

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**NÁVRH VYTÁPĚNÍ SKLENÍKU
A ADMINISTRATIVNÍ ČÁSTI BUDOVY
EXPERIMENTÁLNÍ BOTANIKY S VYUŽITÍM
OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracovala:

Bc. Andrea Ceralová

Vedoucí práce:

Ing. Miroslav Urban, Ph.D.

Akademický rok:

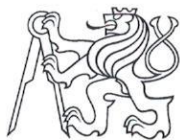
2019/2020

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

Praha 5. 1. 2020

.....



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Ceralová Jméno: Andrea Osobní číslo: 440774

Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov K125

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Návrh vytápění skleníku a administrativní části budovy Experimentální botaniky s využitím obnovitelných zdrojů

Název diplomové práce anglicky: Heating design of greenhouse and administrative part of the building of Experimental Botany using renewable energy sources

Pokyny pro vypracování:

Práce bude obsahovat zpracování koncepce variantního řešení vytápění a větrání prostoru skleníku a administrativní části budovy Experimentální botaniky Akademie věd. Na základě výběru z variantního řešení v rešeršní části bude zpracovaný projekt.

Rešeršní část bude obsahovat: varianty řešení vytápění budovy, porovnání variant a výběr vhodného řešení.

Varianty řešení budou respektovat požadavek na využití obnovitelných zdrojů energie vzhledem k charakteru objektu.

Na základě vybrané varianty bude zpracovaný projekt vytápění budovy v rozsahu prováděcí dokumentace bez výpisu materiálu.

Seznam doporučené literatury:

Chyský, Hemzal - Větrání a klimatizace-technický průvodce

Dvořák, Zdeněk; Klazar, Luděk; Petrák, Jiří; Tepelná čerpadla 1987

ČSN EN 14511-4 Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru

Petrák, Miroslav; Chladicí technika a tepelná čerpadla pro inteligentní budovy: výpočtové podklady 2013

Jméno vedoucího diplomové práce: Miroslav Urban

Datum zadání diplomové práce: 23.9.2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020

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“.

24.9.19

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu diplomové práce Ing. Miroslavu Urbanovi, Ph.D., za odborné vedení, cenné a velmi podnětné rady při zpracování této závěrečné práce, a za velkou míru trpělivosti a ochoty.

Dále bych chtěla poděkovat firmě TechOrg, s.r.o., za konzultace a poskytnutí podkladů k praktické části.

Obrovské poděkování patří především rodičům a přátelům, za podporu a trpělivost při celém mém studiu.

OBSAH

1	ÚVOD	1
1.1	Cíl práce	2
2	TEORETICKÁ ČÁST PROJEKTU	2
2.1	Pojem obnovitelné zdroje energie (OZE)	2
2.2	Úvod	2
2.3	Rozdělení OZE	2
2.4	Využití OZE v ČR	2
2.5	Obnovitelné zdroje energie	4
2.5.1	Sluneční energie	4
2.5.2	Sluneční energie jako zdroj tepla	4
2.5.3	Sluneční energie (teplo)-projektová část	5
2.5.4	Sluneční kolektory	5
2.5.4.1.	Vakuové kolektory	7
2.5.5	Energie prostředí	7
2.5.6	Geotermální energie	8
2.5.7	Geotermální zdroje	9
2.6	Sezónní akumulace tepla	9
3	PROJEKTOVÁ ČÁST	10
3.1	Popis objektu	10
3.2	Umístění stavby	10
3.3	Popis stávajícího stavu, zhodnocení	11
3.3.1	Tvarové a dispoziční řešení objektu	11
3.3.2	Provozní celky	17
3.4	Popis nového stavu objektu	17
3.5	Tvarové a dispoziční řešení objektu	17
3.6	Provozní celky	17
3.7	Počet osob v objektu	18
3.8	konstrukční řešení	18
3.9	Software DesignBuilder	18
3.9.1	Tvorba modelu	18
3.9.2	Provoz	23
3.9.3	Vnitřní výpočtové teploty	23
3.10	Vyhodnocení modelu a roční simulace	24
4	VARIANTY NÁVRHU KONCEPTU VYTÁPĚNÍ OBJEKTU	26
4.1	Varianta 1	26
4.2	Varianta 2	26
4.3	Varianta 3	27
5	ZHODNOCENÍ NÁVRHU VYTÁPĚNÍ OBJEKTU	27
6	ZÁVĚR	28
7	SEZNAM PŘÍLOH PROJEKTOVÉ ČÁSTI PROJEKTU	29
8	ZDROJE	29
9	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	29
10	SEZNAM TABULEK	31
11	POUŽITÉ PROGRAMY	31

Anotace:

Diplomová práce si klade za cíl posouzení variantního řešení vytápění a následné zpracování právě vhodného řešení pro budovu skleníku Experimentální botaniky a k němu přidružené administrativní budovy, s ohledem na maximální využití obnovitelných zdrojů energie.

