

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra technických zařízení budov



Rekonstrukce stávající vily a návrh přechodu do režimu NZEB

Diplomová práce

Jan Přívětivý

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.

Praha, 2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Přívětivý Jméno: Jan Osobní číslo: 458909
Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov K11125
Studijní program: (N3946) Inteligentní budovy
Studijní obor: _____

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Rekonstrukce stávající vily a návrh přechodu do režimu NZEB
Název diplomové práce anglicky: Reconstruction of the existing villa and a proposal for the transition to the NZEB regime

Pokyny pro vypracování:
Cílem diplomové práce bude snížení energetické náročnosti a prověření tepelně technických podmínek řešené třípatrové rodinné vily z 90 let. V rámci stavebních úprav bude zdokumentována přístavba vnitřního bazénového prostoru a rekonstrukce stávajících prostor 1.NP. V rámci úprav dojde k návrhu nuceného systému větrání s rekuperací a napojení současné otopné soustavy na nově navržené tepelné čerpadlo. Nedílnou součástí této práce bude sestavení modelu budovy v programu DesignBuilder a následné zpracování průkazu energetické náročnosti budovy. Dalším krokem bude návrh inteligentní elektroinstalace KNX a její finanční zhodnocení v porovnání se současnou elektroinstalací a sítí ABB-free@home. V závěru projektu dojde k posouzení navržených úprav a porovnání se současnými podmínkami pro budovy s téměř nulovou spotřebou energie.

Seznam doporučené literatury:
Garlík, B. Technické zařízení budov, elektrická instalace v budovách. Česká techniky-nakladatelství ČVUT, 2017, ISBN 978-80-01-06342-2
Garlík, B. Inteligentní budovy, BEB-technická literatura, Praha 2012, ISBN 968-80-7300-440-8

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.

Datum zadání diplomové práce: _____ Termín odevzdání diplomové práce: 16.5.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Tímto prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracoval samostatně a použil pouze uvedené podklady.

Nemám závažný důvod nesouhlasit s použitím této školní práce ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze, 2019

.....
Jan Přívětivý

Poděkování

Rád bych poděkoval doc. Ing. Bohumíru Garlíkovi, CSc. za vedení práce a vstřícný přístup. Za řadu rad, podnětů a připomínek, patří velký dík rovněž Ing. et Ing. Pavlu Hlaváčkovi, konzultantovi této práce.

Jan Přívětivý

Název práce: **Rekonstrukce stávající vily a návrh přechodu do režimu NZEB**

Autor: Jan Přívětivý

Obor: Inteligentní budovy

Druh práce: Diplomová práce

Vedoucí práce: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.

Konzultant: Ing. et Ing. Pavel Hlaváček

Abstrakt:

Práce je rozdělena do tří hlavních částí. První část se zabývá rekonstrukcí rodinné vily ve Velké Chuchli na Praze 5. Po dohodě s investorem byly navrženy úpravy stávajícího 1.NP a přístavba bazénového prostoru nad garáží objektu. Do stávajících konstrukcí 2.NP a 3.NP nebude nějak zasahováno, jelikož nejsou předmětem této práce. Ve druhé části došlo k energetické analýze objektu a stávajících tepelných zdrojů a jejich následné nahrazení systémy úspornějšími. K analýze byly využity softwary DesignBuilder a Energie 2020. V poslední části byl navržen kompatibilní systém inteligentní elektroinstalace KNX s patřičnými prvky řízení. Závěr práce se zabývá porovnáním navržených opatření s referenční budovou s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB - nearly zero energy building).

Cílem této diplomové práce je poukázat na možnosti úprav starších stávajících budov v České republice, jejichž současné zdroje tepla a chladu nedosahují nároků na budovu s téměř nulovou spotřebou energie. Práce se zaměří především na úpravy, které příliš nezasahují do stávajícího stavu obálky budovy a přesto mají velký vliv na výsledné energetické chování.

Klíčová slova: rekonstrukce, bazénový prostor, DesignBuilder, Energie 2020, KNX, NZEB

Title: **Reconstruction of the existing villa and a proposal for the transition to the NZEB regime**

Author: Jan Přívětivý

Field of study: Department of Intelligent Buildings

Thesis type: Master's Thesis

Supervisor: doc. Ing. Bohumír Garlík, CSc.

Consultant: Ing. et Ing. Pavel Hlaváček

Abstract:

The thesis is divided into three main parts. The first part deals with the reconstruction of a family villa in Velká Chuchle, Prague 5. In agreement with the investor, modifications to the existing 1st floor and an outbuild of the pool space above the building's garage were proposed. The existing constructions of the 2nd floor and the 3rd floor will not be interfered with in any way, as they are not the subject of this work. In the second part, there was an energy analysis of the building and existing heat sources and their subsequent replacement by more economical systems. The software DesignBuilder and Energie 2020 were used for the analysis. In the last part, a compatible system of intelligent electrical installation KNX with appropriate control elements was designed. The conclusion deals with the comparison of the proposed measures with a reference nearly zero energy building (NZEB).

The aim of this diploma thesis is to point out the possibilities of modifications of older existing buildings in the Czech Republic, whose current sources of heat and cold do not reach the requirements for nearly zero energy buildings. The thesis will focus mainly on modifications that do not interfere too much with the current state of the building envelope and yet have a major impact on the resulting energy behavior.

Keywords: reconstruction, pool area, DesignBuilder, Energie 2020, KNX, NZEB

Obsah

1	Rekonstrukce řešeného objektu a přístavba bazénového prostoru	3
1.1	Stávající stav	5
1.1.1	Konstrukční řešení	6
1.1.2	Bourací práce	8
1.2	Navrhovaný stav	9
2	Vzduchotechnika a vytápění v objektu	13
2.1	Stávající stav	13
2.2	Navrhovaný stav	14
2.2.1	Model v softwaru DesignBuilder	17
2.2.2	Princip větrání v objektu	21
3	Inteligentní elektroinstalace KNX	29
3.1	Výběr konkrétních systémových přístrojů KNX	31
3.1.1	Ovládání a zapojení osvětlení	31
3.1.2	Ovládání a zapojení žaluzií, meteostanice	33
3.1.3	Ovládání otopné/chladicí soustavy	34
3.1.4	Zásuvkové obvody	37
3.1.5	Vzduchotechnika	37
3.2	Popis instalace ve Velké Chuchli	38
3.2.1	Osvětlení	38

3.2.2	Žaluzie	39
3.2.3	Vytápění/chlazení	39
3.3	Příklady programování funkcí	40
3.3.1	Spínání/stmívání skupiny svítidel	40
4	PENB a porovnání s NZEB	45
4.1	Budova s téměř nulovou spotřebou energie	45
4.2	Model v softwaru Energie 2020	46
4.2.1	Specifikace modelu v softwarovém prostředí	46
4.3	Porovnání objektu s NZEB	47
4.3.1	Celková dodaná energie	47
4.3.2	Primární energie z neobnovitelných zdrojů	48
4.3.3	Obálka budovy	48

Seznam obrázků

1.1	Výstřižek z katastru nemovitostí	3
1.2	Výstřižek z Atlasu Praha 5000	4
1.3	Fotodokumentace stávajícího objektu - exteriér	5
1.4	Fotodokumentace stávajícího objektu - interiér	7
1.5	Pohled na navrhovaný stav objektu - Jih	9
1.6	Pohled na navrhovaný stav objektu - Západ	10
2.1	Zjednodušené schéma navrhovaného zdroje tepla v objektu	14
2.2	Zjednodušené provozní schéma navrhovaného zdroje tepla v ob- jektu - léto	16
2.3	Zjednodušené provozní schéma navrhovaného zdroje tepla v ob- jektu - zima	17
2.4	Vizualizace modelu řešeného objektu v softwaru DesignBuilder .	18
2.5	Příklad vymodelované konstrukce v softwaru DesignBuilder - S01	19
2.6	Rozdělení místností v softwaru DesignBuilder dle profilů užívání	20
2.7	Výsledek tepelných zisků od oken v bazénovém prostoru bez rolet a s roletami	21
2.8	Jednotka SAVE VSR 300	23
2.9	Ohříváč VBC 160-3 a chladič CWK 160-3-2,5	25
2.10	Bazénová vzduchotechnická jednotka od firmy Systemair řady KA	26

3.1	Schéma DALI zapojení sběrnice	31
3.2	Příklad zapojení 2-násobného tlačítkového rozhraní	32
3.3	Zapojení sběrnice SMI k řízení žaluzií	33
3.4	Možností řízení žaluziového motoru	33
3.5	Zapojení termoelektrických pohonů ventilů do sběrnice KNX . .	34
3.6	Grafické znázornění režimu činnosti pro termostaty	35
3.7	Schéma připojení okenních kontaktů na sběrnici pomocí binárních vstupů	36
3.8	Grafické znázornění sepnutí okenního kontaktu při otevření okna	36
3.9	Zapojení zásuvkových obvodů se sběrnici KNX	37
3.10	ETS5 Krok 1 - vložení přístrojů do místností/rozvaděče	40
3.11	ETS5 Krok 2 - nastavení chování svítidel při stisku tlačítka . . .	41
3.12	ETS5 Krok 3 - vytváření skupinových adres	42
3.13	ETS5 Krok 4 - nastavení parametrů tlačítkového spínače	42
3.14	ETS5 Krok 5 - Provázání komponentů přes skupinové adresy . .	42
4.1	Schématické znázornění celkové dodané energie do objektu . . .	47
4.2	Porovnání řešeného objektu s referenční NZEB z hlediska cel- kové dodané energie	48
4.3	Porovnání řešeného objektu s referenční NZEB z hlediska primární energie z neobnovitelných zdrojů	48
4.4	Nevyhovující konstrukce v porovnání obálek budov	49
4.5	Porovnání řešeného objektu s referenční NZEB z hlediska součinitele prostupu tepla obálkou budovy	49

Seznam tabulek

2.1	Výsledný návrh přívodu a odvodu vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku 1.NP	23
-----	---------------------------------------------------------------------------------------	----

Úvod

Diplomová práce je zaměřena na rekonstrukci 1.NP a přístavbu bazénového prostoru u rodinné vily ve Velké Chuchly na Praze 5. Projekt je rozdělen do tří hlavních částí v závislosti na řešené problematice. Cílem je poukázat na možnosti úprav stávající budovy v rámci potřeb investora a její srovnání s referenční budovou s téměř nulovou spotřebou energie.

V úvodní části je vytvořena dokumentace k rekonstrukci 1.NP a přístavbě bazénového prostoru nad garáží objektu. Projekt je na úrovni DPS (dokumentace pro provedení stavby) a obsahuje všechny potřebné výkresy k provádění. Je nutné podotknout, že v rámci této práce není řešena statická stránka objektu. Je tedy nezbytné, aby bylo před samotnou výstavbou provedeno statické zhodnocení a to zejména u nově vzniklé konstrukce bazénu nad garážovým prostorem. Všechny provedené změny byly předem konzultovány s investorem a snahou bylo docílit maximálního pohodlí uživatele stavby.

Další součástí práce je návrh nuceného větrání s rekuperací a otopné soustavy s tepelným čerpadlem. Při vytváření návrhu projektu došlo k detailnímu modelování objektu v programu DesignBuilder, sloužícímu ke zhodnocení chování budovy při zvolených režimech vytápění a chlazení. Tento návrh je popsán v kapitole 2. V projektu větrání byly navrženy dvě jednotky. Jedna pro 1.NP a druhá pro bazénový prostor. Garáž zůstane po domluvě s investorem bez instalace nuceného větrání a vytápění. Tepelné čerpadlo země-voda bylo navrženo také za pomoci zmiňovaného programu a doprovodných výpočtů. V

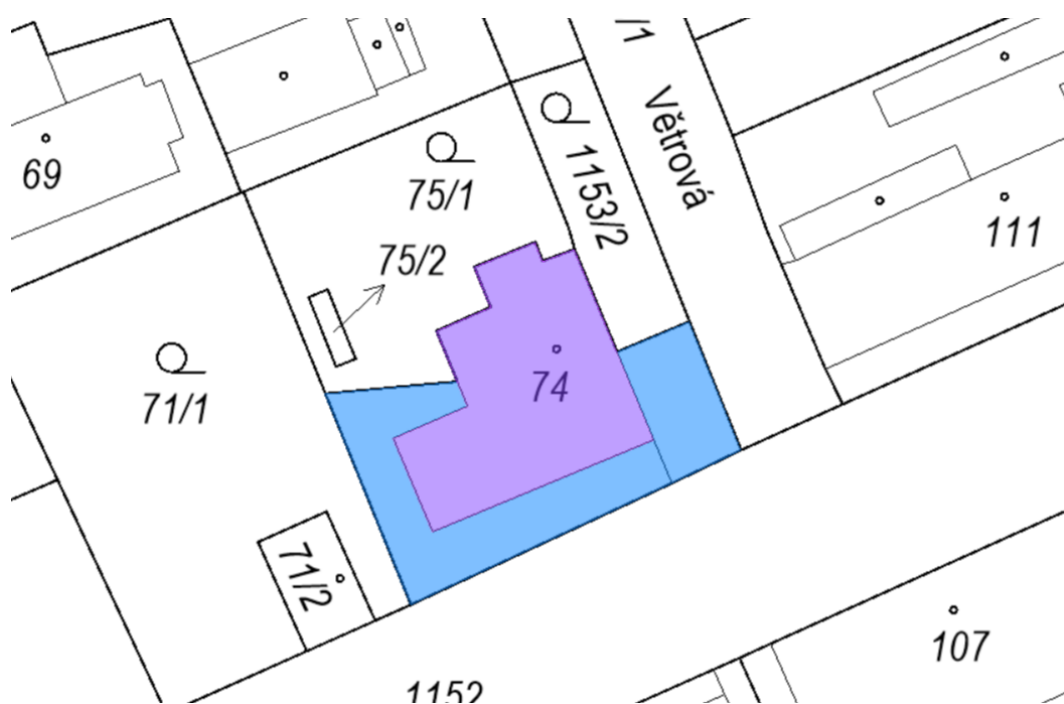
tomto objektu se bude chovat jako zdroj tepla i chladu. Čerpadlo bude mimo jiné napojeno na stávající otopnou soustavu, čímž je docíleno minimálního zasahování do stávajícího stavu budovy.

Poslední projektovou částí diplomové práce je návrh inteligentní elektroinstalace KNX pomocí softwaru ETS5. Elektroinstalace obsahuje široké pásmo funkcí, které ve výsledku zlepšuje hospodárnost celého navrženého systému vytápění, chlazení a osvětlení. Dokumentace obsahuje rozpis jednotlivých prvků, jejich funkci a umístění v objektu.

V závěru došlo k porovnání navržených úprav s referenční budovou s téměř nulovou spotřebou energie (NZEB). K tomu posloužil software Energie 2020, s možností vytvoření průkazu energetické náročnosti budovy před a po instalaci nových systémů a rekonstrukci.

