



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PUSTKOVCI

ADMINISTRATIVE BUILDING IN PUSTKOVEC

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

**Bc. Sára Piętoňová**

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**Ing. Jan Topič, Ph.D.**

**BRNO 2025**

# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav technických zařízení budov  
Studentka: **Bc. Sára Piętoňová**  
Vedoucí práce: **Ing. Jan Topič, Ph.D.**  
Akademický rok: 2024/25  
Studijní program: N0732A260018 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 diplomové práce:

## **Administrativní budova v Pustkovci**

### **Stručná charakteristika problematiky úkolu:**

Stavební řešení budovy občanského vybavení a koncepční řešení systémů techniky prostředí a hospodaření s vodou, s cílem minimalizovat energetickou náročnost budovy a využívat obnovitelných zdrojů energie.

### **Cíle a výstupy diplomové práce:**

Zpracování určené části projektové dokumentace zadané budovy s téměř nulovou spotřebou energie ve stupni pro vydání stavebního povolení.

Dispoziční řešení budovy s návrhem vhodné konstrukční soustavy a nosného systému na základě zvolených materiálů a konstrukčních prvků, včetně vyřešení osazení objektu do terénu s respektováním okolní zástavby. Koncepční řešení technických systémů budovy a klasifikace její energetické náročnosti.

(I) Část architektonicko-stavební řešení (podíl 35 %) bude obsahovat: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, koordinační situaci (1:200), požárně bezpečnostní řešení stavby a výkresy (1:100, příp. 1:50): základů, půdorysů podlaží, konstrukce zastřešení, svislých řezů a technických pohledů, sestavy dílců, popř. výkres tvaru stropní konstrukce vybraného podlaží. Součástí dokumentace bude stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a průkaz energetické náročnosti budovy (bez posouzení proveditelnosti alternativních systémů a doporučených opatření)

(II) Část technika prostředí staveb (podíl 35 %) bude obsahovat koncepční studie relevantních systémů technického zařízení budovy s vazbou na výrobu a užití energie a hospodaření s vodou, schéma zapojení energetických zdrojů, výpočet výkonových parametrů, zjednodušené schéma řízení a dispoziční umístění zdrojů.

(III) Náplň volitelné části (podíl 30 %) bude stanovena vedoucím práce z oblasti energetiky, ekologie či ekonomiky budov, týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

**Seznam doporučené literatury a podklady:**

1. Platné právní předpisy, zejména Stavební zákon č. 183/2006 Sb., Zákon č. 406/2000 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 diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku.

V Brně, dne 17. 9. 2024

L. S.

---

doc. Ing. Aleš Rubina, Ph.D.  
vedoucí ústavu

---

Ing. Jan Topič, Ph.D.  
vedoucí práce

---

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

## **ABSTRAKT**

Cílem diplomové práce je zpracování návrhu administrativní budovy s téměř nulovou spotřebou energie. Projekt je rozdělen do tří částí. První část je vypracování projektové dokumentace architektonicko-stavebního řešení pro úroveň stavebního povolení. Tato část obsahuje stavebně-konstrukční řešení, požárně-bezpečnostní řešení, posouzení z hlediska stavební fyziky a průkaz energetické náročnosti budovy.

Objekt je situován v Ostravě, městské části Pustkovec. Budova je umístěna na pozemku ležící mezi obytnou zónou a administrativní zástavbou. Objekt je navržen jako dvoupodlažní nepodsklepený s nepravidelným tvarem, zastřešen plochou zelenou extenzivní střechou s navrženými fotovoltaickými panely. Systém je zde navržen skeletový s průvlaky a spojitou deskou. Obvodové konstrukce jsou navrženy jako železobetonové prefabrikáty zateplené minerální vlnou pomocí kontaktního zateplovacího systému ETICS a neplní nosnou funkci. V prvním nadzemním podlaží se nachází vstup, kanceláře a archiv společně s hygienickým a technickým zázemím. Druhé patro je tvořeno především kanceláři a denní místností.

Druhá část se soustředí na koncepční řešení technických systémů budov. Vytápění, příprava teplé vody a úprava vzduchu ohříváčem vzduchotechnické jednotky je řešeno pomocí dvojice tepelných čerpadel země/voda. Vytápění je navrženo podlahové. Objekt je nuceně větrán pomocí vzduchotechnické jednotky umístěné na střeše. Pro udržení vnitřního klimatu je navrženo pasivní chlazení během letního období. Dešťová voda ze střechy bude akumulována v akumulární nádrži a znova využívána pro splachování a kropení.

Ve třetí části jsou, v rámci řešeného objektu, navrženy tři varianty zdroje energie. První variantou byl systém popsán v této práci, tedy tepelná čerpadla země/voda. Dále byly zhodnoceny varianty plynového kondenzačního kotle s VRV jednotkou a kotle na biomasu s VRV jednotkou. Na základě návrhu byl vypracován položkový rozpočet s investičními náklady, odhadnuty provozní náklady v závislosti na požadavcích daného systému a náklady spojené s energiemi. Pro každou variantu byl vypracován průkaz energetické náročnosti pro komplexní ekonomické a energetické posouzení jednotlivých variant.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

diplomová práce, průkaz energetické náročnosti, administrativní budova, skeletová konstrukce, sádkartonový podhled, průvlak, základový prah, vzduchotechnika, dešťová voda, nucené větrání, vytápění, tepelné čerpadlo země/voda, umělé osvětlení, tepelná stabilita, fotovoltaické panely, pasivní chlazení, energetický úsporná

## **ABSTRACT**

The aim of the diploma thesis is to design an administrative building with nearly zero energy consumption. The project is divided into three parts. The first part involves the development of project documentation for the architectural and structural design at the building permit level. This section includes structural design solutions, fire safety design,

assessment in terms of building physics, and an energy performance certificate for the building.

The building is located in Ostrava, in the Pustkovec district. It is situated on a plot of land positioned between a residential zone and an administrative development area. The building is designed as a two-story structure without a basement, with an irregular shape and a flat extensive green roof equipped with photovoltaic panels. The structural system is a skeletal frame with beams and a continuous slab. The external walls are designed as reinforced concrete prefabricated elements insulated with mineral wool using the ETICS contact insulation system and do not serve a load-bearing function. The ground floor contains the entrance, offices, an archive, as well as hygiene and technical facilities. The second floor primarily consists of offices and a common room.

The second part focuses on the conceptual design of the building's technical systems. Heating, domestic hot water preparation, and air treatment through the air-handling unit heater are solved using a pair of ground-source heat pumps. Floor heating is proposed for the building. Ventilation is provided by a mechanical ventilation system with an air-handling unit located on the roof. To maintain indoor climate conditions, passive cooling is proposed for the summer period. Rainwater from the roof will be collected in a storage tank and reused for flushing toilets and irrigation.

In the third part, I developed three energy source variants for the building. The first variant is the system proposed in this project, ground-source heat pumps. The second variant involves a gas condensing boiler with a VRV unit, and the third variant includes a biomass boiler with a VRV unit. Based on the design, an itemized budget was prepared with investment costs, estimated operating costs depending on the system requirements, and energy-related costs. For each variant, an energy performance certificate was created for a comprehensive economic and energy assessment of the individual options.

## **KEYWORDS**

diploma thesis, master's project, energy performance certificate, administrative building, skeletal structure, drywall ceiling, beam, foundation threshold, air-handling system, rainwater, forced ventilation, heating, ground-source heat pump, artificial lighting, thermal stability, photovoltaic panels, passive cooling, energy efficiency

## **BIBLIOGRAFICKÉ CITACE**

PIĚTOŇOVÁ, Sára. *Administrativní budovy v Pustkovicích*. Brno, 2025. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí Ing. Jan Topič, Ph.D.

## **PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Administrativní budova v Pustkovicích* shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 13. 01. 2025

---

Bc. Piętoňová Sára

autor práce

## **PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Administrativní budova v Pustkovicích* zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 13. 01. 2025

---

Bc. Piętoňová Sára

autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych poděkovala ústavu Technických zařízení budov a svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Janu Topičovi, Ph.D. a konzultantovi panu Ing. Karlovi Struhalovi, Ph.D., za odborné rady, vědecký přístup a doporučení při zpracování diplomové práce. Také bych ráda poděkovala své rodině a kamarádům, kteří mě během celého studia podporovali a posouvali dál.

# OBSAH

ÚVOD.....	9
1. Popis objektu – stavební řešení.....	10
1.1    Identifikační údaje.....	10
1.1.1    Údaje o stavbě.....	10
1.2    Archnitektonicko-stavební řešení.....	10
1.2.1    Popis území stavby.....	10
1.2.2    Architektonické řešení.....	10
1.2.3    Dispoziční řešení.....	10
1.2.4    Konstrukční a materiálové řešení.....	11
1.2.5    Navrhované parametry stavby.....	11
1.2.6    Požárně-bezpečnostní řešení.....	11
1.2.7    Úspora energie a tepelná ochrana.....	12
2. Technika prostředí staveb.....	13
2.1    Připojení na technickou infrastrukturu.....	13
2.2    Zdroj tepla.....	13
2.3    Ohřev teplé vody.....	14
2.4    Chlazení.....	14
2.5    Nucené větrání.....	14
2.6    Umělé osvětlení.....	15
2.7    Fotovoltaická elektrárna.....	15
3. Porovnání systémů vytápění, chlazení a přípravy teplé vody.....	16
Okrajové podmínky pro porovnání zdrojů energie.....	16
3.1    Postup posouzení.....	17
3.2    Uvažované ceny za energii.....	17
3.3    Popis zdrojů energie.....	18
3.3.1    Varianta č. 1 – Tepelné čerpadlo země/voda.....	18
3.3.2    Varianta č.2 - Plynový kondenzační kotel.....	19
3.3.3    Varianta č. 3 – Kotel na biomasu.....	20
3.4    Výsledky nákladů na jednotlivé varianty.....	21
3.4.1    Varianta č. 1 – Tepelné čerpadlo země/voda.....	21
3.4.1.1    Pořizovací náklady.....	21
3.4.1.2    Provozní náklady.....	22

3.4.1.3	Náklady na energie.....	22
3.4.2	Porovnání jednotlivých nákladů varianty č. 1.....	23
3.5	Varianta č. 2 – Kondenzační plynový kotel + VRV.....	26
3.5.1.1	Požizovací náklady.....	26
3.5.1.2	Provozní náklady.....	27
3.5.1.3	Náklady na energie.....	27
3.5.2	Porovnání jednotlivých nákladů.....	28
3.6	Varianta č. 3 – Kotel na biomasu + VRV.....	31
3.6.1.1	Požizovací náklady.....	31
3.6.1.2	Provozní náklady.....	32
3.6.1.3	Náklady na energie.....	32
3.6.2	Porovnání jednotlivých nákladů.....	33
3.7	Porovnání dílčích nákladů jednotlivých variant.....	36
3.7.1	Porovnání investičních nákladů.....	36
3.7.2	Porovnání provozních nákladů.....	36
3.7.3	Porovnání nákladů na energie.....	37
3.8	Celkové náklady za hodnocené období.....	37
	ZÁVĚR.....	39
	Použité předpisy a normy.....	40
	Internetové zdroje.....	41
	Seznam použitých zkratk.....	43
	Seznam obrázků.....	48
	Seznam tabulek.....	48
	Seznam příloh.....	49
	Použité softwary.....	50

## ÚVOD

Cílem diplomové práce je navrhnout novostavbu energeticky úsporné administrativní budovy v Pustkovci. Předmětem je zpracování architektonicko-stavebního řešení pro stavební povolení, techniku prostředí staveb, kde byl řešen koncepční návrh technického zařízení budov a volitelná část.

V první části bylo navrženo architektonické a konstrukční řešení. Součástí bylo posouzení z hlediska stavební fyziky, která obsahuje dílčí posouzení: posouzení u hlediska hluku, tepelně technické posouzení, posouzení z hlediska osvětlení.

Druhá část se soustředí na koncepci řešení technických systémů budov. Byl zde proveden návrh nakládání s dešťovými vodami, návrh nuceného větrání, chlazení, ohřevu teplé vody, zdroje tepla, osvětlení a návrh s nakládáním solární energie. Shrnutí všech systémů zobrazuje a popisuje výkres D.1.4.14 – GLOBÁLNÍ SCHÉMA

Ve volitelné části se řeší ekonomicky a energeticky zhodnocení různých variant zdrojů energie. Hodnocené varianty byly zvoleny na základě proveditelnosti a různorodosti zdrojů. Posouzení bylo provedeno z důvodu zhodnocení nejlepší ekonomické a energetické varianty v rámci řešeného objektu.

Diplomová práce byla prováděna dle zákona č. 183/2006 Sb., zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), platnému k červnu 2024.

# 1. Popis objektu – stavební řešení

## 1.1 Identifikační údaje

### 1.1.1 Údaje o stavbě

Název stavby:	Administrativní budova v Pustkovci
Místo stavby:	p.č. 4833/1, 4832, Pustkovec [715301]
Předmět PD:	Projektová dokumentace pro stavební povolení novostavby administrativní budovy
Stupeň PD:	Dokumentace pro stavební povolení (DSP)

## 1.2 Architektonicko-stavební řešení

### 1.2.1 Popis území stavby

Řešený pozemek se nachází na parcele č. 4833/1 a 4832 v katastrálním území Pustkovec. Pozemek je rovinný. Ze severní strany je ohraničen místní komunikací, kde bude napojena příjezdová cesta. Tvar parcel je nepravidelný.

### 1.2.2 Architektonické řešení

Jedná se novostavbu administrativní budovy s nepravidelným půdorysem dvou obdélníků se zaoblenými rohy na severní straně fasády. Zastřešení objektu je řešeno jednoplášťovou plochou střechou. Rozměry objektu jsou 21,74x17,08 m. Fasáda objektu je tvořena ze železobetonového prefabrikátu s kontaktním zateplovacím systémem ETICS s materiálovou variantou čedičové minerální vlny se silikonovou omítkou. Severní strana je částečně tvořena lehkým obvodovým pláštěm. Výplně otvorů v obvodovém plášti jsou hliníkové se skrytými rámy a izolačními trojskly, zároveň jsou doplněny o venkovní žaluzie na jižní straně fasády. Dveře exteriérové jsou navrženy dřevohliníkové. Na pozemku je navrženo 16 parkovacích stání dle výpočtu v příloze S.05 VÝPOČTY. Z toho jedno stání bude určeno pro osoby se zdravotním postižením. Předpokládá se zatravnění, vysázení stromů a keřů.

### 1.2.3 Dispoziční řešení

Hlavní vstup se nachází na severní straně a je součástí lehkého obvodového pláště. Vstup je orientován směrem ke komunikaci. Součástí vstupu je výtah se schodištěm spojující první a druhé nadzemní podlaží. Dále vede chodba do kancelářských prostorů prvního nadzemního podlaží, kde se nachází oddělené kanceláře a zasedací místnosti. Je zde i komunikační prostor s kuchyňským koutem, hygienické zázemí, technické zázemí a archiv. V druhém nadzemním podlaží se schodištěm vstupuje do denní místnosti, která je navržena pro sousedící kancelářské prostory. Kancelářské prostory tvoří oddělené kanceláře, Openspace a zasedací místnost. Pro tyto prostory je umístěno hygienické zázemí, které je součástí druhého nadzemního podlaží.

## 1.2.4 Konstrukční a materiálové řešení

### Základy

Stupňovité patky z železobetonového prefabrikátu, základové prahy o výšce 600 mm a šířce 200 mm, podkladní deska z prostého betonu o tloušťce 150 mm

### Svislá nosná konstrukce

Sloupy čtvercového půdorysu v rozměru 300x300 mm, železobetonové prefabrikované

### Vodorovná nosná konstrukce

Monolitické železobetonové desky o tloušťce 150 až 200 mm uložené na monolitických průvlacích o tloušťce 500 mm.

### Obvodové výplňové konstrukce

Železobetonové prefabrikované dílce o tloušťce 200 mm a tepelné izolace z čedičové vlny o tloušťce 240 mm s  $\lambda_u = 0,037 \text{ W/mK}$

### Schodiště

Prefabrikované železobetonové

### Střecha

Jednoplášťová, tepelněizolační spádové klíny z EPS 150  $\lambda_u = 0,035 \text{ W/mK}$ , tepelná izolace z EPS 150  $\lambda_u = 0,035 \text{ W/mK}$

### Otvory

Okna a dveře v obvodových konstrukcích budou dřevohliníková s izolačním trojsklem. Na jižní straně navrženy s venkovními žaluziemi

Exteriérové dveře jsou navrženy jako dřevo hliníkové. Interiérové dveře jako skleněné s ocelovým rámem nebo dřevěné.