Praktická část je věnována návrhu systému vytápění v rozsahu projektu pro provedení stavby a návrhu vzduchotechnického systému v rozsahu stavebního povolení.

Klíčová slova: *vytápění, otopná soustava, OZE, tepelná čerpadla, zdroj tepla*

Abstract:

The aim of the diploma thesis is to assess the alternative heating solution and then processing of a suitable solution for the building of the Experimental Botany greenhouse and administrative part of building, with respect to the maximum use of renewable energy sources.

The practical part of thesis is focused on heating system design for the greenhouse and administrative part of the building of Experimental Botany. The design is within the scope of documentation for building construction. Ventilation system within the scope of documentation for building permit.

Keywords: *heating, heating system, renewable energy sources, heat pumps, heat source*

1. ÚVOD

Vnitřní prostředí budov jako takové je soubor faktorů, jenž nás každodenně ovlivňují a zcela individuálně působí na každého jedince zvlášť, přičemž právě tyto faktory můžeme vnímat jak negativně, tak pozitivně. Ať už se jedná o větrání, vytápění či jiné pro život nezbytné ovlivňující parametry je důležité si uvědomit, že jsou to právě vnitřní systémy budov, jenž nám určují pohodu a komfort v interiéru. Vnitřní prostředí budov není pouze technika a systémy, ale jedná se o život, který těmto budovám vdechujeme a bez něhož by budovy byly jen prázdné a ponuré. Jde totiž o prostor, v němž valná většina populace tráví více jak polovinu svého času i života (práce, škola, domovy...).

Tato práce je zaměřena zejména na oblast vytápění, které je jedním z hlavních ovlivňujících faktorů, a které samo o sobě je dlouhou řádku let řešeným tématem. Otázka, jenž visí ve vzduchu před takovýmto návrhem je prvotní volba konceptu tak, aby byl systém finančně výhodný od začátku (pořizovací náklady) až do konce (provozní náklady). Z toho důvodu, a i mnoho dalších je podstatná možnost volby mezi jednotlivými variantami řešení vytápění včetně jeho samotného provedení.

1.1 Cíl práce

Cílem této práce bude vyhotovení, zhodnocení a vyhodnocení variantních řešení vytápění skleníku Experimentální botaniky a k němu přidružené administrativní budovy, s ohledem na maximální využití obnovitelných zdrojů energie.

2. TEORETICKÁ ČÁST PROJEKTU

2.1 Pojem obnovitelné zdroje energie (OZE)

Obnovitelné zdroje energie (OZE), jak již sám o sobě napovídá název, jsou energie, které mají schopnost se "obnovovat" v časovém měřítku srovnatelném s jejich využíváním, a tedy není možné jejich zásobu z lidského hlediska zcela vyčerpát – na rozdíl od jaderných či fosilních paliv. Tyto zdroje energie jsou v přírodě volně k dispozici pro každého, a tedy je jejich využití lehce dostupné.

2.2 Úvod

V posledních letech se systémy obnovitelných zdrojů energií dostávají rychle do popředí. Důsledkem jsou klimatické změny, stále narůstající závislost na fosilních palivech a v neposlední řadě zvyšování cen energií.

Hlavním přínosem těchto energií je schopnost snižovat emise skleníkových plynů a úroveň znečištění.

Další výhodou využití systémů založených na využití OZE je soběstačnost bez nutnosti potřeby dodávky energií (např. plyn).

„Obnovitelné zdroje energie představují jeden z důležitých prvků budoucí udržitelné energetiky.“ [1]

2.3 Rozdělení OZE

Obnovitelné zdroje energie se dají rozdělit do tří skupin dle základní energie, na které jsou založeny: [2]

- Zdroje založené na rotační a gravitační energii Země a okolních vesmírných těles (přilivová energie)
- Tepelná energie zemského jádra (geotermální energie)
- Energie dopadajícího slunečního záření

Přičemž největší potenciál využití z těchto energií má právě energie sluneční. Tato energie je využitelná přímo nebo v transformovaných formách - energie vody, větru, biomasy..

