



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

NÍZKOENERGETICKÝ POLYFUNKČNÍ DŮM

LOW-ENERGY MULTIFUNCTIONAL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jiří Maršoun

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ROMAN BRZOŇ, Ph.D.

BRNO 2021



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	NPC-EVB Environmentálně vyspělé budovy
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Specializace	bez specializace
Pracoviště	Ústav pozemního stavitelství

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Jiří Maršoun
Název	Nízkoenergetický polyfunkční dům
Vedoucí práce	Ing. Roman Brzoň, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2020
Datum odevzdání	15. 1. 2021

V Brně dne 31. 3. 2020

prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

- (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

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zadání:

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

Cíle:

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, detailního konstrukčního řešení, udržitelné výstavby a ekonomiky budov týkající se jejich návrhu nebo provozu. Tato část může být řešena teoretickými nebo experimentálními prostředky.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá návrhem nízkoenergetického polyfunkčního domu v obci Dolní Kralovice. Skládá se ze tří částí, a to z architektonicko-stavební části, techniky prostředí stavby a energetického posudku na využití systému fotovoltaické elektrárny. Budova má dvě nadzemní podlaží a je částečně podsklepená. V objektu se nachází tři různé provozy, kterými jsou stravovací zařízení a sportovní multifunkční sál v přízemí a administrativa ve druhém nadzemním podlaží. V podzemním podlaží se nachází hygienické zázemí pro zaměstnance stravovacího zařízení a technická místnost. Objekt je založen na železobetonové základové desce v podzemním podlaží a základových patkách v nadzemním podlaží. Svislé nosné konstrukce jsou navrženy jako skelet se ztužujícím jádrem. Vodorovné nosné konstrukce tvoří železobetonové monolitické desky. Obvodové stěny jsou vyžděny z pórobetonových tvárnice se zateplením z minerální vlny. Budova je zastřešena plochou střechou. V objektu je zajištěna nucená výměna vzduchu a chlazení. Zdrojem vytápění je kaskáda tří tepelných čerpadel země/voda. Část spotřeby elektrické energie pokrývá systém fotovoltaické elektrárny. Práce byla navržena v softwaru Revit.

KLÍČOVÁ SLOVA

polyfunkční dům, energetický posudek, plochá střecha, tepelné čerpadlo, fotovoltaická elektrárna

ABSTRACT

The master thesis designs a low-energy mixed-use building in Dolní Kralovice. The thesis consists of three parts, architectural-construction part, environment technology of building and energy assessment report to a photovoltaic power plant. The building has two above-ground floors and a basement under part of the building. The basement includes sanitary facilities and utility room, ground floor includes a restaurant and small sports hall and first floor offices. The building is founded on reinforced concrete foundation slab and foundation pads. The vertical load-bearing structures are designed as a frame system with shear core. Horizontal load-bearing structures are designed as cast-in-place reinforced slabs. External wall is designed from aerated concrete blocks with and mineral wool insulation. The building has a flat roof. In the building is air condition and cooling system and heating is with geothermal heat pumps with a borehole collector. Part of electricity demand is covered by photovoltaics on the roof. The thesis was developed in Revit software.

KEYWORDS

mixed-use building, energy assessment report, flat roof, geothermal heat pumps, photovoltaic power plant

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Jiří Maršoun *Nízkoenergetický polyfunkční dům*. Brno, 2021. 40 s., 419 s. příl.
Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav
pozemního stavitelství. Vedoucí práce Ing. Roman Brzoň, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Nízkoenergetický polyfunkční dům* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2021

Bc. Jiří Maršoun
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Nízkoenergetický polyfunkční dům* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2021

Bc. Jiří Maršoun
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych tímto poděkoval panu prof. Ing. Milanovi Ostrému, Ph.D., panu Ing. Romanovi Brzoňovi, Ph.D. a panu doc. Ing. Petrovi Horákovi, Ph.D. za cenné rady a vstřícný přístup během zpracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině za umožnění studia na této škole a mé přítelkyni, která mě v něm podporovala.

V Brně dne 10. 1. 2021

Bc. Jiří Maršoun
autor práce

OBSAH

1	ÚVOD.....	10
2	VÝCHOZÍ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	11
3	CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	14
4	METODA ZPRACOVÁNÍ	14
4.1	POPIS STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ.....	14
4.2	POPIS TECHNIKY PROSTŘEDÍ.....	19
4.3	VÝPOČET	22
5	VYHODNOCENÍ ZJIŠTĚNÝCH POZNATKŮ	30
5.1	EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ.....	31
5.2	EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ	32
6	ZÁVĚR	33
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	34
8	SEZNAM PŘÍLOH.....	39

1 ÚVOD

Práce se zabývá návrhem nízkoenergetické polyfunkční budovy v takovém standardu, aby odpovídala dnešním požadavkům budov s téměř nulovou spotřebou energie.

Smyslem práce je navrhnout správné materiálové a konstrukční řešení společně s využitím moderních technologií k provozu budovy a tím dosáhnout maximálního komfortu pro budoucí uživatele. Zároveň také zoptimalizovat energetickou náročnost, která bude mít minimální dopad na životní prostředí.

Práce je zaměřená na návrh restauračního zařízení, sportovního multifunkčního sálu a administrativních prostor. K výběru takového objektu mě přesvědčil fakt, že zmíněné provozy jsou velkým nedostatkem obce, ve které je návrh stavby realizován. Pro návrh předmětné budovy proběhl vhodný výběr pozemku, zhodnocení všech dostupných technických a technologických prvků k realizaci a výběr energonositelů, které budou sloužit k samotnému provozu budovy. K návrhu architektonicko-stavebního řešení a koncepci techniky prostředí stavby je zpracován energetický posudek na využití systému fotovoltaické elektrárny, který se snaží z velké části pokrýt spotřebu elektrické energie. Hlavním cílem práce je objektivně posoudit, zda využití tohoto alternativního systému k výrobě elektrické energie má smysl v daném objektu.

Aby vůbec mohl být energetický posudek zpracován, musel jsem navrhnout již výše zmíněné části (ASŘ a TPS), které shrnu v této práci před samotnými výsledky posudku. V první části popíšu stavební řešení stavby, ve druhé techniku prostředí stavby a ve třetí výpočet energetického posudku.

2 VÝCHOZÍ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

„Povinnost výstavby budovy s téměř nulovou spotřebou energie (dále jen „BTNSE“) zavádí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov. Do národní legislativy byla tato povinnost transponována zákonem č. 318/2012., kterým se mění zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon“) s platností od 1. 1. 2013. BTNSE v souladu s § 2 odst. 1 písm. w) zákona je „budova s velmi nízkou energetickou náročností, jejíž spotřeba energie je ve značném rozsahu pokryta z obnovitelných zdrojů“. Povinnost výstavby nových budov ve standardu BTNSE je postupná a započala již v roce 2016. Povinnost byla nejdříve zavedena pro budovy, jejichž vlastník nebo uživatel byl orgán veřejné moci. Pro všechny ostatní vlastníky je povinnost zaváděna postupně od roku 2018 do roku 2020 dle velikosti energetické vztažné plochy. Výsledkem postupného náběhu je stav, kdy všechny budovy, pro které je podána žádost o stavební povolení od 1. 1. 2020, budou muset splňovat standard BTNSE.“¹

Samotné požadavky, které BTNSE musí splňovat, jsou definované ve vyhlášce č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov. Konkrétně musí každá nová budova splňovat požadavky na ukazatel průměrného součinitele prostupu tepla, celkové dodané energie a primární neobnovitelné energie.

V lokalitě, ve které se řešený objekt nachází, se nenabízí možnost připojení na zemní plyn či CZT, a tudíž je elektrická energie využívána na vytápění, chlazení, větrání, ohřev TV, osvětlení a napájení technologických spotřebičů. Elektrická energie má vysoký faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie. Pro návrh budovy to znamená, že bylo nutné navrhnout takový zdroj, který dokáže využít obnovitelnou energii. Navrhnul jsem kaskádu tří tepelných čerpadel země/voda, které dokážou využít energii okolního prostředí a díky které dojde nejen ke splnění podmínek pro BTNSE, ale také výrazně nižším nákladům za elektrickou energii.

Pro ještě větší úsporu primární energie z neobnovitelných zdrojů se nabízela možnost instalace systému fotovoltaické elektrárny na střechu objektu, která povede ke snížení spotřeby elektrické energie. Pro toto řešení jsem zpracoval energetický posudek, který bude v této práci dále rozebrán.