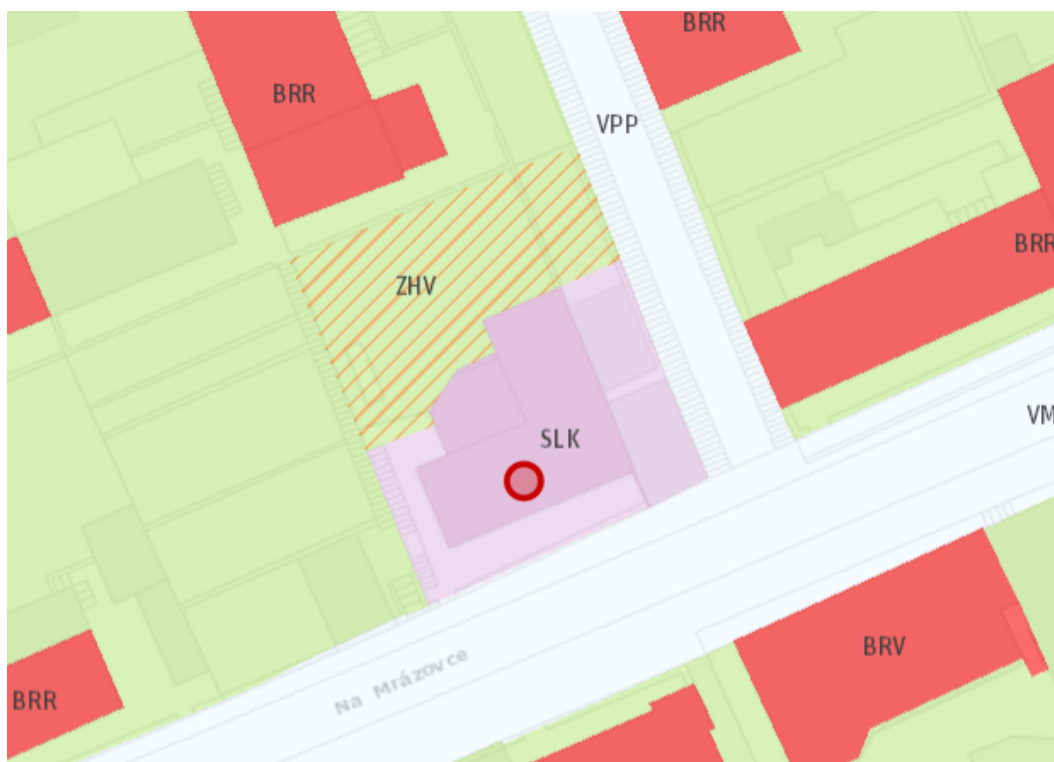
Kapitola 1

Rekonstrukce řešeného objektu a přístavba bazénového prostoru



Obr. 1.1: Výstřižek z katastru nemovitostí pro řešené parcely s označením parcely č.74 [1]

V úvodní části diplomové práce byla vyhotovena dokumentace pro rekonstrukci prvního nadzemního podlaží rodinné vily a přístavbu bazénového pro-



Obr. 1.2: Výstřižek z Atlasu Praha 5000 s aktuálními daty o využití řešeného území. SLK - služby komunální, ZHV - zahrady a hřiště občanské vybavenosti, BRR - rodinné domy, BRV - činžovní vily, ZHB - zahrady rodinných domů, VM - ulice, silnice, VPP - pěšiny. [2]

storu. Tato dokumentace je přístupná ve výkresové části, kam na ní bude odkazováno. Budova se nachází na Praze 5 v městské čtvrti Velká Chuchle, Na Mrázovce 55/6. Pozemek investora je rozdělen do několika parcel: č. 74, č. 75/1, č. 75/2 a č. 1153/2. Řešený objekt je součástí parcely č. 74 (Obr. 1.1). Pozemek je mírně ve svahu, což zapříčiňuje částečné zapuštění 1.NP do terénu a to zejména ze severní strany, ve které jsou obvodové konstrukce v kontaktu se zeminou. Rodinný dům se nachází v zastavěné části obce, ale nedochází ke stínění od okolních objektů. Navrhované úpravy jsou v souladu s územně plánovací dokumentací - ÚP Velká Chuchle. Posuzované území je v zastavitelné zóně zatříděné jako SLK - služby komunální (parcely č.74) a ZHV - zahrady a hřiště občanské vybavenosti (parcely č.75/1 a 75/2) (Obr. 1.2).

1.1 Stávající stav

Celý stávající stav konstrukce byl detailně ručně zaměřen pomocí laserového dálkoměru RETLUX RHT 100. Pokud to bylo možné, byly tloušťky stěn zaměřeny. V opačném případě byly rozměry konzultovány s investorem. Všechny skladby konstrukcí odpovídají skutečnosti stávajícího stavu.



Obr. 1.3: Fotodokumentace stávajícího objektu - exteriér

Rodinnou vilu tvoří tři nadzemní podlaží s přilehlým garážovým prostorem (Obr. 1.3). Současný stav užívání objektu rozděluje budovu na 2 bytové jednotky - 1.NP a 2.+3.NP se sdílenou garáží, jejíž podlaha je 1,86 m pod úrovní podlahy 1.NP. První nadzemní podlaží je z části v kontaktu se zemi-

nou - obvodové konstrukce přiléhající k horní zahradě jsou pod úrovní terénu. Přístupová část z přilehlé komunikace je nad úrovní terénu. Druhé nadzemní podlaží je zcela nad úrovní terénu a je k němu umožněn přístup buď přes terasu nad garáží, nebo přes schodiště přiléhající k západní hranici pozemku. Druhé a třetí nadzemní podlaží jsou propojena pomocí točitého schodiště v místnostech 2.03 a 3.05. Hřeben budovy dosahuje výšky 9,23 m nad úrovní terénu.

První nadzemní podlaží má 11 místností s celkovou podlahovou plochou 86,9 m². Prostor garáže je v kontaktu s 1.NP a jeho podlahová plocha činí 52,11 m². Podrobná tabulka místností s jejich dispozicemi jsou přehledně vypsány ve výkresu 201. Ve výkresové části je také přehledně zobrazeno 2. a 3.NP (viz. výkresy 202 a 203). K těmto podlažím nebyl při průzkumu objektu umožněn přístup kvůli současným nájemníkům, ale jejich dispozice byla podrobně probrána s investorem.

1.1.1 Konstrukční řešení

Všechny popisované skladby v této sekci jsou dostupné ve výkresové části - skladby konstrukcí. Stavba je přibližně z 90. let 20. století. Konstrukční systém budovy je stěnový, obousměrný, zděný.

Založení objektu je na základových pasech ze železobetonu s hloubkou základové spáry 1 m pod podlahou. Základy jsou rozšířené o 150 mm od tloušťky příslušné svíslé nosné konstrukce. Vnější i vnitřní nosné konstrukce jsou z plných ostře pálených cihel vysoké pevnosti, zděných na maltu nastavenou o tloušťce 300-800 mm. V současné době nejsou patrné žádné závažné statické poruchy zděných prvků. Příčky v objektu jsou vyzděny také z CPP o tloušťce 75-150 mm. Většinu vodorovných nosních konstrukcí v 1.NP tvoří stropní desky Hurdis 1 podporované ocelovými nosníky I240. Jedinou výjimkou je prostor kuchyně (1.08) a ložnice (1.10). Zde je hlavním nosným vodorovným



Obr. 1.4: Fotodokumentace stávajícího objektu - interiér

systémem klenba tvořená betonovou mazaninou, nesoudržným násypem a cihelnou klenbou z CPP. Strop garáže tvoří železobetonová deska (220 mm) podopřena ocelovými nosníky I220. Střecha objektu je sedlová s hambálkovým, dřevěným krovem. V objektu se nachází několik schodišť. U navazující části pozemku přilehlé komunikace (ulice Na Mrázovce) je první schodiště vedoucí z prostoru vstupní branky (1,38 m pod úrovní podlahy 1.NP) na jižní, pochází terasu vedoucí až ke vstupním dveřím. Další schodiště vede z prostoru vstupní terasy na terasu úrovně 2.NP (+2,94 m nad úrovní podlahy 1.NP). Podestou je navázáno ještě třetí schodiště vedoucí z terasy 2.NP na horní prostor zahrady. Samotná zahrada je ve svahu. Všechna tři jmenovaná schodiště jsou železobetonové konstrukce ukotvené do zídky se sousedícím pozemkem.

Další dvě schodiště s ocelovou konstrukcí jsou umístěna na terase nad garáží. Jedno vede z horní terasy (+2,94 m - úroveň 2.NP) na terasu spodní (+1,25 m). Druhé vede z dolní terasy (+1,25 m) do balkónových dveří 2.NP. Poslední schodiště s ocelovou konstrukcí vede ze spodní terasy do garáže (-1,86 m). Výplně otvorů jsou izolační dvojskla s plastovými rámy ($U = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$) a byly vyměněny v rámci starší rekonstrukce. Přesné rozměry a rozmístění oken jsou dostupné ve výkresu 201 a 202. Stávající fasáda je zateplená (EPS 100 tl. 150 mm). Barevné řešení stávajícího rodinného domu je řešené ve dvou odstínech žluté barvy detailně popsanych ve skladbách konstrukcí. Konstrukce v kontaktu se zemí zateplené nejsou, což zapříčiňuje pronikání vlhkosti a to zejména v místnosti koupelny (1.06). Ošetření poškozených konstrukcí není součástí této práce, ale bylo to investorovi do budoucna doporučeno.

1.1.2 Bourací práce

Při navrhovaných stavebních úpravách dojde k celkovému vybourání přístavby na straně západní fasády (místnosti 1.01 - předsíň, 1.02 spíž a 1.03 sklad) včetně schodiště vedoucího z prostoru vstupní terasy na terasu úrovně 2.NP a zídky se sousedním pozemkem. Dále bude vybourána příčka oddělující místnosti 1.04 - obývací pokoj a 1.05 - sklad a tím dojde k rozšíření obývacího pokoje. Všechna tři ocelová schodiště nad a uvnitř garáže budou odstraněna. Dále bude odstraněno veškeré oplocení spodní i horní terasy nad garáží a povrchové úpravy podlahy spodní terasy. Dalším krokem bude odstranění tepelné izolace na východní straně domu (od 2.NP až po střechu) z důvodu návaznosti nových místností, tj. navrhovaného bazénu a pokoje nad prostorem bazénu ve 3.NP. Z hlediska stávajících otvorů dojde k zazdění okna na západní fasádě 1.NP a vybourání dveřního otvoru v místnosti ložnice (1.10) pro budoucí přístup do zimní zahrady. Detailní popis bouracích prací je dostupný ve výkresech 301, 302 a 303.

1.2 Navrhovaný stav

Všechny nově navržené konstrukce byly podrobně analyzovány v programu Energie 2020 (viz příloha 11), aby vyhovovaly příslušným požadavkům investora a doporučeným normovým hodnotám. Tepelně-technické vlastnosti stávajících konstrukcí zůstávají nezměněné, tedy nebyly upravovány.



Obr. 1.5: Pohled na navrhovaný stav objektu - Jih

Ve vstupním prostoru 1.NP bude postavena nová konstrukce se čtyřmi místnostmi - 1.01x předsíň, 1.02x koupelna, 1.03x spíž a 1.04x vstupní zimní zahrada. Prostor vstupní zimní zahrady bude tvořen hliníkovou konstrukcí se sloupy o rozměrech 110 x 110 x 3 mm s izolačními trojskly ($U = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$). Bude mít prosklenou stropní konstrukci ve sklonu, vstupní dveře a prosklenou fasádu vedle otvoru pro dveře. V kontaktu se sousedním pozemkem vznikne nová stěna z tvárnic Heluz Family 30 broušených (tl. 300 mm). Ta bude opatřena izolací XPS. Koupelna, předsíň a spíž budou odděleny příčkami z tvárnic Heluz 8 a jejich stropní konstrukce bude tvořena stropními vložkami a nosníky Heluz Miako. Úpravami stávajících místností 1.NP, dojde ke zvětšení



Obr. 1.6: Pohled na navrhovaný stav objektu - Západ

prostoru obývacího pokoje a to pouze odstraněním příčky mezi stávajícím obývacím pokojem (1.04) a stávajícím úložným prostorem (1.05). Prostor se tak zvětší o přibližně 4,5 m².

Další nově vzniklou místností je zimní zahrada (1.05x). Ta bude primárně sloužit pro přístup do bazénového prostoru z 1.NP a to pomocí ocelové konstrukce točitého schodiště o průměru 1,2 m. Bude opět sestavena z hliníkových čtvercových profilů o rozměrech 110 x 110 x 3 mm a izolačního trojskla. Další možností přístupu do místnosti 1.05x budou integrované posuvné prosklené dveře vedoucí z terasy 1.NP. Tato místnost může mít další širokou škálu využití jako například pěstování nenáročných pokojových rostlin a příjemné posezení.

V garážovém prostoru bude postavena výtahová šachta se strojovnou. Zdvíhací plošina bude učena pro max. 2 osoby a bude umožňovat přístup na terasu 2.NP nad garáží. Umístění šachty zapříčiňuje výstavbu nové vstupní branky na východní straně pozemku. Kromě branky je navrženo i nové oplocení v barvě stávající fasády domu.

Na stávající spodní terase nad garáží vznikne bazénový prostor (2.01x). V něm bude umístěn bazén o rozměrech přibližně 6,5 x 4 m (včetně přelivového žlábků). Konstrukce bazénové vany bude z vodostavebného železobetonu s povrchovou úpravou skleněné obkladové mozaiky. Okolo bazénu bude vytvořen ochoz o šířce 0,8 m. Stěny místnosti se budou skládat z broušených tvárnic Heluz 20 (tl. 200 mm) a tepelné izolace EPS 100 (200 mm). Vodorovná nosná konstrukce stropu bude z nosníků a stropních vložek Heluz Miako. Nad bazénovým prostorem vznikne nová místnost 3.NP (3.01x) s terasou. Místnost bude mít stejnou skladbu stěn (jiné povrchové úpravy) a jeho střechu bude tvořit protažený stávající krov budovy.