Mezi obnovitelné zdroje energie řadíme:

- Biomasu
- Kapalná biopaliva
- Energeticky využívané komunální odpady
- Vodní elektrárny
- Fotovoltaické elektrárny
- Větrné elektrárny
- Solární termické systémy
- Tepelná čerpadla
- Geotermální energie

2.4 Využití OZE v ČR

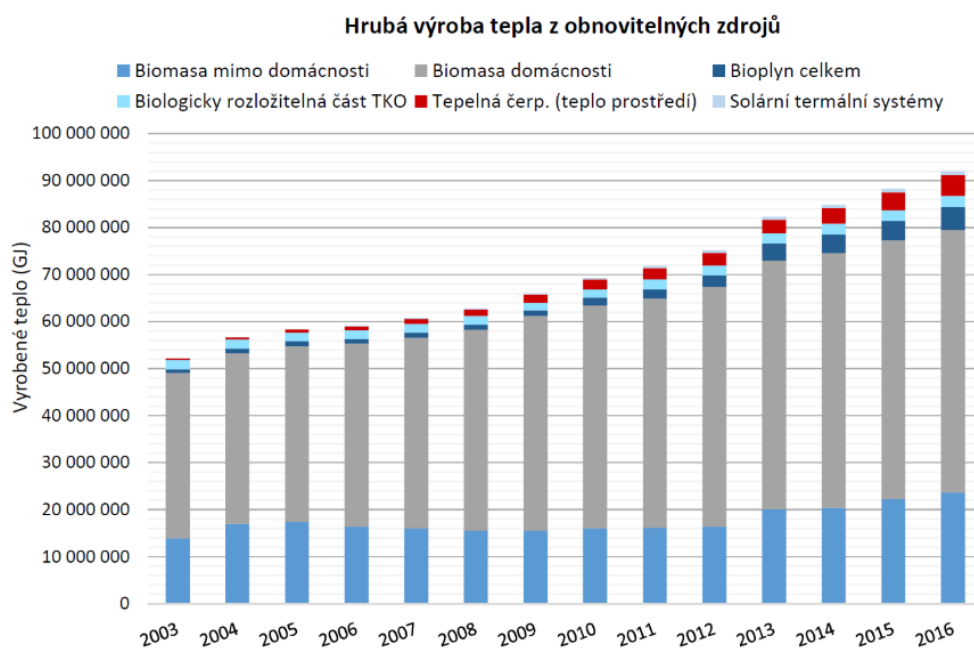
Přestože se obnovitelné zdroje energie stále více využívají a jejich podíl mezi využitými energiemi stále více roste, až do minulého desetiletí nepředstavovaly pro Českou republiku až tak významný podíl na energetickém zásobování. Hlavními příčinami byly a v některých případech stále jsou [2]:

- Dlouhodobá orientace na tradiční tuzemský zdroj energie – uhlí a jaderná energie
- Přetrvávající nízké ceny tradičních energetických zdrojů, zejména uhlí (cenová regulace)
- Informační bariéry (špatné zkušenosti se zanedbanými projekty)
- Nedostatek investičních prostředků
- Nedostatek odborných pracovních sil (situace do r. 2008)
- Limitovaný potenciál OZE daný přírodními podmínkami ČR

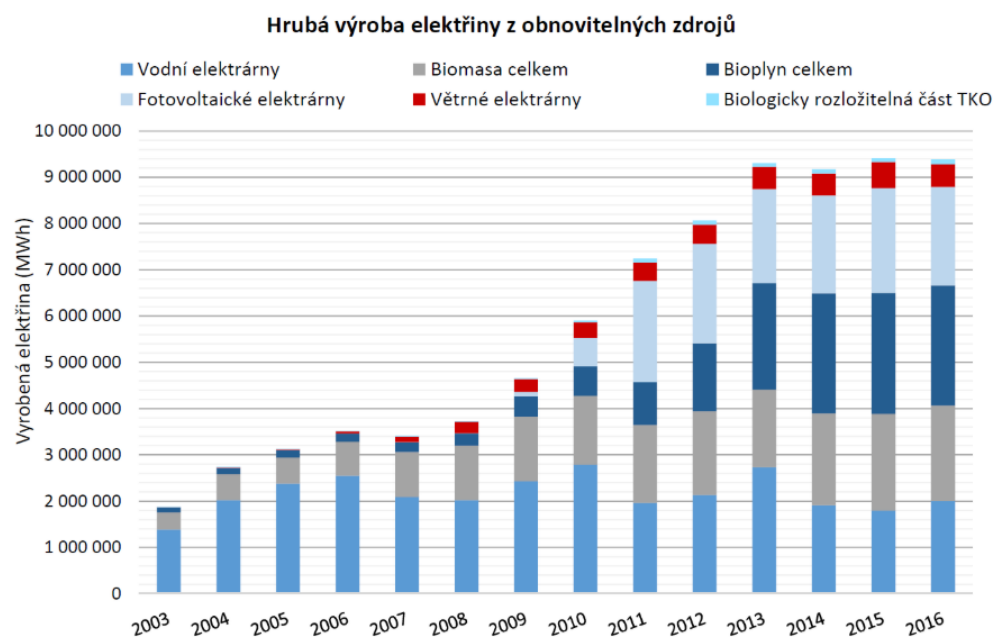
„Ministerstvo průmyslu a obchodu vydalo podrobnou statistiku využívání OZE v ČR. Údaje u moderních OZE pokrývají posledních 15 let, tradičnější zdroje (vodní elektrárny, palivové dřevo) sahají až do poloviny minulého století“ [3]:

„hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů se v roce 2016 podílela na celkové hrubé výrobě elektřiny 11,3 %. Podíl energie z obnovitelných zdrojů na primárních energetických zdrojích činil 10,6 %. Podíl obnovitelných zdrojů energie na konečné spotřebě byl podle mezinárodní metodiky výpočtu přibližně 15 %,“ uvádí studie.[4]

Tab.1 Hrubá výroba tepla z obnovitelných zdrojů [4]:



Tab.2 Hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů [4]:



Jak již bylo zmíněno, z grafu je patrný neustálý nárůst využití těchto zdrojů energie. A právě díky této poptávce narůstají i informační zdroje pro projektování a odborné firmy zabývající se problematikou OZE.

2.5 Obnovitelné zdroje energie

V této kapitole budou popsány pouze ty zdroje, kterými se dále zabývám ve své diplomové práci, a sice sluneční energie, energie z prostředí a geotermální energie. Ostatní OZE, zmíněné v kapitole 2.3 budou zanedbány, neboť nejsou předmětem následného zpracování projektové části projektu.

2.5.1 Sluneční energie

Slunce jako základním nepostradatelným zdrojem energie pro celou naši planetu hraje významnou roli v přežití veškerého živého ekosystému. V jádru Slunce, kde se nachází neuvěřitelný žár za „teplot kolem 15 milionů stupňů“ [5], se vytváří uvolněná energie, která jako nepatrný zlomek z celku dopadá na zemský povrch Země v podobě záření (světla). Tuto energii jsme schopni využít ať už k přeměně na teplo nebo k přeměně na elektrickou energii. Sluneční záření tedy představuje obrovský zdroj energie nabízející se k využití.

Roční příkon sluneční energie na horizontální plochu se v ČR pohybuje od 1000 do 1250 kWh/m², z toho připadá 75 % od dubna do října a 25 % na období od října do dubna. U běžných solárních aplikacích lze počítat v ČR s ročním ziskem 400 až 500 kWh/m². [2]