## 1.2.5 Navrhované parametry stavby

Celková plocha pozemku: 3 363,12 m<sup>2</sup>

Zastavěná plocha: 371,138 m<sup>2</sup>

Počet pracovních míst: 31

Počet parkovacích stání: 16

Počet nadzemních podlaží: 2

## 1.2.6 Požárně-bezpečnostní řešení

Objekt je řešen dle ČSN 730802 a ČSN 7300833 v souladu s navazujícími projektovými normami. Stavební objekt vyhoví požadavkům požární bezpečnosti staveb při dodržení zásad uvedených v samostatné složce příloh - č. A.5 Požárně bezpečnostní řešení.

## 1.2.7 Úspora energie a tepelná ochrana

Při návrhu stavby byly dodrženy platné předpisy a normy (ČSN 73 0540, zákon 406/2000 Sb., ve znění pozdějších předpisů, vyhláška č. 78/2013 Sb., O energetické náročnosti budov). Skladby obvodových konstrukcí navrženy tak, aby splňovaly doporučené hodnoty pro pasivní domy normy ČSN 73 0540 na součinitel prostupu tepla. Objekt je navržen jako budova s téměř nulovou spotřebou energie. Podrobnější výpočet z oblasti tepelné techniky viz Posouzení ze stavební fyziky v příloze A, složka č. A.6 – STAVEBNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ. Energetická náročnost budovy je doložena v průkazu energetické náročnosti budovy, která se nachází v příloze č. P.3 – Průkaz energetické náročnosti budovy. Objekt je z zatříděn do klasifikační třídy A – Mimořádně úsporná s primární energií z neobnovitelných zdrojů 22,7 kWh/(m<sup>2</sup>.rok).

## 2. Technika prostředí staveb

### 2.1 Připojení na technickou infrastrukturu

Vodovod:

Napojení na pitnou vodu bude řešeno přes vodoměrnou šachtu uloženou na pozemku před objektem. Pro připojení povede přípojka dlouhá 6,548 m navržena z HDPE 100 SDR 11. Vodoměrná šachta bude vybavena vodoměrnou sestavou. Vnitřní potrubí je zakresleno ve složce příloh č. D.1.4.12 SCHÉMA VODOVODU 1.NP A D.1.4.13 SCHÉMA VODOVODU 2.NP. Přípojka je vykreslena v PŘÍLOZE B ve výkresu č. C.3 KOORDINAČNÍ SITUACE.

Kanalizace:

Kanalizace je zakreslena v PŘÍLOZE B. na výkrese č. D.1.4.10 SCHÉMA KANALIZACE 1.NP A D.1.4.11 SCHÉMA KANALIZACE 2.NP. Přípojky jsou zakreslena v PŘÍLOZE B ve výkresu č. C.3 KOORDINAČNÍ SITUACE.

Splašková kanalizace:

Objektu bude napojen na kanalizační síť přípojkou z PVC KG SN 4 v délce 15,3 m v minimálním sklonu 2 %.

Dešťová kanalizace:

Dešťové vody budou svedeny do akumulární nádrže pomocí přípojky z PVC KG SN 4 v délce 20,9 m. Voda bude napojena na vodovodní potrubí a bude přefiltrována a znovu využívaná pro splachování záchodů a krogení. Přebytek, který nebude využit na splachování a krogení bude sveden do vsakovacího jezírka.

Elektrická energie:

Na hranici pozemku se nachází elektroměrový rozvaděč v plastovém pilíři a přípojková skříň, odkud bude vybudovaná přípojka NN o délce 6,63 m. Přípojka je zakreslena v PŘÍLOZE B ve výkresu č. C.3 KOORDINAČNÍ SITUACE.

### 2.2 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla je navržena dvojice tepelných čerpadel země/voda GEO G 228 s výkonem 2x29,3 kW pro teplotní spád 55/45 °C a COP 3,1. Pro jímání tepla ze zeminy je navrženo 10 120metrových hlubinných vrtů, které jsou na pozemku uloženy a rozmístěny pět metrů od sebe navzájem a od okolních objektů. Pro sběr je zde navržena sběrná šachta, která je umístěna v nepochozí části pozemku a připojena k elektrické energii. Tepelná čerpadla zajišťují potřeby tepla na vytápění, ohřev vzduchu ve vzduchotechnické jednotce a ohřev teplé vody – celkem 52,84 kW. Čerpadla jsou zapojena v kaskádě s přednostní přípravou teplé vody jedním z čerpadel, propojeným trojcestným prepínacím ventilem. Teplo je akumulováno v akumulární nádobě o objemu REGULUS PS 700 N+ o objemu 656 l a dále vedena do rozdělovače a sběrače s vetvěmi podlahového vytápění a ohřevu vzduchotechnické jednotky. Teplotní spád ohřevu VZT je navržen na 55/45 °C.

Teplotní spád podlahového vytápění 35/30 °C – na tuto teplotu bude topná voda směřována pomocí trojcestného směšovacího ventilu a páteřními rozvody napojena na podlahové rozdělovače/sběrače. Ty budou napojeny na jednotlivé topné okruhy a budou ve vícevrstevném pex/al/pex potrubí, loženém do systémových desek podlahového vytápění v meandrech, zajišťovat vytápění objektu. Regulace bude primárně nastavena na teplotu 22 °C v celém objektu.

Zdroj tepla byl zvolen z důvodu vhodné aplikace v rámci projektu. Rozsáhlý pozemek umožňuje umístění geotermálních vrtů pro potřeby energie v letním i zimním období. Detailní návrh zdroje tepla v PŘÍLOZE B obsahující D.1.4.1 ZPRÁVA TECHNIKY PROSTŘEDÍ STAVEB.

## 2.3 Ohřev teplé vody

Ohřev teplé vody bude zajištěn šnekovým výměníkem v nepřímotopném zásobníku teplé vody OKC 100 NTR s objemem 87 l. Zásobníkem bude kolovat topná voda z tepelného čerpadla a bude ohřívat vodu na 55 °C. Výpočet požadovaného objemu a specifikace zásobníkového ohříváče v PŘÍLOZE B obsahující D.1.4.1 ZPRÁVA TECHNIKY PROSTŘEDÍ STAVEB.

## 2.4 Chlazení

Koncepce chlazení uvažuje s pasivním chlazením, které je zajištěno pomocí vrtů tepelných čerpadel. Celkový požadovaný výkon na chlazení je 27,05 kW. Při celkovém hloubce vrtů 1 200 m a uvažovaném výkonu zeminy 45 W na 1 m je celkový výkon vrtů 54 kW. Během pasivního chlazení bude docházet k regeneraci vrtů přes deskový výměník glykol/voda. Chlad bude akumulován v akumulační nádobě REGULUS 300 PS N+ o objemu 280 l. Chladící voda bude dále vedena do rozdělovače/sběrače a napojena na dvoutrubkové fancoily, zajišťující chlazení budovy. Teplotní spád chladící soustavy je 12/16 °C. Systém chlazení s fancoily celkově potřebuje 16,04 kW. Dále je navržen chladič vzduchotechniky pro úpravu venkovního vzduchu s požadovaným výkonem 11,01 kW. Systém je zakreslen a detailněji popsán v PŘÍLOZE B na výkrese č. D.1.4.14 GLABÁLNÍ SCHÉMA.

## 2.5 Nucené větrání

Pro objekt byl vypočten a navržen objem, který bude zajišťovat nucené větrání zóny. Přívod a odtah byl navržen jako rovnoměrný o celkovém objemu 5 080 m<sup>3</sup>/h. Distribuci vzduchu zajišťuje vzduchotechnická jednotka Systemair Topvex SC70, která disponuje integrovaným ohříváčem a chladičem. Jednotka je umístěna na střešní konstrukci – zakresleno na výkrese č. D.1.4.4 SCHÉMA VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY v PŘÍLOZE B. Pro výměnu vzduchu v jednotlivých místnostech jsou navrženy anemostaty s nastavitelnými lamely VVM a talířové ventily TVOM/TVPM. Dále bylo provedeno dimenzování páteřního rozvodu v prvním i druhém nadzemním podlaží. Výkon ohříváče u výměníku vzduchotechnické jednotky byl vypočten na 37,63 kW a výkon chladiče na 11,05 kW. Vzduchotechnická jednotka disponuje deskovým rekuperačním výměníkem

s obtokovým odmrazováním a účinností 84 %. Vstupní hodnoty pro výpočet a výsledky jsou v PŘÍLOZE B v dokumentu D.1.4.1 ZPRÁTA TECHNIKY PROSTŘEDÍ STAVEB.

## **2.6 Umělé osvětlení**

Ve všech prostorách jsou navržena LED svítidla různých typů a velikostí. Svítidla jsou ovládána ručními spínači a napojena na nadřazenou jednotku MaR, která bude intenzitu svícení přizpůsobovat dle denní doby a dostatku přirozeného světla. Svítidla v technickém zázemí a archivu jsou navržena s ručním typem spínání bez regulace.

## **2.7 Fotovoltaická elektrárna**

Na plochou střešní konstrukci bylo navrženo 47 ks fotovoltaických panelů, které slouží k výrobě elektrické energie. Počet panelů byl limitován dostupnou plochou střešní konstrukce. Panely jsou rozmístěny v takové vzdálenosti, aby při nejvyšším množství slunečního záření nedocházelo ke vzájemnému stínění panelů. Panely jsou orientovány na jih ve sklonu 30 °. Výkon elektrické energie není dostatečný na pokrytí potřebné energie budovy. Pokrytí denní spotřeby je pouze z 16 % v letním období. Bude tedy hned spotřebován – není navržena akumulace. V technické místnosti objektu se však nachází rozvodna, která je zde navržena pro možnost rozšíření plochy fotovoltaických panelů, které by mohly být umístěny na rozlehlém pozemku. V systému je navržen hybridní střídač napětí. Zakreslení fotovoltaických panelů a jejich návrh je podrobně popsán v PŘÍLOZE B v dokumentu č. D1.1.1. ZPRÁVA TECHNIKY PROSTŘEDÍ STAVEB a na výkrese č. D.1.4.6 ROZMÍSTĚNÍ FV PANELŮ.

### 3. Porovnání systémů vytápění, chlazení a přípravy teplé vody

Třetí část diplomové práce se zamýšlí nad výběrem optimálního zdroje energie pro řešený objekt. Posouzení je zaměřeno na zdroj tepla, chladu a ohřevu teplé vody, přičemž hodnoty požadovaných výkonů jsou součástí PŘÍLOHY B – D.1.4.1. Zpráva techniky prostředí staveb. Na základě hodnot byly navrženy tři varianty, které jsou následně porovnávány v ekonomické a energetické efektivnosti s ohledem na řešený objekt. Součástí hodnocení je tedy i rozpočet investičních nákladů a odhad provozních nákladů v rámci sledovaného období.

Toto posouzení bylo zvoleno v rámci možných variant zdrojů energie vzhledem k dostupnosti inženýrských sítí a potřebám objektu. Zároveň se hodnotí z hlediska energetiky pro porovnání možných energetických nároků v rámci zdroje, především protože cílem diplomové práce je návrh budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

#### Okrajové podmínky pro porovnání zdrojů energie

Stanovení sledovaného období bylo zvoleno s ohledem na životnost jednotlivých zdrojů energie. Zdroje jsou hodnoceny v rámci 15 let jejich provozu, pro realistický odhad výdajů spojenými se zdrojem energie, které by mohly ovlivnit vhodný výběr.

Posouzení porovnává variantu č. 1, kde byla zvolena jako zdroj energie dvojice tepelných čerpadel země/voda, variantu č. 2, kde byla zvolena dvojice plynových kondenzačních kotlů pro potřebu tepla a VRV systému pro potřebu chladu č. 3, kde byl zvolen kotel na biomasu pro potřeby tepla a VRV systému pro potřebu chladu.

Každý systém vychází ze stejné potřeby energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody. Dalšími hodnocenými systémy byly osvětlení a zohlednění návrhu fotovoltaických panelů.

Potřebný výkon zdroje tepla objektu: 52,84 kW

Potřebný výkon zdroje chladu objektu: 27,05 kW

### 3.1 Postup posouzení

Výpočet energetických nákladů byl proveden na základě definovaného výpočetního modelu, který zahrnoval určení klíčových parametrů, jako jsou tepelné ztráty budovy či energetické požadavky jednotlivých zařízení. Na základě jednotlivých variant byl vypracován výkaz výměr, který zahrnuje zařízení zdroje energie. Výkaz výměr neobsahuje armatury, expanzní nádoby, zařízení pro automatické doplnění vody do soustavy, filtrační patrony, odvod a čištění kondenzátu. Na základě toho byly vypracovány pořizovací a provozní náklady. Provozní náklady jsou rozděleny na náklady do údržby, revizí a správy jednotlivých zařízení a systému vytápění a chlazení a na náklady za energii, které vychází z výsledků primární dodané energie uvedených v průkazech energetické náročnosti budovy v PŘÍLOZE C. Do modelu byly zahrnuty aktuální ceny paliv, které byly následně využity k výpočtu celkových nákladů na energii. Efektivita systému byla posuzována s ohledem na vypočtené celkové náklady, přičemž v případě potřeby byla přijímána opatření ke zvýšení účinnosti systému nebo ke snížení nákladů. Tento přístup poskytuje přehled o nákladech a výkonu energetického systému s důrazem na pravidelnou aktualizaci vstupních údajů a přizpůsobení výpočtů změnám cen energie, technologickému pokroku či změnám ve spotřebě.

### 3.2 Uvažované ceny za energii

#### Elektřina

Sazba se odvíjí od využívání elektřiny v budově. Pro standartní budovy bez přímého zdroje tepla na elektřinu je cena stanovena podle sazby D01d nebo D02d, což odpovídá 8,33 Kč/kWh včetně DPH. Při tepelném čerpadlu jako hlavním zdrojem energie se uplatňuje sazba D56d, kde cena elektřiny je 4,99 Kč/kWh včetně DPH. Ceny elektřiny byly určeny dle ceníku společnosti ČEZ s platností od 1.1.2025 [1]

#### Plyn

Cena plynu se odvíjí od způsobu a rozsahu využívání plynu. Pro navrhovaný objekt je stanovena cena plynu na 2,80 Kč/kWh včetně DPH. Cena je určena dle ceníku společnosti E.ON s platností od 1.1.2024 [2]

#### Biomasa – dřevěné pelety

Cena byla stanovena průměrem z cen pelet v roce 2024, což činí 8 000 Kč za tunu. Při výhřevnosti pelet 17 GJ/t[3] je za GJ vypočtena přibližná hodnota 472 Kč. Při převedení je odhad přibližné cenu dřevěných pelet na 1,71 Kč/kWh

### **3.3 Popis zdrojů energie**

#### **3.3.1 Varianta č. 1 – Tepelné čerpadlo země/voda**

##### **Vytápění**

Zdrojem energie pro první variantu je dvojice tepelných čerpadel země/voda, které jsou navržena s 10 geotermálními vrtly v hloubce 120 metrů. Pro potřeby vytápění, ohřevu vzduchotechniky a přípravy teplé vody jsou čerpadla připojena v kaskádě, přičemž jejich společný výkon činí 58,6 kW při výstupní vodě 55 °C. Potřeba tepla na vytápění je 10,31 kW, úpravy vzduchu VZT 37,63 kW. Pro primární okruh je navržen akumulční zásobník o objemu 656 l.

##### **Ohřev TV**

Příprava teplé vody bude zajištěna pomocí nepřímotopného zásobníku OKC 100 NTR, kudy bude kolovat otopná voda. Je navržen přednostní ohřev teplé vody. Jedno z čerpadel je tedy napojeno na zásobník a při potřebě bude trojcestným ventilem přepruto do pozice přípravy teplé vody. Výkon potřebný pro přípravu teplé vody je 4,9 kW.