Kapitola 2

Vzduchotechnika a vytápění v objektu

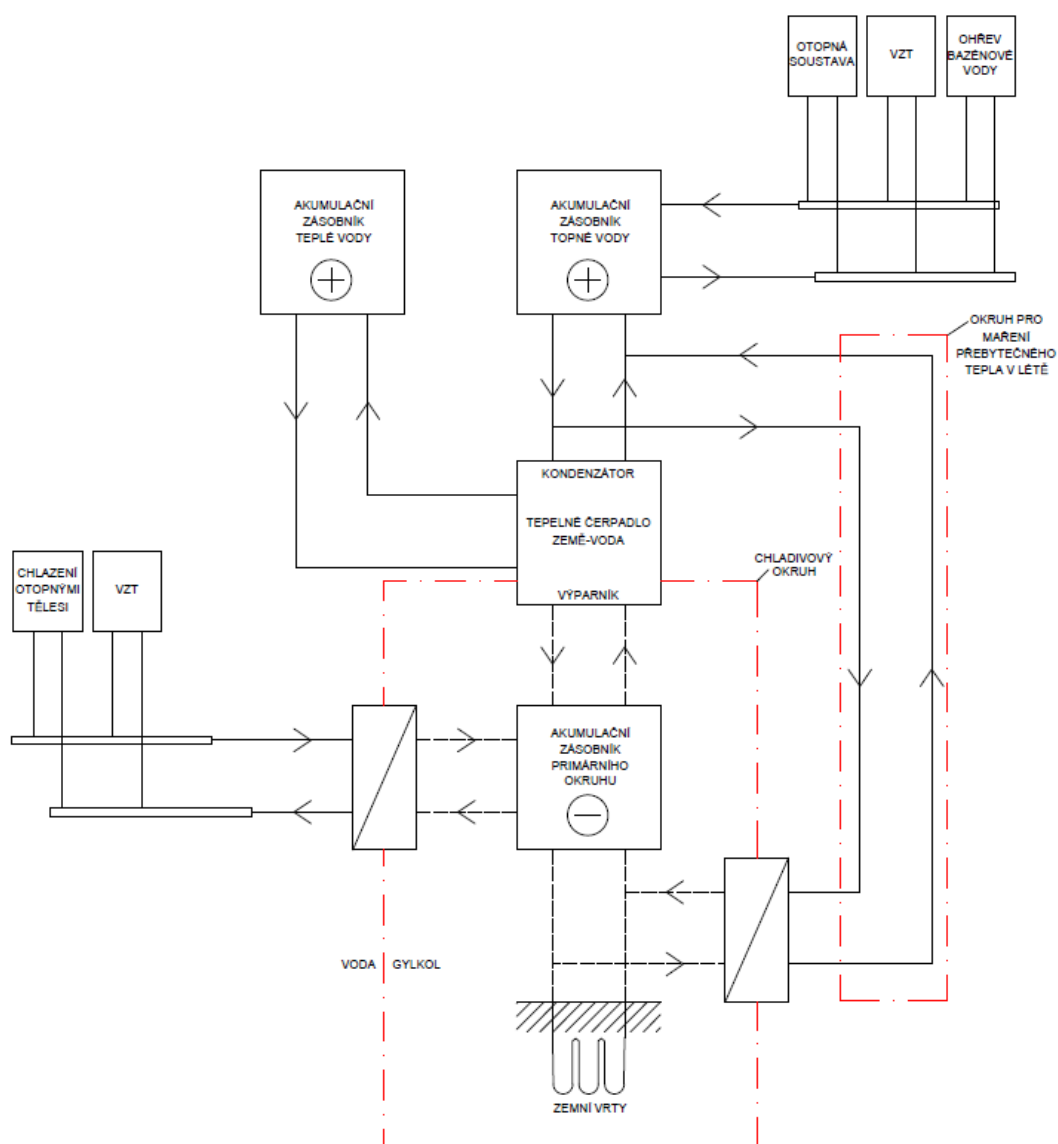
V rámci diplomové práce byl řešen návrh nové soustavy pro nucené větrání a nového zdroje tepla pro objekt. K výslednému návrhu byly použity doprovodné výpočty a výstupy z programů DesignBuilder a Energie 2020 v závislosti na požadavcích investora a na příslušných normách. K návrhu bude přiložena nejen výkresová část, ale i relevantní výstupy z výše uvedených softwarů.

2.1 Stávající stav

V současné době se v řešené rodinné vile nenachází žádná forma nuceného větrání. V objektu se tedy větrá pouze přirozeně. K vytápění a přípravě teplé vody slouží plynový kondenzační kotel Buderus Logamax plus GB172-24 s účinností výroby tepla 92 % a jmenovitým tepelným výkonem 23 kW. Tento zdroj slouží pro vytápění a přípravu teplé vody pro všechna podlaží a zůstane funkční pouze pro 2. a 3.NP. V 1.NP bude navržen nový zdroj tepla. Stávající otopnou soustavu tvoří šest otopných těles Radik Klasik 11 900 x 700 mm (1x v místnosti 1.01 předsiň, 1x v místnosti 1.04 obývací pokoj, 2x v místnosti 1.08

kuchyň, 1x v místnosti 1.09 pracovna a 1x v místnosti 1.10 ložnice), jedno těleso Koralux Linear Max (1.06 koupelna) a jedna soustava podlahového vytápění (1.06 koupelna). Otopná soustava zůstane zachována a bude napojena na nový zdroj tepla.

2.2 Navrhovaný stav

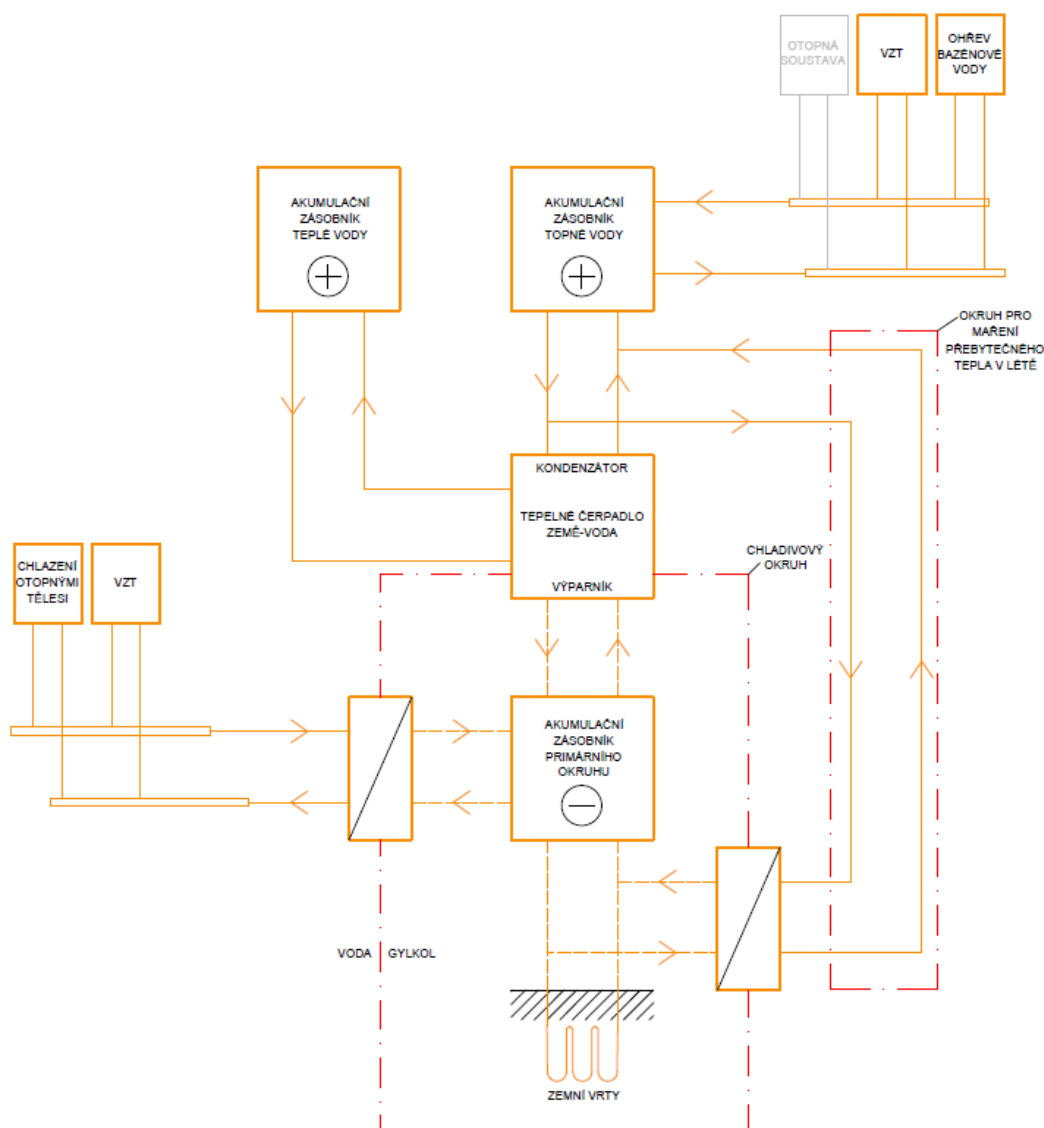


Obr. 2.1: Zjednodušené schéma navrhovaného zdroje tepla v objektu

V řešeném podlaží bude navržen nový centrální zdroj tepla a chladu - tepelné čerpadlo země - voda (Obr. 2.1). Detailní schéma zdroje je dostupné ve výkrese 504. Toto čerpadlo bude zajišťovat dodávku tepla/chladu, přípravu teplé vody a ohřev bazénové vody. Schéma zdroje je rozděleno na dvě části - rozvody primární (glykolové) a rozvody vody. Rozvody glykolu a rozvody vody budou hydraulicky odděleny deskovými výměníky.

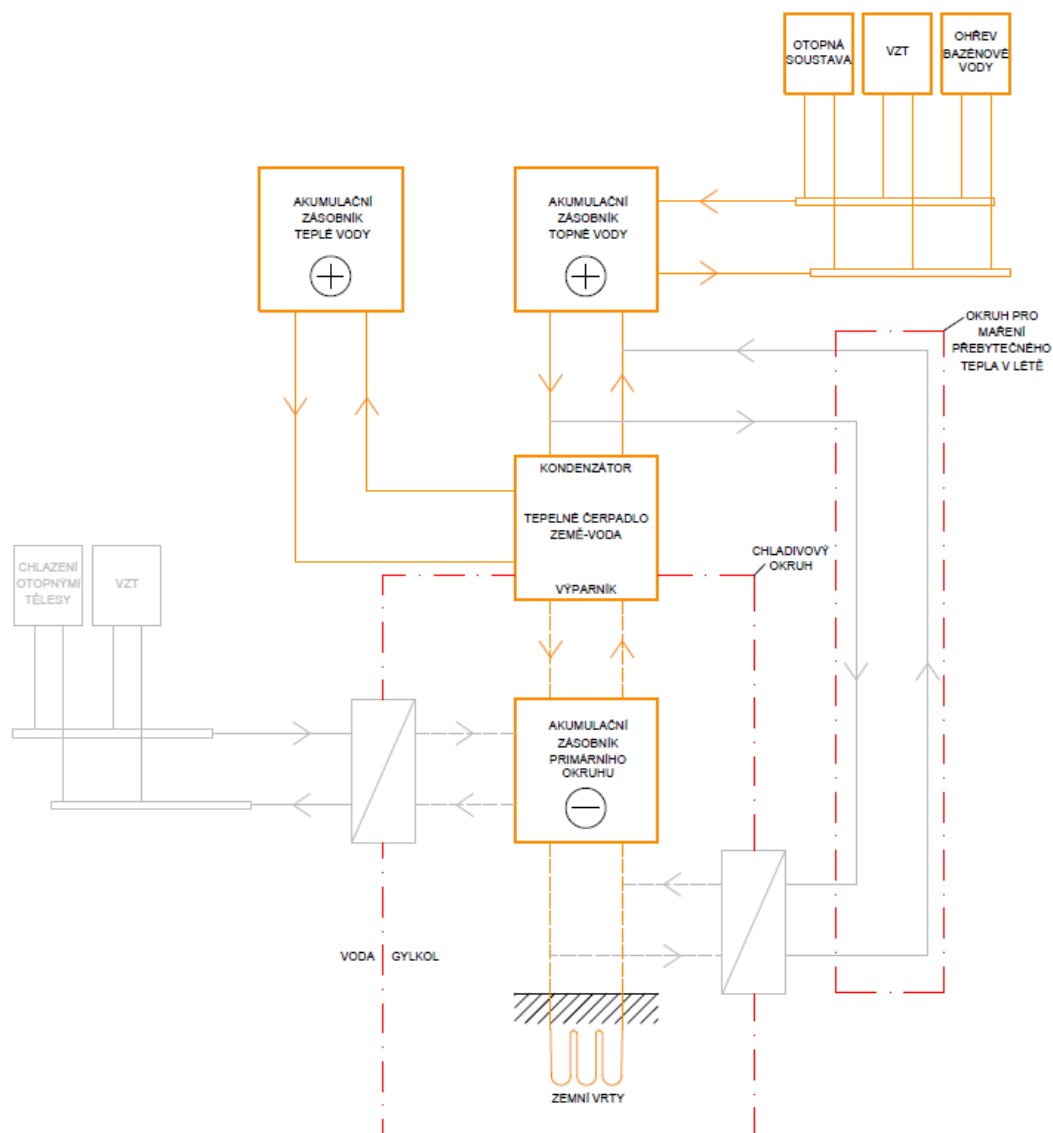
Primární okruh bude rozvádět chladivo ze zemních vrtů do akumulární nádrže chladu, do výměníku okruhu chlazení a do samotného tepelného čerpadla podle potřeby energie. Akumulační nádoba chladu je určena k uložení energie na chlazení objektu. Odvod z něj je přes deskový výměník napojen na rozvody chladu, mezi které patří napojení na chladič vzduchotechnické jednotky 1.NP a napojení na otopná tělesa 1.NP. Chlazení otopnými tělesy v tomto případě neslouží jako hlavní způsob chlazení, pouze slouží jako pojistka při výpadku chlazení VZT. Hlavním způsobem chlazení je vzduchotechnická jednotka 1.NP. Vyprodukované teplo z tepelného čerpadla se rozvádí do dvou okruhů - zásobníku teplé vody pro přípravu teplé vody a akumulární nádoby topné vody. Zásobník teplé vody bude opatřen elektronickou topnou patronou, která bude jednorázově dohřívát vodu na 60 °C, aby nedocházelo k množení bakterie rodu Legionella. Akumulační nádoba topné vody bude sloužit k uložení tepla pro soustavu otopných těles, podlahové vytápění v koupelně, ohřívač přiváděného vzduchu (pro 1.NP i bazén) a ohřívač bazénové vody. Teplotní spád topné soustavy klesne z původních 55/45 °C na 45/35 °C. S nižšími teplotními spády roste efektivita tepelného čerpadla. Z hlediska otopné soustavy bude přidáno jedno nové těleso Koralux Linear Max a to do nově vzniklé místnosti koupelny 1.02x.

Provozní schémata zdroje tepla (Obr. 2.2 - léto a Obr. 2.3 - zima) zobrazují aktivní části této soustavy. V zimě není potřeba chladit, proto není aktivní (znázorněno šedě) chlazení otopnými tělesy ani VZT. Naopak soustava



Obr. 2.2: Zjednodušené provozní schéma navrhovaného zdroje tepla v objektu - LÉTO

přípravy teplé vody a otopná soustava aktivní jsou (znázorněno oranžově). V letním období není trasa otopných těles a podlahového vytápění aktivní. V případě, kdy není možné v soustavě využít všechno odpadní teplo, dochází k aktivaci okruhu pro maření odpadního tepla. Tento okruh předává přebytečné teplo ze soustavy přes deskový výměník do nemrznoucí směsi a ukládá přebytečnou (nevyužitou) energii zpět do země.