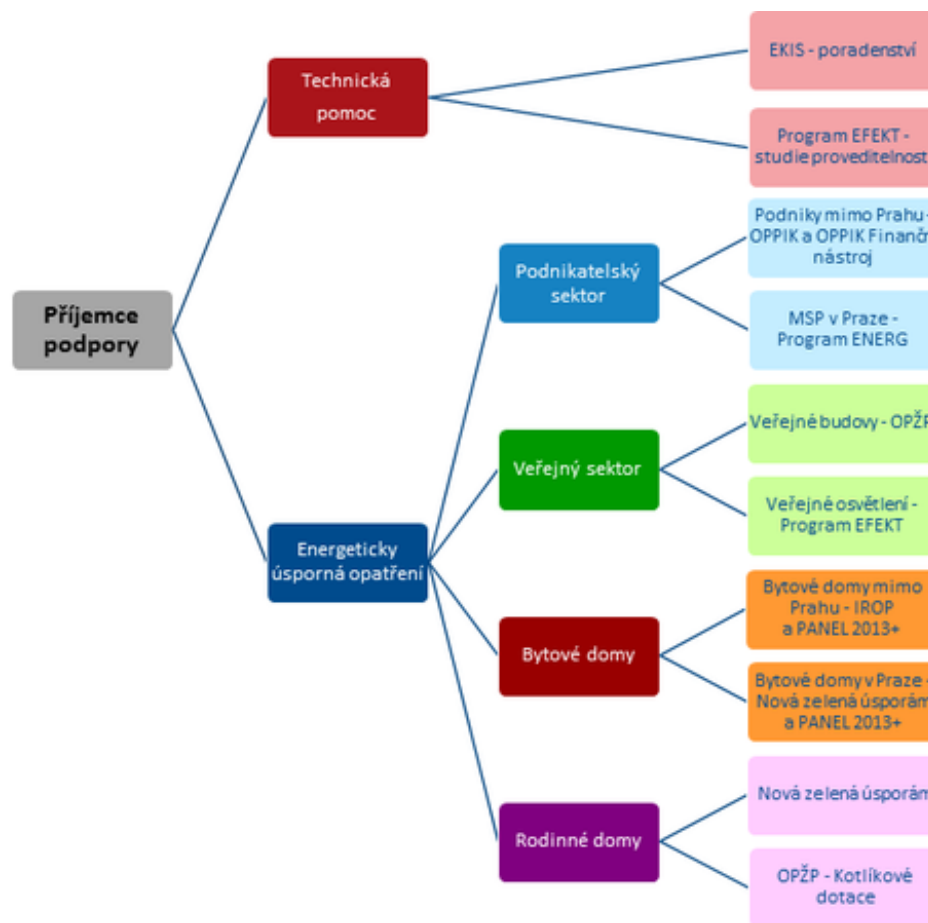
¹ Požadavky na energetickou náročnost budov se stavebním povolením od 1. 1. 2020. *Mpo.cz* [online]. Odbor 41300, 2019 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/2019/11/NZEB-pozadavky-web-MPO.pdf>

Povinnost zpracování energetického posudku vzniká dle zákona č. 406/2000 Sb., Zákon o hospodaření energií, § 9a, odst. (1) pro:

- a) posouzení nákladů a přínosů zajištění vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla v případě výstavby nové výroby elektřiny nebo podstatné rekonstrukce stávající výroby elektřiny o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW s výjimkou výroben elektřiny s dobou provozu nižší než 1500 hodin za rok a jaderných elektráren,*
- b) posouzení nákladů a přínosů využití odpadního tepla pro uspokojení ekonomicky odůvodněné poptávky po teple včetně kombinované výroby elektřiny a tepla a připojení zařízení minimálně na soustavu zásobování tepelnou energií, která se nachází do vzdálenosti 1000 metrů od zdroje tepelné energie, v případě výstavby nového nebo podstatné rekonstrukce stávajícího průmyslového provozu o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW, které produkuje odpadní teplo o využitelné teplotě,*
- c) posouzení nákladů a přínosů využití odběru odpadního tepla minimálně z průmyslových provozů, které se nachází do vzdálenosti 500 metrů od rozvodného tepelného zařízení, v případě výstavby nové nebo podstatné rekonstrukce stávající soustavy zásobování tepelnou energií se zdroji o celkovém tepelném příkonu nad 20 MW,*
- d) posouzení proveditelnosti projektů týkajících se snižování energetické náročnosti budov, zvyšování účinnosti užití energie, snižování emisí ze spalovacích zdrojů znečištění nebo využití obnovitelných nebo druhotných zdrojů nebo kombinované výroby elektřiny a tepla financovaných z programů podpory ze státních, evropských finančních prostředků nebo finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů, pokud poskytovatel podpory nestanoví s přihlédnutím k nárokům jednotlivého programu podpory jinak,*
- e) vyhodnocení plnění parametrů projektů realizovaných v rámci programů podle písmene d), pokud poskytovatel podpory nestanoví s přihlédnutím k nárokům jednotlivého programu jinak,*
- f) stanovení vnitřního výnosového procenta projektu, pokud vznikne nárok na podporu podle zákona o podporovaných zdrojích energie a projekt je financovaný z programů podpory ze státních nebo evropských finančních prostředků anebo z finančních prostředků pocházejících z prodeje povolenek na emise skleníkových plynů.“²*

² Dle § 9a odst. (1) písm. a), b), c), d), e), f) zákona č. 406/2000 Sb., Zákon o hospodaření energií

„V případě energeticky úsporných projektů se velmi často jedná o projekty, u kterých je doba životnosti instalovaných opatření delší, než je doba návratnosti vložených prostředků. Pro zkrácení doby návratnosti lze v současné době využít řadu podpůrných programů, z nichž je možné získat dotace jak na technickou pomoc při přípravě projektu, tak na vlastní realizaci projektů. Energeticky úsporná opatření pro různé oblasti stát podporuje v rámci jednotlivých dotačních programů financovaných z Evropských strukturálních a investičních fondů a také z národních prostředků.“³



Obr. 1: Přehled možností řešení snížení spotřeby energie s podporou státu [1]

³ Možnosti podpory v oblasti úspor energie. Mpo.cz [online]. Odbor 32300, 2017 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/dotace-na-uspory-energie/moznosti-podpory-v-oblasti-uspory-energie--233023/>

3 CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem diplomové práce je navrhnout správné materiálové a konstrukční řešení společně s využitím moderních technologií k provozu budovy a tím dosáhnout maximálního komfortu pro budoucí uživatele. Zároveň také zoptimalizovat energetickou náročnost, která bude mít minimální dopad na životní prostředí.

V další fázi diplomové práce je cílem objektivní posouzení návrhu fotovoltaické elektrárny z hlediska finanční úspory a dopadu na životní prostředí.

4 METODA ZPRACOVÁNÍ

Energetický posudek je zpracován teoretickou metodou. V rámci zpracování energetického posudku byl navržen nízkoenergetický polyfunkční dům. Byla zpracována projektová dokumentace architektonicko-stavební řešení ve stupni dokumentace pro stavební povolení, bylo provedeno koncepční řešení týkající se techniky prostředí staveb a zpracován průkaz energetické náročnosti budovy. Energetický posudek tedy vychází z virtuálního návrhu stavby a teoretických výpočtů.

Energetický posudek dle zákona č. 406/2000 Sb., zákon o hospodaření energií, § 9a, odst. (1) písm. e) je zpracován v souladu s vyhláškou č. 480/2012 Sb. vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku. Výpočet byl proveden v excelu.

Účelem zpracování energetického posudku je zhodnocení návrhu instalace systému fotovoltaické elektrárny na střechu předmětného objektu, která povede ke snížení spotřeby elektrické energie. Stávající energetická bilance byla převzata z vypracovaného průkazu energetické náročnosti budovy.

4.1 POPIS STAVEBNÍHO ŘEŠENÍ

V této části je shrnuto architektonicko-stavební řešení, které obsahuje charakteristiku území a pozemku, charakteristický a technický popis stavby, požárně bezpečnostní řešení, stavebně fyzikální posouzení objektu a konstrukcí a posouzení energetické náročnosti budovy.

Všechny zmíněné i další části ASŘ jsou detailně rozebrány v příloze A, přičemž v tomto dokumentu budou shrnuty pouze relevantní informace.

4.1.1 Charakteristika území a stavebního pozemku

Pozemek se nachází v obci Dolní Kralovice na parcelách č. 1898/42 a 1898/43 v katastrálním území Dolní Kralovice [629332]. Jedná se o druh pozemku s ornou půdou. Tyto pozemky budou rozděleny na menší stavební parcely a také budou vyňaty ze zemědělského půdního fondu. Staveniště je na mírně svažitém terénu od jižní směrem k severní straně. Nenacházejí se zde žádné stávající stavby.

Stavební plocha je podmíněná územním plánem. Jedná se zastavitelné území, které je určeno pro plochy smíšené výrobní.

