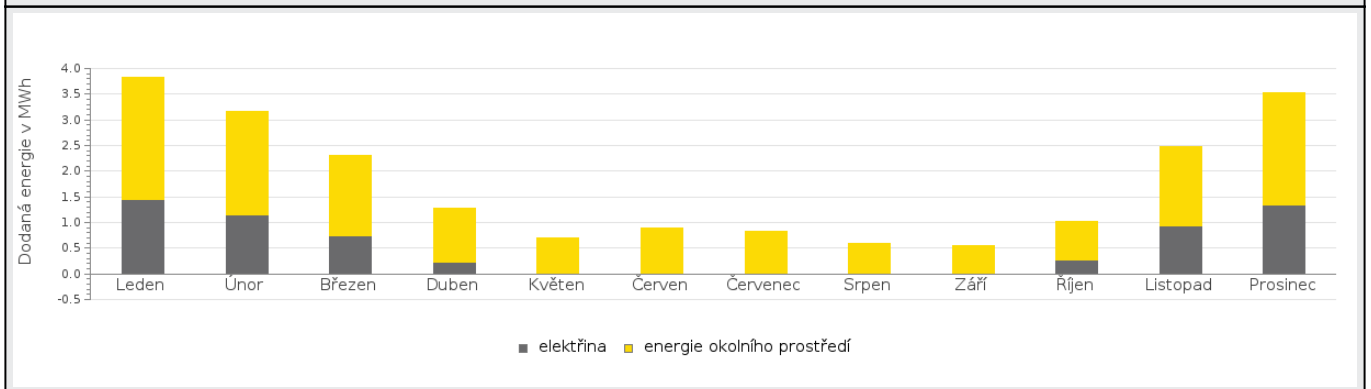


Podíl dodané energie dle energonositele

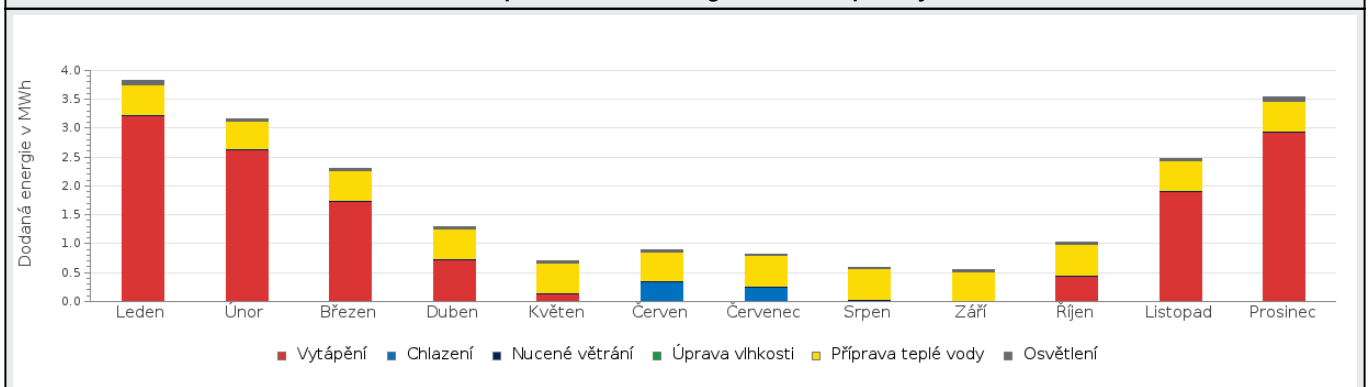


**D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE****BILANCE PODLE ENERGOISITELŮ**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Celkem</b>	3.82	3.17	2.31	1.29	0.70	0.89	0.82	0.59	0.56	1.03	2.48	3.54
elektrina	1.45	1.14	0.75	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.94	1.34
energie okolního prostředí	2.37	2.03	1.57	1.07	0.70	0.89	0.82	0.59	0.56	0.76	1.54	2.20