##### **Chlazení**

Chlazení je v této variantě navrženo jako pasivní. Pro potřeby chlazení byl tedy navržen výměník pro chladicí soustavy, který dokáže předat potřebný výkon 27,05 kW chladicí soustavy pro distribuci chladu do navržených fancoilů SkyStar SK a chladiče vzduchotechnické jednotky. Předané teplo bude kolovat do vrtů, kde bude docházet k regeneraci zeminy skrz potrubí s teplonosnou látkou. Potřebná energie na chlazení je v tomto případě počítána pouze s pomocnými elektrickými zařízeními, které budou zajišťovat oběh teplonosných látek v systému.

##### **Vzduchotechnika**

Nucené větrání objektu administrativní budovy je zajištěno vzduchotechnickou jednotkou Systemair Topvex SC70 FSU. Požadovaný objem vzduchu, který bude jednotka distribuovat je 5 080 m<sup>3</sup>/h. Jednotka je navržena s integrovaným ohřevačem a chladičem pro úpravu vzduchu z exteriéru. Regulace bude pomocí MaR. Součástí jednotky je deskový výměník pro rekuperaci.

##### **Osvětlení**

V celém objektu se počítá s návrhem LED umělým osvětlením pro maximální úsporu elektrické energie. Návrh osvětlení je v souladu s požadavky na minimální úroveň osvětlenosti.

##### **Fotovoltaická elektrárna**

Fotovoltaická elektrárna je navržena na plochu střechu daného objektu. Systém je v permanentním provozu, kdy je doplňován energií ze sítě. Vyrobená energie bude sloužit pro napájení všech technických a technologických spotřebičů. Součástí instalace je hybridní regulátor a měnič. Elektrárnu tvoří 47 kusů panelů s monokrystalickými články. Plocha jednoho panelu je 2,23 m<sup>2</sup>.

### **3.3.2 Varianta č.2 - Plynový kondenzační kotel**

#### **Vytápění**

Jako zdroj vytápění je navržena dvojice kondenzačních kotlů Protherm Gepard Condens 25 MKO-A s výkonem v kaskádě až 53 kW. Účinnost kotle až 98,2 %. Elektrický příkon je nejvyšší 105 W. Součástí kotlů je koaxiální odkouření vyvedené do komínového průduchu.

#### **Ohřev TV**

Pro ohřev teplé vody je navržen stejný zdroj jako pro vytápění s uvažovanou přednostní přípravou teplé vody jedním z kotlů.

#### **Chlazení**

Jako zdroj chladu jsou navrženy dvě VRV jednotky DAIKIN RYXSA6AV1 s výkonem 2x 15,5 kW. Chlazení pomocí fancoilů je SkyStar SK uvažování s aktivním chlazením. Chlad bude akumulován v nádrži pro optimální výkon jednotek VRV.

#### **Vzduchotechnika**

Nucené větrání objektu administrativní budovy je zajištěno vzduchotechnickou jednotkou Systemair Topvex SC70 FSU. Požadovaný objem vzduchu, který bude jednotka distribuovat je 5 080 m<sup>3</sup>/h. Jednotka je navržena s integrovaným ohříváčem a chladičem pro úpravu vzduchu z exteriéru. Regulace bude pomocí MaR. Součástí jednotky je deskový výměník pro rekuperaci.

#### **Osvětlení**

V celém objektu se počítá s návrhem LED umělým osvětlením pro maximální úsporu elektrické energie. Návrh osvětlení je v souladu s požadavky na minimální úroveň osvětlenosti.

#### **Fotovoltaická elektrárna**

Fotovoltaická elektrárna je navržena na plochu střechu daného objektu. Systém je v permanentním provozu, kdy je doplňován energií ze sítě. Vyrobená energie bude sloužit pro napájení všech technických a technologických spotřebičů. Součástí instalace je hybridní regulátor a měnič. Elektrárnu tvoří 47 kusů panelů s monokrystalickými články. Plocha jednoho panelu je 2,23 m<sup>2</sup>.

### **3.3.3 Varianta č. 3 – Kotel na biomasu**

#### **Vytápění**

Jako zdroj otopné vody je navržen kotel na biomasu BENKOV C57 BIO s maximálním výkonem 49 kW. Účinnost kotle je až 90%. Výkon kotle je modulovatelný. Má integrovaný zásobník, který umožňuje automatický provoz. Doba hoření při jmenovitém výkonu 31 h. Obsluha kotle je stanovena výrobcem na 10 minut denně. Tato obsluha je zohledněna v provozních nákladech a naceněna v tabulce č. 8 Provozní náklady varianty. Součástí kotle je odtah spalin s vyústěním do komínového průduchu.

#### **Ohřev TV**

Pro přípravu teplé vody je navržen stejný zdroj jako pro vytápění. Kotel na biomasu bude napojen na akumulční nádobu, ze které bude topná voda proudit do rozdělovače/sběrače. Zde bude samostatná větev vedoucí do zásobníkového ohřivače OKC 100 NTR.

#### **Chlazení**

Jako zdroj chladu jsou navrženy dvě VRV jednotky DAIKIN RYXSA6AV1 s výkonem 2x 15,5 kW. Chlazení pomocí fancoilů je SkyStar SK uvažovaní s aktivním chlazením. Chlad bude akumulován v nádrži pro optimální výkon jednotek VRV.

#### **Vzduchotechnika**

Nucené větrání objektu administrativní budovy je zajištěno vzduchotechnickou jednotkou Systemair Topvex SC70 FSU. Požadovaný objem vzduchu, který bude jednotka distribuovat je 5 080 m<sup>3</sup>/h. Jednotka je navržena s integrovaným ohřivačem a chladičem pro úpravu vzduchu z exteriéru. Regulace bude pomocí MaR. Součástí jednotky je deskový výměník pro rekuperaci.

#### **Osvětlení**

V celém objektu se počítá s návrhem LED umělým osvětlením pro maximální úsporu elektrické energie. Návrh osvětlení je v souladu s požadavky na minimální úroveň osvětlenosti.

#### **Fotovoltaická elektrárna**

Fotovoltaická elektrárna je navržena na plochu střechu daného objektu. Systém je v permanentním provozu, kdy je doplňován energií ze sítě. Vyrobená energie bude sloužit pro napájení všech technických a technologických spotřebičů. Součástí instalace je hybridní regulátor a měnič. Elektrárnu tvoří 47 kusů panelů s monokrystalickými články. Plocha jednoho panelu je 2,23 m<sup>2</sup>.

### 3.4 Výsledky nákladů na jednotlivé varianty

#### 3.4.1 Varianta č. 1 – Tepelné čerpadlo země/voda

##### 3.4.1.1 Pořizovací náklady

V tabulce níže jsou vyčísleny investiční náklady spojené se zařízením pro vytápění, ohřev teplé vody, chlazení a úpravu vzduchu ve vzduchotechnické jednotce. Ceny byly převzaty z ceníku nebo z RTS cenové soustavy, v některých případech připočteny s procentuální přírůžkou za výdaje spojené s instalací.

ROZPOČTOVÁ POLOŽKA	CENA
2x Tepelné čerpadlo IVT GEO G228 - tepelná čerpadla dodaná včetně potřebného příslušenství	$2 \cdot 346\,428 = 692\,856$ Kč
Hlubinné vrtý pro TČ, 10 geotermálních vrtů hloubky 120 metrů. Cena za 1 bm je 1 150 Kč	$1\,200 \cdot 1\,000 = 1\,380\,000$ Kč
Sběrná šachta PAK - 10 okruhů	97 828,00 Kč
Deskový výměník tepla chladivo-voda BA-68-40-F 2,72m <sup>2</sup> - 28 kW, včetně tepelné izolace	11 900 Kč
Nepřímotopný zásobníkový ohříváč Dražice OKC NTR 100	11 490 Kč
Akumulační nádrž otopné vody, REGULUS PS 700 N+, včetně tepelné izolace, objem 656 l	35 356 Kč
Akumulační nádrž otopné vody, REGULUS PS 300 N+, včetně tepelné izolace, objem 280 l	25 821 Kč
Rozdělovač/sběrač - 2 okruhy, instalace včetně sestavy armatur, izolace - VYTÁPĚNÍ	100 000 Kč
Rozdělovač/sběrač - 2 okruhy, instalace včetně sestavy armatur, izolace - CHLAZENÍ	100 000 Kč
Dílní práce v technické místnosti	40 000 Kč
Rozvod vytápění - měděné potrubí + polyethylenová izolace tl. 25 mm	$207,2 \cdot 145 = 30\,044$ Kč
Rozvod chlazení - měděné potrubí + kaučuková izolace tl. 13 mm	$264,5 \cdot 140 = 37\,030$ Kč
Rozdělovač/sběrač podlahového vytápění GIACOMINI R553FK106 - 6 topných okruhů + skříň pro omítku R500	$4 \cdot 14\,118 = 56\,472$ Kč
Rozdělovač/sběrač podlahového vytápění GIACOMINI R553FK108 - 8 topných okruhů + skříň pro omítku R500	$2 \cdot 16\,911 = 33\,822$ Kč
Teplovodní podlahové vytápění, systémová deska s tepelnou izolací, vícevrstvé potrubí pex/al/pex - 600 Kč/m <sup>2</sup> , včetně montáže	$468,5 \cdot 600 = 281\,100$ Kč
Chladicí jednotka fancoil - SkyStar SK 02, 2-trubkový fancoil	$9 \cdot 17\,314 = 155\,826$ Kč

Chladicí jednotka fancoil - SkyStar SK 12, 2-trubkový fancoil	2 · 18 922 = 37 844 Kč
Dotace Nová zelená úsporám na tepelné čerpadlo určené k vytápění	-80 000 Kč
Dotace Nová zelena úsporám na tepelné čerpadlo určené k ohřevu TV	-100 000 Kč
<b>Požizovací náklady celkem</b>	<b>2 947 389 Kč</b>

Tabulka 1: Výčet pořizovacích nákladů varianty č. 1

### 3.4.1.2 Provozní náklady

Tabulka zobrazuje jednotlivé provozní náklady zahrnující revize, servis a kontroly spjaté s chodem zdroje energie a naceňuje je v rámci sledovaného období s 2 % inflací.

Revize/investice	Počet opakování	Cena
Revizní prohlídka jednoho tepelného čerpadla, servis, kontrola. Cena je stanovena na jedno zařízení 2 200 Kč/rok	15	66 000 Kč
Revizní kontrola, servis, proplach systému vytápění. Cena je určena za kompletní konstrukci vytápění objektu, 40 000 Kč/rok	15	600 000 Kč
Revizní kontrola, správa, servis a údržba systému chlazení. Cena je určen za kompletní kontrolu chlazení 20 000 Kč/rok	15	300 000 Kč
Provozní náklady za rok vč. DPH		<b>64 400 Kč</b>
Provozní náklady celkem vč. DPH		<b>966 000 Kč</b>
Inflační doložka, odhad inflace 2 % za 15 let		<b>1 101 240 Kč</b>

Tabulka 2: Provozní náklady varianty č. 1

### 3.4.1.3 Náklady na energii

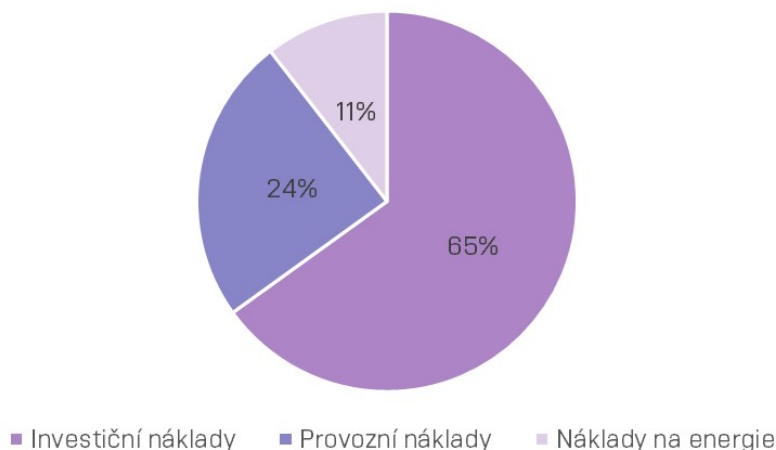
Náklady, které jsou vyčísleny na základě spotřebovaných kWh. Jedná se o energii dodanou na vytápění, ohřev teplé vody, chlazení a úpravu vzduchu ve vzduchotechnické jednotce z neobnovitelných zdrojů. V této variantě je započteno čerpání sníženého tarifu (D56d), které je pro budovy s hlavním zdrojem energie tepelné čerpadlo.

Využití dodané energie Palivo	kWh/rok	Cena/kWh	Počet let	Cena
Využití dodané energie na otopnou vodu Elektřina	3 390	4,99 Kč	15	16 916 Kč
Využití dodané energie na chladicí vodu Elektřina	1 330	4,99 Kč	15	6 637 Kč
Využití dodané energie na TUV Elektřina	770	4,99 Kč	15	3 842 Kč

Provozní náklady za rok vč. DPH	27 395 Kč
Provozní náklady za 15 let vč. DPH	547 902 Kč
Inflační doložka, odhad inflace 2 % ročně za 15 let	473 755 Kč

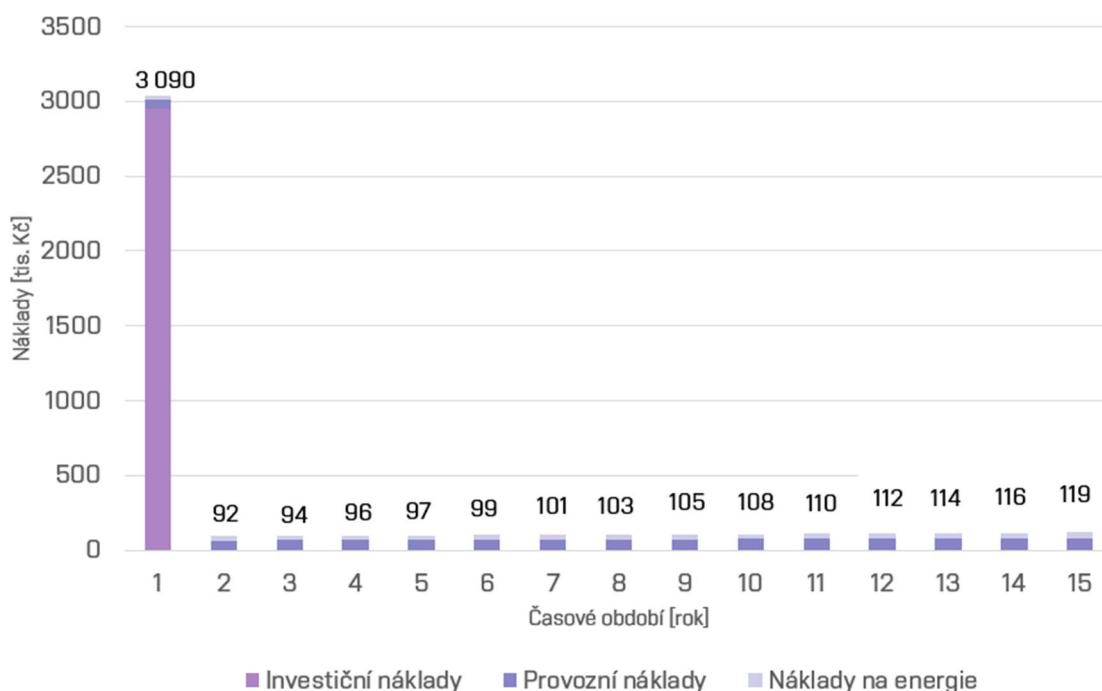
Tabulka 3: Náklady na energie varianty č. 1 za sledované období

### 3.4.2 Porovnání jednotlivých nákladů varianty č. 1



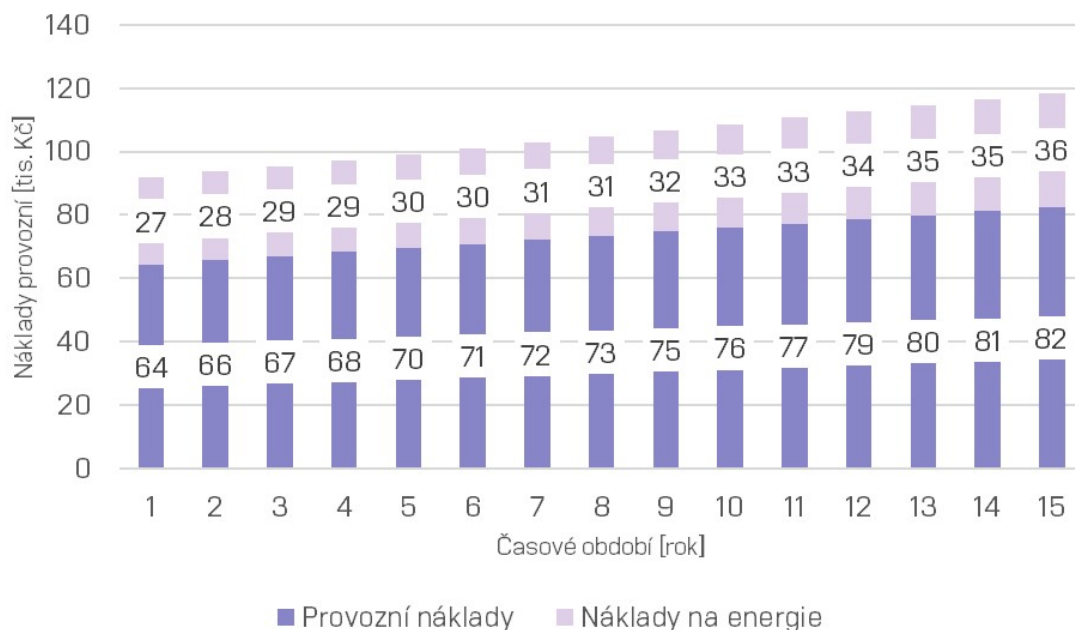
Obrázek 1: Porovnávání nákladů ve sledovaném období pro variantu č. 1

Z grafu můžeme vyčíst, že pořizovací náklady podstatně převyšují náklady na provoz a energie i v dlouhodobém hledisku 15 let. Skoro dvě třetiny celkových nákladů na investici s podílem 65 % na druhou stranu je mohou vykompenzovat nízké provozní náklady s podílem 24 % a náklady na energie s podílem 11 %.