K objektu bude vybudovaná příjezdová komunikace, která je napojena na místní komunikaci. Na pozemku se vybuduje nový elektroměrný pilíř, na který bude objekt napojen, podzemní silové vedení se nachází na dané stavební parcele. Vodovodní přípojka se napojí na stávající podzemní vodovodní řád, který se nachází na stejné parcele. Splašková kanalizace bude svedena přes sousední parcely a místní komunikaci do veřejné kanalizace.

4.1.2 Charakteristika stavby

Jedná se o novostavbu nízkoenergetického polyfunkčního domu. V objektu se nachází tři různé provozy, a to stravovací zařízení, sportovní multifunkční sál a administrativa.

Návrhové parametry stavby:

zastavěná plocha:	695 m ²
obestavěný prostor:	4897 m ³
užitná plocha:	1279 m ²
projektovaný počet osob:	
- restaurace:	60+6
- sportovní sál:	15
- administrativa:	35
výška objektu nad úrovní 0,000:	8,7 m

4.1.2.1 Urbanistické řešení

Stavba polyfunkčního domu je v souladu s územním plánem obce Dolní Kralovice. Objekt nebude narušovat svým vzhledem danou lokalitu. Navrhovaný objekt bude umístěn 26 m od místní komunikace a budou dodrženy minimální odstupové vzdálenosti od sousedních objektů a od hranic pozemků.

4.1.2.2 Architektonické řešení

Polyfunkční dům je řešen jako samostatně stojící objekt se dvěma nadzemními podlažími a jedním podzemním. Půdorysný tvar je tvořen dvěma na sebe navzájem kolmými obdélníky a je zastřešen plochou střechou na které se nachází vzduchotechnické a chladicí jednotky.

Vstup do objektu je orientován ze severovýchodní strany, jsou zde tři hlavní vchody, každý do různého provozu, které se v objektu nachází.

4.1.3 Technický popis stavby

4.1.3.1 Stavební řešení

Stavební řešení je koncipováno jako ŽB monolitická skeletová konstrukce se ztužujícím jádrem o dvou nadzemních podlažích a jednom podzemním. Pod stropem bude proveden SDK podhled ve výšce, aby byly zachovány minimální světlé výšky místností. Objekt je zastřešen plochou střechou.

4.1.3.2 Provozní řešení

Vstup do objektu je orientován ze severovýchodní strany, jsou zde tři hlavní vchody, každý do různého provozu. V prvním nadzemním podlaží se nachází stravovací zařízení a sportovní multifunkční sál. Samotný prostor pro návštěvníky restaurace je orientován na severozápadní straně s výhledem do krajiny. Kuchyně s dalšími nezbytnými prostory sloužící k provozu jsou orientovány ve středu objektu, hygienické zázemí pro zaměstnance je situováno v podzemním podlaží, kde se dále nachází technická místnost s technologiemi sloužícími k provozu celého objektu. Sportovní multifunkční sál je orientován na jihovýchodní straně objektu. Ve druhém nadzemním podlaží se nachází administrativa s přístupem na terasu orientovanou na západní stranu.

Objektu je řešen bezbariérově pro osoby s omezenou schopností pohybu a orientace. Na parkovišti je potřebný počet stání (2), která jsou rozměrově upravena pro vozidla ZP. Stání budou označena dopravním značením. Od vyhrazených stání je bezbariérový přístup k výtahu. Vstupy do objektu jsou rovněž řešeny bezbariérově. Pro pohyb do patra objektu je zajištěn výtah, který je velikostí kabiny, umístěním ovládacích prvků a technickým vybavením přizpůsoben pro přepravu osob se sníženou schopností pohybu a orientace. Jednotlivé provozy s přístupem veřejnosti jsou v navrženy v souladu s vyhláškou č. 398/2009.

4.1.3.3 Materiálové řešení

Objekt je řešen jako ŽB monolitický skelet se ztužujícím jádrem. Suterénní stěny jsou řešeny jako ŽB monolitická stěna tl. 200 mm s kontaktním zateplením z XPS tl. 180 mm. Nosné prvky v nadzemních podlažích tvoří ŽB monolitické sloupy 300x300 mm. Obvodové stěny jsou vyzděny z pórobetonových tvárnic tl. 250 mm s kontaktním zateplením z minerální vlny tl. 200 mm. Ve druhém nadzemním podlaží je proveden dřevěný obklad. Vnitřní příčky jsou z pórobetonových tvárnic tl. 150 mm a sádkartonových stěn tl. 100 mm a 150 mm. Stropní konstrukce jsou provedeny jako ŽB monolitická křížem vyztužená deska tl. 200 mm. Okna a dveře jsou hliníkové s izolačním trojsklem.

4.1.4 Požárně bezpečnostní řešení

Objekt má požární výšku 4,05 m. Objekt je rozdělena do 7 požárních úseků. Požární odolnost stavebních konstrukcí vyhoví požadavkům SPB jednotlivých požárních úseků. Výpočet požárního rizika a stanovení SPB jednotlivých požárních úseků proběhl v softwaru WinFire office pro nevýrobní objekty mimo požární úsek Š-P1.02/N2 Výtahová šachta, který byl zatříděn na základě požární výšky objektu dle normy ČSN 73 0802 čl. 8.10.2. a požární úsek Š-N1.04/N2 Instalační šachta, který byl stanoven na základě potrubních rozvodů vedených v šachtě dle normy ČSN 73 0802 čl. 8.12.2. V objektu je k dispozici nechráněná úniková cesta vyhovujících parametrů. Odstupové vzdálenosti dosahují pouze na vlastní pozemek investora.

Tab. 1: Rozdělení požárních úseků

Požární úsek	P_{vyp} [kg.m ⁻²]	P [kg.m ⁻²]	a	b	c	S [m ²]	SPB
P1.01 Podzemní podlaží	19,63	15,55	0,886	1,43	1,00	91,35	II
N1.01 Sportovní multifunkční sál	17,07	19,90	0,840	1,02	1,00	163,09	
N1.03/N2 Restaurace	13,84	19,88	0,920	0,76	1,00	305,32	I
N2.01 Administrativa	25,54	37,87	0,969	0,70	1,00	414,73	II
N1.01/N2 NÚC	2,73	6,63	0,825	0,50	1,00	60,04	I
P1.02/N2 Výtahová šachta	-	-	-	-	-	3,49	II
N1.04/N2 Instalační šachta	-	-	-	-	-	4,30	II

K objektu bude vybudována zpevněná silniční komunikace šířky 6,1 m. Vstup do objektu, kterým se předpokládá vedení protipožárního zásahu, bude od komunikace 5 m. Pro zajištění dodávky vody pro hašení bude navržen nadzemní hydrant, který bude osazen v zeleném pásu na vodovodní řád. Vnitřní odběrní místa bude tvořit hadicový systém

v administrativě s tvarově stálou hadicí o jmenovité světlosti alespoň 19 mm.

4.1.5 Stavebně fyzikální vlastnosti

4.1.5.1 Tepelně technické vlastnosti

Zde je popis základních posuzovaných vlastností, které jsem vypočítal v softwaru Deksoft a posoudil dle normy ČSN 73 0540-2 – Část 2: Požadavky. Posuzovanými vlastnostmi jsou teplotní faktor vnitřního povrchu, součinitel prostupu tepla, průměrný součinitel prostupu tepla, pokles dotykové teploty, zkondenzovaná vodní pára uvnitř konstrukce, pokles dotykové teploty a tepelná stabilita místnosti.

Konstrukce jsou navrženy tak, aby splňovali požadovaný teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} a bylo tak zamezeno povrchové kondenzaci u výplní otvorů a růstu plísní u stavebních konstrukcí.

Všechny konstrukce mimo dveří jsou navrženy na doporučené hodnoty pro pasivní budovy a byla tak zajištěna minimální tepelná ztráta vlivem prostupu tepla obálkou budovy.

Průměrný součinitel prostupu tepla je jeden z parametru, který slouží k vyhodnocení, zda navrhnutá budova splňuje požadovaný standard pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie, a tudíž byla povinnost tento parametr splnit.

V objektu, který je předmětem posouzení, se nachází sportovní sál (tělocvična) a kanceláře, na které se vztahují požadavky poklesu dotykové teploty. V kancelářských prostorách tvoří nášlapnou vrstvu koberec, a tudíž je podlaha zařazená do kategorie I, podlaha ve sportovním sále byla na základě výpočtu zařazena do kategorie II.

Konstrukce splňují požadavky na zkondenzovanou vodní páru uvnitř konstrukce.

Posouzení tepelné stability místností v létě, proběhlo pro dvě kritické místnosti, které mají velkou plochu prosklení. Pro místnost č. 2.05 Open office s orientací prosklených ploch na jihovýchod a pro místnost č. 1.03 Restaurace s orientací prosklených ploch na severozápad. V obou místnostech je zajištěno strojní chlazení a vyhoví, pokud bude dostatečná výměna vzduchu.