**Roční průběh dodané energie podle energonositelů****BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY**

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
<b>Celkem</b>	3.82	3.17	2.31	1.29	0.70	0.89	0.82	0.59	0.56	1.03	2.48	3.54
Vytápění	3.22	2.63	1.73	0.73	0.13	0.00	0.00	0.006	0.00	0.45	1.91	2.94
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.34	0.25	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	0.52	0.47	0.52	0.50	0.52	0.51	0.53	0.52	0.51	0.52	0.51	0.52
Osvětlení	0.07	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.07

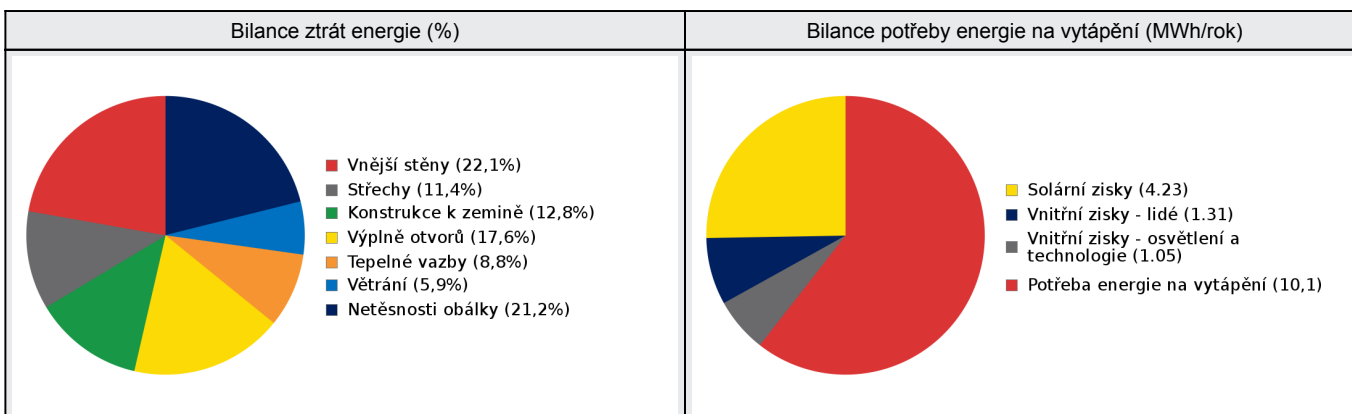
**Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby**

**E BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ****BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ**

Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.

ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	12.2	Solární zisky	MWh/rok	4.23
Větrání		0.98	Vnitřní zisky - lidé		1.31
Netěsnosti obálky - infiltrace		3.55	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		1.05
Celkem		16.7	Celkem		6.58

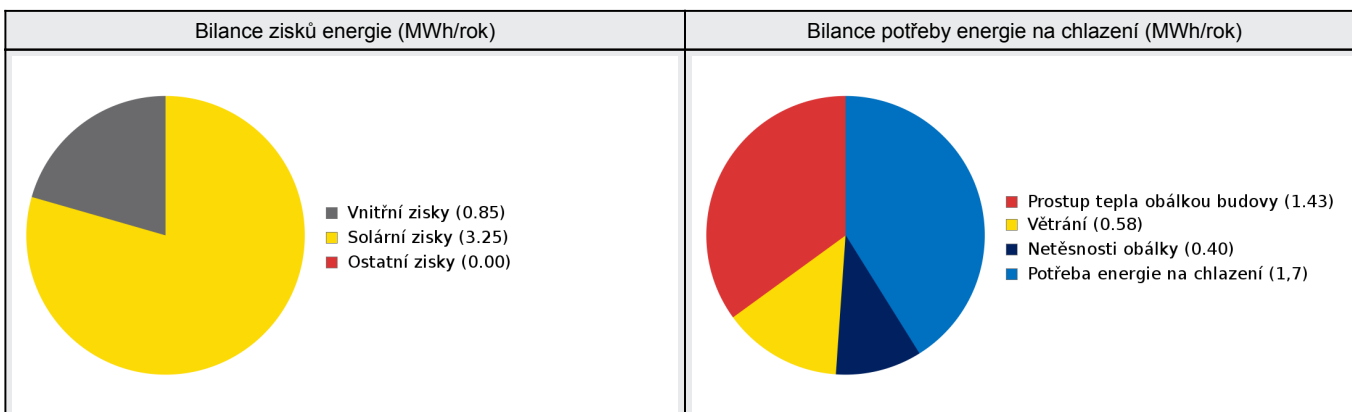
POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	10,1	kWh/m <sup>2</sup> .rok	34,0
-----------------------------	---------	------	-------------------------	------

**BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ**

Celkové tepelné zisky budovy jsou tvořeny vnitřními zisky (lidé, osvětlení, přístroje, ventilátory, rozvody teplé vody, akumulční nádoby) a solárními zisky přes průsvitné konstrukce. Dále jsou zahrnuty zisky prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné zisky jsou sníženy o využitelné tepelné ztráty, kdy je teplota exteriéru nižší než teplota interiéru (zejména v nočních hodinách). Zbývající tepelné zisky tvoří potřebu energie na chlazení budovy, kterou je nutné dodat soustavou chlazení.

ZISKY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZTRÁTY ENERGIE - PŘEDCHLAZENÍ		
Vnitřní zisky (lidé, osvětlení, spotřebiče atd.)	MWh/rok	0.85	Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	1.43
Solární zisky průsvitnými konstrukcemi		3.25	Cílené větrání		0.58
Ostatní zisky (prostupem, větráním, infiltrací)		0.00	Netěsnosti obálky - infiltrace		0.40
Celkem		4.09	Celkem		2.41

POTŘEBA ENERGIE NA CHLAZENÍ	MWh/rok	1,7 <sup>1)</sup>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	5,6
-----------------------------	---------	-------------------	-------------------------	-----



<b>F</b>	<b>OBÁLKA BUDOVY</b>
----------	----------------------

Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budově (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce. Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.

Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
					Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
					$\Theta_i$	---	$A_j$	
Ozn.	Název	°C	---	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> .K			

VNĚJŠÍ STĚNY				408,3				
STN-1	BP_OBV-ST-JV (Z1)	20	EXT	105,3	0,102	0,30	0,21	49%
STN-2	BP_OBV-ST-JZ (Z1)	20	EXT	98,9	0,102	0,30	0,21	49%
STN-3	BP_OBV-ST-SV (Z1)	20	EXT	98,9	0,102	0,30	0,21	49%
STN-4	BP_OBV-ST-SZ (Z1)	20	EXT	105,3	0,102	0,30	0,21	49%

STŘECHY				187,4				
STR-6	BP_STR (Z1)	20	EXT	187,4	0,115	0,24	0,17	68%

KONSTRUKCE K ZEMINĚ				187,4				
PDL(z)-5	BP_POD pvc (Z1)	20	ZEM	101,2	0,164	0,45	0,32	52%
PDL(z)-19	BP_POD keram (Z1)	20	ZEM	86,2	0,165	0,45	0,32	52%

VÝPLNĚ OTVORŮ				49,9				
VYP-7	O1-JV-2x1,5 (Z1)	20	EXT	9,0	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-8	O2-JV-1,8x1,5 (Z1)	20	EXT	8,1	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-9	O5_JV-0,75x2,2 (Z1)	20	EXT	1,7	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-10	O1-JZ-2x1,5 (Z1)	20	EXT	6,0	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-11	O2-JZ-1,8x1,5 (Z1)	20	EXT	5,4	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-12	O3-JZ-2,2x2 (Z1)	20	EXT	4,6	0,680	1,50	1,05	65%
VYP-13	DE1-JZ (Z1)	20	EXT	2,7	0,850	1,70	1,19	71%
VYP-14	O4_SZ-0,75x2,2 (Z1)	20	EXT	3,2	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-15	O2-SZ-1,8x2,0 (Z1)	20	EXT	3,6	0,670	1,50	1,05	64%
VYP-16	O5-SZ-2x0,5 (Z1)	20	EXT	1,0	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-17	O5-SV-2x0,5 (Z1)	20	EXT	3,0	0,650	1,50	1,05	62%
VYP-18	O4-SV-0,75x2,2 (Z1)	20	EXT	1,7	0,650	1,50	1,05	62%

TEPELNÉ VAZBY								
Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.								
Vliv tepelných vazeb $\Delta U_{tb}$				---	0,020	---	0,014	143%

**G TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY****VYTÁPĚNÍ**

V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.