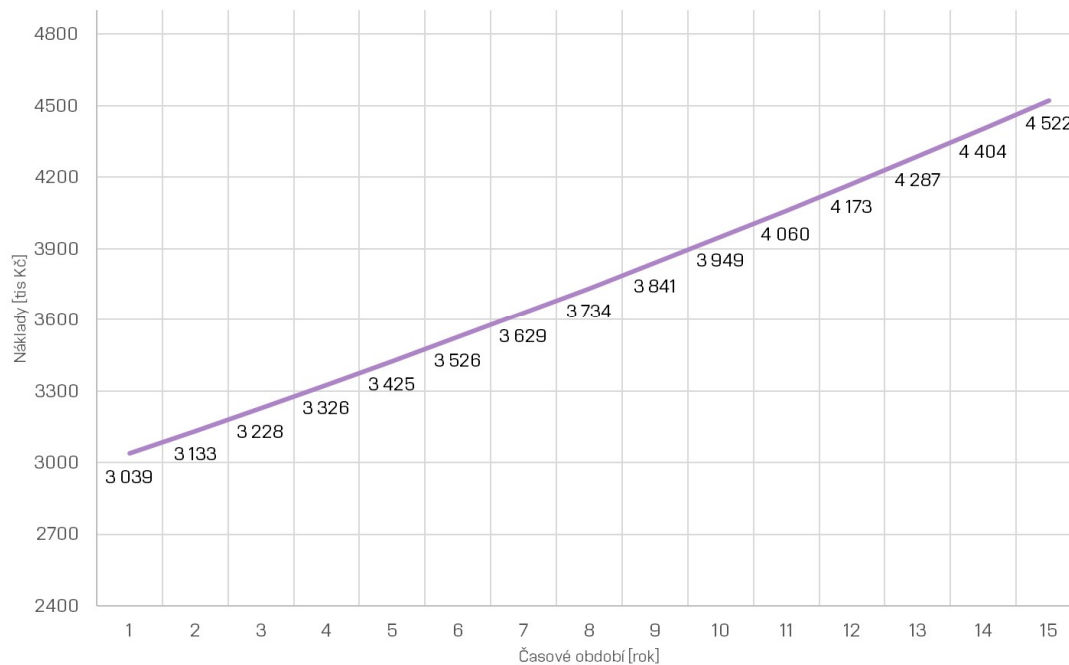
Obrázek 2: Výše nákladů v jednotlivých letech sledovaného období varianty č.1

Vysoké náklady v prvním roce jsou spojené s vysokými náklady na tepelné čerpadlo země/voda. V dalších letech se náklady stabilizují v rozmezí 92 až 119 tisíc Kč. Obrázek č. 3 zobrazuje detailnější rozdělení provozních nákladů během hodnoceného období.



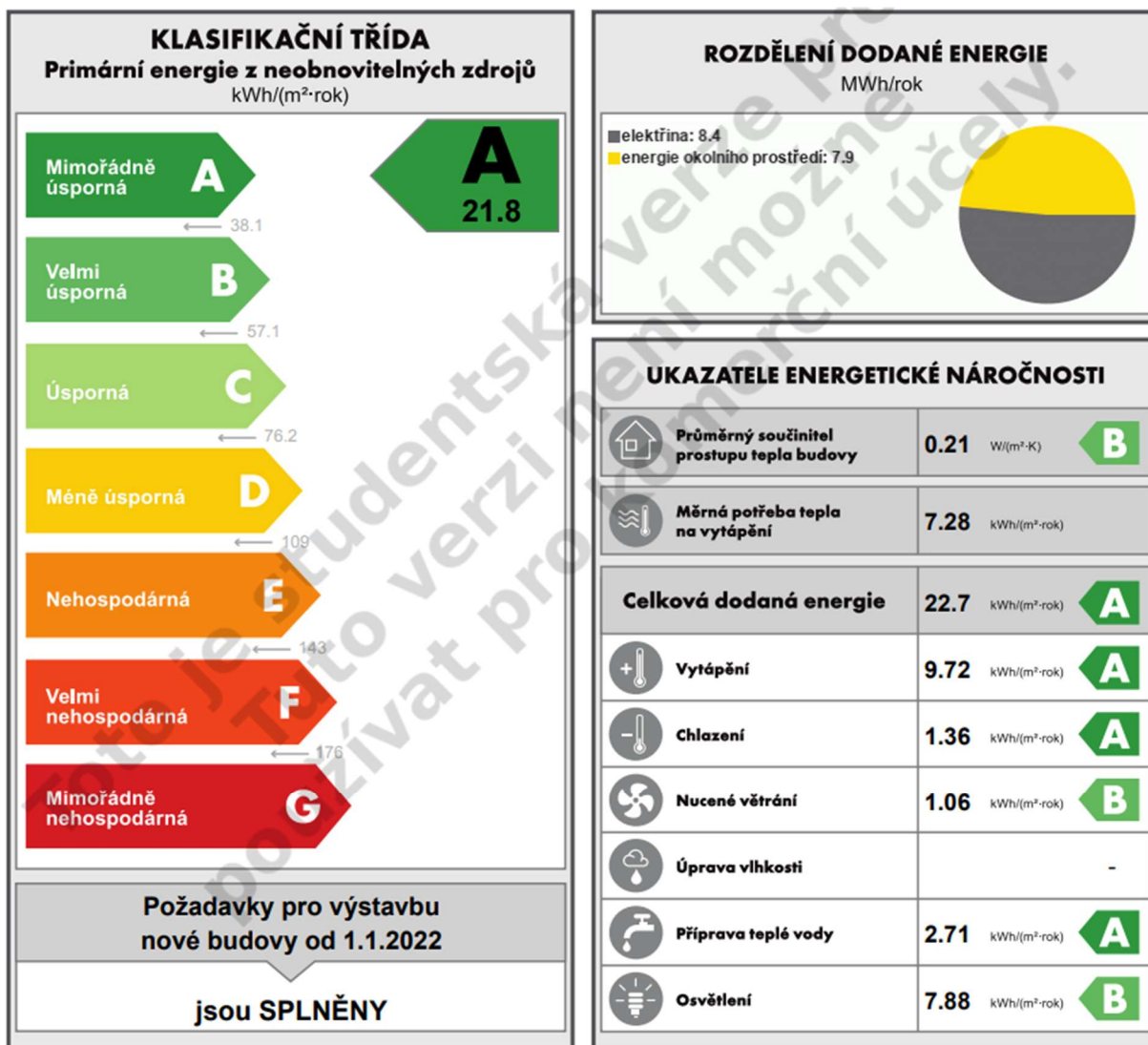
Obrázek 3: Přibližné rozdělení provozních nákladů v hodnoceném období

V procentuálním porovnání provozní náklady činí 69 % a náklady za energie 31 %.



Obrázek 4: Nárůst nákladů během sledovaného období vzhledem k inflaci 2 % varianty č. 1

V grafu jsou vykresleny celkové náklady během sledovaného období včetně investičních a provozních (náklady na správu, revize a náklady na energie). Z analýzy vyplývá, že **celková výše nákladu v období 15 let činí 4 522 384 Kč včetně DPH**. Analýza byla provedena s předpokládanou inflací 2 %.



Obrázek 5: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy pro variantu č. 1 [4]

Pro variantu č.1 byl vypracován průkaz energetické náročnosti budovy, který je k dispozici v příloze č. C.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VARIANTA č. 1. Z grafického znázornění vypočteného průkazu vyplývá že hodnocení budovy vzhledem k navrženým technologiím spadá do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná. Celková dodaná energie činí 22,7 kWh/(m<sup>2</sup>·rok).

### 3.5 Varianta č. 2 – Kondenzační plynový kotel + VRV

#### 3.5.1.1 Pořizovací náklady

Náklady spojené s nákupní investicí zařízení. Ceny převzaty z ceníků výrobců nebo RTS ceníkové soustavy, v některých případech procentuálně navýšeny o výdaje spojené s nákupem

ROZPOČTOVÁ POLOŽKA	CENA
2x Kondenzační plynový kotel Protherm Gepard Condens 25 MKO-A	$2 \cdot 23\,841 = 47\,682$ Kč
2 x VRV jednotka DAIKIN RXYSA6AV1	424 452,00 Kč
Provedení komína Schiedel včetně montáže	60 000,00 Kč
Plynovodní přípojka, délka přípojky 17,46 m, cena za PD a provedení 2 200 Kč / m	$17,46 \cdot 2\,200 = 38\,412$ Kč
Nepřímotopný zásobníkový ohřívač Dražice OKC NTR 100	11 490 Kč
Akumulační nádrž otopné vody, REGULUS PS 300 N+, včetně tepelné izolace, objem 280 l	25 821 Kč
Rozdělovač/sběrač - 2 okruhy, instalace včetně sestavy armatur, izolace - VYTÁPĚNÍ	100 000 Kč
Rozdělovač/sběrač - 2 okruhy, instalace včetně sestavy armatur, izolace - CHLAZENÍ	100 000 Kč
Dílní práce v technické místnosti	40 000 Kč
Rozvod vytápění - měděné potrubí + polyethylenová izolace tl. 25 mm	$207,2 \cdot 145 = 30\,044$ Kč
Rozvod chlazení - měděné potrubí + kaučuková izolace tl. 13 mm	$264,5 \cdot 140 = 37\,030$ Kč
Rozdělovač/sběrač podlahového vytápění GIACOMINI R553FK106 - 6 topných okruhů + skříň pro omítku R500	$4 \cdot 14\,118 = 56\,472$ Kč
Rozdělovač/sběrač podlahového vytápění GIACOMINI R553FK108 - 8 topných okruhů + skříň pro omítku R500	$2 \cdot 16\,911 = 33\,822$ Kč
Teplovodní podlahové vytápění, systémová deska s tepelnou izolací, vícevrstvé potrubí pex/al/pex - 600 Kč/m <sup>2</sup> , včetně montáže	$468,5 \cdot 600 = 281\,100$ Kč
Chladicí jednotka fancoil - SkyStar SK 02, 2-trubkový fancoil	$9 \cdot 17\,314 = 155\,826$ Kč
Chladicí jednotka fancoil - SkyStar SK 12, 2-trubkový fancoil	$2 \cdot 18\,922 = 37\,844$ Kč
<b>Pořizovací náklady celkem</b>	<b>1 479 995 Kč</b>

Tabulka 4: Výčet pořizovacích nákladů varianty č. 2

### 3.5.1.2 Provozní náklady

Náklady, které jsou spojeny s provozem během sledovaného období 15 let provozu technologií. Zahrnutý jsou ceny za kontroly, revize, servis. Oproti předchozím řešení je zde položka zabývající se revizí komínu a údržby VRV jednotky na chlazení.

Revize/investice	Počet opakování	Cena
Revizní prohlídka jednoho plynového kotle, servis, kontrola. Cena je stanovena na jedno zařízení 2 600 Kč/rok	15	78 000 Kč
Revizní kontrola, servis, proplach systému vytápění. Cena je určena za kompletní konstrukci vytápění objektu, 40 000 Kč/rok	15	600 000 Kč
Vstupní a provozní revize komína na plyné druhy paliv, 2 100 Kč/rok	15	31 500 Kč
Servis a revize venkovní VRV jednotky, 3 500 Kč/rok	15	52 500 Kč
Revizní kontrola, správa, servis a údržba systému chlazení. Cena je určen za kompletní kontrolu chlazení 20 000 Kč/rok	15	300 000 Kč
Provozní náklady za rok vč. DPH		<b>70 000 Kč</b>
Provozní náklady celkem vč. DPH		<b>1 062 000 Kč</b>
Inflační doložka, odhad inflace 2 % ročně za 15 let		<b>1 210 539 Kč</b>

Tabulka 5: Provozní náklady varianty č. 2

### 3.5.1.3 Náklady na energii

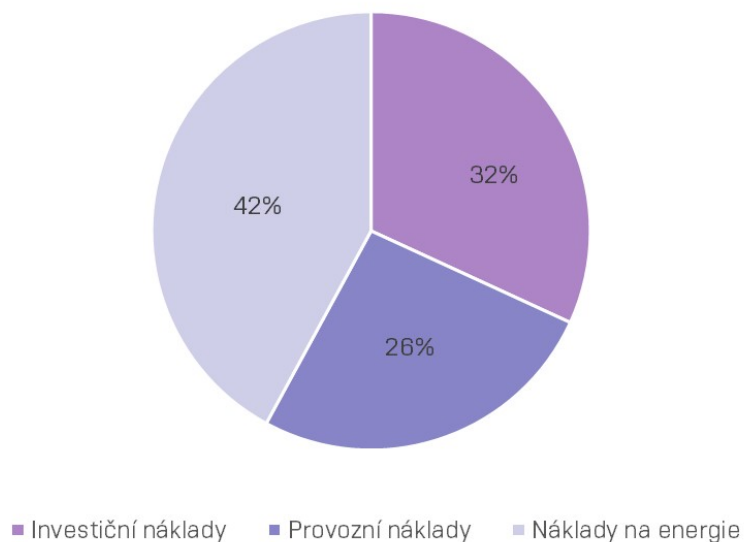
Náklady, které jsou vyčísleny na základě spotřebovaných kWh. Jedná se o energii dodanou na vytápění, ohřev teplé vody, chlazení a úpravu vzduchu ve vzduchotechnické jednotce z neobnovitelných zdrojů. V této variantě se počítá s cenou za plyn 2,80 Kč/kWh a elektřiny 8,33 Kč/kWh.