4.1.5.2 Akustické vlastnosti

Chráněné prostory z hlediska neprůzvučnosti jsou kanceláře ve 2NP dle normy ČSN 73 0532 – Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky.

Použitými konstrukcemi mezi chráněnými prostory a ostatními prostory jsou skleněné příčky tl. 80 mm, které splňují vzduchovou neprůzvučnost pro kanceláře s běžnou administrativní činností, tj. požadavek 37 dB, dalšími konstrukcemi jsou SDK příčky tl. 150 mm a ŽB stěny tl. 200 mm, které splňující požadavky i pro ty nejnáročnější kanceláře na vzduchovou neprůzvučnost, tj. 50 dB

4.1.5.3 Denní osvětlení

Posuzování z hlediska denního osvětlení bylo provedeno dle ČSN 73 0508-1 – Základní požadavky a ČSN 36 0020 – Sdružené osvětlení.

Posuzovanými místnostmi byly kanceláře ve 2NP a všechny místnosti vyhovují požadavkům při sdruženém osvětlení. Další posuzovanou místností byla denní místnost v 1NP, která poskytuje oddech pro zaměstnance stravovacího zařízení, včetně pro ty, které jsou bez denního osvětlení (v kuchyni). I v této místnosti jsou splněny požadavky na denní osvětlení.

4.1.6 Energetická náročnost budovy

Pro daný objekt byl zpracován průkaz energetické náročnosti a budova je zařazena do klasifikační třídy B – velmi úsporná. Celková tepelná ztráta objektu činí 64,8 kW.

4.2 POPIS TECHNIKY PROSTŘEDÍ

V této části je shrnuto koncepční řešení týkající se techniky prostředí stavby, které zahrnuje vytápění a ohřev TV, vzduchotechniku, chlazení, osvětlení, využití dešťové vody a měření a regulaci.

Všechny zmíněné návrhy jsou detailně rozebrány v příloze B, v tomto dokumentu budou shrnuty pouze relevantní informace.

4.2.1 Vytápění

Zdrojem vytápění v objektu jsou tři tepelná čerpadla země/voda o jmenovitém výkonu 3x42,8 kW a topném faktoru 4,6. K případnému dohřevu topné vody je v akumulární nádrži umístěna el. topná patrona o výkonu 6 kW. Z akumulární nádoby je topná voda přivedena do rozdělovače, odkud je dále rozvedena do jednotlivých otopných větví s nuceným oběhem topné vody. Teplotní spád otopné soustavy je 55/40 °C. Otopné plochy jsou tvořeny ocelovými deskovými tělesy. Topná voda je také

vedena do jednotlivých VZT jednotek, které jsou vybaveny vodním ohřivačem.

4.2.2 Ohřev teplé vody

Zdrojem ohřevu TV jsou stejná tepelná čerpadla, která slouží k vytápění. TV je akumulována ve stacionárním nepřímotopném zásobníku vody o objemu 930 l. K případnému dohřevu vody slouží el. topná patrona o výkonu 6 kW.

4.2.3 Vzduchotechnika

Větrání v celém objektu je nucené pomocí VZT jednotek umístěných na střeše objektu. Nachází se zde celkem 4 vzduchotechnické jednotky, každá zajišťuje výměnu vzduchu v různém provozu, který se v objektu nachází. Pro výměnu vzduchu v restauraci slouží VZT jednotka o průtoku vzduchu 2880 m³/h a příkonu ventilátorů 2,19 kW, pro výměnu vzduchu v kuchyni společně se zázemím slouží VZT jednotka o průtoku vzduchu 4550 m³/h a příkonu ventilátorů 3,57 kW, pro výměnu vzduchu ve sportovním sále slouží VZT jednotka o průtoku vzduchu 2190 m³/h a příkonu ventilátorů 1,23 kW, pro výměnu vzduchu v administrativě slouží VZT jednotka o průtoku vzduchu 3120 m³/h a příkonu ventilátorů 1,51kW. Všechny jednotky jsou vybaveny ZZT a vodním ohřivačem, přímý chladič se nachází ve všech jednotkách mimo té, která slouží pro výměnu vzduchu ve sportovním sálu.

4.2.4 Chlazení

Chlazení ve vybraných místnostech zajišťují VRV jednotky umístěné na střeše objektu. Zejména se jedná o chlazení restaurace, kuchyně a kancelářských prostor v administrativě. Vnitřní výparníkové jednotky jsou v kazetovém podstropním provedení anebo jako nástěnné jednotky. Propojení mezi venkovními a vnitřními jednotkami je pomocí předizolovaného měděného potrubí. Jako chladivo je použito plnivo R-32. Jednotky zároveň slouží jako zdroj chladu pro VZT jednotky, které jsou vybavené přímým chladičem. Zdrojem chladu pro restauraci je VRV jednotka o chladicím výkonu 15,5 kW a chladicím faktoru 6,8. Zdrojem chladu pro kuchyň je VRV jednotka o chladicím výkonu 33,5 kW a chladicím faktoru 6,3, jednotka se stejnými parametry slouží o pro chlazení kancelářských prostor v administrativě.

4.2.5 Osvětlení

Veškeré umělé osvětlení je v řešeném objektu zajištěno LED svítidly. V restauraci a administrativě je umělé osvětlení regulováno na základě denního osvětlení.

4.2.6 Využití dešťové vody

Pro zachytávání dešťové vody slouží 2 retenční nádrže o objemu $2 \times 10,32 \text{ m}^3$. Objem nádrží na dešťovou vodu je stanoven na 3 týdny suchého počasí a celkový objem obou nádrží činí je $20,64 \text{ m}^3$. Dešťová voda bude využita v objektu, kde lze touto vodou nahradit vodu nepitnou. Podle množství vody v nádrži bude voda také využita na kropení zeleně kolem objektu. K akumulacím nádrží bude nainstalováno filtrační zařízení na dodávku vody do sítě s možností doplnění pitnou vodou.

4.2.7 Měření a regulace

Měření a regulace v polyfunkční budově bude z důvodu energetické efektivity, komfortní obsluhy, bezpečnosti a servisu zařízení techniky prostředí budov zajišťovat stavebnicový řídicí systém. Tento systém umožní připojení široké škály snímačů a akčních členů a nezávislou volbu komunikace pro různé průmyslové sběrnice. Navržený řídicí systém je obecně pojat jako nadřazený systém řízení jednotlivých zařízení techniky prostředí budov instalovaných v polyfunkční budově.

4.3 VÝPOČET

4.3.1 Geometrické charakteristiky budovy

Objem budovy z vnějších rozměrů:	$V_{\text{ext}} = 4897,2 \text{ m}^3$
Celková plocha obálky:	$A_{\text{ext}} = 2271,8 \text{ m}^2$
Objemový faktor tvaru budovy:	$A/V = 0,46$
Celková energetický vztažná plocha vyt. prostor:	$A_{\text{ext}} = 1278,8 \text{ m}^2$
Čistá podlahová plocha celého objektu:	$A_{\text{int}} = 1093,9 \text{ m}^2$
Podíl průsvitných k-cí v ploše svislých k-cí:	30,4 %,

4.3.2 Lokalita

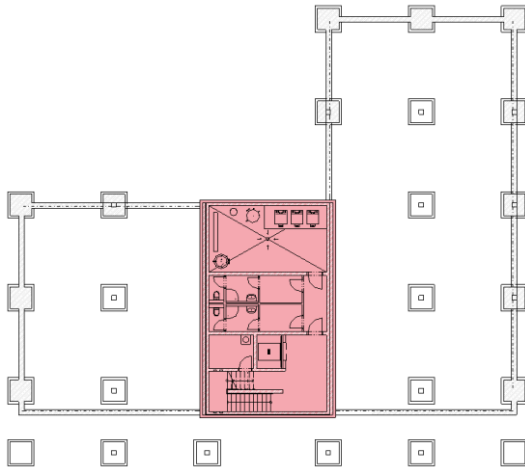
Kraj:	Středočeský
Okres:	Benešov
Místo objektu:	Školní, 257 68 Dolní Kralovice
Klimatologická stanice ČHMÚ:	Košetice
Klimatická oblast:	I.
Nadmořská výška objektu:	461 m n.m.
Délka otopného období:	245 dnů
Venkovní výpočtová teplota:	- 16 °C



Obr. 2: Satelitní mapa navrženého objektu [2]

4.3.3 Zónování

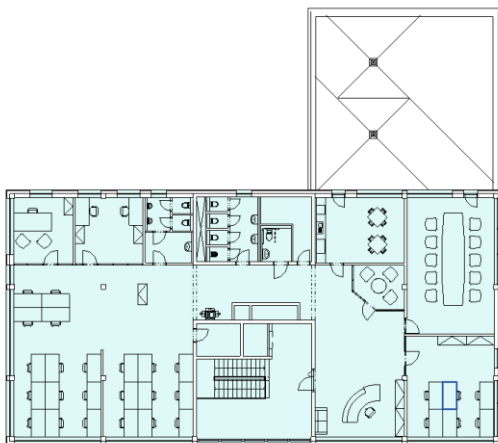
Z energetického hlediska byl objekt rozdělen do 5 zón. Zónu č. 1 tvoří Restaurace s návrhovou vnitřní teplotou 21 °C, zónu č. 2 tvoří Kuchyně s návrhovou vnitřní teplotou 20 °C, zónu č. 3 tvoří Zázemí s návrhovou vnitřní teplotou 18 °C, zónu č. 4 tvoří sportovní sál s návrhovou vnitřní teplotou 18 °C a zónu č. 5 tvoří administrativa s návrhovou vnitřní teplotou 20 °C.