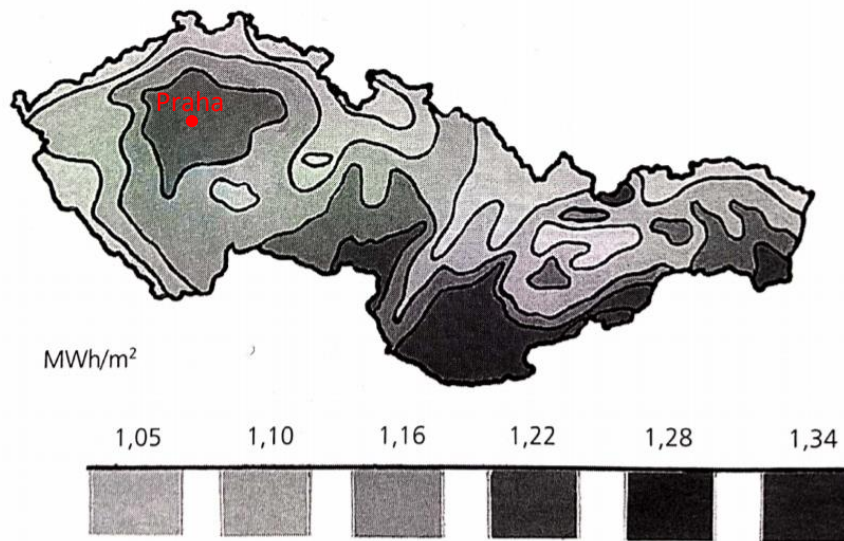
2.5.2 Sluneční energie jako zdroj tepla

Jednou z možností využití sluneční energie je její přeměna na teplo, které se může využívat v domácnostech jak na ohřev teplé vody, tak na vytápění. Pokud hovoříme o takovéto přeměně musíme v této oblasti odlišovat dva základní pojmy, a sice pasivní využití sluneční energie a aktivní využití sluneční energie. Pasivní využití sluneční energie je zcela běžnou technologií a pro zjednodušení můžeme říct, že k němu dochází v každé budově s okny – solární zisky (využití prostřednictvím stavebních prvků budov – okna, akumulace konstrukcí, speciální prvky solární architektury). Na druhou stranu aktivní využití solární energie k přeměně na teplo je právě možnost jak za pomoci speciálních zařízení (solární kolektory, zásobníky tepla) využívat energii cíleně pro potřebu vytápění či ohřevu teplé vody.

Pro aktivní využití slunečního záření jsou zapotřebí údaje o dopadu slunečního záření na zemský povrch. Tyto hodnoty se liší dle klimatických podmínek uvažovaných lokalit řešených objektů (čistota ovzduší, stupeň oblačnosti, teplota vzduchu a orientace zařízení ke světovým stranám), které mají na dopad slunečního záření vliv.

Česká republika je svou zeměpisnou polohou zcela vhodným adeptem pro využití sluneční energie z hlediska dostupnosti a vhodnosti klimatických podmínek.

Obr.1 Rozložení průměrných ročních množství globálního slunečního záření a délky slunečního svitu na území Česka a Slovenska [6]:



2.5.3 Sluneční energie (teplo) – projektová část

V kapitole 3, jenž se zabývá samotným projektem zvolené varianty vytápění projektu, bude podrobně popsán koncept zvoleného systému. Nicméně v této teoretické kapitole bude uvedena tabulka s ukazateli sklonu α osluněné plochy, které se staly směrodatnými pro následný návrh fototermických panelů.

2.5.4 Sluneční kolektory

Sluneční kolektory jako takové jsou v oblasti využití sluneční energie stále nejčastěji používaným zařízením. Pro jejich návrh je v oblasti teorie dobré vědět, jaké naklonění osluněné plochy je při použití těchto zařízení nejvýhodnější - viz. tab.3,4

Tab.3 Průměrné měsíční množství energie slunečního záření $H_{s,m\acute{e}s,teor}$ (Kwh/m²) dopadající na různé skloněné plochy orientované na jih pro Prahu [7]:

Měsíc	Průměrné množství energie dopadající za měsíc $H_{s,m\acute{e}s,teor}$ (kWh/m ²) při úhlu sklonu α osluněné plochy					
	0°	15°	30°	45°	60°	90°
1	9,6	12,9	18,3	21,1	23,0	24,5
2	24,6	33,6	40,0	44,4	47,1	44,8
3	64,2	75,8	83,6	87,2	86,5	72,3
4	90,1	101,3	107,6	108,8	100,2	70,0
5	135,1	147,0	153,5	151,9	130,4	72,5
6	148,4	158,1	161,7	156,2	137,5	69,7
7	140,3	152,7	159,5	157,7	135,4	75,1
8	112,6	125,8	133,4	134,9	124,0	86,9
9	74,0	87,3	96,5	100,6	99,5	83,4
10	29,7	40,7	48,9	53,8	57,0	54,2
11	9,3	13,8	17,7	20,5	22,6	23,8
12	4,7	7,7	10,2	11,7	12,8	13,5
za rok	842,7	956,5	1 031,0	1 048,6	975,6	690,7

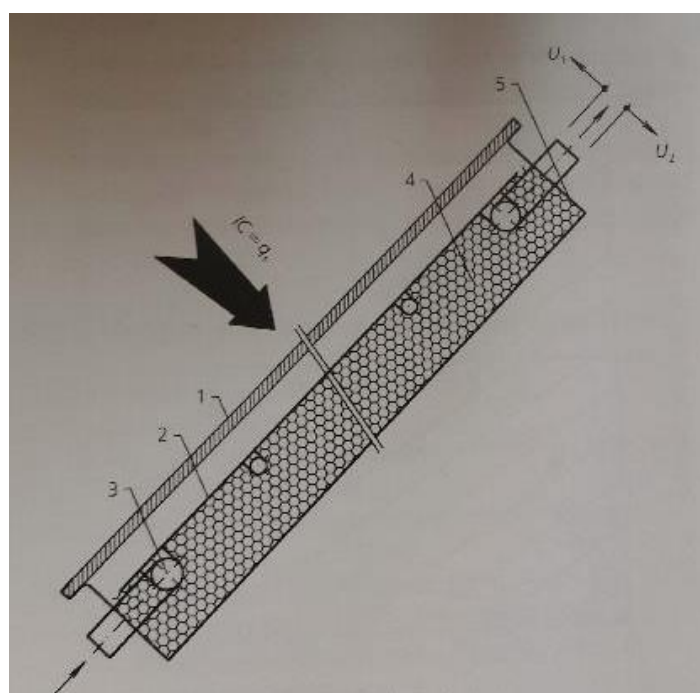
Tab.4 Střední intenzita slunečního záření $IC_{stř} = G_{s, stř}$ (W/m^2) dopadající na různě skloněné plochy orientované na jih pro Prahu [7]:

Měsíc	Střední intenzita slunečního záření $IC_{stř} = G_{s, stř}$ (W/m^2) při úhlu sklonu α osluněné plochy orientované na jih					
	0°	15°	30°	45°	60°	90°
1	199	295	379	436	476	508
2	291	399	477	528	560	532
3	411	485	537	558	537	463
4	495	551	587	593	545	382
5	559	608	637	628	539	299
6	595	634	648	626	551	280
7	559	608	637	628	539	299
8	495	551	587	593	545	382
9	411	485	537	558	537	463
10	291	399	477	528	560	532
11	199	295	379	436	476	508
12	149	244	322	370	411	426
za rok	4 654	5 554	6 204	6 482	6 276	5 074

Z tabulek je patrné, že nejlepší variantou jsou sluneční kolektory pod úhlem 45°, na ty dopadá maximální množství energie za celý rok, přičemž největší část připadá na letní období od dubna do září.

V našich klimatických podmínkách se obvykle osazují kolektory napevno pod úhlem 30° až 45°. Jasnou volbou při návrhu kolektorů pro projekt vytápění pak byl pevný úhle 45°, který je dle literatury vhodný především pro celoroční provoz.

Obr.2 Schéma plochého slunečního kolektoru se zanesením IC na plochu [2]:



Kolektorů existuje velká řádka a dělí se hned několika způsoby dle: použití (ohřev TV, vytápění, sušení zemědělských plodin, aj.), materiálů (ocelové, měděné, skleněné, kombinované, aj.), teploty (nízkoteplotní do 60 °C, středně teplotní do 100 °C, vysokoteplotní nad 100 °C) a dalších parametrů. Nicméně, než aby zde bylo celkové roztrídění popsáno, dovoluji si za předpokladu známosti těchto parametrů ihned přeskočit na návrh užitý v projektu, a sice na kolektory vakuové.

2.5.4.1 Vakuové kolektory

Vakuové kolektory patří mezi speciální druh kolektorů. Jedná se o kolektory s vysokou absorpcí slunečního záření a s malými tepelnými ztrátami. Princip spočívá ve vytvoření vakua uvnitř konstrukce kolektoru (vakuová tepelná izolace). Vakuum pak zajišťuje vysokou tepelnou účinnost i při nízkých venkovních teplotách a při malé intenzitě slunečního záření. [2]

Vakuové kolektory se vyznačují dlouhou životností zapříčiněnou kvalitními užitými materiály při jejich konstrukci. Dále se na rozdíl od běžných kolektorů liší vyšším průměrným energetickým ziskem v oblasti teplot nad 60 °C, a to až o 25 % než u plochého kolektoru nevakuového.

„Vložením absorpční plochy do skleněné trubky, ze které se vysaje vzduch a vytvoří vakuum, vznikne koncentrační kolektor. Celý kolektor se skládá z určitého počtu skleněných vakuových trubek.“ [2] V projektu se jedná o návrh vakuových kolektorů firmy Viessmann typu VITOSOL 200-TM – podrobnosti viz. technická zpráva projektu.

2.5.5 Energie prostředí

V oblasti energie využívané z prostředí užíváme pojem zařízení tepelných čerpadel. Tyto zařízení jsou tzv. nízkopotencionální, což znamená, že dokážou využít přírodní teplo o nízké teplotě (ze vzduchu, ze země nebo z vody) a převádět ho na vyšší teplotní hladinu a následně jím vytápět celý objekt. Tedy laicky řečeno málo přemění na mnohé.