Obr. 2.3: Zjednodušené provozní schéma navrhovaného zdroje tepla v objektu - ZIMA

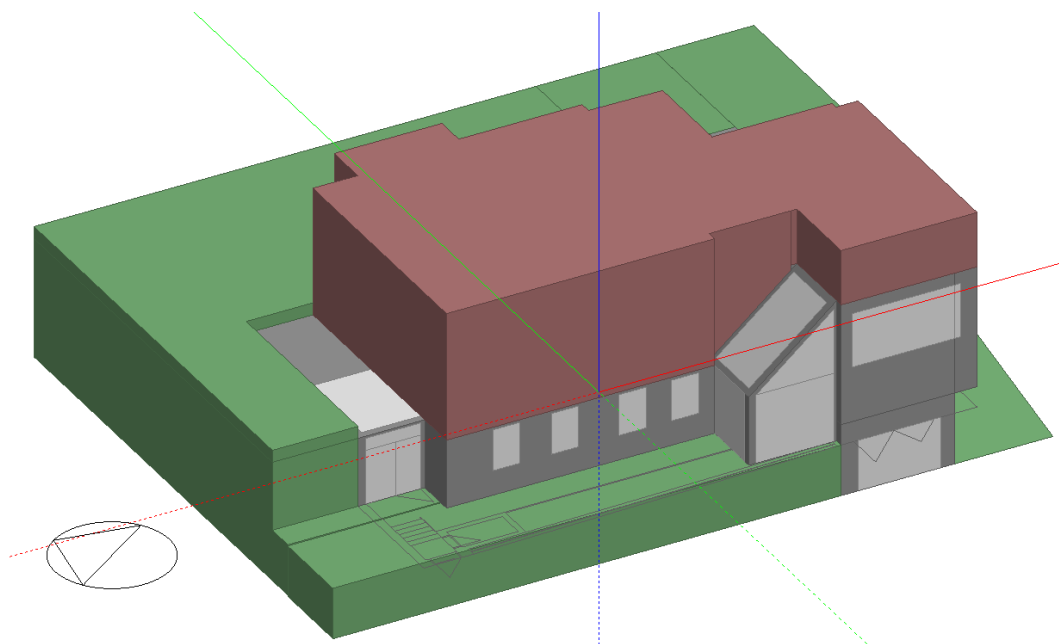
2.2.1 Model v softwaru DesignBuilder

Software DesignBuilder slouží ke komplexní dynamické simulaci budov pomocí výpočetního jádra EnergyPlus. Využívá se k hodnocení tepelné pohody, výpočtu denního osvětlení, analýze nákladů v průběhu cyklů životnosti použitých komponentů a je schopen mnoha dalších funkcí. Program byl v tomto

projektu využít k vytvoření detailního 3-D modelu řešených prostor, který posloužil k návrhu tepelného čerpadla pro objekt.

Specifikace modelu v softwarovém prostředí

Prvním krokem po založení projektu v programu DesignBuilder je nastavení klimatických dat. Pro aktuální situaci postačí již vytvořený template PRAHA-LIBUS, která není natolik vzdálená od řešeného objektu. Dále se navolí potřebné natočení objektu vzhledem ke světovým stranám.



Obr. 2.4: Vizualizace modelu řešeného objektu v softwaru DesignBuilder. Šedé odstíny - bloky 1.NP + bazénu + garáže + zimní zahrady, zelený blok - terén, červený blok - adiabatický blok simulující 2. a 3.NP

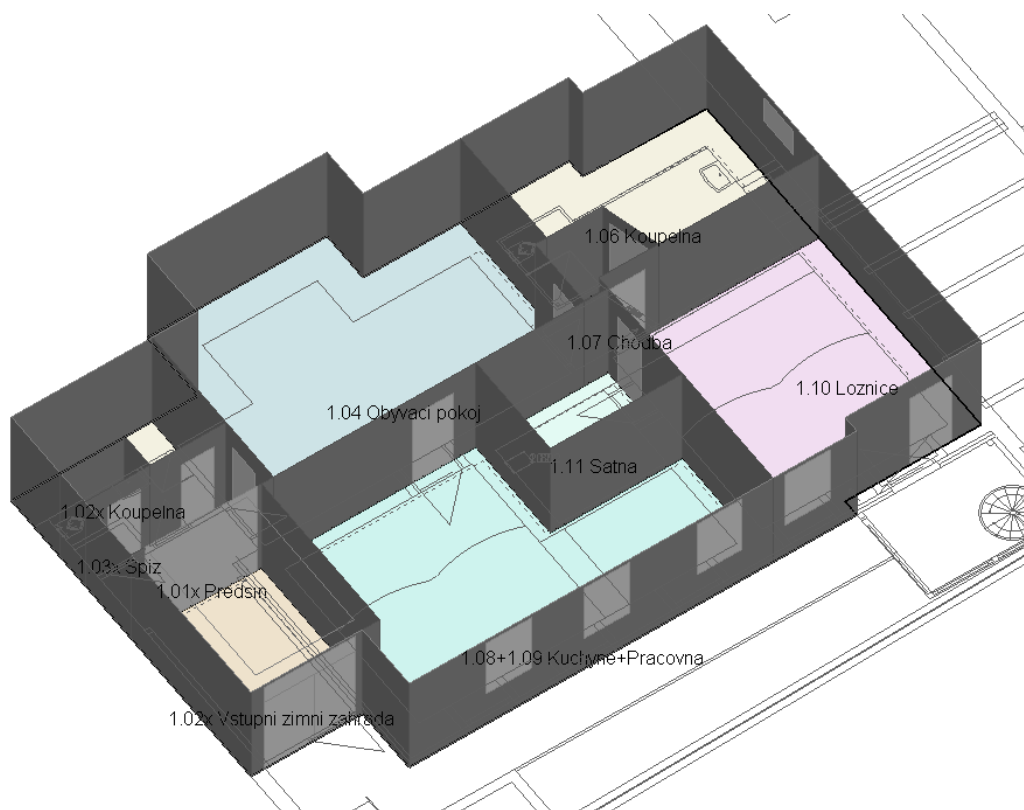
Po avizované přípravě je nutné vytvořit 3-D model budovy (Obr. 2.4). Nejdříve byl importován půdorys řešeného objektu vytvořený v programu Autocad 2021. Ten sloužil jako podklad pro vytvoření šesti základních bloků, které reprezentují jednotlivá prostředí. Šedé bloky představují prostor 1.NP + bazénu (2.01x) + garáže (-1.01) + zimní zahrady (1.05x), tedy všechny řešené prostory interiéru. Zelený blok reprezentuje úroveň terénu obklopující

severní stranu 1.NP a část garáže. Poslední blok je na obrázku znázorněn červenou barvou a označuje se jako adiabatický blok. Ten simuluje 2. a 3.NP. Úvaha je taková, že mezi těmito prostory a prostory 1.NP nebude docházet k přenosu energie. Tudíž není nutné podlaží samostatně modelovat. Dalším krokem je vymodelovat vnitřní dispozici s jednotlivými místnostmi. To zahrnuje správné umístění všech oken a dveří a přisouzení vlastností jednotlivým konstrukcím. V DesignBuilderu byly všechny skladby konstrukcí namodelovány, ale občas docházelo k nepoměru součinitele prostupu tepla s reálnou konstrukcí. Je to způsobeno omezeným výběrem materiálů. Proto byly součinitele upraveny podle detailních skladeb vytvořených v softwaru Energie 2020, kde jsou všechny použité materiály dostupné. Příkladem je skladba S01 - obvodová zateplená stěna (Obr. 2.5). Výstupy z programu Energie 2020 budou podrobně rozebrány v kapitole 4. Jednotlivým místnostem byly poté přiřazeny profily

Cross Section		No Bridging			
Outer surface		U-Value surface to surface (W/m ² -K)	0,217		
5,00mm Cement/plaster/mortar - plaster(not to scale)		R-Value (m ² -K/W)	4,770		
150,00mm EPS Expanded Polystyrene (Standard)		U-Value (W/m²-K)	0,210		
		With Bridging (BS EN ISO 6946)			
		Thickness (m)	0,7300		
		Km - Internal heat capacity (KJ/m ² -K)	140,9100		
		Upper resistance limit (m ² -K/W)	4,770		
		Lower resistance limit (m ² -K/W)	4,770		
		U-Value surface to surface (W/m ² -K)	0,217		
		R-Value (m ² -K/W)	4,770		
		U-Value (W/m²-K)	0,210		
		25,00mm Cement/plaster/mortar - plaster(not to scale)			
		Inner surface			

Obr. 2.5: Příklad vymodelované konstrukce v softwaru DesignBuilder - S01

užívání (Obr. 2.6). Program nabízí celou škálu profilů užívání, ze kterých byly vybrány ty nejvhodnější a následně upraveny tak, aby vyhovovaly českým normám (např. určení požadované teploty v místnosti). V záložce HVAC (heating, ventilation, and air conditioning - vytápění, větrání a chlazení) se potom dá nastavit zdroj tepla/chlady a způsob větrání. V DesignBuilderu existuje možnost namodelování vlastního schématu zdroje tepla/chlady. Této



Obr. 2.6: Rozdělení místností v softwaru DesignBuilder dle profilů užívání. Např: růžová - ložnice, zelená - kuchyň, modrá - obývací pokoj atd.

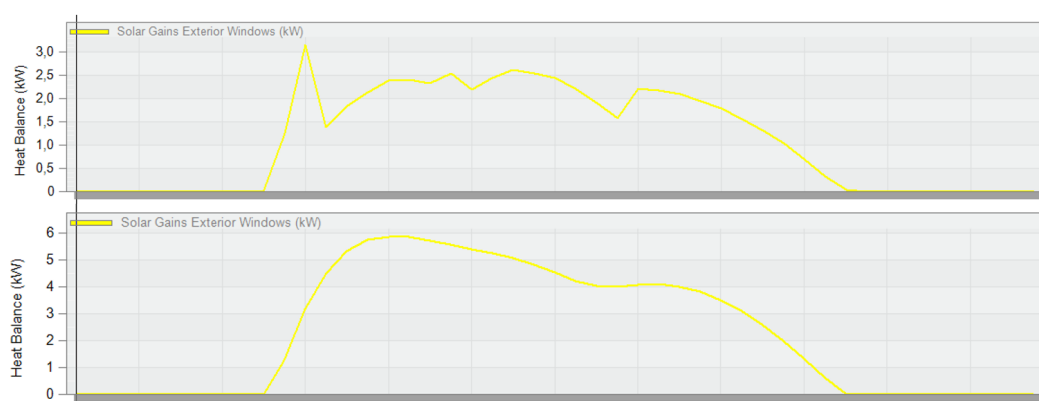
možnosti nebylo v rámci práce využito a pro zjednodušení byl zvolen systém GSHP (ground source heat pump - tepelné čerpadlo země-voda).

Výsledky simulací v softwaru DesignBuilder

Jedním z výsledků jsou například tepelné ztráty 1.NP a bazénového prostoru (zimní zahrada a garáž nebyly během analýzy započítávány). Jsou obsažené v sekci Heating design (návrh vytápění) po rozběhnutí simulace. Pro nejpřesnější výsledek simulace bylo vypnuto nucené větrání. Důvodem je nežádané započítání tepelných ztrát větráním, jehož hodnoty budou přesně určeny z technického listu navržených vzduchotechnických jednotek. Pokud by k vypnutí nedošlo, simulace by hlásila až o 2 kW (na celý objekt) vyšší tepelné

ztráty, což by výrazně ovlivnilo návrh tepelného čerpadla. Výsledné hodnoty jsou 2,71 kW pro 1.NP a 2,73 kW pro bazén.

Mezi další prospěšné simulace patří Cooling design (návrh chlazení). Ten byl využit například k zjištění tepelných zisků konstrukcí. Nejdůležitější je v tomto případě prostor bazénu, kde se nacházejí čtyři velká okna a celý prostor se proto v podstatě dá považovat za prosklený. Simulace jasně prokázala, že kdyby nebyly použity lamelové žaluzie, docházelo by k obrovskému nárůstu tepelných zisků od prosklených ploch (Obr. 2.7). Rozdíl činí téměř 3 kW. Simulace byla provedena pro 2.srpen a grafy znázorňují průběh tepelných zisků od slunce během tohoto dne. Samotná záložka Simulation je schopná analy-



Obr. 2.7: Výsledek tepelných zisků od oken v bazénovém prostoru bez rolet (dole) a s roletami (nahore)

zovat chování objektu během celého roku. Byla využita hlavně pro porovnání s navrhovaným stavem objektu po zvolených úpravách.

2.2.2 Princip větrání v objektu

Z hlediska větrání bude objekt rozdělen do dvou sekcí nuceného větrání - 1.NP a bazénový prostor. Místnosti garáže (-1.01) a zimní zahrady (1.05x) nebudou mít nucený přívod ani odvod čerstvého vzduchu. Bytový prostor vyžaduje jiné okrajové podmínky než bazénový prostor. Tyto okrajové podmínky se

budou týkat zejména nutnosti odvodu vlhkosti z důvodu odparu z vodní hladiny. Vnitřní relativní vlhkost by neměla přesáhnout 65 %. Další důležitou poznámkou je potřebná teplota vzduchu. V interiérových bazénech je žádoucí, aby teplota okolního vzduchu byla přibližně o 2 K vyšší než teplota bazénové vody. [3]

Návrh větrání 1.NP

V prvním nadzemním podlaží bude navržena obousměrná rekuperační vzduchotechnická jednotka. Pro dimenzování výkonu větrání je závazná Vyhláška o technických požadavcích stavby č. 268/2009 Sb., odst. 5: „Pobytové místnosti musí mít zajištěné dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání pobytových místností musí být zajištěné v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³/h na osobu nebo minimální intenzita větrání 0,5 h⁻¹. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1500 ppm.“ [4]. Požadavky pro stanovení výkonu větrání obytných budov jsou uvedeny v doporučených normách ČSN EN 15251 a ČSN EN 15665. [5] Navržené hodnoty přívodu a odvodu vzduchu (Tab. 2.1) byly pečlivě projednány s investorem a posouzeny dle zmíněné vyhlášky (viz. příloha - výpočtová část vytápění a vzduchotechnika str.1). Dle výsledných parametrů a požadavků na jednotku, ohřívač a chladič byla vytvořena poptávka u firmy Systemair a.s. zabývající se výrobou a dodávkou vzduchotechnických výrobků. Byla zvolena jednotka SAVE VSR 300 (Obr. 2.8), která bude umístěna pod strop v místnosti koupelny (1.06). „Jednotka SAVE VSR 300 je určena pro podlahovou, nástěnnou nebo podstropní montáž. Skládá se z kapsových filtrů F7 na přívodu a G3 na odvodu vzduchu, nízkoenergetických ventilátorů s EC motory, rotačního rekuperátoru poháněného EC motorem (účinnost rekuper-

Číslo m.	Název místnosti	Návrh [m ³ /h]		PŘÍVOD/ODTAH	
1.01x	PŘEDSÍŇ	30		PŘÍVOD	
1.02x	KOUPELNA	50		ODTAH	
1.03x	SPÍŽ	20		ODTAH	
1.04	OBÝVACÍ POKOJ	90		PŘÍVOD	
1.06	KOUPELNA	90		ODTAH	
1.07	CHODBA	0		-	
1.08+1.09	KUCHYNĚ + PRACOVNA	50	50	PŘÍVOD	ODTAH
1.10	LOŽNICE	60		PŘÍVOD	
1.11	ŠATNA	20		ODTAH	
Σ		230	230		
Σ		460			

Tab. 2.1: Výsledný návrh přívodu a odvodu vzduchu pro vzduchotechnickou jednotku 1.NP



Obr. 2.8: Jednotka SAVE VSR 300 [z příloženého technického listu jednotky - příloha 1]