Využití dodané energie Palivo	kWh/rok	Cena/kWh	Počet let	Cena
Využití dodané energie na otopnou vodu Zemní plyn	6 530	2,80 Kč	15	18 284 Kč
Využití dodané energie na chladící vodu Elektřina	11 200	8,33 Kč	15	93 296 Kč
Využití dodané energie na TUV Zemní plyn	500	2,80 Kč	15	1 400 Kč
Provozní náklady za rok vč. DPH				<b>112 980 Kč</b>
Provozní náklady za 15 vč. DPH				<b>1 694 700 Kč</b>
Inflační doložka, odhad inflace 2 % za 15 let				<b>1 953 810 Kč</b>

Tabulka 6: Náklady na energii varianty č.2

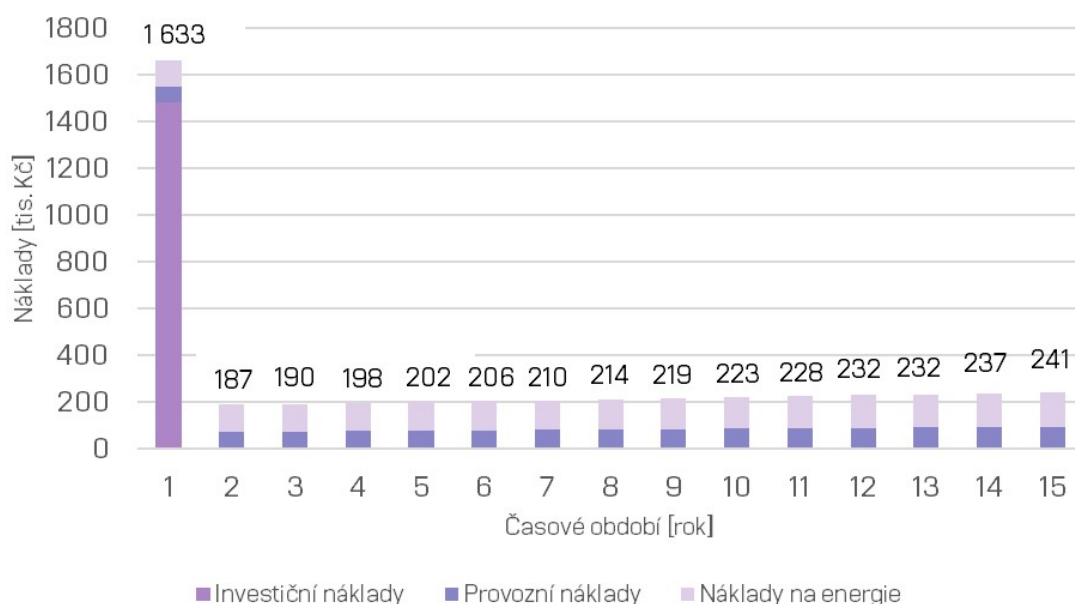
### 3.5.2 Porovnání jednotlivých nákladů

Analýza a porovnání nákladů na pořízení, provoz a spotřebu během patnáctiletého období, včetně posouzení jejich vzájemných vazeb a dlouhodobého dopadu.



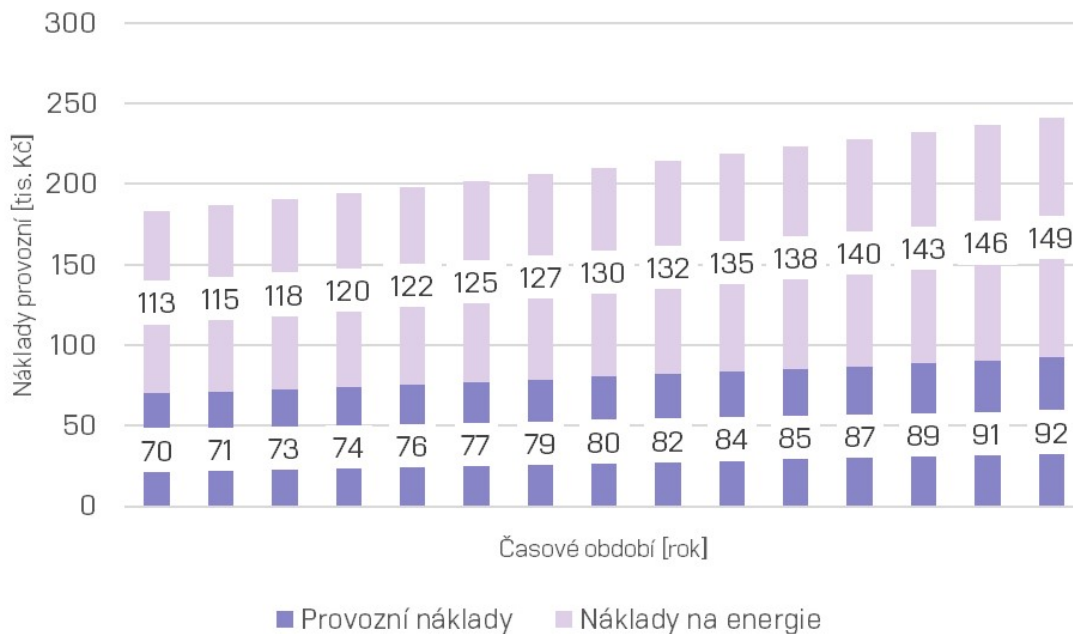
Obrázek 6: Porovnání nákladů ve sledovaném období varianty č.2

Z grafu je patrné že investiční náklady nečiní ani třetinu celkových výdajů za sledované období, tedy 32 %. V posuzované variantě jsou naopak nejvyšší náklady na energie s podílem 42 % a dále provozní náklady s podílem 26 %.



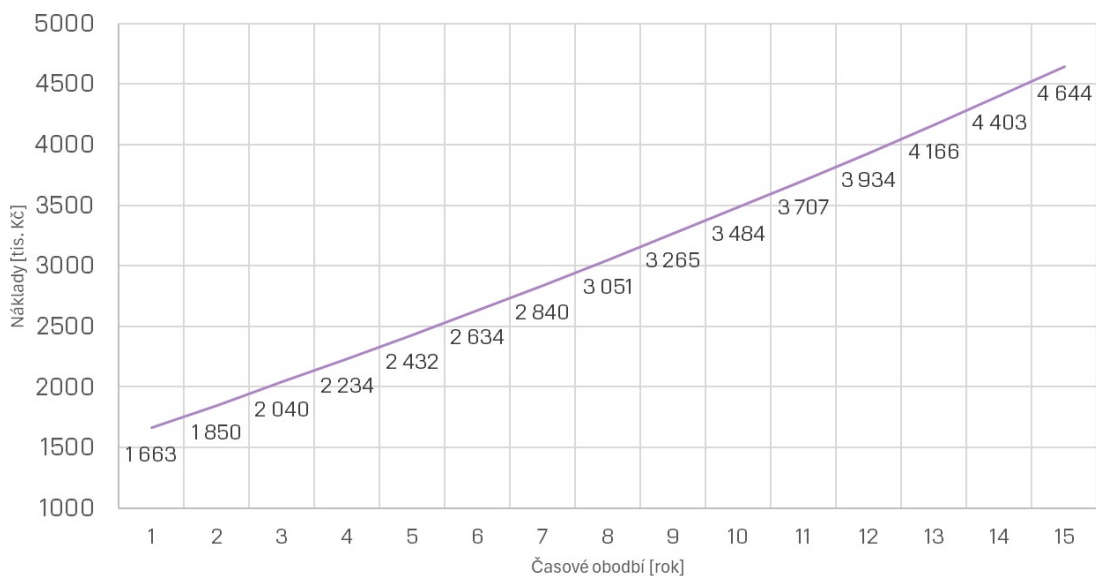
Obrázek 7: Výše nákladů během v jednotlivých letech sledovaného období varianty č.2

Náklady v prvním roce jsou opět zvýšeny o investiční náklad. V dalších letech se náklady stabilizují v rozmezí 187 až 241 tisíc Kč. Obrázek č. 8 zobrazuje detailnější rozdělení provozních nákladů během hodnoceného období.



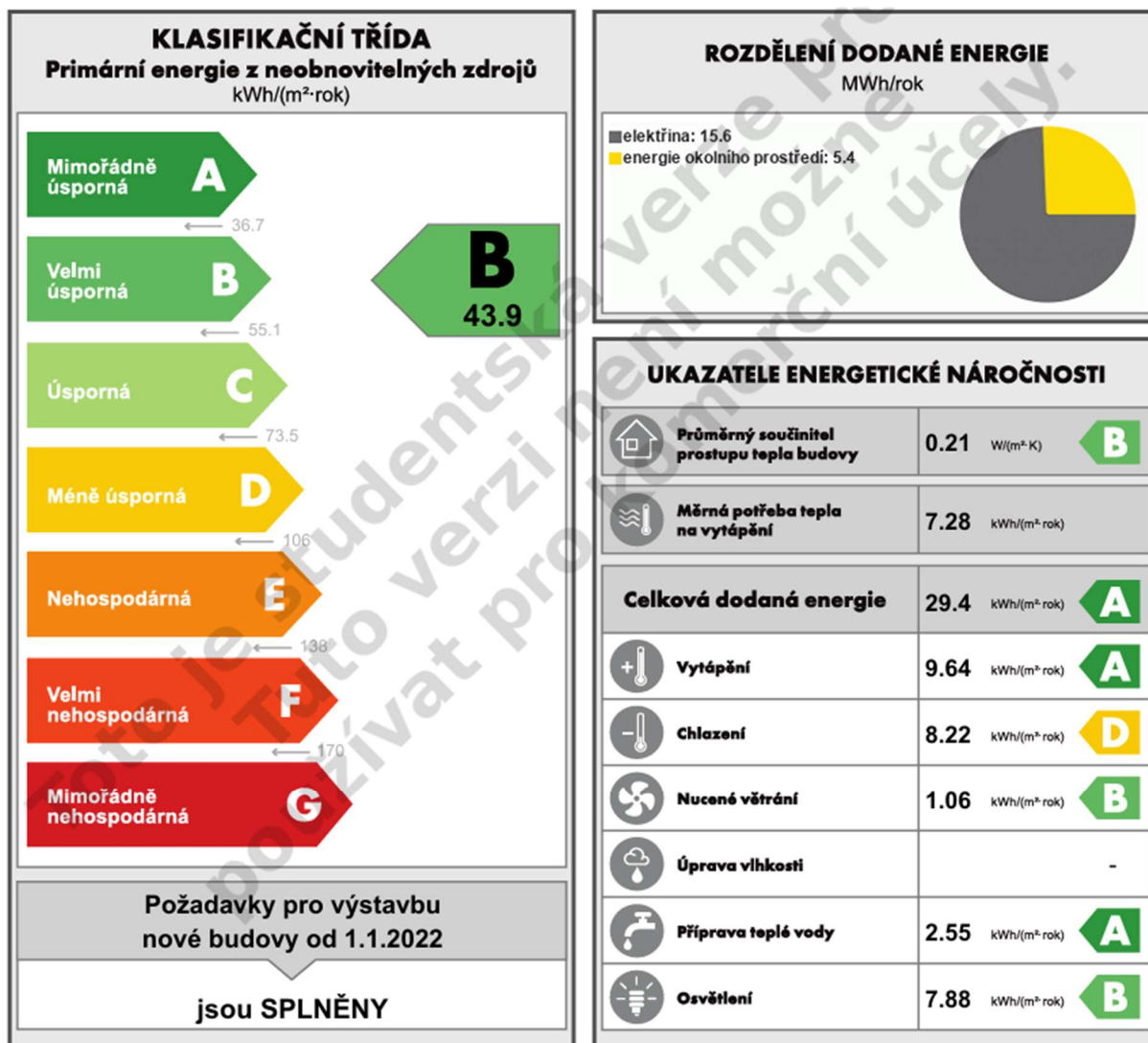
Obrázek 8: Přibližné rozdělení provozních nákladů v hodnoceném období

V procentuálním porovnání provozní náklady činí 62 % a náklady za energie 38 %.



Obrázek 9: Nárůst nákladů během sledovaného období vzhledem k inflaci 2 % varianty č. 2

V grafu jsou vykresleny celkové náklady během sledovaného období včetně investičních a provozních (náklady na správu, revize a náklady na energii). Z analýzy vyplývá, že celková výše nákladu v období 15 let činí 4 432 118 Kč včetně DPH .



Obrázek 10: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy pro variantu č. 2 [4]

Pro variantu č.2 byl vypracován průkaz energetické náročnosti budovy, který je k dispozici v příloze č. C.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VARIANTA č.2. Z grafického znázornění vypočteného průkazu vyplývá že hodnocení budovy vzhledem k navrženým technologiím spadá do klasifikační třídy B – úsporná. Celková dodaná energie činí 29,4 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)

### 3.6 Varianta č. 3 – Kotel na biomasu + VRV

#### 3.6.11 Pořizovací náklady

Náklady spojené s nákupní investicí zařízení navržených výhradně pro vytápění, ohřev teplé vody, úpravu vzduchu ve vzduchotechnice a chlazení.

ROZPOČTOVÁ POLOŽKA	CENA
Kotel na biomasu - BENEKOV C57 BIO - teplovodní kotel na pelety	1 · 187 746 = 187 746 Kč
2 x VRV jednotka DAIKIN RXYSA6AV1	424 452,00 Kč
Provedení komína Schiedel včetně montáže	60 000,00 Kč
Nepřímotopný zásobníkový ohřívač Dražice OKC NTR 100	25 821 Kč
Akumulační nádrž otopné vody, REGULUS PS 700 N+, včetně tepelné izolace, objem 656 l	35 565 Kč
Akumulační nádrž otopné vody, REGULUS PS 300 N+, včetně tepelné izolace, objem 280 l	25 821 Kč
Rozdělovač/sběrač - 2 okruhy, instalace včetně sestavy armatur, izolace - VYTÁPĚNÍ	100 000 Kč
Rozdělovač/sběrač - 2 okruhy, instalace včetně sestavy armatur, izolace - CHLAZENÍ	100 000 Kč
Dílní práce v technické místnosti	40 000 Kč
Rozvod vytápění - měděné potrubí + polyethylenová izolace tl. 25 mm	207,2 · 145 = 30 044 Kč
Rozvod chlazení - měděné potrubí + kaučuková izolace tl. 13 mm	264,5 · 140 = 37 030 Kč
Rozdělovač/sběrač podlahového vytápění GIACOMINI R553FK106 - 6 topných okruhů + skříň pro omítku R500	4 · 14 118 = 56 472 Kč
Rozdělovač/sběrač podlahového vytápění GIACOMINI R553FK108 - 8 topných okruhů + skříň pro omítku R500	2 · 16 911 = 33 822 Kč
Teplovodní podlahové vytápění, systémová deska s tepelnou izolací, vícevrstvé potrubí pex/al/pex - 600 Kč/m <sup>2</sup> , včetně montáže	468,5 · 600 = 281 100 Kč
Chladicí jednotka fancoil - SkyStar SK 02, 2-trubkový fancoil	9 · 17 314 = 155 826 Kč
Chladicí jednotka fancoil - SkyStar SK 12, 2-trubkový fancoil	2 · 18 922 = 37 844 Kč
<b>Pořizovací náklady celkem</b>	<b>1 579 368 Kč</b>

Tabulka 7: Výčet pořizovacích nákladů varianty č. 3

### 3.6.1.2 Provozní náklady

Náklady, které jsou spojeny s provozem během sledovaného období 15 let provozu technologií. Zahrnuty jsou ceny za kontroly, revize, servis.