Tepelná čerpadla můžeme dělit dle média z něhož teplo odebíráme a následně předáváme, dělíme na:

- Vzduch – vzduch
- Vzduch – voda
- Země – voda
- Voda – voda

Opět je zbytečné zde dlouze popisovat chod jednotlivých druhů čerpadel, a to z toho důvodu, že pro projekt byla zcela zásadní volba tepelného čerpadla země-voda s geotermálními vrty. Tedy, jak již bylo zmíněno, v projektu bylo zvoleno jako hlavní zdroj vytápění tepelné čerpadlo země – voda, které zapadá do celého návrhu koncepčního řešení vytápění/chlazení objektu Ústavu experimentální botaniky AV

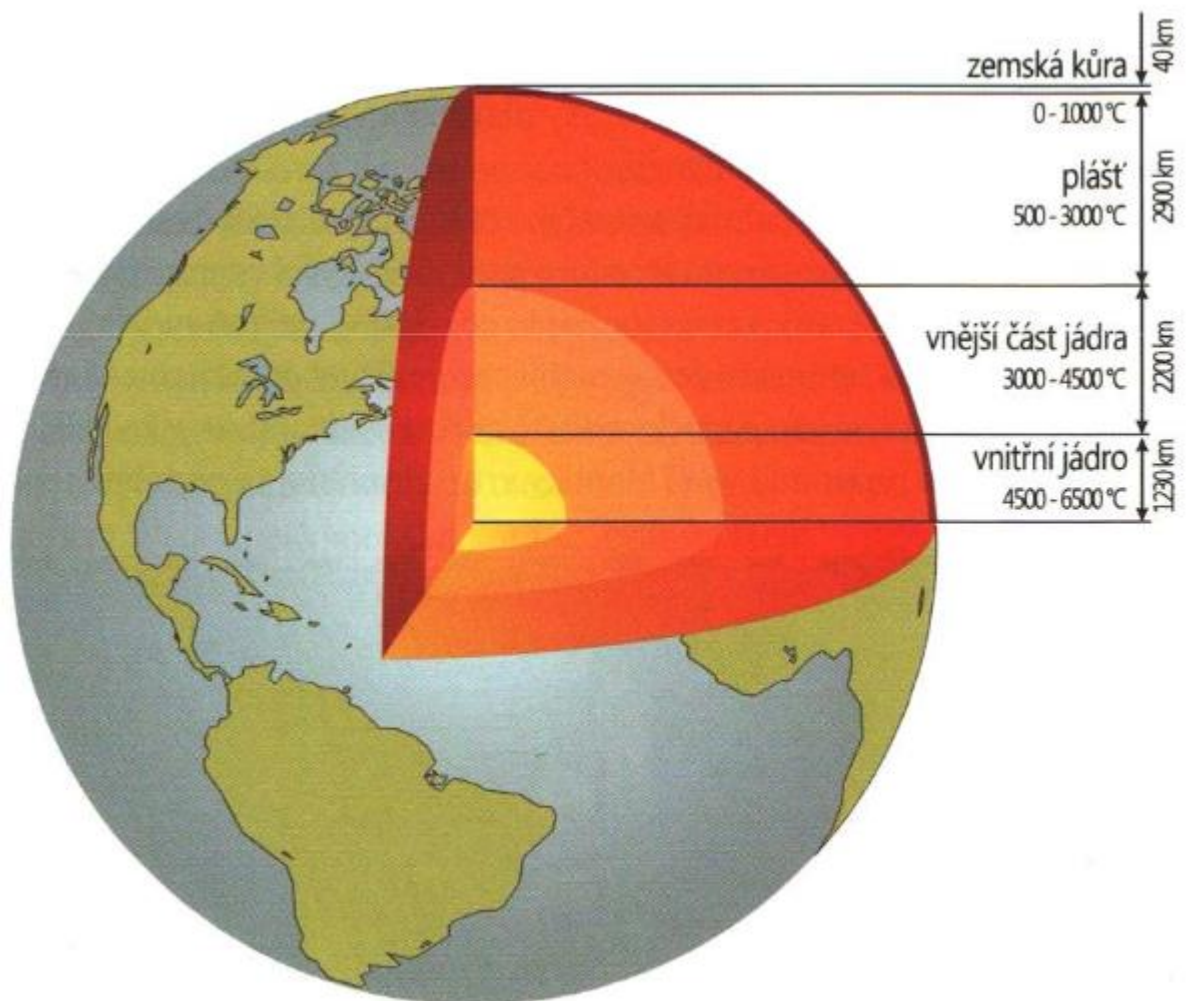
ČR. Celý koncept pak bude popsán v kapitole 3, týkající se projektové části projektu. S tím souvisí i další kapitola, a sice geotermální energie.

2.5.6 Geotermální energie

Již v samotném názvu "geotermální" zaznamenáváme z řeckého překladu slova: geo (země) a termální (teplo), je tedy zcela patrné, že se jedná o tepelnou energii získávanou ze zemského masivu. V této kapitole bude pouze stručně popsána problematika, neboť geotermální energií se zabývá především obor geotermiky neboli studium zemského tepla.