Obr. 3: Schéma zónování 1PP



Obr. 4: Schéma zónování 1NP



Obr. 6: Schéma zónování 2NP



Obr. 5: Legenda zón

4.3.4 Tepelně technické vlastnosti

Tab. 2: Souhrn tepelně technických vlastností obálky budovy

Charakteristika budovy						
Obestavěný prostor vytápěné zóny budovy V (m ³)						4897,20
Celková plocha ochlazovaných k-cí ohraničujících obestavěný prostor vytápěné zóny budovy A (m ²)						2271,80
Celková energeticky vztažná plocha budovy (m ²)						1278,80
Geometrická charakteristika budovy (objemový faktor) A/V (m ⁻¹)						0,46
Charakteristika energeticky významných údajů ochlazovaných konstrukcí						
Konstrukce		Plocha A _i (m ²)	Součinitel prostupu tepla U _i (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Požad. hodnota součinitele prostupu tepla U _{N,20} (W.m ⁻² .K ⁻¹)	Činitel teplotní redukce b (-)	Měrná ztráta konstrukce prostupem tepla H _{ti} (W.K ⁻¹)
Konstrukce horizontální						
P1	Podlaha na terénu v 1PP	123,17	0,29	0,45	0,38	14
P2	Podlaha na terénu v 1NP	500,68	0,21	0,45	0,40	43
P3	Podlaha nad venkovním prostorem	87,42	0,15	0,24	1,00	13
S1	Plochá střecha nad 1NP	157,31	0,12	0,24	1,00	19
S2	Plochá střecha nad 2NP	548,67	0,14	0,24	1,00	76
Konstrukce vertikální						
Z1	Stěna přilehlá k zemině	114,10	0,20	0,45	0,38	9
Z2	Obvodová stěna v 1NP	311,76	0,16	0,30	1,00	49
Z3	Obvodová stěna ve 2NP	203,91	0,15	0,30	1,00	30
Výplně otvorů						
O1	Hliníkové okno s izolačním trojsklem	156,59	0,80	1,50	1,00	125
D1	Hliníkové dveře s izolačním trojsklem	15,68	1,00	1,70	1,00	16
PF1	Hliníková prosklená fasáda s izolačním trojsklem	52,53	0,80	1,50	1,00	42
Celkem bez výplní otvorů		2 047				254
Celkem výplně otvorů		225				183
Tepelné vazby celkem (0,02 * A * b)						37
Celková měrná tepelná ztráta konstrukcí (W.K⁻¹)						473
Měrná tepelná ztráta větráním (W.K⁻¹)						1 339
Celková tepelná ztráta objektu (kW)						65

Poznámka: Hodnoty součinitelů prostupu tepla U_i označeny zeleně splňují požadavek normy ČSN 73 0540-2: Tabulka 3 - Požadované hodnoty U_{N,20}, naopak hodnoty označené červeně uvedený požadavek nesplňují.

4.3.5 Technické zařízení

Tab. 3: Výpis zdrojů vytápění

Zdroj vytápění	Ergo-nositel	Tepelný výkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový výkon (kW)	Účinnost /COP	Vytápí
Tepelné čerpadlo země/voda Vitocal 300-G	EE	42,80	3	128,40	3,73	Celý objekt
Elektrická topná patrona	EE	6,00	1	6,00	89 %	

Tab. 4: Výpis zdrojů ohřevu TV

Zdroj tepla	Ergo-nositel	Tepelný výkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový výkon (kW)	Účinnost	Zajišťuje ohřev vody pro:
Elektrická topná patrona	EE	6,00	1	6,00	89 %	Celý objekt

Tab. 5: Zásobník na TV

Zásobník	Objem (l)	Počet (ks)	Celkový objem (l)	Napojen na zdroj
Nepřímotopný zásobník teplé vody Dražice OKC 1000 NTR/HP	930	1	930	viz zdroje vytápění a ohřevu TV

Tab. 6: Výpis vzduchotechnických jednotek

Název	Provozní využití (h.den ⁻¹)	Příkon (kW)	Počet kusů (ks)	Vzduchový výkon (m ³ /h)	Zajišťuje úpravu vzduchu v
VZT jednotka REMAK AeroMaster XP 04	12	2,19	1	2880	Restauraci
VZT jednotka REMAK AeroMaster XP 06	14	3,57	1	4550	Kuchyni a zázemí
VZT jednotka REMAK AeroMaster XP 04	8	1,23	1	2190	Sportovní sál
VZT jednotka REMAK AeroMaster XP 06	10	1,51	1	3120	Administrativa

Tab. 7: Výpis chladicích jednotek

Zdroj chladu	Elektrický příkon (kW)	Chladicí výkon (kW)	Počet kusů (ks)	Celkový výkon (kW)	EER	Zajišťuje chlazení pro:
VRV jednotka Daikin RXYSQ 8TY1	4,37	15,50	1	15,50	3,6	Restauraci
VRV jednotka Daikin RXYSQ 12TY1	10,47	33,50	1	33,50	3,2	Kuchyň
VRV jednotka Daikin RXYSQ 12TY1	10,47	33,50	1	33,50	3,2	Administrativu

Tab. 8: Výpis osvětlení

Stávající osvětlení	Doba svícení (hod/den)	Příkon (W)	Počet kusů (ks)	Celkový příkon (kW)	Osvětluje
Závěsné LED svítidlo	6	40	16	640	Restauraci
Bodové LED svítidlo	2	17	30	510	
LED svítidlo v podhledu	4	30	5	150	Kuchyň, zázemí
Lineární LED svítidlo	10	34	22	748	
Bodové LED svítidlo	2	17	5	85	
LED svítidlo v podhledu	4	30	18	540	Sportovní sál
Bodové LED svítidlo	2	17	8	136	
LED svítidlo v podhledu	8	30	39	1170	Administrativa
Bodové LED svítidlo	2	17	12	204	

4.3.6 Základní údaje o energetických vstupech

Energetické hospodářství v posuzovaném objektu spotřebovává elektrickou energii na vytápění, přípravu teplé vody, chlazení, větrání, osvětlení a pro provoz technologických zařízení.

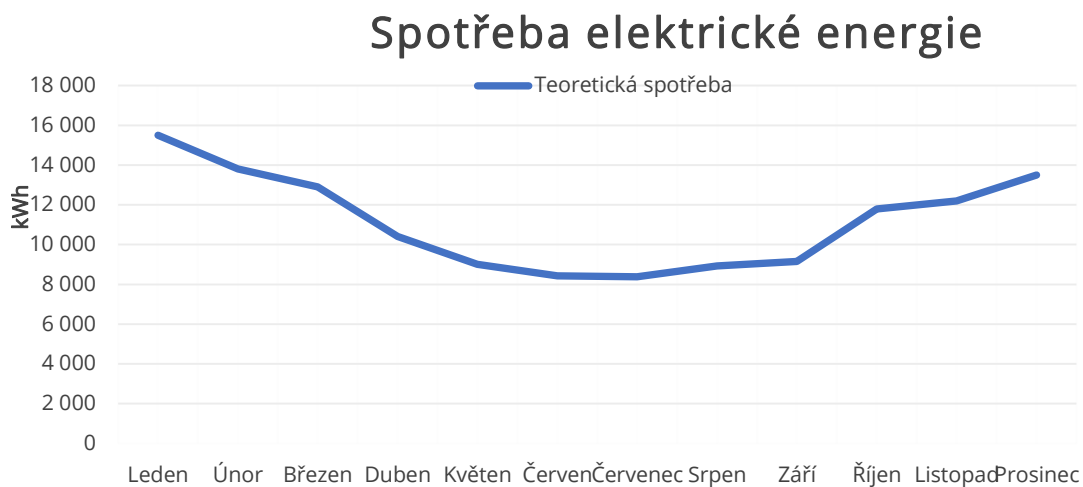
Výchozí stav hodnoceného energetického hospodářství je pro účely tohoto energetického posudku převzat z průkazu energetické náročnosti.