Revize/investice/obsluha	Počet opakování	Cena
Revizní prohlídka jednoho kotle na biomasu, servis, kontrola. Cena je stanovena na jedno zařízení 3 000 Kč/rok	15	45 000 Kč
Obsluha kotle - doplňování paliva Stanovena výrobcem 10 minut denně, celkem 12 000 Kč/rok	15	180 000 Kč
Revizní kontrola, servis, proplach systému vytápění. Cena je určena za kompletní konstrukci vytápění objektu, 40 000 Kč/rok	15	600 000 Kč
Vstupní a provozní revize komína na plynné druhy paliv, 2 100 Kč/rok	15	31 500 Kč
Servis a revize venkovní VRV jednotky, 3 500 Kč/rok	15	52 500 Kč
Revizní kontrola, správa, servis a údržba systému chlazení. Cena je určen za kompletní kontrolu chlazení 20 000 Kč/rok	15	300 000 Kč
Provozní náklady za rok vč. DPH		<b>80 600 Kč</b>
Provozní náklady celkem vč. DPH		<b>1 209 000 Kč</b>
Inflační doložka, odhad inflace 2 % za 15 let		<b>1 393 849 Kč</b>

Tabulka 8: Provozní náklady varianty č. 3

### 3.6.1.3 Náklady na energie

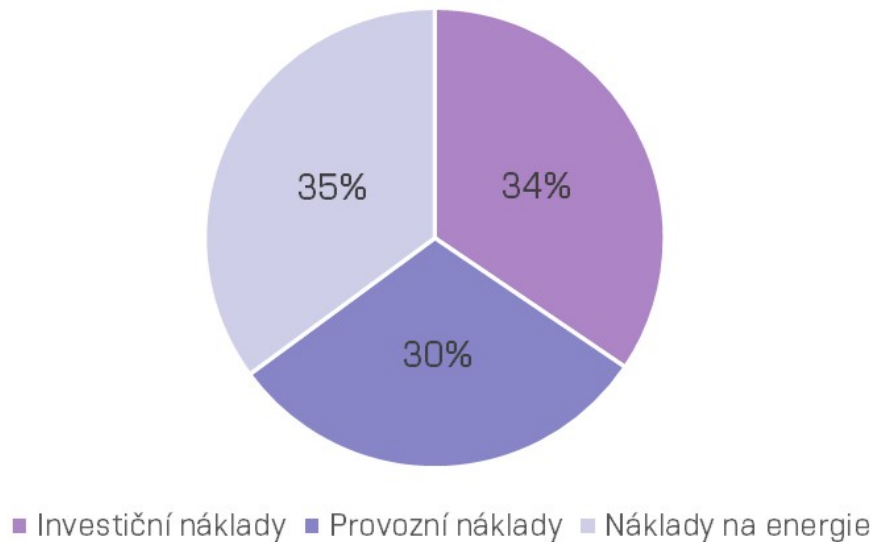
Náklady, které jsou vyčísleny na základě spotřebovaných kWh. Jedná se o energii dodanou na vytápění, ohřev teplé vody, chlazení a úpravu vzduchu ve vzduchotechnické jednotce z neobnovitelných zdrojů. V této variantě se počítá s cenou za dřevěné pelety 1,69 Kč/kWh a cenou za elektřinu 8,33 Kč/kWh

Využití dodané energie Palivo	kWh/rok	Cena/kWh	Počet let	CENA
Využití dodané energie na otopnou vodu Dřevěné pelety	6 630	1,69 Kč	15	11 205 Kč
Využití dodané energie na chladící vodu Elektřina	11 200	8,33 Kč	15	93 296 Kč
Využití dodané energie na TUV Dřevěné pelety	700	1,69 Kč	15	1 183 Kč
Provozní náklady za rok vč. DPH				<b>105 684 Kč</b>
Provozní náklady za 15 vč. DPH				<b>1 585 256 Kč</b>
Inflační doložka, odhad inflace 2 % za 15 let				<b>1 607 643 Kč</b>

Tabulka 9: Náklady na energie varianty č.3

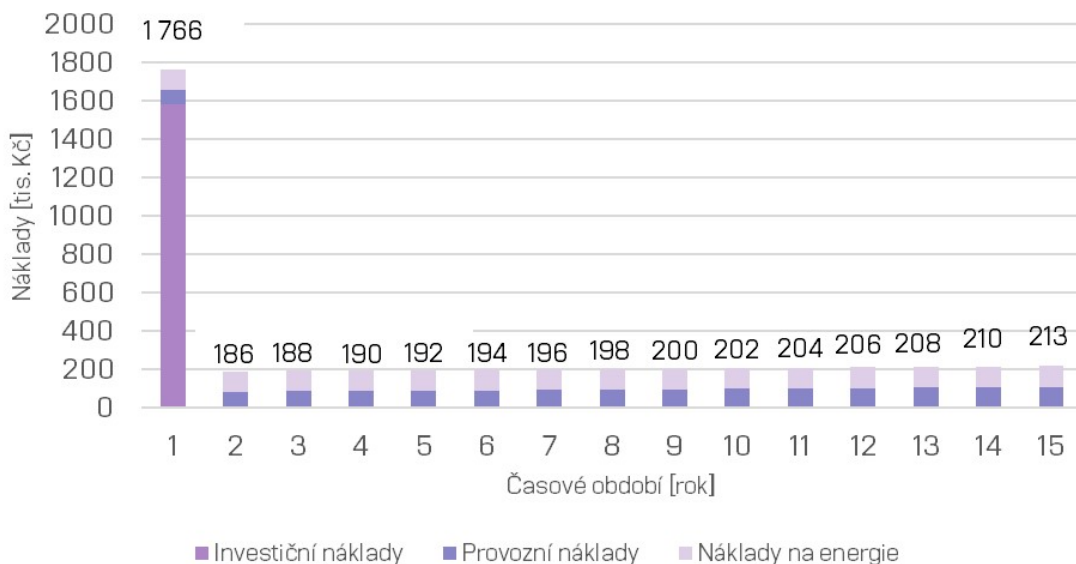
### 3.6.2 Porovnání jednotlivých nákladů

Analýza a porovnání nákladů na pořízení, provoz a spotřebu během patnáctiletého období, včetně posouzení jejich vzájemných vazeb a dlouhodobého dopadu.



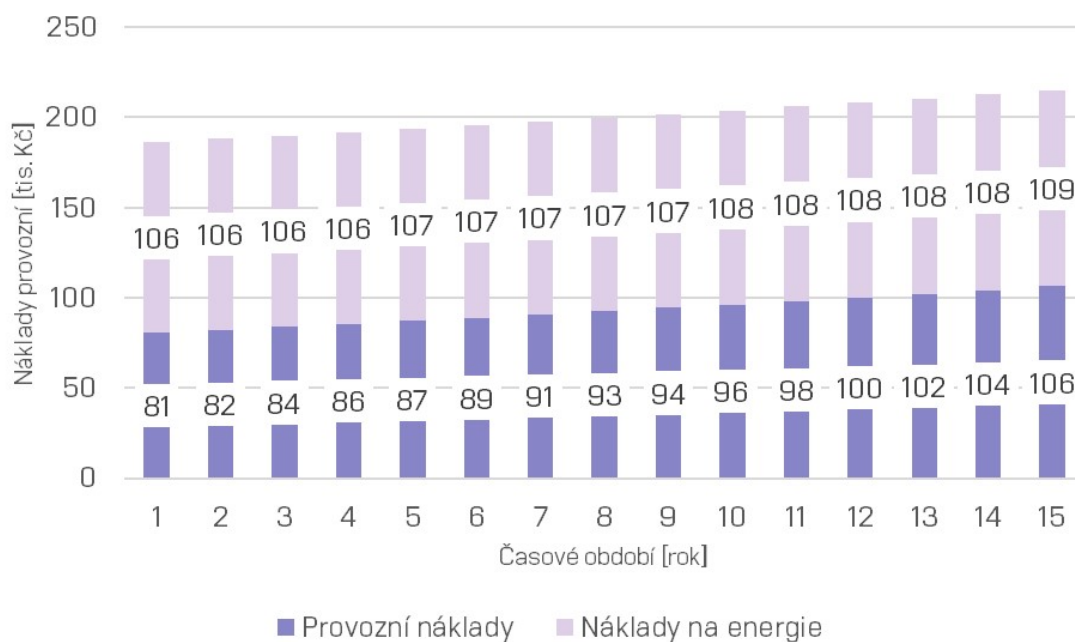
Obrázek 11: Porovnání nákladů ve sledovaném období varianty č.3

U posuzované varianty jsou náklady v rámci hodnoceného období téměř shodné. Největší náklady činí náklady na energie s podílem 35 %, dále jsou náklady investiční s podílem 34 % a náklady provozní s podílem 30 %



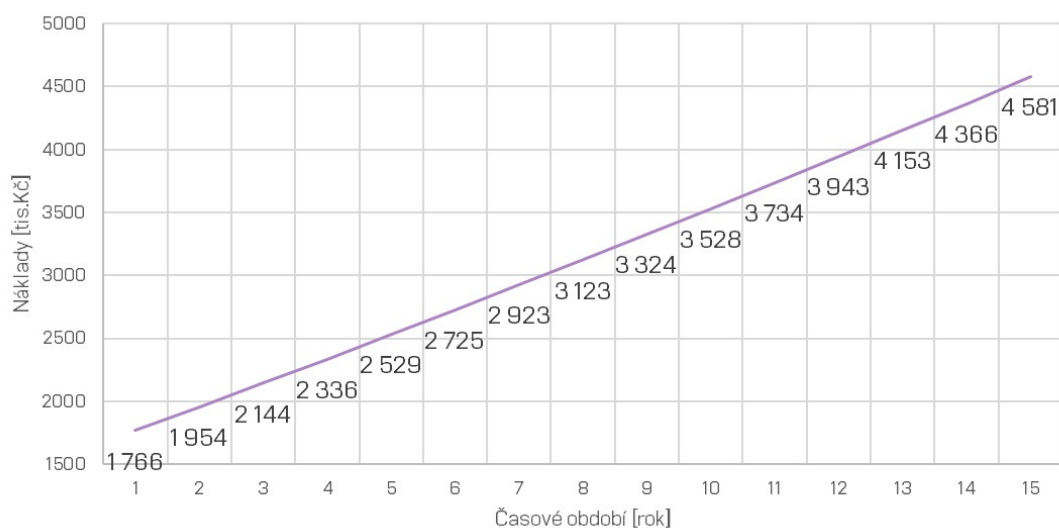
Obrázek 12: Výše nákladů během v jednotlivých letech sledovaného období varianty č.3

Náklady v prvním roce jsou opět zvýšeny o investiční náklad. V dalších letech se náklady stabilizují v rozmezí 186 až 213 tisíc Kč. Obrázek č. 13 zobrazuje detailnější rozdělení provozních nákladů během hodnoceného období.



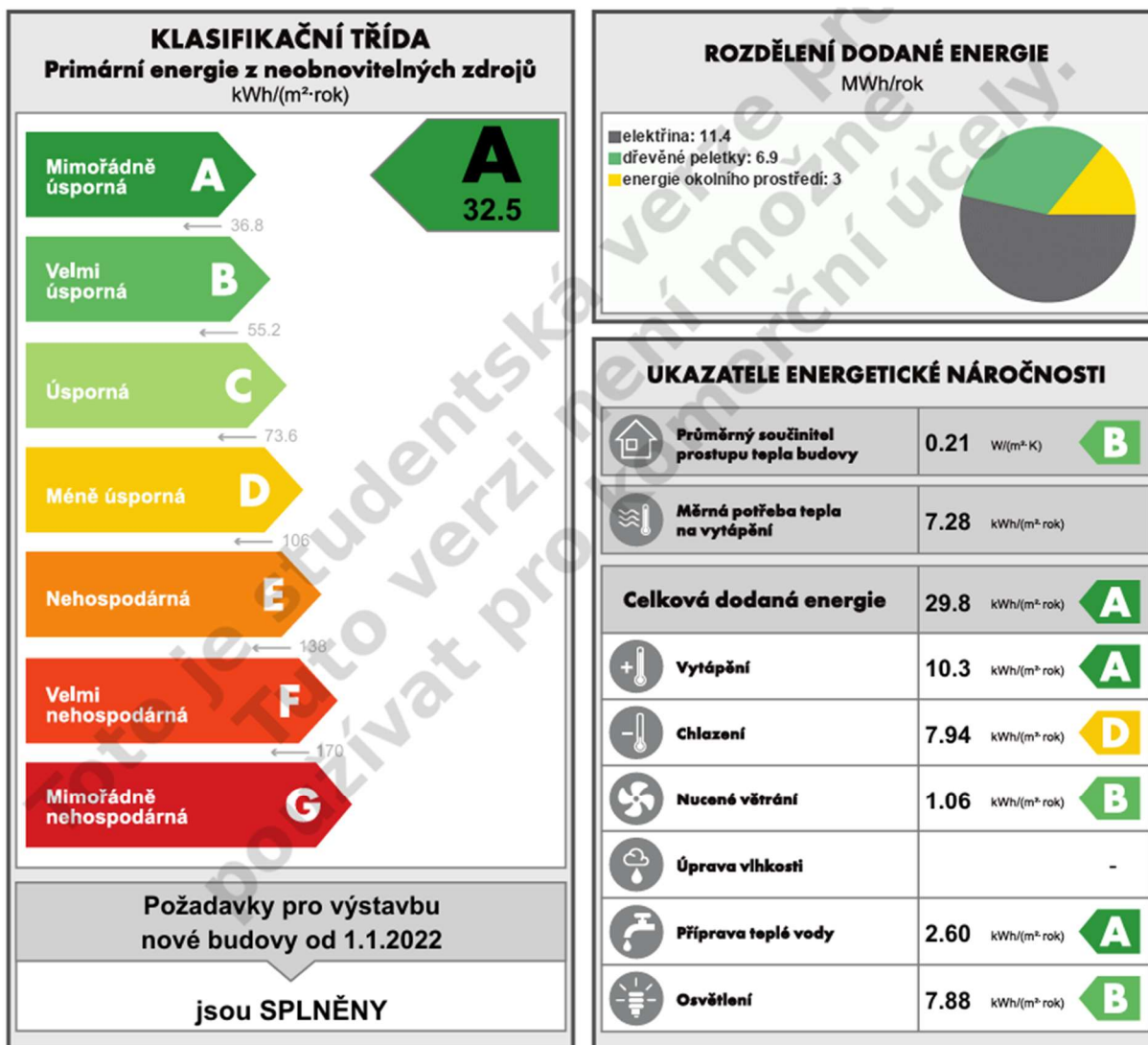
Obrázek 13: Přibližné rozdělení provozních nákladů v hodnoceném období

V procentuálním porovnání provozní náklady činí 49 % a náklady za energie 51 %.



Obrázek 14: Nárůst nákladů během sledovaného období vzhledem k inflaci 2 % varianty č. 3

V grafu jsou vykresleny celkové náklady během sledovaného období včetně investičních a provozních (náklady na správu, revize a náklady na energie). Z analýzy vyplývá, že celková výše nákladu v období 15 let činí 4 580 860 Kč včetně DPH .



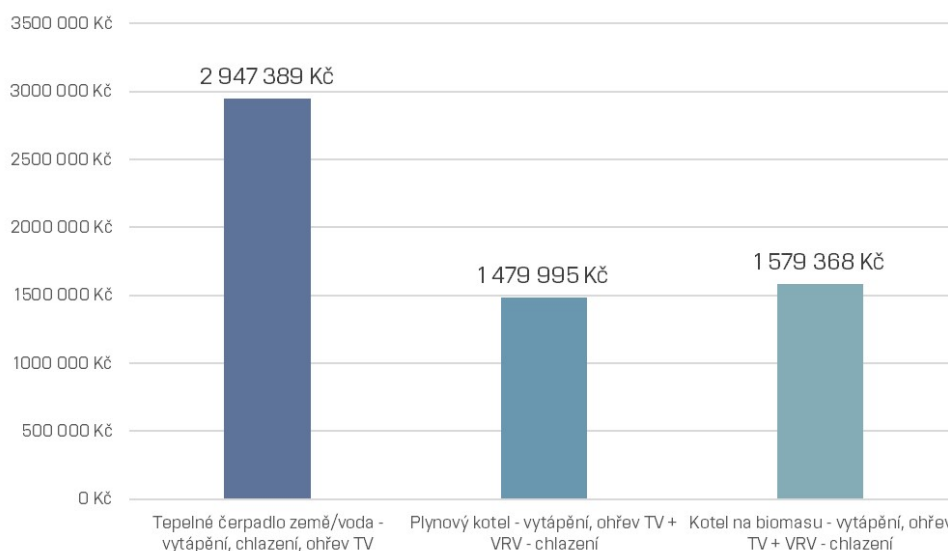
Obrázek 15: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy pro variantu č. 3 [4]

Pro variantu č.3 byl vypracován průkaz energetické náročnosti budovy, který je k dispozici v příloze č. C.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY – VARIANTA č. 3. Z grafického znázornění vypočteného průkazu vyplývá že hodnocení budovy vzhledem k navrženým technologiím spadá do klasifikační třídy A – mimořádně úsporná. Celková dodaná energie činí 29,8 kWh/(m<sup>2</sup>·rok).