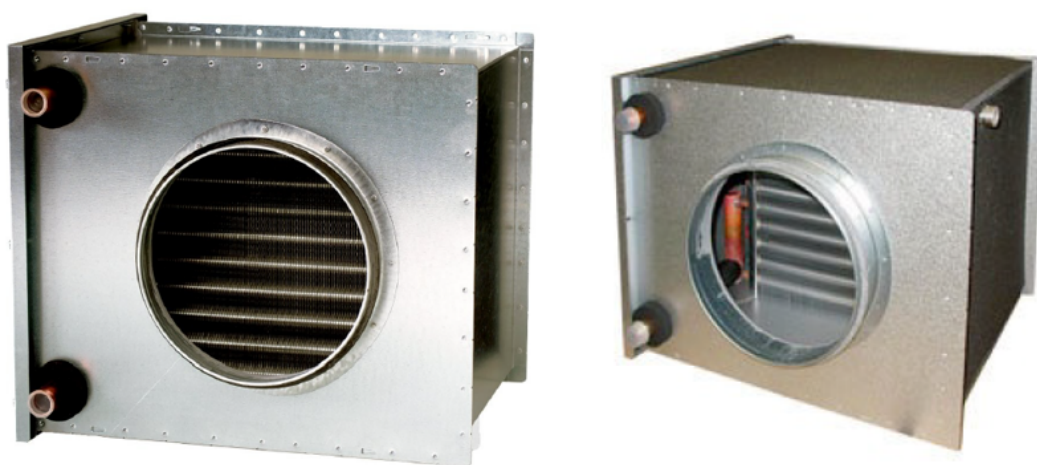
ace 86 %) a elektrického ohřivače o výkonu 1,67 kW. Elektrický ohřivač bude deaktivován, jelikož ohřev bude zajišťovat externí vodní ohřivač instalovaný na potrubní trase. Připojení jednotky k elektrické síti je přes standardní jednofázovou zásuvku 230/50 Hz. Dvojitý plášť jednotky je vyroben z pozinko-

vaného ocelového plechu a je vyplněn 50 mm vrstvou tepelné a protihlukové izolace z minerální vlny. Dvojitě kartáčové těsnění u rotačního rekuperátoru zabezpečuje minimální přenos odvodního vzduchu do přívodního. Pohonem rotačního rekuperátoru je plynule regulovatelný nízkenergetický EC motor s minimálním příkonem, který rozšiřuje možnosti ovládání jednotky resp. její funkce. Díky plynulé regulaci otáček rotačního rekuperátoru lze přesně řídit jak teplotu vzduchu, tak i vlhkost v prostoru. V horní části jednotky je umístěna přípojovací svorkovnice CB, která usnadňuje připojení veškerého externího příslušenství jednotky a snižuje nutnost přístupu k základní řídicí desce uvnitř jednotky na minimum. Přípojovací svorkovnice je vybavena přípojovacím rozhraním pro ModBus, 5 univerzálními, 2 analogovými vstupy, 4 digitálními, 3 analogovými výstupy a 3 svorkami pro napájení 24V (např. pro napájení čidel). Součástí dodávky jednotky je černý externí ovladač SAVE Touch včetně 12 m dlouhého kabelu. Ovládací panel lze díky integrovaného magnetu uchytit přímo na jednotku. Mezi hlavní funkční prvky zvolené jednotky patří:

- Rotační rekuperátor s vysokou celoroční účinností
- Plynulé řízení rotačního rekuperátoru díky EC motoru
- Funkce řízeného přenosu vlhkosti z odvodu do přívodu vzduchu
- Inteligentní řídicí systém SAVE control s dotykovým ovladačem SAVE Touch
- Ovládání přes internet „Systemair Cloud“ nebo Smartphone
- Propojení s BMS přes Modbus RS485, Modbus TCP/IP
- Konfigurovatelné vstupy pro vzdálené ovládání
- Větrání dle požadavku díky vestavěnému čidlu vlhkosti

- Vestavěný elektrický ohřívač o výkonu 1,67 kW - deaktivován“ [upraveno z příloženého technického listu jednotky]

Na potrubní trase bude instalován externí ohřívač VBC 160-3 o výkonu 0,56 kW a chladič CWK 160-3-2,5 o výkonu 1,24 KW (Obr. 2.9). Chladič byl navržen dle výpočtů v příloze 6 str. 2. Oba jsou určené do kruhového potrubí. Jejich výměníky tvoří měděné trubky s hliníkovými lamelami. Regulace probíhá přes vzduchotechnickou jednotku.



Obr. 2.9: Ohřívač VBC 160-3 (vlevo) a chladič CWK 160-3-2,5 (vpravo) [z příložených technických listů ohřívače a chladiče, přílohy 2 a 3]

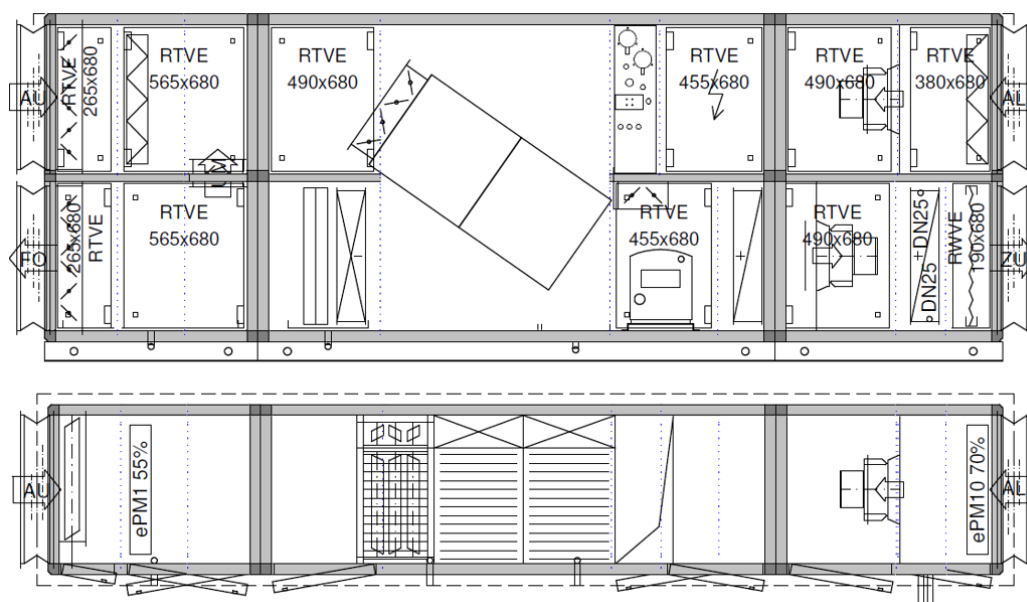
V kuchyni bude zapojena digestoř SLIMLINE 602 s odtahem 120 m³/h, jejíž odtahové potrubí nebude napojeno na potrubní síť jednotky. Bude vyvedeno zvlášť do venkovního prostoru. V rámci zachování rovnotlakého větrání v objektu dojde při sepnutí digestoře k vypnutí odtahů v jiných místnostech pomocí zpětné klapky se servopohonem.

Návrh větrání v bazénovém prostoru

Vzduchotechnická jednotka v bazénu musí být navržena tak, aby udržela teplotu vzduchu o 1-2 °C vyšší, než teplotu vody. Teplota vody v soukromém bazénu je 28 °C, tudíž byla pro okolní vzduch z hlediska okrajových podmínek

uvažována teplota 30 °C. Po výpočtu dle VDI 2089 (viz. příloha 6 str.3-5) byl navržen objemový průtok 2100 m³/h, nadimenzován integrovaný ohřívač vzduchu a externí chladič. Chlazení bude tedy zajištěno externím chladičem PKG 800x500-3-2,2.

Pro bazén byla poptána obousměrná sestavná rekuperační VZT jednotka s integrovaným tepelným čerpadlem od firmy Systemair řady KA (Obr. 2.10). Integrované tepelné čerpadlo voda-voda slouží převážně ke zvýšení účinnosti rekuperace. Tato jednotka bude zajišťovat vytápění, odvlhčování a přívod/odvod vzduchu daného prostoru.



Obr. 2.10: Bazénová vzduchotechnická jednotka od firmy Systemair řady KA [z příloženého technického listů jednotky - příloha 4]

Návrh tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo země-voda bude hlavním zdrojem tepla/chladu pro řešený objekt. Je navrženo dle potřebné energie k následujícím úkonům (viz. příloha 6 str.9):

Topný výkon:

- Dohřev vzduchu pomocí externího ohřívače vzduchotechnické jednotky 1.NP
- Tepelná ztráta prostupem objektu 1.NP (otopná soustava 1.NP)
- Provozní temperování bazénové vody
- Příprava teplé vody pro 1.NP
- Ohřev vzduchu pomocí integrovaného ohřívače vzduchotechnické jednotky bazénu

Chladicí výkon:

- Chlazení vzduchu pomocí externího chladiče vzduchotechnické jednotky 1.NP
- Chlazení vzduchu pomocí externího chladiče vzduchotechnické jednotky bazénu

Výsledkem návrhu je tepelné čerpadlo země-voda SWC 192(K)3M od firmy Aplha innotec o topném výkonu 18,6 kW a chladícím výkonu 16,6 kW.

Kapitola 3

Intelligentní elektroinstalace

KNX

„KNX systém je sběrníkový systém pro řízení budov. To znamená, že všechny přístroje v KNX systému používají shodný způsob přenosu a mohou si vyměňovat data po společné sběrníkové síti. To má následující důsledky:

- Přístup na sběrníkovou síť musí být jasně regulován (způsob přístupu na sběrnici)
- Většina přenášených dat nemusí být užitečnou náplní (např. signály pro spínání svítidla), ale adresnou informací (jako odkud data pocházejí? Komu jsou určena?)

Další důležitou vlastností KNX sběrníkového systému je jeho decentralizovaná struktura, to znamená, že není zapotřebí centrální řídicí jednotky, protože „inteligence“ systému je rozprostřena napříč všemi přístroji. Centralizované jednotky jsou možné, avšak pro realizaci velmi specializovaných aplikací. Každý přístroj je vybaven vlastním mikroprocesorem. Hlavní výhodou KNX decentralizované struktury je, že v případě závady na jednom přístroji, ostatní dále fungují. Jsou přerušeny pouze aplikace závisující na vadném přístroji. Všeobecně, v

KNX systému jsou tři kategorie přístrojů: systémové přístroje (napájecí zdroje, programovací rozhraní apod.), snímače a akční členy. Snímače jsou přístroje, které zjišťují události v budově (např. někdo stiskl tlačítko, byl zaznamenán pohyb, teplota klesla pod nastavenou hodnotu apod.), upravují je na telegramy (datové balíčky) a odesílají je po sběrníkové síti. Přístroje, které obdrží telegramy a příkazy v nich vložené mění na požadované činnosti, jsou akční členy. Snímače odesílají příkazy, zatímco akční členy je přijímají.“ [6]

„KNX je základem pro všechny aplikace v domácí automatizaci. Mezi běžné příklady patří:

- Vytápění - Automatické a optimalizované řízení vytápění podle způsobu užívání místnosti nebo podle potřeb uživatelů.
- Ventilace - Okna budou otevřena podle požadavků. Systém ventilace reaguje na přítomnost osob v místnosti.
- Žaluzie - Řízení žaluzií a rolet je závislé na větru, osvětlení a dešti nebo v závislosti na naplánovaném programu.
- Osvětlení - Centrálně ovládané osvětlení v domě i na zahradě. Výběr z různých světelných scén nebo individuální stmívání.
- Audio - Dálkové ovládání z libovolného místa v domě; požadovaná hudba v každé místnosti.
- Displej - Zobrazení i ovládání všech systémů v domě využitím nástěnného displeje. Snadná vizualizace a integrace audio systémů a monitorovacích kamer.
- Zabezpečení - Hlášení o otevřených nebo rozbitých oknech a dveřích, o vloupání, o přítomnosti kouře atd. - v případě potřeby také telefonem nebo přes internet – kamerové monitorování vchodu.

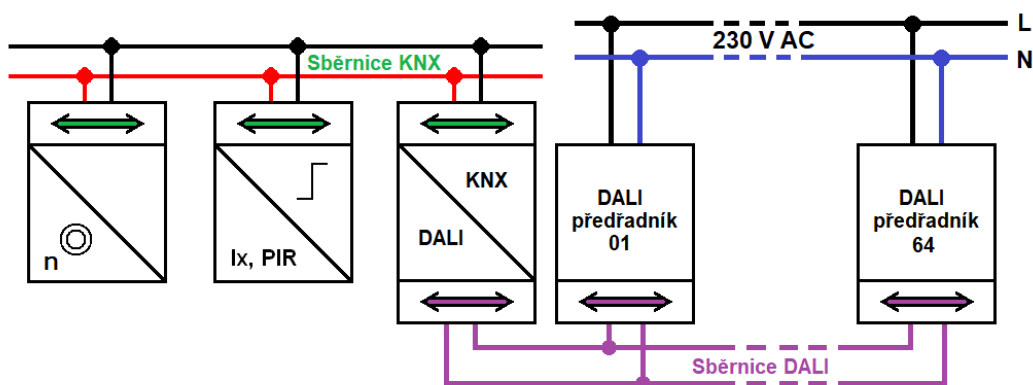
- Pohotovost - Odrazení potenciálního vloupání zapnutím celé domácí osvětlovací soustavy (režim paniky).
- Cestování - Simulace obsazení domu řízením osvětlení a žaluzií.“ [7]

3.1 Výběr konkrétních systémových přístrojů KNX

Pro inteligentní elektroinstalaci KNX v rodinné vile ve Velké Chuchli byly vybrány vhodné prvky (převážně od firmy Schneider Electric) pro maximalizaci úspor a snížení prvotních nákladů. V této sekci budou jednotlivě popsány všechny zvolené komponenty. Z příložených výkresů (701 až 705) je patrné rozmístění a počet prvků.

3.1.1 Ovládání a zapojení osvětlení

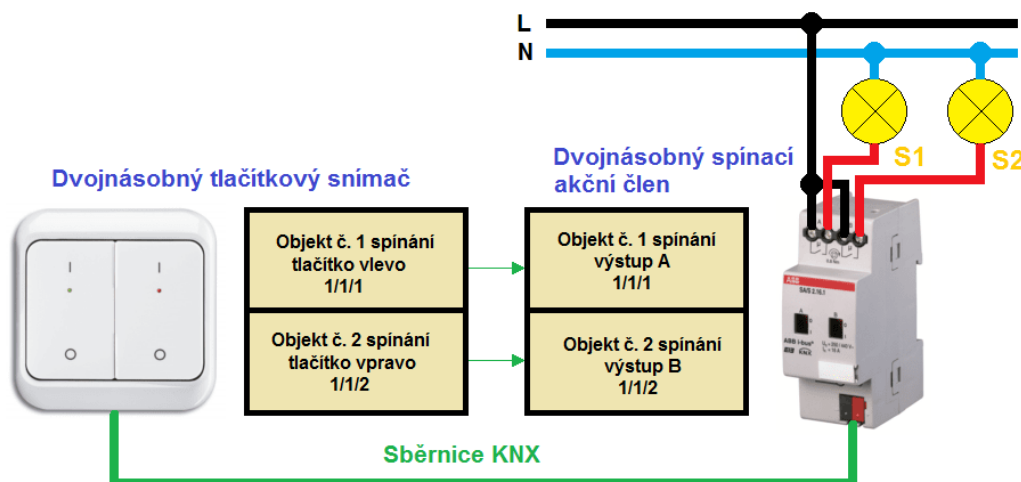
Projekt osvětlení, tedy rozmístění a výběr svítidel, byl již vypracován ing. Ondřejem Opavou v rámci jiného předmětu. Návrh osvětlení byl analyzován v programu DIALux a bude v této diplomové práci využit.