V předmětu EP bylo uvažováno s dvoutarifní distribuční sazbou D57d. Jistič byl předběžně vypočítán podle celkového příkonu všech elektrických spotřebičů na 3 x 50 A. Ve výpočtech bylo uvažováno s celkovou jednotkovou cenou elektrické energie 2,58 Kč/kWh. Tato cena byla vypočtena z ceníku pro rok 2021 společnosti ČEZ prodej a.s., která je v dané lokalitě poskytovatelem elektrické energie.

Tab. 9: Přehled spotřeb elektrické energie v kWh

Měsíc	Teoretická spotřeba		
	Spotřeba [kWh]	Náklady [Kč]	Kč/kWh
Leden	15 500	38 406	2,58
Únor	13 800	34 655	
Březen	12 900	32 670	
Duben	10 400	27 154	
Květen	9 010	24 087	
Červen	8 430	22 807	
Červenec	8 380	22 697	
Srpen	8 930	23 910	
Září	9 150	24 396	
Říjen	11 800	30 243	
Listopad	12 200	31 125	
Prosinec	13 500	33 994	
Celkem	134 000	346 143	2,58

Graf 1: Spotřeba elektrické energie



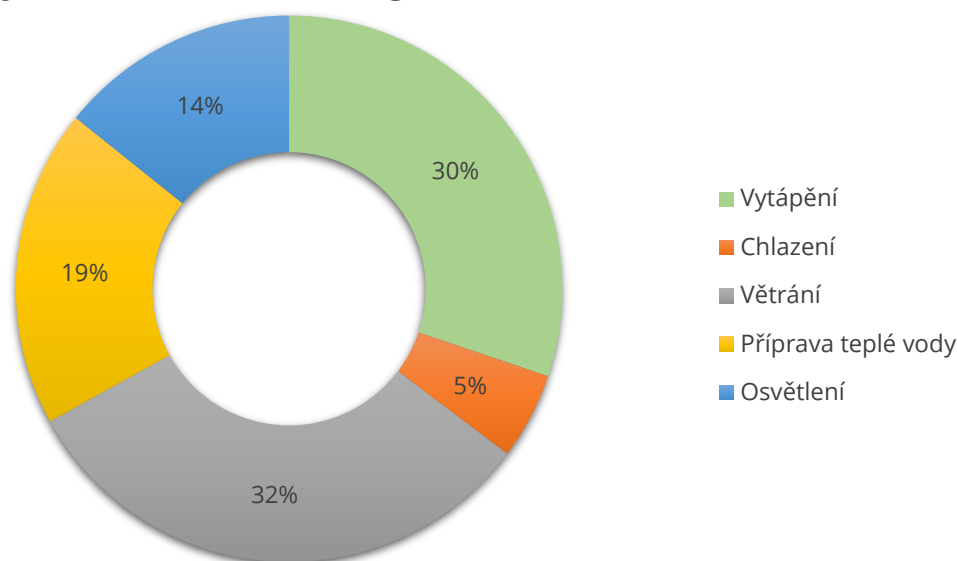
Energetické posouzení je zpracováno s ohledem na celkovou úsporu spotřeby elektrické energie vlivem instalace FV elektrárny. Celková energetická bilance po jednotlivých ukazatelích je tedy pouze informativní.

Tab. 10: Výchozí roční energetická bilance [3]

Před realizací projektu (roční hodnoty) - Výchozí stav				
Ukazatel		Spotřeba energie		Provozní náklady
		GJ.rok ⁻¹	MWh.rok ⁻¹	tis. Kč.rok ⁻¹
1	Vstupy paliv a energie	424,76	117,99	570
2	Změna zásob paliv	0,00	0,00	0
3	Spotřeba paliv a energie	424,76	117,99	570
4	Prodej energie cizím	0,00	0,00	0
5	Konečná spotřeba paliv a energie v objektu	424,76	117,99	570
6	Ztráty ve vlastním zdroji a rozvodech	0,00	0,00	0
7	Spotřeba energie na vytápění	128,16	35,60	172
8	Spotřeba energie na chlazení	21,74	6,04	29
9	Spotřeba energie na přípravu teplé vody	79,92	22,20	107
10	Spotřeba energie na větrání	134,28	37,30	180
11	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	0,00	0,00	0
12	Spotřeba energie na osvětlení	60,48	16,80	81
13	Spotřeba energie na technologické a ostatní procesy	0,00	0,00	0

Graf 2: Roční podíl na spotřebě EE po jednotlivých ukazatelích

Výchozí roční energetická bilance



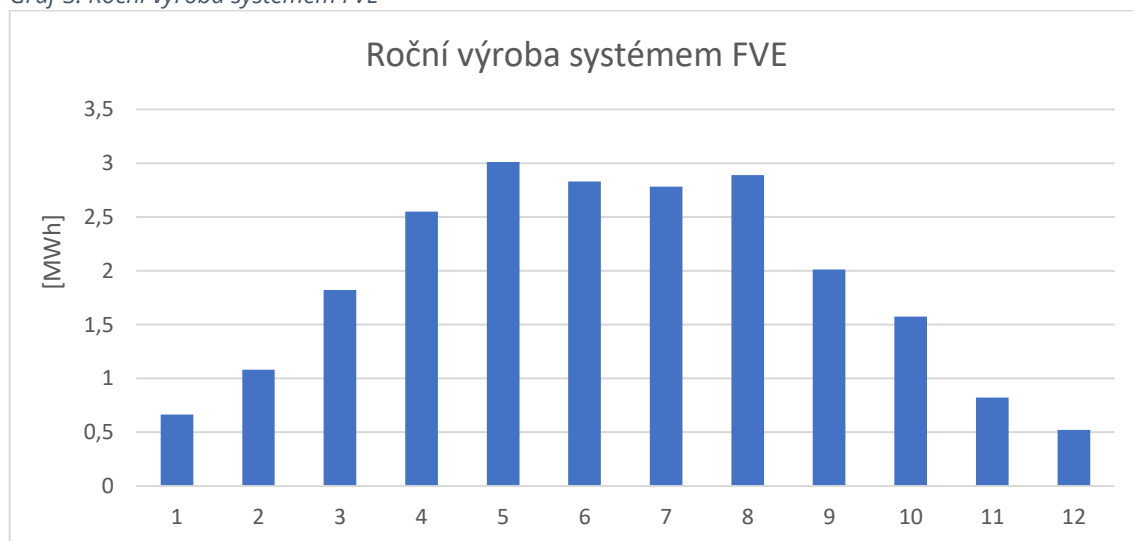
4.3.7 Opatření fotovoltaická elektrárna

Návrh opatření byl proveden na základě hodinové spotřeby, viz Příloha B – koncepční studie fotovoltaiky, a následně byla vyjádřena měsíční výroba elektrické energie systémem FVE. Teoretické měsíční spotřeby elektrické energie vycházejí z průkazu energetické náročnosti. Množství spotřeb, které může pokrýt výroba elektrické energie FVE systémem můžeme vidět v grafu č. 4.

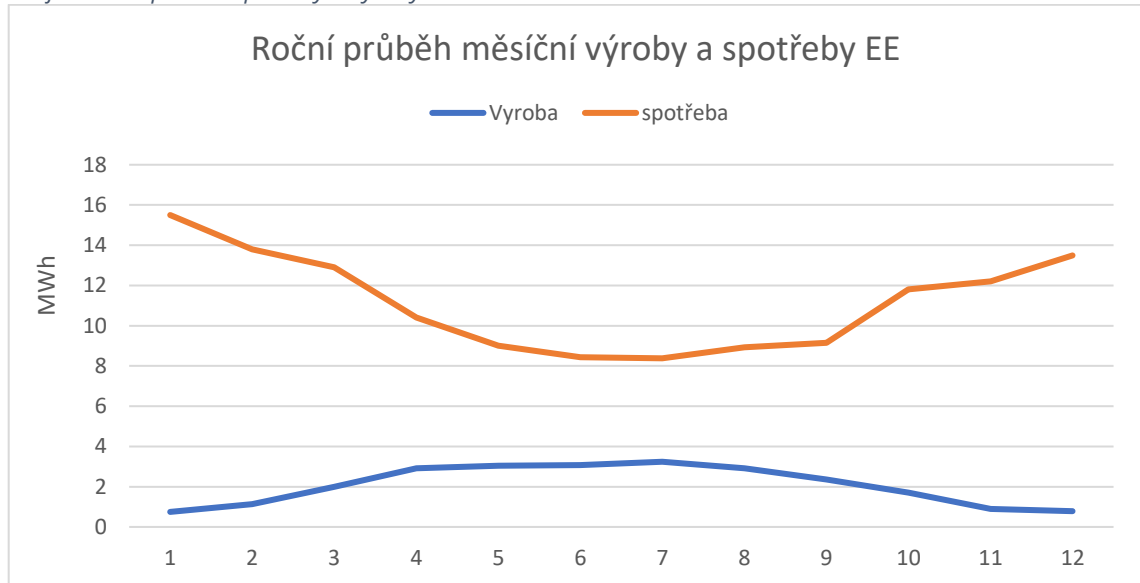
Tab. 11: Vlastnosti navrženého systému FVE