Ozn.	Zdroj tepla <sup>1</sup>	Systém vytápění uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
		kW		MWh/rok	%	COP	%	%	% pokrytí MWh/rok
TČ-1	TČ	12,57	elektřina	4.61	---	2,88	92%	83%	100% 10.1

**CHLAZENÍ**

Ozn.	Zdroj chladu	Systém chlazení uvnitř budovy						
		Celkový jmenovitý chladicí výkon	Palivo	Spotřeba energie na chlazení v palivu	Sezónní chladicí faktor zdroje chladu	Sezónní účinnost distribuce a akumulace chladu	Sezónní účinnost sdílení chladu	Potřeba energie na chlazení
		kW		MWh/rok	SEER <sub>C,gen,int</sub>	$\eta_{C,dis,int}$	$\eta_{C,em}$	% pokrytí MWh/rok
CHL-1	TČ	80	elektřina	0.59	3,50	90%	91%	100% 1.68

**NUCENÉ VĚTRÁNÍ**

Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový číselník regulace systému nuceného větrání
		m <sup>3</sup> /hod	m <sup>3</sup> /hod	MWh/rok	%	%	W.s/m <sup>3</sup>	%
VZT-1	VZT1	350	167,14	0.13	80	80	1 409	27,7

**PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY**

V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.

Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřev teplé vody
		kW		MWh	%	---	%	m <sup>3</sup> /rok	% pokrytí MWh/rok
TČ-1	TČ	12,57	elektřina	0.60	---	2,39	TVsys 1: 61,1	60,12	18,8 1.05
K-2	BZ - topná spirála	2	elektřina	0.17	96	---	TVsys 1: 61,1	6,68	2,1 0.12

OSVĚTLENÍ								
Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztahná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
					Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
		---	m <sup>2</sup>	lux	---	---	---	---
Z1 (L1)	RD	LED - kompaktní provedení pro domácnosti 120 lm/W	214,28	100	0,75	1,00	1,00	1,00

FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM								
<i>V průkazu je prováděn pouze bilanční výpočet výroby tepla a elektřiny v souladu s vyhláškou pro účely stanovení neobnovitelní primární energie. Výpočet využití energie pro vlastní spotřebu není relevantní (nejsou obsaženy spotřebiče a technologie).</i>								
Ozn.	Fotovoltaická soustava	Využití solární soustavy	Výroba		Akumulace		Celková roční výroba soustavy	Využito pro výpočet neobn. primární energie
			Celková účinná plocha / počet ks panelů	Instalovaný špičkový výkon / účinnost panelu	Objem zásobníku vody	Typ akumulátorů / kapacita		
			m <sup>2</sup>	kWp	litry	typ		
ks	%	kWh	MWh/rok					
FVE 1	FVE1	napojeno na elektrizační soustavu (export pouze přebytku)	41,038	8,54	200	BAT1	5,992	5,947
			22	21		10		

H

## DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE

Je navržen soubor opatření, která oproti hodnocenému stavu budovy dále snižují její energetickou náročnost a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úsporná opatření se navzájem ovlivňují).

### SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE

V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.



Úsporná opatření		Popis návrhu
KROK 1	Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 2	Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.
KROK 3	Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.

### POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE

Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.

Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
KROK 4	Místní systémy využívající energie z OZE	NE	NE	NE	Již ve výchozím stavu je navržena solární a fotovoltaická soustava, proto dále neposuzujeme.
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	ANO	NE	NE	Kogenerační jednotka není vhodná pro daný typ objektu z důvodu rozdílné bilance potřeby a výroby tepla.
	Soustava zásobování tepelnou energií	NE	NE	NE	Není k dispozici soustava CZT, není možné objekt připojit.
	Tepelná čerpadla	NE	NE	NE	Ve výchozím stavu je navrženo TČ, dále neposuzujeme.

### NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ

Popis souboru opatření	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
	kWh/m <sup>2</sup> .rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok	kWh/m <sup>2</sup> .rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocená budova	50,19	71,01	50,05	
	<b>15.0</b>	<b>21.2</b>	<b>15.0</b>	
Soubor navržených opatření	50,19	71,01	50,05	
	<b>15.0</b>	<b>21.2</b>	<b>15.0</b>	
Dosažená úspora energie	0,00	0,00	0,00	-
	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	

**I PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY****CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY**

Požadavek vyhlášky dle:	§6 odst. 1	Splněno:	ANO
-------------------------	------------	----------	-----

**REFERENČNÍ BUDOVA**

Úroveň referenční budovy:	budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022			
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztahná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení
		m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	%
	Z1 - Rodinný dům (obytná zóna)	298,8	80,8	55

**PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY**

V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X

Hodnocený parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocený prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Přiléhající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno
--------------------	----------	------	------------------------	-------------------------------	-----------------------	-------------------	--------------------	---------

**MĚNĚNÉ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE**

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)

X	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**MĚNĚNÉ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY**

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)

X	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**OBÁLKA BUDOVI**

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m <sup>2</sup> .K	Budova jako celek		0,16	0,26	ANO
---	---------------------	-------------------	--	------	------	-----

**CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE**

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. b)


Celková dodaná energie	kWh/m <sup>2</sup> .rok	Budova jako celek		71,01	142,60	ANO
------------------------	-------------------------	-------------------	--	-------	--------	-----

**NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE**

Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a)

Neobnovitelná primární energie	kWh/m <sup>2</sup> .rok	Budova jako celek		50,05	69,20	ANO
--------------------------------	-------------------------	-------------------	--	-------	-------	-----

**J OSTATNÍ ÚDAJE****METODA VÝPOČTU**

Použitý software:	 DEKSOFT® - ENERGETIKA	Verze software:	7.0.7
Klimatická data:	2021 - Olomouc	Metoda výpočtu:	Měsíční krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY			
Průkaz je součástí projektové dokumentace stavebního záměru.			
Název stavby:	Environmentální rodinný dům Slunečnice	Stupeň PD:	DSP/DOS (dokumentace pro povolení/ohlášení stavby)
Stavebník:	Leoš Krumpolec	IČ:	
Generální projektant:	Leoš Krumpolec	IČ:	
Zodpovědný projektant:	Leoš Krumpolec	Č. autorizace:	

DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ	
Bezplatná poradenská služba:	<a href="https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis">https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis</a>
Katalog úspor energie:	<a href="http://uspornaopatreni.cz">http://uspornaopatreni.cz</a>

## K ENERGETICKÝ SPECIALISTA

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:		Číslo oprávnění:	
Telefon:		E-mail:	

URČENÁ OSOBA			
<i>V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.</i>			
Jméno a příjmení:	-	Číslo oprávnění:	-

PLATNOST PRŮKAZU			
<i>Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.</i>			
Evidenční číslo průkazu:	-	Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	23.05.2023		
Platnost průkazu do:	23.05.2033		

<sup>1)</sup> V případě přerušovaného chlazení dle ČSN EN ISO 52 016-1 čl. 6.6.11.4 se uplatňuje redukce  $a_{C,red}$  až na výslednou potřebu chladu na chlazení stanovenou pro nepřerušované chlazení, kterému odpovídá uvedená bilance. V případě přerušovaného chlazení v objektu bude rozdíl v uvedených bilancích zisků a ztrát energie o tuto redukci vyšší než vykazovaná potřeba chladu na chlazení.