## 3.7 Porovnání dílčích nákladů jednotlivých variant

### 3.7.1 Porovnání investičních nákladů

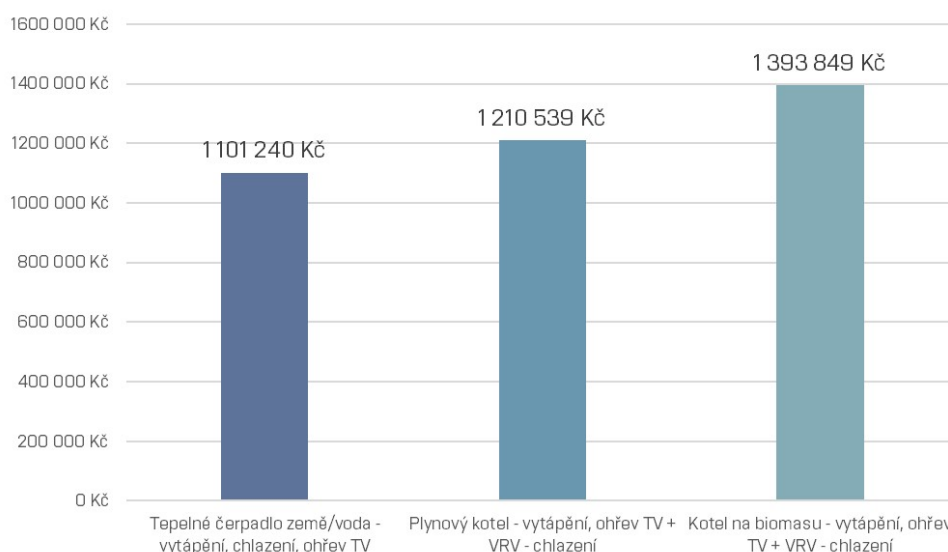
Z hlediska investičních nákladů nejlépe vychází varianta č. 2 s plynovým kondenzačním kotlem pro vytápění a ohřev teplé vody. Zhruba o 300 tisíc dražší je varianta č. 3 s navrženým kotlem na biomasu a VRV. Nejvyšší investiční náklady má dle očekávání varianta č.1 s navrženým tepelným čerpadlem země/voda. Cena za pořízení je o 57% vyšší než za pořízení nejlevnější varianty s plynovým kondenzačním kotlem.



Obrázek 16: Grafické porovnání investičních nákladů řešených variant

### 3.7.2 Porovnání provozních nákladů

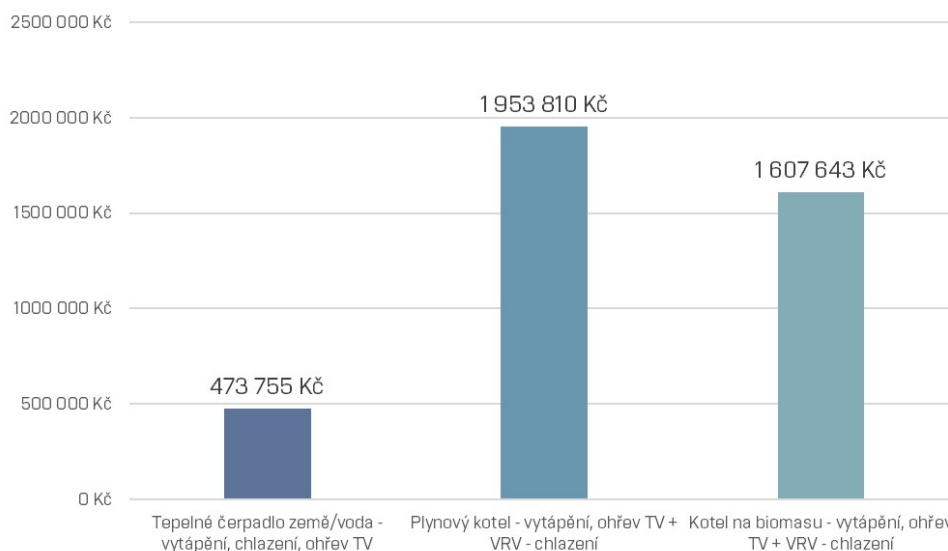
Při porovnání provozních nákladů vyšla nejlépe varianta č. 1 s tepelným čerpadlem s cenou 1 104 240 Kč v rámci sledovaného období. O zhruba 109 tisíc hůř je na tom varianta s plynovým kotlem a o 292 tisíc Kč s kotlem na biomasu.



Obrázek 17: Grafické porovnání provozních nákladů řešených variant

### 3.7.3 Porovnání nákladů na energie

U porovnání nákladů na energie výrazně nejlépe vychází varianta č. 1. Náklady na energie tepelného čerpadla tvoří pouze 30 % z nákladu u druhé nejlépe zhodnocené varianty – kotle na biomasu s VRV. Nejhorší vyšly náklady na plynový kondenzační kotel s VRV, které jsou v porovnání s variantou č. 1 vyšší o 1 480 055 Kč.



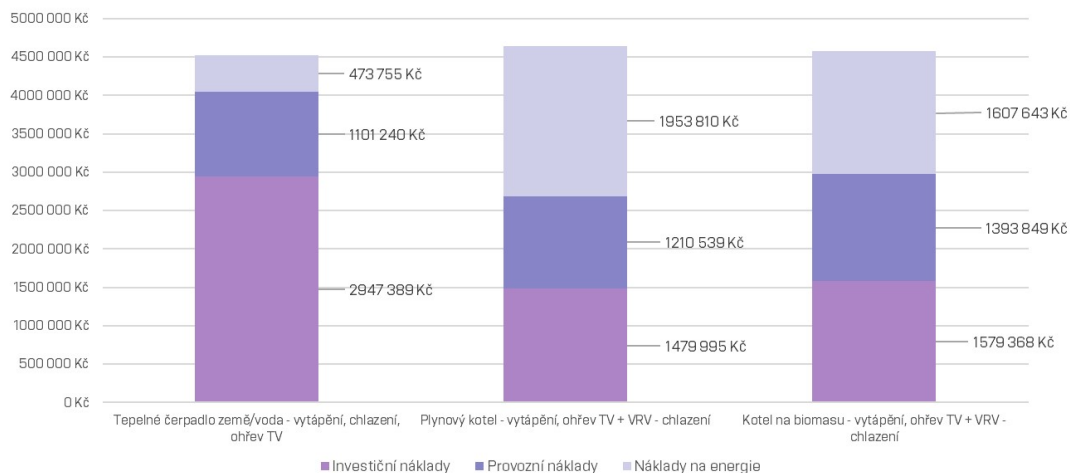
Obrázek 18: Grafické porovnání nákladů na energie řešených variant

### 3.8 Celkové náklady za hodnocené období

Vyhodnocení analýzy provedené v časovém úseku 15 let ukázalo, že nejeekonomičtější variantou pro navrhovanou administrativní budovu je varianta č. 1 – dvojice tepelných čerpadel země/voda.

Varianta	Popis	Celkové náklady za sledované období
1	Tepelné čerpadlo země/voda - vytápění, chlazení, ohřev TV	4 522 384 Kč
2	Plynový kotel - vytápění, ohřev TV + VRV - chlazení	4 644 344 Kč
3	Kotel na biomasu - vytápění, ohřev TV + VRV - chlazení	4 580 860 Kč

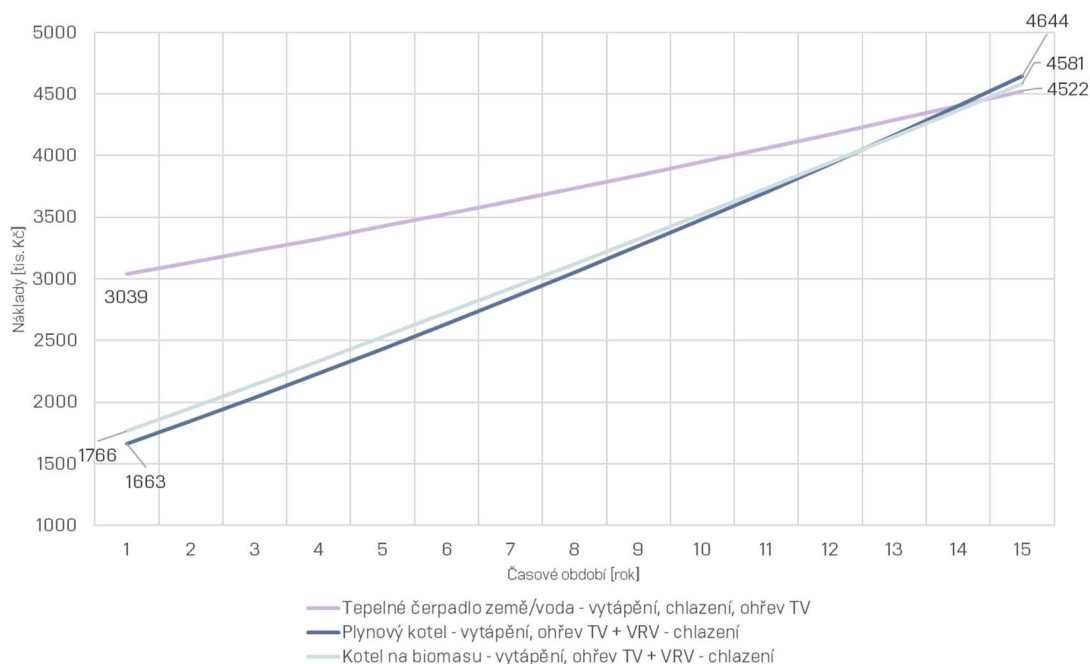
Tabulka 10: Celkové porovnání nákladů za hodnocené období



Obrázek 19: Grafické znázornění porovnání jednotlivých a celkových nákladů navržených variant

Vyšší investiční náklad pro variantu č. 1 byla očekávaný, jelikož cena samotné jednotky tepelného čerpadla se pohybuje okolo 350 tisíc Kč. Navíc je oproti ostatním variantám zvýšena o nutnou investici do geotermálních vrtů, které činí 1 380 000 Kč, sběrné šachty, která činí skoro 98 000 Kč a deskového výměníku, který vychází na 11 900 Kč, viz Tabulka 1. Ačkoliv u dvou dalších variant je nutné investovat do realizaci komína, odtahu spalin a pořízení VRV jednotek jejich cena se neprojeví v investičním nákladu tak výrazně jako hlubinné vrty a další příslušenství tepelného čerpadla země/voda.

Na grafu výše vidíme porovnání dílčích nákladů a podíl celkového nákladu. Zde je zřejmé, že hlavní výhodou varianty č. 1 jsou nízké náklady na provoz. Příčinou této skutečnosti je výhodný tarif čerpání elektrické energie, nízké nároky na potřebu energie z primárních zdrojů díky pasivnímu chlazení a menší náklady spojeny s revizí komína, která jsou obou dalších variantách. Kotel na biomasu navíc vyžaduje i obsluhu a doplňování paliva jednou za 5-7 dní, což u ostatních variant není potřeba.



Obrázek 20: Grafické znázornění nárůstu nákladu variant v hodnoceném období

Z obrázku výše můžeme vidět postupný nárůst nákladů všech variant v hodnoceném období se započítanou roční 2% inflací.

Zároveň byla varianta č. 1 vyhodnocena jako energeticky neúčinnější a vyhovuje požadavkům budovy s téměř nulovou spotřebou energie hodnocením A – mimořádně výborná. Toto hodnocení získala v průřezu i varianta s kotlem na biomasu. S výsledkem hodnocení B – výborná spadá plynový kondenzační kotel, který se tedy jeví jako nevhodným řešením pro navrhovanou budovu.

## **ZÁVĚR**

V rámci řešeného projektu byla navržena administrativní budova s téměř nulovou spotřebou energie v rozsahu dokumentace pro stavební povolení.

Dále byla zvolena optimální technologie, součástí koncepčního návrhu technických zařízení budov, s ohledem na požadavky budovy.

Provedené hodnocení ve třetí části se zaměřovalo na ekonomickou náročnost a energetickou efektivitu hlavního zdroje pro vytápění, chlazení a přípravu teplé vody během 15 let. Jako nejvýhodnějším řešením se ukázala varianta s dvojicí tepelných čerpadel země/voda, která je navržena v rámci projektu této diplomové práce.

## Použité předpisy a normy

ČSN 01 3420:2004 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části

ČSN 01 3495:1997 Výkresy ve stavebnictví – Výkresy požární bezpečnosti staveb

ČSN 73 0580-1:2007 + Z1:2011 + Z2:2017 + Z3:2019 Denní osvětlení budov – část 1: Základní požadavky

Nařízení vlády č. 367/2007 Sb., Nařízení vlády, §45

ČSN EN 17034:2019 Denní osvětlení budov

ČSN 73 0540-1:2005 Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie

ČSN 73 0540-2:2011 + Z1:2012 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná technika budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin

ČSN 73 0540-3:2005 Tepelná technika budov – Část 4: Návrh: Výpočtové metody

Vyhláška č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov ve znění pozdějších předpisů

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

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění pozdějších předpisů

ČSN EN 62817 Fotovoltaické systémy

ČSN EN 16941-1 Systémy pro využití nepitné vody na místě – Část 1: Systémy pro využití dešťových vod

ČSN 06 0320 – Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

ČSN 15450 – Tepelné soustavy v budovách – Navrhování tepelných soustav s tepelnými čerpadly

ČSN 730548 – Výpočet tepelné zátěže klimatizovaných prostorů

ČSN EN 16941-1 Systémy pro využití nepitné vody namísto – Část 1: Systémy pro využití dešťových vod

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

Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací ve znění pozdějších předpisů

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterými se stanoví podmínky ochrany při práci ve znění pozdějších předpisů

ČSN 73 0532:2021 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků – Požadavky

ČSN 73 0525:1998 Akustika – Projektování v oboru prostorové akustiky – Všeobecné zásady

ČSN EN ISO 12354 Stavební akustika

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon)

Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb

ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb – společná ustanovení

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty

ČSN 73 5305 Administrativní budovy a prostory

ČSN 73 0331-1 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet – Část 1: obecná část a měsíční výpočtová data

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov

ČSN EN ISO 52016–1 Energetická náročnost budov – potřeba energie na vytápění a chlazení, vnitřní teploty a citelné a latentní tepelné výkony – Část 1: Výpočtové postupy

ČSN EN ISO 13790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení

ČSN EN 15316-4-3 Výpočtová metoda pro stanovení potřeb energie a účinnosti soustavy – Část 4-3: Výroba tepla, fotovoltaické a solární soustavy

## Internetové zdroje

[1] ČEZ, a.s. *Ceník elektřiny* [online]. 2025 [cit. 2025-01-14]. Dostupné z: <https://www.cezesco.cz/cs/produkty/elektrina/ceniky>

[2] ČEZ, a.s. *Ceník plynu* [online]. 2025 [cit. 2025-01-14]. Dostupné z: <https://www.cezesco.cz/cs/produkty/plyn/ceniky>

[3] PREMIUM PELLETS s.r.o. [online]. 2019 [cit. 2025-01-14]. Dostupné z: <https://www.premium-pelety.cz/aktualita/srovnani-rocnich-nakladu-na-vytapeni>

[4] DEK, a.s. [online]. [cit. 2025-01-14]. Dostupné z: <https://deksoft.eu/>

RTS, A.S. *RTS cloud* [online]. [cit. 2025-01-14]. Dostupné z: [https://www.rtscloud.cz/App/RTS-Data/KKPTree\\_OBJ23\\_KPR492](https://www.rtscloud.cz/App/RTS-Data/KKPTree_OBJ23_KPR492)

TOPINFO S.R.O. *TZB-info* [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/>

SYSTEMAIR, A.S. *Topvex FSU vzduchotechnické jednotky* [online]. 2024 [cit. 2025-01-06]. Dostupné z: <https://www.systemair.com/cs-cz/vyroby/vzduchotechnicke-jednotky/topvex/topvex-fsu?sku=461793>

MANDIK [online]. 2024 [cit. 2025-01-06]. Dostupné z: <https://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/anemostaty/vvm>

MANDIK [online]. 2024 [cit. 2025-01-06]. Dostupné z: <https://www.mandik.cz/produktova-rada/distribucni-elementy/dyzy-a-ventily/tvom/-/tvpm>

PVGIS [online]. 2025 [cit. 2025-01-06]. Dostupné z: [www.pvgis.com](http://www.pvgis.com)

Eshopelektronika.cz [online]. 2021 [cit. 2025-01-06]. Dostupné z: <https://www.eshopelektronika.cz/fotovoltaicky-panel-ja-solar-455-w-mono-perc-stribrny-ram>

Hydronix [online]. 2024 [cit. 2025-01-06]. Dostupné z: <https://www.hydronix.cz/kazetove-2-trubkove-fancoily-skystar-sk-s-abs-celni-deskou/>

Internorm [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.internorm.com/cs-cz/produkty/dvere/drevohlinikove-dvere>