6.1 Fotovoltaická elektrárna (FVE)	
Parametry navržené FVE	
Technologie fotovoltaických panelů	Monokrystalický křemík
Výkon 1 ks panelu (Wp)	263
Referenční účinnost (%)	16
Celkem panelů pro 1 kWp (ks)	3,80
Odhadovaná cena za 1 kWp (Kč.kWp ⁻¹)	41 322
Azimutový úhel osluněné plochy γ (vůči jihu)	15°
Úhel sklonu plochy β	30°
Plocha pro instalaci fotovoltaiky (m ²)	151
Špičkový výkon instalovaných modulů (kWp)	24,2
Akumulace	
Přítomnost akumulace	ANO
Kapacita baterie (kWh)	17
Celkový roční zisk FVE pro vlastní spotřebu (MWh/rok)	24,79
Celkový roční zisk FVE pro vlastní spotřebu (Kč/rok)	64 036

Graf 3: Roční výroba systémem FVE



Graf 4: Roční průběh spotřeby a výroby EE



5 VYHODNOCENÍ ZJIŠTĚNÝCH POZNATKŮ

Hlavními sledovanými kritérii pro vyhodnocení zjištěných poznatků jsou z hlediska ekonomické stránky čistá současná hodnota (NPV), vnitřní výnosové procento (IRR) a reálná doba návratnosti. Pro ekologické hodnocení použijí výpočet emisí znečišťujících látek tzv. skleníkových plynů, které jsou vypočtených na základě emisních faktorů pro daný typ paliva (elektřiny) a energetické úspory v MWh.

5.1 EKONOMICKÉ VYHODNOCENÍ

V tabulce 12 můžeme vidět výslednou hodnotu ekonomických ukazatelů. Celková počáteční investice včetně vedlejších nákladů činí 1 320 000 Kč. Navržené opatření přinese finanční úspory ve výši 59 036 Kč ročně. Z hlediska čisté současné hodnoty (NPV), která vychází v záporných hodnotách, se projekt nevyplatí realizovat. Z hlediska vnitřního výnosového procenta (IRR), které vychází 1 %, se také projekt nevyplatí realizovat, protože je menší oproti předem stanovenému diskontu. Prostá doba návratnosti vychází 19 let a reálná doba návratnosti 36 let.

Reálná doba návratnosti převyšuje samotnou životnost panelů, která se pohybuje kolem 30 let, poté výrazně klesá účinnost FV panelů.

Tab. 12: Ekonomické vyhodnocení [4]

Parametr	Jednotka	Výchozí stav	Navrhovaný stav
Přínosy projektu celkem	Kč	-	59 036
z toho tržby za teplo a elektřinu	Kč	-	59 036
Investiční výdaje projektu celkem	Kč	-	1 320 000
z toho:		-	-
náklady na projektovou dokumentaci	Kč	-	60 000
náklady na technologická zařízení a stavbu	Kč	-	1 200 000
vedlejší rozpočtové náklady	Kč	-	60 000
náklady na přípojky	Kč	-	0
Nezpůsobilé výdaje projektu	Kč	-	0
Způsobilé výdaje	Kč	-	1 320 000
Provozní náklady celkem	Kč/rok	346 143	287 107
z toho:		-	-
náklady na energii	Kč/rok	346 143	282 107
náklady na opravu a údržbu ¹⁾	Kč/rok	-	5 000
osobní náklady (mzdy, pojistné)	Kč/rok	-	0
ostatní provozní náklady ²⁾	Kč/rok	-	0
náklady na emise a odpady	Kč/rok	-	0
Doba hodnocení (dle vyhl. 480/2012 Sb., ve znění pozdějších předpisů)	roky	-	20
Diskont	%	-	4
NPV	tis. Kč	-	-318
Prostá doba návratnosti - T_s	roky	-	19
Reálná doba návratnosti - T_{sd}	roky	-	36
IRR	%	-	1

5.2 EKOLOGICKÉ VYHODNOCENÍ

Opatření přinese z hlediska energetické úspory 24,79 MWh ročně. V tabulce 15 můžeme vidět rozdíl emisí posuzovaného návrhu oproti výchozímu stavu. Díky tomuto opatření jsem snížil emise jednotlivých znečišťujících látek o 19 %.

Tab. 13: Emisní faktory dle typu užívaného paliva [5]

Typ paliva/energie	Znečišťující látka					
	TZL	SO ₂	NO _x	NH ₃	VOC	CO ₂
	(kg/MWh)					(kg/GJ)
Elektřina	0,03680	0,84124	0,56764	0,00000	0,00249	281,0

Tab. 14: Energetická bilance dle uvažovaného paliva

Typ paliva/energie	Výchozí stav	Posuzovaný návrh
	(MWh/rok)	(MWh/rok)
Elektřina	134,00	109,21

Tab. 15: Globální hodnocení znečišťujících látek pro zjištění indikátoru "snížení emisí skleníkových plynů" [6]

Znečišťující látka	Výchozí stav	Posuzovaný návrh	Rozdíl	
	t/rok	t/rok	t/rok	%
Tuhé znečišťující látky (TZL)	0,00493	0,00402	0,00091	19
PM ₁₀	0,00197	0,00161	0,00036	19
PM _{2,5}	0,00123	0,00100	0,00023	19
SO ₂	0,11273	0,09187	0,02085	19
NO _x	0,07606	0,06199	0,01407	19
NH ₃	0,00000	0,00000	0,00000	0
VOC	0,00033	0,00027	0,00006	19
CO ₂	135,55	110,48	25,08	19

6 ZÁVĚR

Návrh opatření instalace systému fotovoltaické elektrárny přinese v objektu jistou energetickou úsporu, která má vliv na snížení emisí znečišťujících látek viz tab. 15. Z pohledu ekonomického se tato investice už tolik nevyplatí, což bylo možné predikovat na základě účinnosti FV panelů, která má zásadní vliv na výrobu elektrické energie. Reálná doba návratnosti převyšuje samotnou životnost panelů. Nicméně je nutné zmínit, že pro projekty, za účelem snížení spotřeby energie, ČR nabízí státní podporu, se kterou se v této diplomové práci neuvažovalo. Státní dotace může příznivě ovlivnit ekonomickou stránku opatření a výrazně zkrátit reálnou dobu návratnosti. Například v programu OPŽP může činit až 60 %. Dalším faktorem, který by mohl snížit dobu návratnosti, je možný budoucí nárůst ceny za jednotku elektrické energie, která má v posledních měsících rostoucí tendenci. Vzhledem k ústupu spalování uhlí za účelem výroby elektrické energie ji lze předpokládat i do budoucna.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Právní předpisy

- Zákon č. 183/2003 Sb., Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) vzpp
- Zákon č. 406/2000 Sb., Zákon o hospodaření energií vzpp
- Zákon č. 541/2020 Sb., Zákon o odpadech
- Zákon č. 309/2006 Sb. Zákon, kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) vzpp
- Zákon č. 133/1985 Sb. Zákon České národní rady o požární ochraně vzpp
- Zákon č. 73/2012 Sb. o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu a o fluorovaných skleníkových plynech
- Vyhláška č. 268/2009 Sb., Vyhláška o technických požadavcích na stavby vzpp
- Vyhláška č. 480/2012 Sb., Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku vzpp
- Vyhláška č. 264/2020 Sb. Vyhláška o energetické náročnosti budov
- Vyhláška č. 398/2009 Sb. Vyhláška o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
- Vyhláška č. 405/2017 Sb., Vyhláška, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb., a vyhláška č. 169/2016 Sb., o stanovení rozsahu dokumentace veřejné zakázky na stavební práce a soupisu stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr
- Vyhláška č. 246/2001 Sb., Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) vzpp

- Vyhláška č. 23/2008 Sb. Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb vzpp
- Vyhláška č. 120/2011 Sb. Vyhláška, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb. Nařízení vlády o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací vzpp
- Nařízení vlády č. 362/2005 Sb. Nařízení vlády o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky
- Nařízení vlády č. 375/2017 Sb. Nařízení vlády o vzhledu, umístění a provedení bezpečnostních značek a značení a zavedení signálů

Technické normy

- ČSN 73 4108. *Hygienická zařízení a šatny*. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
- ČSN 73 0810. Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- ČSN 73 0802. Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009 + Z1:2013 + Z2:2015 + Z3:20120 + Z4:2020.
- ČSN 73 0872. Požární bezpečnost staveb. Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1996.
- ČSN ISO 3864-1. Grafické značky - Bezpečnostní barvy a bezpečnostní značky - Část 1: Zásady navrhování bezpečnostních značek a bezpečnostního značení. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.