Obr. 3.1: Schéma DALI zapojení sběrnice [8]

V rámci zapojení svítidel bude použita sběrnice DALI (Obr. 3.1). Ta se skládá ze sběrnice kabelu, DALI brány a předřadníků. Instalovaná svítidla mají již integrované předřadníky. Jako DALI brána (gateway) byla zvolena KNX DALI gateway REG-K/1/16(64)/64/IP1 a to v počtu dvou kusů. Jedna brána může být připojena k 64 elektronickým předřadníkům svítidel. Světelné zdroje v objektu 1.NP a bazénu tento počet převyšují. Brána vystupuje jako DALI master a je zároveň napájecím zdrojem pro elektronické předřadníky. Z pohledu funkcí není důležité rozmístění ani pořadí svítidel. Všechna mohou být spínána a stmívána podle specifického naprogramování. Světla mohou být ovládána jednotlivě nebo mohou být seskupena až do 16-ti skupinových adres. Taková skupina potom reaguje při sepnutí/ztlumení analogicky. Možností je i nastavení až 16-ti scén.

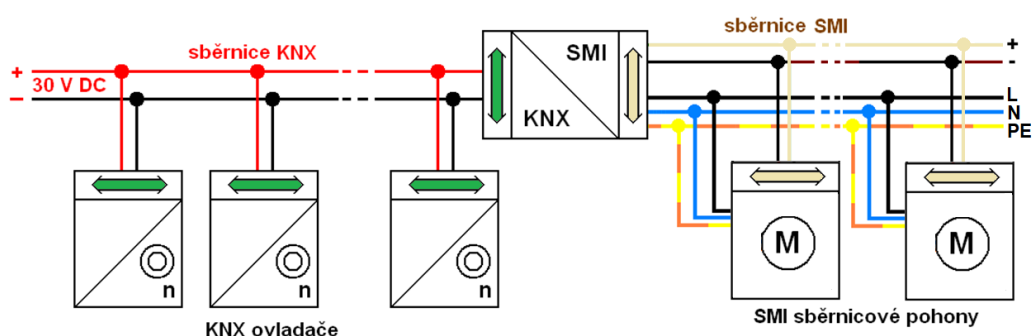
K ručnímu spínání a tlumení svítidel bylo využito tlačítkových rozhraní KNX Push-button, 1-gang, 2-gang nebe 4-gang plus podle potřeby. 2-násobné tlačítkové rozhraní (Obr. 3.2) může být kombinovaně naprogramováno na rozsvícení/zhasnutí nebo stmívání svítidel. Další možností bude vypnutí/sepnutí svítidel při reakci senzor přítomnosti KNX Presence Basic.



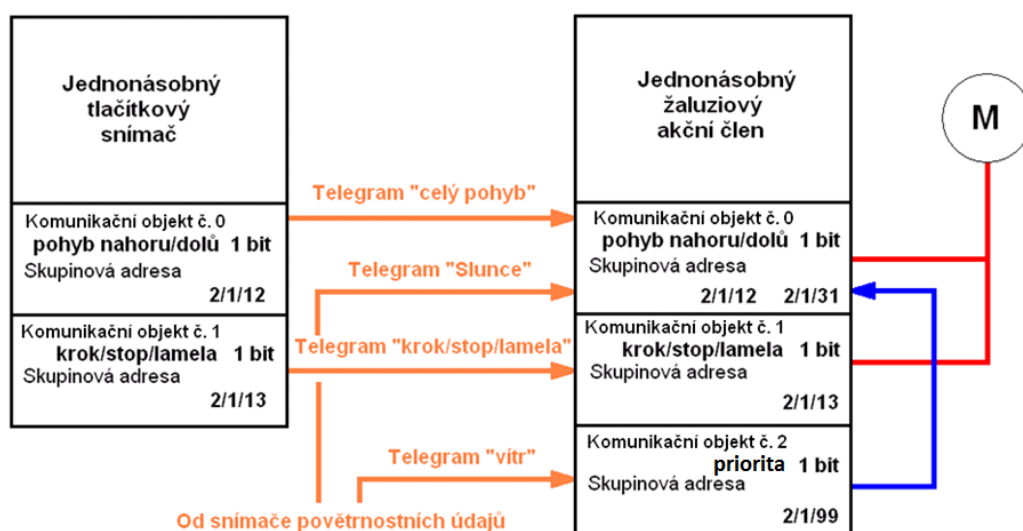
Obr. 3.2: Příklad zapojení 2-násobného tlačítkového rozhraní [8]

3.1.2 Ovládání a zapojení žaluzií, meteostanice

Všechny žaluziové pohony v 1.NP a v bazénovém prostoru budou zapojeny na jednu sběrnici SMI (Obr. 3.3) s 16-ti násobným akčním členem Becker KNX/SMI-Aktor REG-3TE 16K BT od německé firmy Becker. S ovládacími prvky, které budou zahrnovat stejná tlačítková rozhraní jako u svítidel, budou komunikovat prostřednictvím rozhraní KNX/SMI.



Obr. 3.3: Zapojení sběrnice SMI k řízení žaluzií [8]



Obr. 3.4: Možností řízení žaluziového motoru [8]

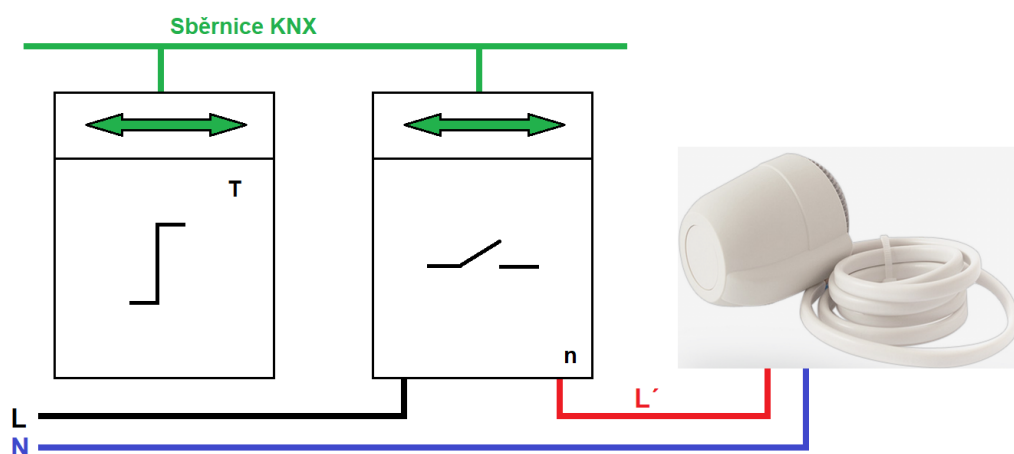
Další možností ovládání žaluzií bude jejich komunikace s instalovanou meteostanicí KNX weather station basic V2 od firmy Schneider Electric. „Dojde-li

z povětrnostní stanice telegram znamenající překročení rychlosti větru, která je dodavatelem žaluzie definovaná jako kritická a při níž ještě nedojde k mechanickému poškození tohoto vybavení, akční člen zajistí svinutí žaluzie do zabezpečené polohy a zablokuje svou další činnost do té doby, než obdrží informaci o poklesu rychlosti větru pod stanovenou mez.“ [9]

Poloha lamel žaluzií se může vázat na intenzitu slunečního záření. Této funkce bude využito zejména u žaluziových motorů v bazénovém prostoru, který je z velké části prosklený. Při správně nastavené automatizaci dojde k rapidnímu snížení nákladů na chlazení místnosti v létě.

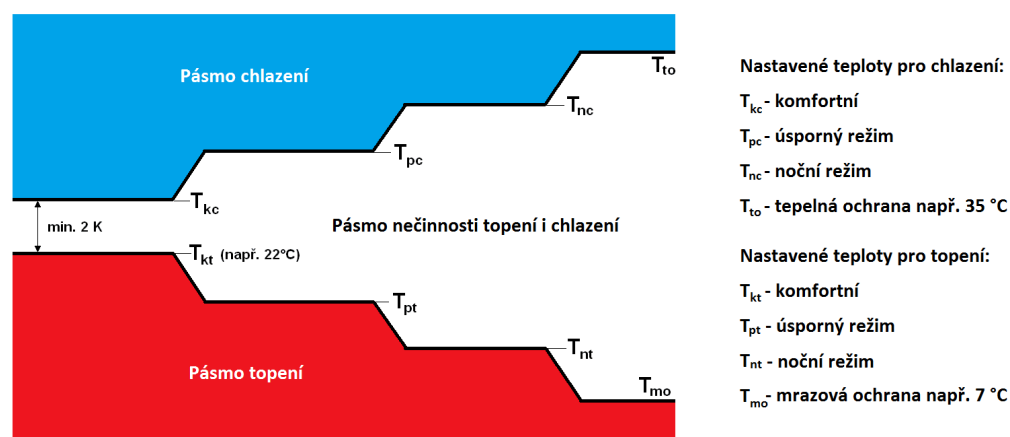
3.1.3 Ovládání otopné/chladicí soustavy

Jedním ze základních prvků řízení otopné soustavy budou termoelektrické pohony ventilů (Obr. 3.5) umístěné na každém otopném tělese v nově navržené soustavě. Tyto hlavice budou komunikovat se sběrníci KNX pomocí dvou 6-ti násobných akčních členů topení KNX Heating Act. REG-K/6x24/230/0.16A od firmy Schneider Electric. Celkový počet těles v objektu je osm.



Obr. 3.5: Zapojení termoelektrických pohonů ventilů do sběrnice KNX [8]

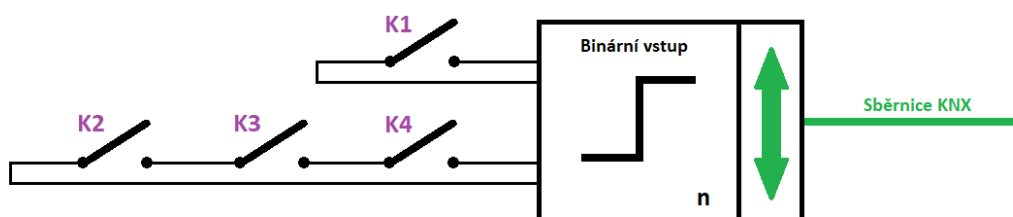
Další nedílnou součástí řízení vytápění a chlazení jsou lokální termostaty. V objektu budou využity např. prvky Push-button, 4-gang plus, room temp. control + IR, které mají zároveň integrované 4-násobné tlačítkové rozhraní. Ty by měli být umístěny v každé vytápěné/chlazené místnosti pro nastavení místní regulace. Je to absolutně nezbytné z důvodu snížení spotřeby energie. „Aplikační program každého KNX termostatu je vybaven komunikačními objekty pro komfortní režim, pro úsporný režim, pro noční provoz, a kromě toho také pro kritický režim činnosti, nezávisle na sobě pro topení i pro chlazení. Parametricky se nastavuje konkrétní hodnota teploty pro komfortní režim topení. Teplotním rozdílem jsou potom určeny hodnoty teplot pro komfortní režim chlazení, pro úsporné režimy topení i chlazení a pro noční režimy topení i chlazení. (Obr. 3.6) Takovýto způsob nastavení má nespornou výhodu pro uživatelskou jednoduchost změn. Změní-li se hodnota komfortní či úsporné teploty (po sběrnici z vizualizace, nebo nastavovacím prvkem termostatu), všechny nastavené hodnoty se posunou, protože teplotní rozdíly zůstávají zachovány podle svého původního nastavení.“ [10]



Obr. 3.6: Grafické znázornění režimu činnosti pro termostaty [8]

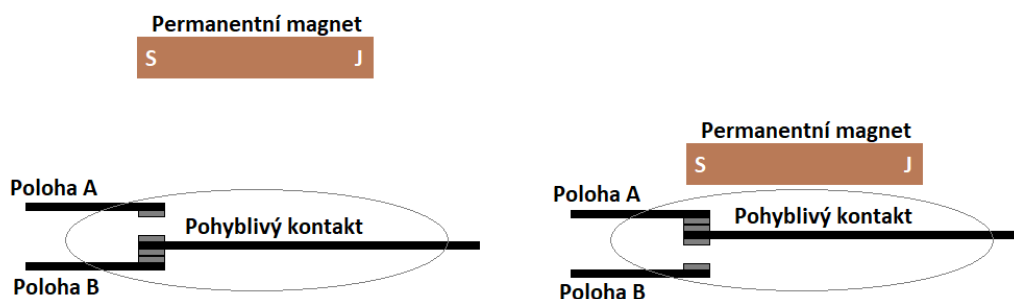
Z hlediska automatizace objektu pro snížení spotřeby se nabízí propojení termostatů s okenními a dveřními kontakty (Obr. 3.8). Jejich komunikace se

sběrnici bude probíhat pomocí 4-násobných binárních vstupů (Obr. 3.7 Binary input REG-K/4x230 od firmy Schneider Electric. „Při otevřených oknech jsou



Obr. 3.7: Schéma připojení okenních kontaktů na sběrnici pomocí binárních vstupů [8]

aktivovány tyto režimy – např. systém vytápění bude zablokován a spustí se teprve při poklesu vnitřní teploty pod nastavenou hodnotu. Režim mrazové ochrany zajišťuje udržení minimální teploty i při otevřených oknech – je zapotřebí zabránit případným škodám na vybavení objektu nízkou teplotou, jaké by mohly vzniknout zamrznutím teplovodního otopného systému apod. Mohly by totiž vzniknout výrazně vyšší finanční škody, než jsou v tomto případě zbytečně zvýšené náklady na energii potřebnou pro vytápění.“ [10]



Obr. 3.8: Grafické znázornění sepnutí okenního kontaktu při otevření okna [8]

3.1.4 Zásuvkové obvody

V objektu zůstanou stávající zásuvkové obvody, které budou obohaceny o čtyři jednonásobné zásuvky 16A/230V se spínači. Spínače budou komunikovat se sběrnici (Obr. 3.9) pomocí 4-násobného spínacího akčního členu Switch actuator REG-K/4x230/10 with manual mode od firmy Schneider Electric.



Obr. 3.9: Zapojení zásuvkových obvodů se sběrnici KNX [8]

3.1.5 Vzduchotechnika

Obě vzduchotechnické jednotky mají vlastní inteligentní řídicí systém SAVE Control od firmy Systemair. Pro komunikaci s tímto integrovaným systémem je použita brána KNX Metering Gateway Modbus REG-K od firmy Schneider Electric. Tento převodník slouží k přeposílání informací (teplota, vlhkost atd.) z jednotky do termostatů, které mohou být naprogramovány na odpovídající reakci. Samotný řídicí systém SAVE Control je vybaven dotykovým ovladačem SAVE Touch k manuálnímu ovládání. Detailní popis systému je dostupný v příloze 1.

3.2 Popis instalace ve Velké Chuchli

V rámci předmětu A5M16FIP (Finance a podnikání) byl projekt KNX porovnáván s obdobnou instalací, ale od firmy ABB (free@home®). Porovnání se týkalo zejména ceny prvků systémové instalace, kabeláže a projektové dokumentace. U KNX bylo využito převážně přístrojů od firmy Schneider Electric a u ABB-free@home® zase od firmy ABB. Výsledkem práce bylo zjištění, že instalace ABB-free@home® by vyšla na daný objekt levněji a to přibližně o 10 %. Principem finanční analýzy byla metoda čisté současné hodnoty (NPV).