SVĚT OKEN S.R.O. ČESKÁ HLINÍKOVÁ OKNA NADSTANDARDNÍ KVALITY [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: [https://www.svet-oken.cz/cz/hlinikova-okna.html?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAiA34S7BhAtEiwACZzv4V3MK3rqElb5H2gvTDfWBtRA4ZXT0-AyLRN5mOlwEnT--Nln4oerohoC1YAQAvD\\_BwE](https://www.svet-oken.cz/cz/hlinikova-okna.html?gad_source=1&gclid=CjwKCAiA34S7BhAtEiwACZzv4V3MK3rqElb5H2gvTDfWBtRA4ZXT0-AyLRN5mOlwEnT--Nln4oerohoC1YAQAvD_BwE)

Knauf [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://knauf.com/cs-CZ/knauf-gypsum/produkty-a-systemy/systemy/sucha-vystavba/stenove-systemy/pricky>

SAINT-GOBAIN CONSTRUCTION PRODUCTS CZ A.S. Isover [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.isover.cz/>

REGULUS SPOL. S R.O. [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/>

IVT Tepelná čerpadla s.r.o. [online]. 2024 [cit. 2025-01-06]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/ivt-geo-g-nad-20-kw>

GT ENERGY S.R.O. Projektuj tepelná čerpadla [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.projektuj-tepelna-cerpadla.cz/>

PROTHERM. Kondenzační kotel Gepard Condens [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.protherm.cz/pro-nase-zakazniky/produkty/kondenzacni-kotel-gepard-condens-4420.html#downloads>

BENEKOV.COM. BENEKOV C57 PREMIUM [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.benekov.com/produkt/benekov-c-57>

DRUŽSTEVNÍ ZÁVODY DRAŽICE-STROJÍRNA S.R.O. Nepřímotopný zásobník OKC NTR/BP [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-bp#technicke-parametry>

NORDICTEC EU. Výměník tepla chladivo-voda Tepelné Čerpadlo Ba-68-40-F 2,72m<sup>2</sup> - 28 kW [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://norditect-shop.cz/cs/freonove-vymeniky-tepla-ba-68-f-78-1/648-vymenik-tepla-chladivo-voda-tepelne-cerpadlo-ba-68-40-f-18-kw-28-kw.html>

GEROTOP SPOL. S R.O. Elektronický katalog geotermie - Sběrná jímka PAK [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.ekg-gerotop.cz/sberna-jimka-pak-90-pak-125>

*DAIKIN. VRV 5 S-series - RXYSA-AV1 [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: [https://www.daikin.cz/cs\\_cz/produkty/product.html/RXYSA-AV1.html#catalogues-documents-b7f056ea11](https://www.daikin.cz/cs_cz/produkty/product.html/RXYSA-AV1.html#catalogues-documents-b7f056ea11)*

*AZ FLEX, A.S. Technické izolace [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: [https://www.azflex.cz/?gad\\_source=1&gclid=Cj0KCQiA-aK8BhCDARIsAL-H9m1ZxB322lfgFrLkff714Hx6oJm40izPcqneKE4-a5aJkKH2LptlJkaAh4sEALw\\_wcB](https://www.azflex.cz/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA-aK8BhCDARIsAL-H9m1ZxB322lfgFrLkff714Hx6oJm40izPcqneKE4-a5aJkKH2LptlJkaAh4sEALw_wcB)*

*SCHIEDEL, S.R.O. Komíny SCHIEDEL ICS [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.schiedel.com/cz/produkty/kominy/nerezove-kominy/ics>*

*GIACOMINI CZECH, S.R.O. Katalog produktů [online]. [cit. 2025-01-16]. Dostupné z: <https://www.giacomini.cz/katalog>*

## Seznam použitých zkratk

### Obecně

DN – jmenovitá světlost potrubí [mm]

A – plocha [m<sup>2</sup>]

PD – projektová dokumentace

NP – nadzemní podlaží

PT – původní terén

UT – upravený terén

s – sekunda

m – metr

m<sup>2</sup> – metr čtvereční

m<sup>3</sup> – metr krychlový

mm – milimetr

kg – kilogram

W – watt

kW – kilowatt

kWh – kilowatthodina

K – stupeň Kelvin

°C – stupeň Celsia

kWp – kilowattpeak

lx – lux

lm – lumen

m.n.m – metrů nad mořem

B.p.v – Balt po vyrovnaní

S-JTSK – Systém jednotné trigonometrické sítě katastrální

k.ú. – katastrální území

ŽB – železobeton

TI – tepelná izolace

HI – hydroizolace

EPS – expandovaná polystyren

XPS – extrudovaný polystyren

C20/25 – charakteristika betonu (charakteristika válcová/kubická pevnost betonu)

B500B – typ betonářské váztuže

ks – kus

### **Tepelná technika**

$U$  – součinitel prostupu tepla [ $W/m^2K$ ]

$U_N$  – požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [ $W/m^2K$ ]

$U_{em}$  – stanovený průměrný součinitel prostupu tepla [ $W/m^2K$ ]

$U_{em,N}$  – požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla [ $W/m^2K$ ]

$d$  – tloušťka vrstvy [m]

$\lambda$  – součinitel tepelné vodivosti [ $W/mK$ ]

$R$  – odpor konstrukce [ $m^2K/W$ ]

$R_{si}$  – odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [ $m^2K/W$ ]

$R_{se}$  – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [ $m^2K/W$ ]

$R_T$  – tepelný odpor celé konstrukce [ $m^2K/W$ ]

$U_w$  – součinitel prostupu okna [ $W/m^2K$ ]

$A_g$  – plocha zasklení [ $m^2$ ]

$l_g$  – celkový viditelný obvod zasklení [m]

$\Psi_g$  – lineární činitel prostupu tepla [ $^{\circ}C$ ]

$\Delta U$  – korekční činitel [ $W/m^2K$ ]

$\theta_e$  – výpočtová venkovní teplota [°C]

$\theta_i$  – výpočtová vnitřní teplota [°C]

$f_{Rsi}$  – výpočtová hodnota teplotního faktoru [-]

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

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

$U_{N,i}$  – odpovídající normová požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla j-té teplosměnné konstrukce [W/m<sup>2</sup>K]

$A_j$  – plocha j-té teplosměnné konstrukce stanovena z vnějších rozměrů [m<sup>2</sup>]

$b_j$  – teplotní redukční činitel odpovídající j-té konstrukci [-]

$\Delta\theta_{10}$  – pokles dotykové teploty podlahy [°C]

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

$M_c$  – roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m<sup>2</sup>.a)]

$M_{ev}$  – roční množství vypařitelné vodní páry uvnitř konstrukce [kg/(m<sup>2</sup>.a)]

$H_T$  – měrná ztráta prostupem [W/K]

$H_V$  – měrná ztráta větráním [W/K]

## **Akustika**

$R'_w$  – vážená vzduchová neprůzvučnost konstrukce [dB]

$R'_{w,N}$  – normou požadovaná hodnota vážené vzduchové neprůzvučnosti konstrukce [dB]

$R_w$  – laboratorní vzduchová daná výrobcem [dB]

$k_1$  – korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

$L'_{n,w}$  – vážená normová hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

$L'_{n,w,N}$  – normou požadovaná hodnota vážené normalizované hladiny akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

$L_{n,w}$  – vážená laboratorní hladina akustického tlaku kročejového zvuku [dB]

$k_2$  – korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku [dB]

$L_{Aep}$  – Ekvivalentní hladina akustického tlaku

## **Požární bezpečnost**

$h$  – požární výška

$PÚ$  – požární úsek

CHUC – chráněná úniková cesta

DP1 – druh konstrukční části

R – třída požární odolnosti – nosnost konstrukce

E – třída požární odolnosti – celistvost konstrukce

W – třída požární odolnosti – hustota tepelného toku konstrukcí

I – třída požární odolnosti – tepelná izolace konstrukce

$p_v$  – výpočtové požární zatížení

$S_{po}$  – požárně otevřená plocha

$S_p$  – vymezená plocha

$P_o$  – procento požárně otevřených ploch

d – odstupová vzdálenost

### **Technika prostředí staveb**

$\phi$  - světelný tok [lm]

E – udržovaná osvětlenost [lx]

A – osvětlovaná plocha [m<sup>2</sup>]

$\eta$  – účinnost, činitel využití [-]

k – prostorový index

a,b – rozměr místnosti

h – výška svítidla nad srovnávací rovinou

$Q_{dp}$  – průměrná denní potřeba vody [l/den]

$q_s$  – specifická denní potřeba vody na osobu [l/osoba.den]

n – počet osob

$Q_{dmax}$  – maximální denní potřeba vody [l/den]

$k_d$  – součinitel denní nerovnoměrnosti – pro jednotlivé budovy [-]

$D_{N,d}$  – denní potřeba nepitné vody [l/den]

$D_{p,d}$  – denní potřeba nepitné vody souvisejícími s osobami [l/(m<sup>2</sup>.den)]

n – počet osob v budově

$D_{f,d}$  – maximální denní potřeba nepitné vody souvisejícími s [l/den]

$q_{zal}$  – potřeba nepitné vody pro zalévání nebo kropení [l/(m<sup>2</sup>.den)]

S – plocha, která se zalévá nebo kropí [m<sup>2</sup>]

$d_s$  – počet dnů v roce, kdy se nepitná voda využívá [den]  
 $Y_R$  – průměrný roční nátok srážkové povrchové vody [l/rok]  
 $A$  – půdorysný průměr sběrné plochy střechy [m<sup>2</sup>]  
 $h$  – dlouhodobý srážkový normál [mm]  
 $e$  – součinitel výtěžnosti sběrné plochy střechy [-]  
 $\eta$  – hydraulická účinnost mechanického čištění srážkové vody [-]  
 $D_{f,d}$  – maximální denní potřeba nepitné vody nesouvisejícími s osobami [l/den]  
 $ndnů$  – uvažovaný počet dnů pro návrh akumulační nádrže [den]  
 $V$  – objem nádrže [l]  
 $D_{p,d}$  – denní potřeba nepitné vody související s osobami [l/den]  
 $A_k$  – plocha konstrukce [m<sup>2</sup>]  
 $U_k$  – součinitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>K]  
 $\Delta U_{TB}$  – přírážka na vliv tepelných mostů vazeb [W/m<sup>2</sup>K]  
 $\theta_{int,build}$  – průměrná vnitřní teplota [°C]  
 $\theta_e$  – průměrná venkovní teplota [°C]

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Porovnávání nákladů ve sledovaném období pro variantu č. 1.....	23
Obrázek 2: Výše nákladů v jednotlivých letech sledovaného období varianty č.1.....	23
Obrázek 3: Přibližné rozdělení provozních nákladů v hodnoceném období.....	24
Obrázek 4: Nárůst nákladů během sledovaného období vzhledem k inflaci 2 % varianty č. 1 .....	24
Obrázek 5: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy pro variantu č. 1 [4] .....	25
Obrázek 6: Porovnání nákladů ve sledovaném období varianty č.2.....	28
Obrázek 7: Výše nákladů během v jednotlivých letech sledovaného období varianty č.2.	28
Obrázek 8: Přibližné rozdělení provozních nákladů v hodnoceném období.....	29
Obrázek 9: Nárůst nákladů během sledovaného období vzhledem k inflaci 2 % varianty č. 2 .....	29
Obrázek 10: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy pro variantu č. 2 [4].....	30
Obrázek 11: Porovnání nákladů ve sledovaném období varianty č.3.....	33
Obrázek 12: Výše nákladů během v jednotlivých letech sledovaného období varianty č.3	33
Obrázek 13: Přibližné rozdělení provozních nákladů v hodnoceném období.....	34
Obrázek 14: Nárůst nákladů během sledovaného období vzhledem k inflaci 2 % varianty č. 3.....	34
Obrázek 15: Grafické znázornění průkazu energetické náročnosti budovy pro variantu č. 3 [4].....	35
Obrázek 16: Grafické porovnání investičních nákladů řešených variant.....	36
Obrázek 17: Grafické porovnání provozních nákladů řešených variant.....	36
Obrázek 18: Grafické porovnání nákladů na energie řešených variant.....	37
Obrázek 19: Grafické znázornění porovnání jednotlivých a celkových nákladů navržených variant.....	38
Obrázek 21: Grafické znázornění nárůstu nákladu variant v hodnoceném období.....	38

## Seznam tabulek

Tabulka 1: Výčet pořizovacích nákladů varianty č. 1.....	22
Tabulka 2: Provozní náklady varianty č. 1.....	22
Tabulka 3: Náklady na energie varianty č. 1 za sledované období.....	23
Tabulka 4: Výčet pořizovacích nákladů varianty č. 2.....	26
Tabulka 5: Provozní náklady varianty č. 2.....	27
Tabulka 6: Náklady na energie varianty č.2.....	27
Tabulka 7: Výčet pořizovacích nákladů varianty č. 3.....	31
Tabulka 8: Provozní náklady varianty č. 3.....	32
Tabulka 9: Náklady na energie varianty č.3.....	32
Tabulka 13: Celkové porovnání nákladů za hodnocené období.....	37

## Seznam příloh

### PŘÍLOHA A

#### SLOŽKA A.1 Přípravné a studijní práce

- S.01 STUDIE PŮDORYS 1.NP
- S.02 STUDIE PŮDORYS 2.NP
- S.03 STUDIE ŘEZU A-A'
- S.04 VÝPOČTY
- S.05 VIZUALIZACE

#### SLOŽKA A.2 Situační výkresy

- C.1 SITUACE ŠIRŠÍCH VZTAHŮ
- C.2 KATASTRÁLNÍ SITUAČNÍ VÝKRES
- C.3 KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES

#### SLOŽKA A.3 Architektonicko-stavební řešení

- D.1.1.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA
- D.1.1.2 PŮDORYS 1.NP
- D.1.1.3 PŮDORYS 2.NP
- D.1.1.4 PŮDORYS PLOCHÉ STŘECHY
- D.1.1.5 ŘEZY
- D.1.1.6 POHLEDY

#### SLOŽKA A.4 Stavebně konstrukční řešení

- D.1.2.1 VÝKRES ZÁKLADŮ
- D.1.2.2 VÝKRES TVARU STROPU NAD 1.NP

#### SLOŽKA A.5 Požárně bezpečnostní řešení

- D.1.3.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI
- D.1.3.2 PŮDORYS 1.NP – PBS
- D.1.3.3 PŮDORYS 2.NP – PBS
- D.1.3.4 SITUACE – PBS

#### SLOŽKA A.6 Stavebně technické posouzení

- P.1 POSOUZENÍ ZE STAVEBNÍ FYZIKY
- P.2 POSOUZENÍ SKLADEB Z HLEDISKA TEPELNÉ TECHNIKY
- P.3 POSOUZENÍ Z HLEDISKA OSVĚTLENÍ
- P.4 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

### PŘÍLOHA B

- D.1.4.1 ZPRÁVA TECHNIKY PROSTŘEDÍ STAVEB
- D.1.4.2 SCHÉMA VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ 1.NP
- D.1.4.3 SCHÉMA VĚTRÁNÍ A CHLAZENÍ 2.NP
- D.1.4.4 SCHÉMA VZDUCHOTECHNICKÉ JEDNOTKY

- D.1.4.5 SCHÉMA OSVĚTLENÍ 1.NP
- D.1.4.6 ROZMÍSTĚNÍ FV PANELŮ
- D.1.4.7 SCHÉMA VYTÁPĚNÍ 1.NP
- D.1.4.8 SCHÉMA VYTÁPĚNÍ 2.NP
- D.1.4.9 SCHÉMA TECHNICKÉ MÍSTNOSTI
- D.1.4.10 SCHÉMA KANALIZACE 1.NP
- D.1.4.11 SCHÉMA KANALIZACE 2.NP
- D.1.4.12 SCHÉMA VODOVODU 1.NP
- D.1.4.13 SCHÉMA VODOVODU 2.NP
- D.1.4.14 GLOBÁLNÍ SCHÉMA

#### PŘÍLOHA C

- P.3.1 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – VARIANTA 1
- P.3.2 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI– VARIANTA 2
- P.3.3 PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI – VARIANTA 3

### **Použité softwary**

ArchiCad 26  
MS Excel 2022  
MS Word 2022  
DEKSOFT  
BuildingDesign