- ČSN 73 0540-1. Tepelná ochrana budov - Část 1: Terminologie. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- ČSN 73 0540-2. Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky: Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011 + Z1:2012.
- ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- ČSN 73 0540-4. *Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2005.
- ČSN 73 0532. Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních konstrukcí a výrobků - Požadavky. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2020.
- ČSN 73 0580-1. *Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2007 + Z1:2011 + Z2: 2017 + Z3:2019.
- ČSN EN 12464-1. *Světlo a osvětlení - Osvětlení pracovních prostorů - Část 1: Vnitřní pracovní prostory.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012.
- ČSN EN ISO 50001. *Systémy managementu hospodaření s energií - Požadavky s návodem k použití.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2019.
- ČSN EN 16941-1. *Zařízení pro využití nepitné vody na místě - Část 1: Zařízení pro využití srážkových vod.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- TECHNICKÁ PRAVIDLA H - 132 98. *Ohřívání užitkové vody - Zásady pro navrhování.* 1998.
- ČSN EN 12831-1. *Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3.* Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.

Literatura

- KLIMEŠOVÁ, Jarmila. Nauka o pozemních stavbách: modul M01. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2007. Studijní opory pro studijní programy s kombinovanou formou studia. ISBN 978-80-7204-530-3.
- 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 978-80-7204-943-1.
- ZOUFAL, Roman a kol. Hodnoty požární odolnosti stavebních konstrukcí podle Eurokódu. Pavus, 2009. ISBN 9788090448100.

Internetové zdroje

- Požadavky na energetickou náročnost budov se stavebním povolením od 1. 1. 2020. *Mpo.cz* [online]. Odbor 41300, 2019 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/energeticka-ucinnost/2019/11/NZEB-pozadavky-web-MPO.pdf>
- Možnosti podpory v oblasti úspor energie. *Mpo.cz* [online]. Odbor 32300, 2017 [cit. 2021-01-14]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/dotace-na-uspory-energie/moznosti-podpory-v-oblasti-uspor-energie--233023/>
https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statni-energeticka-politika/2016/12/Statni-energeticka-koncepce_2015_.pdf
- <https://deksoft.eu/>
- <https://www.dek.cz/>
- <https://www.ytong.cz/>
- <https://www.cemix.cz/>
- <https://www.isover.cz/>
- <https://www.rigips.cz/>
- <https://www.verti.cz/cs/>
- <https://www.silent-lab.cz/>
- <https://www.mandik.cz/>
- <https://www.remak.eu/cs>
- <https://www.viessmann.cz/>
- <https://www.tzb-info.cz/>
- <https://dafe.cz/>

- <https://www.topwet.cz/>
- <https://www.daikin.cz/>
- <https://www.dzd.cz/>
- <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>
- <https://www.ceska-solarni.cz/kalkulacka>
- <https://www.cez.cz/cs/technologie/fotovoltaika>
- <https://www.premereni.cz/cs/dulezite-informace/kalkulacky-energie/jistic/navrh-proudove-hodnoty-jistice/>

Tabulky a obrázky

- [1] Možnosti podpory v oblasti úspor energie. *Mpo.cz* [online]. Odbor 32300, 2017. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/energetika/dotace-na-uspory-energie/moznosti-podpory-v-oblasti-uspor-energie--233023/>
- [2] <https://mapy.cz>
- [3] Příloha č. 4 k vyhlášce č. 480/2012 Sb., Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku
- [4] Příloha č. 5 k vyhlášce č. 480/2012 Sb., Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku
- [5] Příloha č. 6 k vyhlášce č. 480/2012 Sb., Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku
- [6] Příloha č. 6 k vyhlášce č. 480/2012 Sb., Vyhláška o energetickém auditu a energetickém posudku

8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Architektonicko-stavební řešení

A – PRŮVODNÍ ZPRÁVA		3xA4
B – SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA		20xA4
C.1 – KATASTRÁLNÍ SITUAČNÍ VÝKRES	M 1:500	2xA4
C.2 – KOORDINAČNÍ SITUAČNÍ VÝKRES	M 1:200	4xA4
D.1.1.01 – PŮDORYS 1PP	M 1:50	6xA4
D.1.1.02 – PŮDORYS 1NP	M 1:50	15xA4
D.1.1.03 – PŮDORYS 2NP	M 1:50	15xA4
D.1.1.04 – ŘEZ A-A	M 1:50	10xA4
D.1.1.05 – ARCHITEKTONICKÉ POHLEDY	M 1:100	6xA4
D.1.1.06 – KONSTRUKCE PLOCHÉ STŘECHY	M 1:100	8xA4
D.1.1.07 – ZÁKLADOVÁ KONSTRUKCE 1PP	M 1:100	8xA4
D.1.1.08 – ZÁKLADOVÁ KONSTRUKCE 1NP	M 1:100	6xA4
D.1.1.09 – VÝKRES TVARU STROPU NAD 1NP	M 1:100	6xA4
D.1.3 – TECHNICKÁ ZPRÁVA POŽÁRNÍ OCHRANY		20xA4
D.1.3.01 – PŮDORYS 1PP – PBŘ	M 1:100	2xA4
D.1.3.02 – PŮDORYS 1NP – PBŘ	M 1:100	6xA4
D.1.3.03 – PŮDORYS 2NP – PBŘ	M 1:100	6xA4
D.1.3.04 – KATASTRÁLNÍ SITUAČNÍ VÝKRES – PBŘ	M 1:500	2xA4
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY		20xA4
STAVEBNĚ FYZIKÁLNÍ POSOUZENÍ BUDOVY A KONSTRUKCÍ		14xA4

Příloha B – Architektonicko-stavební řešení

D.1.4 – UMÍSTĚNÍ VZT, CHL A FVE	M 1:100	2xA4
D.1.4a – KONCEPČNÍ STUDIE VZT		13xA4
D.1.4a.01 – JEDNOČÁROVÉ SCHÉMA VZT 1PP	M 1:100	2xA4
D.1.4a.02 – JEDNOČÁROVÉ SCHÉMA VZT 1NP	M 1:100	6xA4
D.1.4a.03 – JEDNOČÁROVÉ SCHÉMA VZT 2NP	M 1:100	6xA4
D.1.4a.04 – REGULAČNÍ SCHÉMA		1xA4
D.1.4b – KONCEPČNÍ STUDIE VYTÁPĚNÍ		8xA4
D.1.4b.01 – SCHÉMA TECHNICKÉ MÍSTNOSTI		1xA4
D.1.4b.02 – SCHÉMA ZAPOJENÍ OTOPNÉ SOUSTAVY		6xA4
D.1.4c – KONCEPČNÍ STUDIE OHŘEVU TEPLÉ VODY		5xA4
D.1.4d – KONCEPČNÍ STUDIE OSVĚTLENÍ		4xA4
D.1.4d.01 – OSVĚTLENÍ 1NP	M 1:100	4xA4
D.1.4e – KONCEPČNÍ STUDIE CHLAZENÍ		12xA4
D.1.4e.01 – JEDNOČÁROVÉ SCHÉMA CHLAZENÍ 1NP	M 1:100	6xA4
D.1.4e.02 – JEDNOČÁROVÉ SCHÉMA CHLAZENÍ 2NP	M 1:100	6xA4

D.1.4f – KONCEPČNÍ STUDIE VYUŽITÍ DEŠŤOVÉ VODY	6xA4
D.1.4g – KONCEPČNÍ STUDIE FOTOVOLTAIKY	8xA4
D.1.4g.01 – DENNÍ PROFIL SPOTŘEBY ELEKTRICKÉ ENERGIE	1xA4
D.1.4g.02 – SPOTŘEBY	1xA4
D.1.4g.03 – VIZUALIZACE	2xA4
SCHÉMA MaR	2xA4

Příloha C – Energetický posudek

ENERGETICKÝ POSUDEK	26xA4
---------------------	-------

Příloha D – Přípravné práce a další výpočty

P1 – TEPELNÁ TECHNIKA	28xA4
P2 – DENNÍ OSVĚTLENÍ	5xA4
P3 – TECHNICKÁ SPECIFIKACE VZT ZAŘÍZENÍ	23xA4
P4 – LETNÍ TEPELNÁ STABILITA	23xA4
PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ŽB PRVKŮ	3xA4
SKLADBY KONSTRUKCÍ	21xA4
VÝPOČET SCHODIŠTĚ	3xA4
VIZUALIZACE	6xA4