3.2.1 Osvětlení

Veškeré osvětlení v domě je řešeno přes sběrnici DALI (viz. výkres 701). Jedním z funkčních prvků instalace je možnost zapnout nebo vypnout veškeré osvětlení v domě pomocí displeje Touch Panel 7" (Schneider Electric). Využití této funkce je možné např. při odchodu z domu s možností kontroly stavu všech svítidel. Další možností je napojení svítidel na meteostanici. Ta může podávat informace o sluneční intenzitě a automaticky zhasínat světla, pokud nebude zapotřebí umělého osvětlení. Lokální spínání a stmívání svítidel bude umožněno v každé místnosti pomocí tlačítkového spínače. V předsíni (1.01x), vstupní zimní zahradě (1.04x), chodbě (1.07) a garáži (-1.01) budou všechna svítidla naprogramována na automatické rozsvícení/zhasnutí v závislosti na senzoru přítomnosti. V garáži přitom budou svítidla rozdělena do dvou skupin s individuálními senzory přítomnosti, jelikož je to velká místnost. Tento senzor vypne osvětlení s časovou rezervou 20 vteřin po konci zaznamenávání pohybu. V obývacím pokoji (1.04) je využito funkce stmívání. Svítidla jsou rozdělena do dvou skupin. Každá skupina má vlastní 4-násobný tlačítkový spínač s funkcemi ON/OFF a přidávání/snižování intenzity osvětlení. V místnosti koupelny (1.06) budou také dvě skupiny svítidel s obdobným ovládáním. V místnosti ku-

chyně (1.08) jsou navrženy 3 skupiny svítidel. Jedna nad kuchyňskou linkou s možností spínání, druhá v prostoru pro přípravu jídel s možností spínání a třetí nad jídelním stolem s možností spínání a stmívání. V pracovně (1.09) jsou dvě skupiny svítidel s možností stmívání a spínání. V ložnici (1.10) jsou 3 skupiny svítidel opět s možností stmívání i spínání a s tlačítkovými spínači. V prostoru šatny (1.11) a zimní zahrady (1.05x) jsou pouze jedny skupiny svítidel s funkcí spínání. V bazénovém prostoru jsou dvě skupiny svítidel, která mají funkci stmívání i spínání. Zároveň zde bude, dle přání investora, přednastavena světelná scéna.

3.2.2 Žaluzie

Všechny nově instalované žaluziové motory jsou napojeny na sběrnici SMI (viz. výkres 702) popsanou v podkapitole 3.1.2. Ochranná funkce stahování proti příliš rychlému větru je naprogramována pro všechny motory. Žaluzie v 1.NP, tedy v místnostech kuchyně (1.08), pracovny (1.09) a ložnice (1.10), mají funkci pouze manuální obsluhy. V místnostech je umístěno 4-násobné tlačítkové rozhraní pro stahování/vytahování žaluzií a naklápění lamel. Žaluzie v bazénovém prostoru (2.01x) mají kromě manuální možnosti řízení ještě funkci spojenou s intenzitou slunečního záření. Pokud bude přesažena nastavená hodnota, motory upraví pozici lamel tak, aby docházelo k co nejmenším tepelným ziskům v místnosti. Další možností bude stáhnout všechny žaluzie v 1.NP a bazénu při odchodu z domu.

3.2.3 Vytápění/chlazení

V termostatech jsou nastaveny různé režimy vytápění - komfortní, úsporný, noční a kritický. Teplota pro komfortní režim bude 20 °C a od ní se budou odvíjet další teploty nastavených režimů. Při aktivaci daného režimu se buď utlumí nebo zvýší požadované množství tepla přiváděného otopnou soustavou.

Při komunikaci s vzduchotechnickými jednotkami je možné nastavit, aby se zvýšila/snížila teplota přiváděného vzduchu v závislosti na teplotě nastavené na termostatu dané místnosti.

Při otevření okna reagují hlavice otopných těles na signály z okenních kontaktů a dojde k vypnutí daného otopného tělesa.

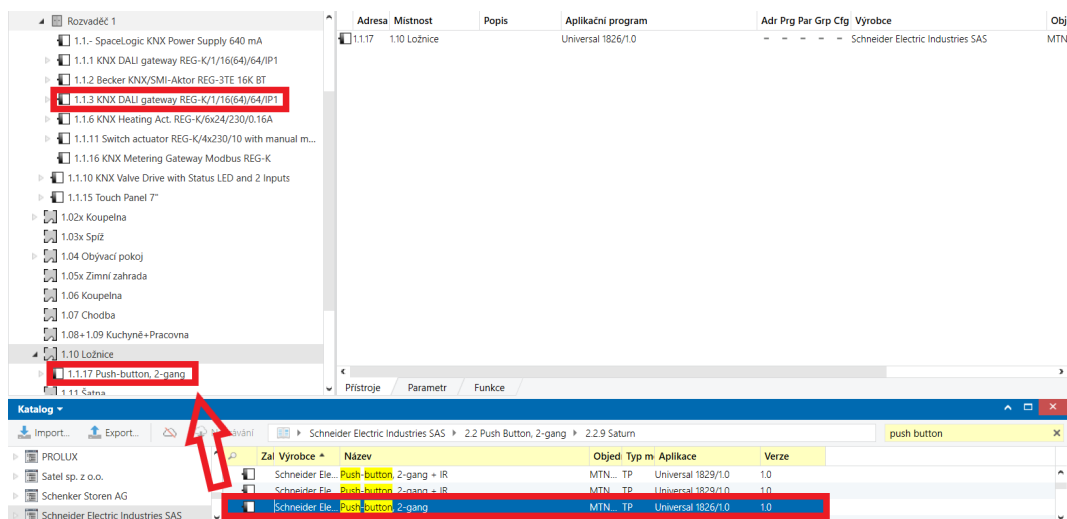
3.3 Příklady programování funkcí

Programování funkcí proběhlo v programu ETS 5 určeného pro KNX inteligentní elektroinstalace.

3.3.1 Spínání/stmívání skupiny svítidel

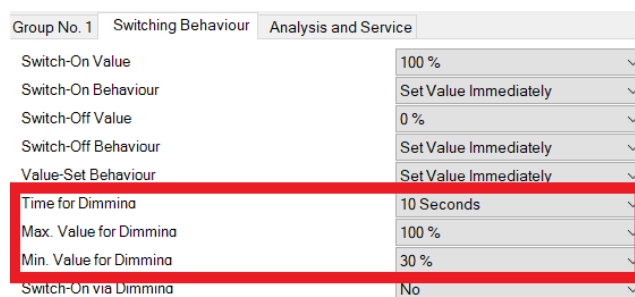
Pro demonstraci této funkce bude využito jedné skupiny svítidel v ložnici (1.10). Ta se skládá z pěti zavěšených LED svítidel - GIBBO 927.

- Krok 1: z katalogu schneider vložíme do rozvaděče Schneider DALI Gateway a do místnosti ložnice 2-násobný tlačítkový spínač (Obr. 3.10)



Obr. 3.10: Krok 1 - vložení přístrojů do místností/rozvaděče

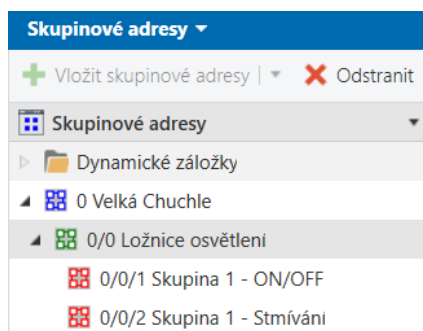
- Krok 2: přiřadíme svítidlům příslušné značení. To se bude skládat z označení svítidla na DALI sběrnici (1ECG nebo 2ECG a číslo svítidla), čísla místnosti a označení typu svítidla (S01 až S15). V tomto případě to budou svítidla 2ECG5-1.10-S11 až 2ECG9-1.10-S11 (patrně z výkresu 701). Na DALI Gateway je možné vytvořit až 16 skupin svítidel. Pro tuto funkci využijeme skupinu 1 a přiřadíme k ní jmenované svítidla v externím softwaru pro DALI Gateway. Dále u skupiny určíme její vlastnosti. Nastavíme funkci stmívání - při stmívání se po stisknutí tlačítka během 10 sekund sníží intenzita osvětlení ze 100 % na 30 % (Obr. 3.11).



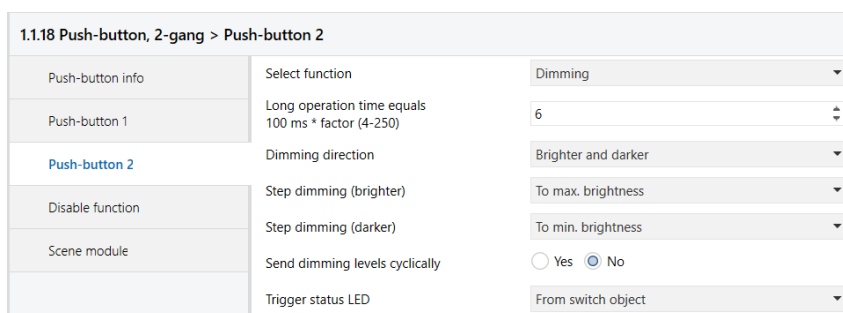
Group No. 1	Switching Behaviour	Analysis and Service
Switch-On Value	100 %	▼
Switch-On Behaviour	Set Value Immediately	▼
Switch-Off Value	0 %	▼
Switch-Off Behaviour	Set Value Immediately	▼
Value-Set Behaviour	Set Value Immediately	▼
Time for Dimming	10 Seconds	▼
Max. Value for Dimming	100 %	▼
Min. Value for Dimming	30 %	▼
Switch-On via Dimming	No	▼

Obr. 3.11: Krok 2 - nastavení chování svítidel při stisku tlačítka

- Krok 3: v záložce skupinové adresy vytvoříme novou hlavní skupinu - Velká Chuchle. Do ní vložíme střední skupinu ložnice osvětlení a v ní vytvoříme dvě skupinové adresy: Skupina 1 - ON/OFF a Skupina 1 - stmívání (Obr. 3.12).
- Krok 4: V parametrech tlačítkového spínače nastavíme jedno tlačítko na funkci ON/OFF (toggle) a druhé tlačítko na funkci stmívání (dimming). Při stisku se intenzita svítidel sníží na nastavených 30 % intenzity. Při dalším stisku se vrátí zpět na 100 % (Obr. 3.13).
- Krok 5: přetažením skupinové adresy na zvolený parametr ve skupině 1 provázeme svítidla na DALI Gateway s tlačítkovým spínačem

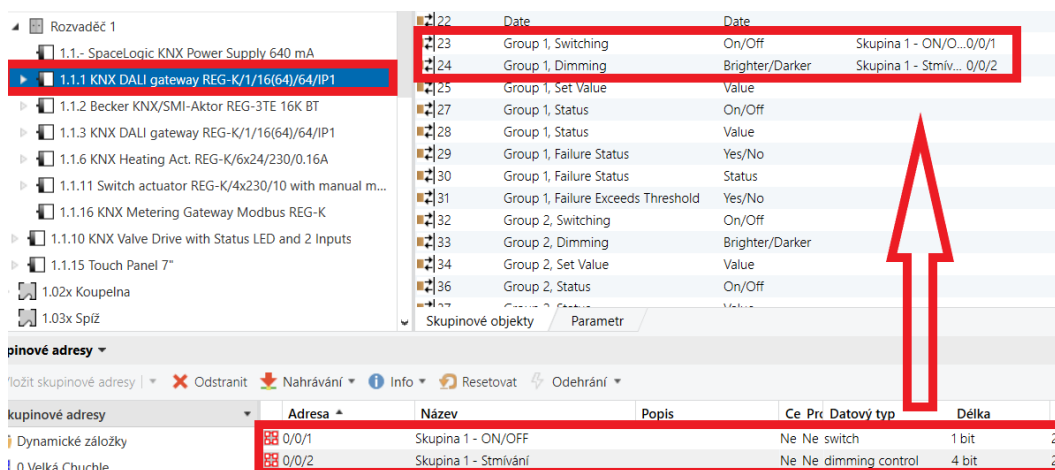


Obr. 3.12: Krok 3 - vytváření skupinových adres



Obr. 3.13: Krok 4 - nastavení parametrů tlačítkového spínače

(Obr. 3.14). Stejným způsobem provázeme skupinové adresy s tlačítkovým spínačem.



Obr. 3.14: Krok 5 - Provázání komponentů přes skupinové adresy

Obdobným způsobem se programují všechny přístroje v KNX instalaci. Vždy je nutné si pozorně pročíst parametry používaných prvků a podle nich vybírat vhodné ovládací komponenty.

Kapitola 4

PENB a porovnání s NZEB

4.1 Budova s téměř nulovou spotřebou energie

Budova s téměř nulovou spotřebou energie je zjednodušeně budova, která splňuje požadavky na celkovou dodanou energii, primární energii z neobnovitelných zdrojů a obálku budovy. Tyto požadavky jsou podrobněji definovány ve vyhlášce 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov. Metodika výpočtu energetické náročnosti je založena na porovnání hodnocené budovy s tzv. referenční budovou. „Referenční budovou je výpočtově definovaná budova téhož druhu, stejného geometrického tvaru a velikosti včetně prosklených ploch a částí, stejné orientace ke světovým stranám, stínění okolní zástavbou a přírodními překážkami, stejného vnitřního uspořádání a se stejným typickým užíváním a stejnými uvažovanými klimatickými údaji jako hodnocená budova, avšak s referenčními hodnotami vlastností budovy, jejích konstrukcí a technických systémů budovy.“[11]

4.2 Model v softwaru Energie 2020

„Program Energie 2020 je určen pro komplexní hodnocení energetické náročnosti budov. Umožňuje výpočet průměrného součinitele prostupu tepla budovy, měrných tepelných toků, potřeby energie na vytápění a chlazení, dílčích dodaných energií (vytápění, chlazení, nucené větrání, úprava vlhkosti vzduchu, příprava teplé vody, osvětlení), produkcí energie (solární kolektory, fotovoltaika, kogenerace), celkové dodané energie, primární energie z neobnovitelných zdrojů a emisí CO₂. Při výpočtu se zohledňují postupy a požadavky ČSN 730540, ČSN 730331-1, EN ISO 52016-1, EN ISO 13370, EN 16798-7 a dalších souvisejících evropských norem. Program zpracovává energetický průkaz podle vyhlášky MPO ČR č. 264/2020 Sb. a energetický štítek podle ČSN 730540-2 (2011).“ [12]

V softwaru Energie 2020 byly vytvořeny dva modely - model stávajícího stavu budovy a model navrhovaného stavu. Stávající stav se zaměřuje na budovu před stavební rekonstrukcí. Není zde zahrnuta nově vzniklá konstrukce bazénového prostoru a proto nelze tyto dva výstupy přímo porovnávat. Průkaz energetické náročnosti stávajícího stavu tedy slouží primárně ke zmapování stavu před rekonstrukcí a instalací nového zdroje tepla.

4.2.1 Specifikace modelu v softwarovém prostředí

V softwaru energie 2020 se postupně zadávají všechny parametry hodnocené stavby. Nejdříve je nutné vyplnit skladby jednotlivých konstrukcí a vyplní k získání součinitelů prostupu tepla. Další položkou je vytvoření zdrojů dodávané energie do objektu. V navrhovaném stavu je hlavním zdrojem tepla i chladu tepelné čerpadlo země-voda. Zdroj tepla i chladu bohužel nejde v softwaru zadat, proto bylo tepelné čerpadlo rozděleno na dvě části. Přidány byly i navržené vzduchotechnické jednotky pro bazén a 1.NP. Dalším krokem bylo

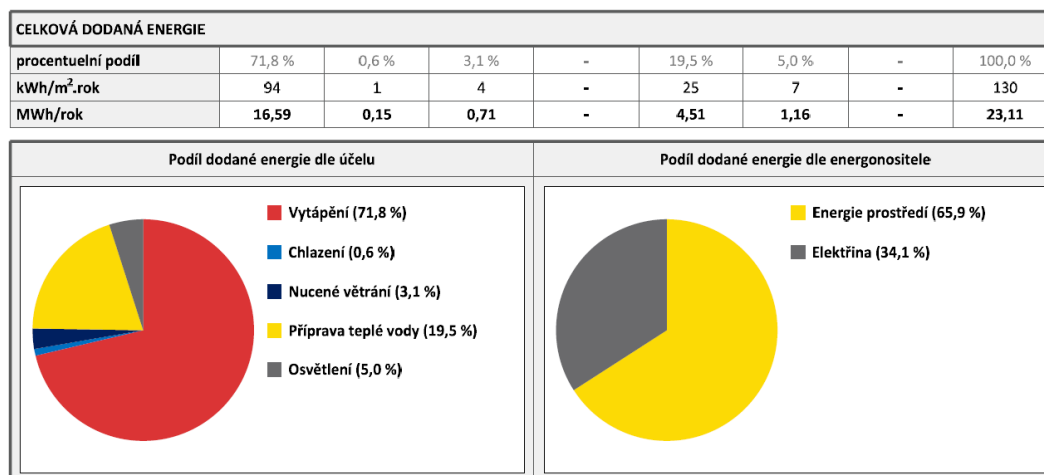
vytvoření profilu užívání pro 1.NP a bazén. Finální úpravy modelu zahrnují: definice návazností konstrukcí v zónách, řešení kontaktu s nezateplenými místnostmi, vkládání otvorů do konstrukcí a přiřazování zdrojů energie k příslušným úkonům.

Budova s nově navrženými úpravami byla definována jako "novostavba s téměř nulovou spotřebou energie". Výsledkem byl průkaz energetické náročnosti porovnávající řešený objekt s referenční budovou s téměř nulovou spotřebou energie.

4.3 Porovnání objektu s NZEB

Budova bude porovnávána ve třech požadovaných faktorech: požadavky na celkovou dodanou energii, primární energii z neobnovitelných zdrojů a obálku budovy

4.3.1 Celková dodaná energie



Obr. 4.1: Schématické znázornění celkové dodané energie do objektu

Celková dodaná energie do objektu činí 23,11 MWh/rok (Obr. 4.1), což odpovídá 286 kWh/m².rok. Z toho je 65,9 % pokryto energií z prostředí, tedy

energie ze zemních vrtů tepelného čerpadla. Zbýlých 34,1 % tvoří elektřina, nezbytná k chodu technických zařízení. Největší podíl na spotřebované energii má vytápění a to 71,8 %.

Celková dodaná energie referenční budovy činí 130 kWh/m²rok. Ve výsledném porovnání navržené úpravy vyhovují. (Obr. 4.3)

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.b)</i>					
Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	130	286	ANO

Obr. 4.2: Porovnání s budovy s referenční NZEB z hlediska celkové dodané energie

4.3.2 Primární energie z neobnovitelných zdrojů

Primární energie z neobnovitelných zdrojů řešeného objektu vychází 288 kWh/m²rok. Tato hodnota opět převyšuje hodnotu referenční budovy - 116 kWh/m²rok (Obr. 4.3).

CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.b)</i>					
Celková dodaná energie	kWh/m ² .rok	Budova jako celek	130	286	ANO

Obr. 4.3: Porovnání s budovy s referenční NZEB z hlediska primární energie z neobnovitelných zdrojů

4.3.3 Obálka budovy

Všechny součinitele prostupu tepla nově navržených konstrukcí splňují požadavky ČSN 73 0540-2 a zároveň vycházejí lépe, než konstrukce referenční budovy. Komplikací ve srovnání jsou konstrukce stávající. V rámci stavebního řešení objektu nedocházelo k úpravám stávajících skladeb a to z důvodu neinvazivního charakteru přístavby. Největší problém nastává u nezateplené kon-

strukce v kontaktu se zemínou v 1.NP S08 (Obr. 4.4) a konstrukce S05 v kontaktu s nezateplenou garáží. Stěna S08 tvoří velkou část obálky podlaží a ne-

KONSTRUKCE K ZEMINĚ				148,0				
SV2	S08	20,0	ZEM	43,2	0,962	0,45	0,32	305 %
SV3	S09	20,0	ZEM	16,4	0,251	0,45	0,32	80 %
KZ1	PDL2	20,0	ZEM	88,4	0,313	0,45	0,32	99 %
KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM				56,6				
KN1	S05	20,0	NEVYT	21,3	0,773	0,60	0,42	184 %
KN3	STR8	30,0	NEVYT	27,5	0,278	0,37	0,32	88 %
KN4	STR9	20,0	NEVYT	7,1	0,238	0,60	0,42	57 %
KN5	Koupelna	20,0	NEVYT	0,6	1,200	3,50	1,06	114 %

Obr. 4.4: Nevyhovující konstrukce v porovnání obálek budov

vyhovuje normám. Řešením by bylo dodatečné zateplení, ale u takto umístěné stěny (pod terasou a základy 2.NP) by byla rekonstrukce z finančního hlediska velmi nákladná. Výsledkem je tedy nesplnění požadavků z hlediska obálky budovy (Obr. 4.5).

OBÁLKA BUDOVY					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)</i>					
Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m ² .K	Budova jako celek	0,45	0,37	NE

Obr. 4.5: Porovnání řešeného objektu s referenční NZEB z hlediska součinitele prostupu tepla obálkou budovy

Finální klasifikační třída a ukazatele energetické náročnosti (strana 48) poukazují na kvalitní úpravy z hlediska nového zdroje energie v objektu v porovnání se stávajícím stavem (strana 49).

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, č.p./č.o.: Na Mrázovce 55

PSČ, obec: 159 00 Praha 5

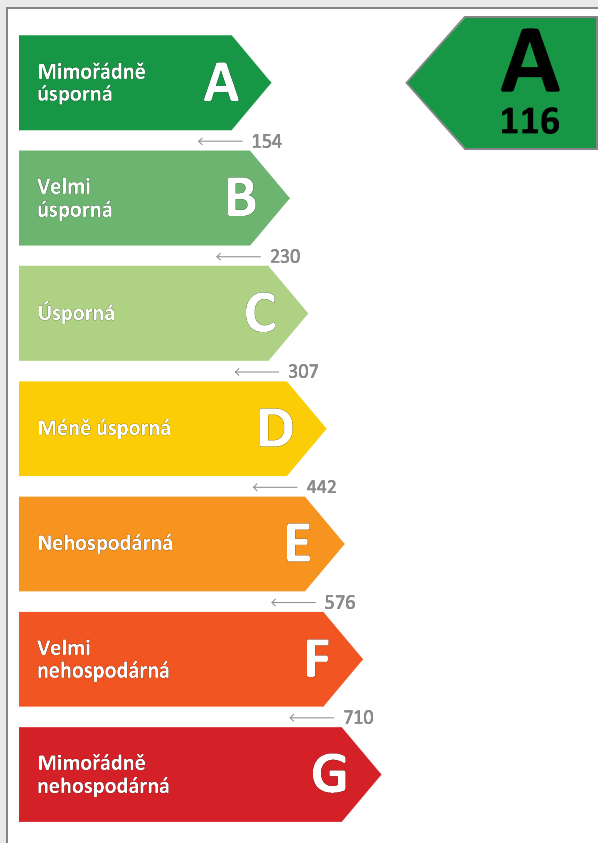
K.ú., parcelní č.: Velká Chuchle, 74

Typ budovy: Bytový dům

Celková energeticky vztažná plocha: 177,2 m²

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m².rok)



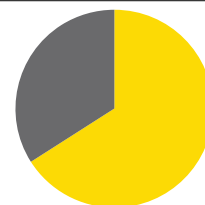
Požadavky pro výstavbu nové budovy do 31.12.2021

NEJSOU splněny

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ Energie prostředí - 15,2 (66 %)
■ Elektřina - 7,9 (34 %)



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0,45 W/(m ² .K)	D
	Měrná potřeba tepla na vytápění	64 kWh/(m ² .rok)	
	Celková dodaná energie	130 kWh/(m².rok)	A
	Vytápění	94 kWh/(m ² .rok)	A
	Chlazení	1 kWh/(m ² .rok)	G
	Nucené větrání	4 kWh/(m ² .rok)	B
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	25 kWh/(m ² .rok)	B
	Osvětlení	7 kWh/(m ² .rok)	C

Energetický specialista:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu:

Vyhotoveno dne: 15.05.2021

Podpis:

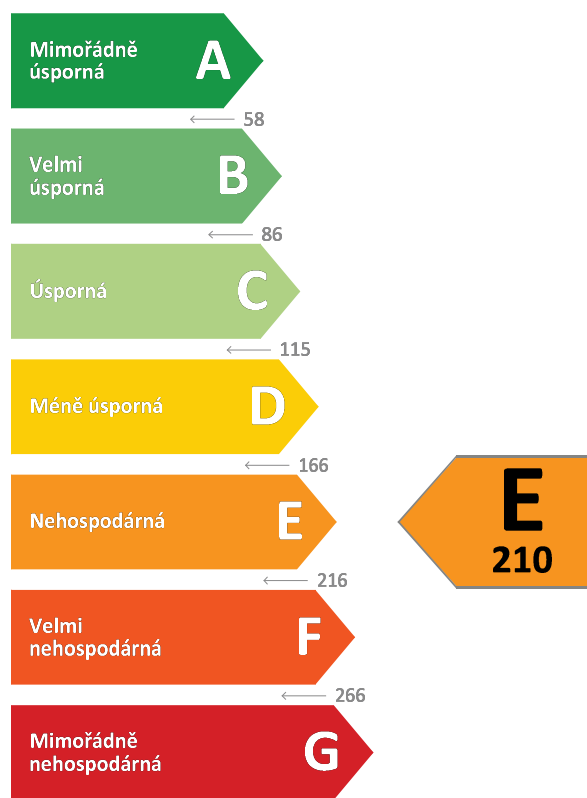
PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

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

Ulice, č.p./č.o.: Na Mrázovce 55
PSČ, obec: 159 00 Praha 5
K.ú., parcelní č.: Velká Chuchle, 74
Typ budovy: Bytový dům
Celková energeticky vztažná plocha: 125,4 m²

KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů
kWh/(m².rok)



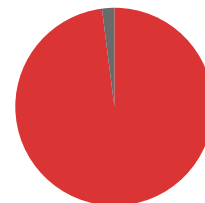
Požadavky pro výstavbu nové budovy do 31.12.2021

NEJSOU splněny

ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

■ Zemní plyn - 25,3 (98 %)
 ■ Elektřina - 0,4 (2 %)



UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0,68 W/(m ² .K)	
Měrná potřeba tepla na vytápění	113 kWh/(m ² .rok)	
Celková dodaná energie	205 kWh/(m².rok)	
Vytápění	162 kWh/(m ² .rok)	
Chlazení	-	
Nucené větrání	-	
Úprava vlhkosti	-	
Příprava teplé vody	40 kWh/(m ² .rok)	
Osvětlení	3 kWh/(m ² .rok)	

Energetický specialista:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu:

Vyhotoveno dne: 15.05.2021

Podpis:

Závěr

Cílem této práce bylo poukázat na možnosti úprav stávající budovy v rámci potřeb investora a její srovnání s referenční budovou s téměř nulovou spotřebou energie.

První etapa práce byla věnována rekonstrukci a přístavbě řešeného objektu a byla splněna v rámci přiložené dokumentace o provedení stavby. Objekt se rozšířil o bazénový prostor nad garáží, místnost ve 3.NP a zimní zahradu. Dále došlo k rekonstrukci vstupní části s navržením nových skladeb konstrukcí a menším úpravám interiéru.

Druhá etapa práce se zabývala návrhem nuceného větrání a nového zdroje tepla. Větrání v objektu bylo rozděleno do dvou oblastí - 1.NP a bazénový prostor s individuálními vzduchotechnickými jednotkami. Jako zdroj tepla bylo navrženo tepelné čerpadlo země-voda zajišťující energii na chlazení, vytápění a přípravu teplé vody v objektu.

Třetí etapa byla věnována návrhu inteligentní elektroinstalace KNX, která při kvalitním zpracování dokáže výrazně snížit energetické nároky budovy. Výsledkem je schématická dokumentace rozvodů a rozmístění prvků doplněna o programovací část ze softwaru ETS5.

Ve finále byly všechny vyhotovené úpravy porovnány s referenční budovou s téměř nulovou spotřebou energie. Dle vyhlášky 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov doporučené úpravy nevyhověly. Důvodem jsou špatné tepelně technické vlastnosti některých stávajících konstrukcí, jejichž rekon-

strukce by byla finančně velmi nákladná. I přes neúspěšný výsledný stav došlo k výraznému zlepšení energetické náročnosti budovy. Cíl této práce považuji za splněný.

Bibliografie

- [1] *Informace o objektu: Nahlížení do katastru nemovitostí.* URL: https://nahliznidokn.cuzk.cz/ZobrazObjekt.aspx?encrypted=cRAoZPxPy1y_yWYNJ_Q3cepR6oPgsa2nW10158t4UFqFJuL8RIEpP6569g2eEaT1_FiBvaUcFufN0wW4kVgN1AhI7VTz0J1ElnjmSBzt_uxnBPOqvcra1LcQyk2j_RF0p2dqCJyX459kHJC04VY25g.
- [2] IPR Praha. URL: <https://app.iprpraha.cz/apl/app/atlas-praha-5000/>.
- [3] Odborná konzultace s bazénovým technologem z firmy Sportakcent spol. s r.o.
- [4] *Vyhláška č. 268/2009 Sb., Vyhláška o technických požadavcích na stavby.*
- [5] *Návrh a postup realizace řízeného větrání s rekuperací tepla.* 2021. URL: <https://vetrani.tzb-info.cz/vetrani-s-rekuperaci/10681-navrh-a-postup-realizace-rizeneho-vetrani-s-rekuperaci-tepla>.
- [6] knxcz.cz. *Základní údaje o KNX systémových instalacích.* URL: <https://www.knxcz.cz/tiskoviny-knx>.
- [7] knxcz.cz. *Úvodní informace o KNX systému.* URL: <https://www.knxcz.cz/tiskoviny-knx>.

- [8] Osobní odborná konzultace s expertem na inteligentní elektroinstalace KNX ing. Josefem Kuncem na VUT v Brně.
- [9] Ing. Josef Kunc. *Ing. Josef Kunc.* 2017. URL: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/rizeni-pohonu-v-knx-systemovych-instalacich>.
- [10] Ing. Josef Kunc. *Ing. Josef Kunc.* 2017. URL: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/vazby-mezi-funkcemi-v-knx-systemovych-instalacich>.
- [11] *Vyhláška č. 78/2013 Sb., Vyhláška o energetické náročnosti budovy.*
- [12] Petr Kulich; pkulich@kapsite.cz. *Energie 2020.* URL: <https://kcad.cz/cz/stavebni-fyzika/tepelna-technika/energie/>.