Představíme-li si planetu Zemi, tak víme, že její struktura složení se mnohdy přirovnává k cibuli. Skládá se ze zemského jádra, pláště a zemské kůry. „Teplo uvnitř zemského nitra pochází z menší části ze zbytkového tepla v době vzniku Země, z převážné části z rozpadu jader radioaktivních prvků. V nitru země je dostatek geotermální energie, pro nás je však dostupná pouze svrchní vrstva zemské kůry.“ [8]

Obr.3 Struktura Země [8]:



Důležitou informací tedy zůstává holý fakt, že v zemské kůře se nachází potenciál využití "tepelné" energie.

2.5.7 Geotermální zdroje

Geotermální zdroje představují tu část geotermální energie, kterou jsme schopni ekonomicky těžit a využívat pomocí současně dostupných technologií. Jak již bylo zmíněno výše, jedná se o teplo uvolňující se při radioaktivním rozpadu hornin a teplo zbytkové, proto tento obnovitelný zdroj považujeme za zcela netradiční. Dle studie [4] není v ČR pravděpodobně přímé využití geotermální tepelné energie zatím prováděno.

Využití těchto netradičních zdrojů je značně ovlivněno ekonomickou a technickou vyspělostí země a její snahou o omezení skleníkových plynů, jako je tomu vždy ve snaze použití OZE.

Ve svém projektu však nebudu využívat "přímého" čerpání tepla ze zemského povrchu, ale využiji jej jako velký akumulční zásobník, ve kterém bude kapalné médium v letních měsících "nabito" a využito v měsících zimních – tzv. sezónní akumulace tepla. Tímto způsobem by se měli snížit provozní náklady na minimum a dosáhne se tak maximálního využití obnovitelných zdrojů energie.

2.6 Sezónní akumulace tepla

Sezónní akumulace pro pokrytí vytápění je možná dvěma způsoby, a sice, můžeme využívat akumulaci do vodních zásobníků, což je technicky i realizačně možné, anebo můžeme akumulovat teplo v zemských vrtech. Podle některých studiích je způsob akumulace do vrtů příliš nákladný, a to z toho důvodu, že je zapotřebí velká plocha kolektorů a dochází k vysokým tepelným ztrátám. Nicméně dle geologického průzkumu lokality Ústavu experimentální botaniky AV ČR bylo zjištěno, že akumulace do zemních vrtů je v tomto případě možná, ba dokonce výhodná, a to z důvodu absence spodní vody a vhodného horninového podloží.

Principem této akumulace je posílání přebytečného nevyužitelného tepla ze solárních kolektorů v letním období do zemských vrtů, kde se teplo uchová a v případě potřeby v zimním období bude využito pro vytápění budovy. Další odpadní teplo, které se přidá k akumulaci bude odpadní teplo z tepelného čerpadla v režimu chlazení. Přesné výpočty získaného tepla a návrhu akumulčních vrtů by byly zajištěny odborníky v oboru geotermální energie na základě geologických průzkumů.

Myšlenka ukládat solární teplo resp. odpadní solární energii do zásobníku tvořeného zemními vrty není rozhodně nová. Jak udává studie [9] již v roce 1976 proběhly první experimenty ve Francii a později, začátkem 80.let ve Švédsku. „První rozsáhlejší systém vrtů pro ukládání tepla pro vysokoteplotní aplikace byl realizován ve Švédském Luleä v roce 1982, následovaly pak realizace v Nordell v letech 1990 a 1994. Největší takto koncipovaný akumulční systém na světě je v provozu na Richard Stockton State College v Pomoně v USA. Jeho parametry jsou

úctyhodné– 400 vrtů hlubokých 135 metrů a využívaný objem masivu 1 080 000 m³. Byl sestaven a uveden do chodu v roce 1995 a slouží k vytápění a chlazení části koleje.“ [9]

Nicméně systém, který je součástí vytápění projektu diplomové práce je podstatně menší, a tedy daleko skromnější co se týká návrhu, jehož přesný návrh geotermálních akumulčních vrtů by byl řešen odborníky na geotermální energii.

3. PROJEKTOVÁ ČÁST

3.1 Popis objektu

Tato kapitola bude věnována popisu objektu skleníku Experimentální botaniky a administrativní části budovy k němu přidružené. Popis bude zahrnovat jak architektonické a dispoziční řešení, tak i popis konstrukčního řešení stavby. Jedná se o kompletní rekonstrukci tohoto objektu s novou realizací nástavby ve formě prostoru pro ubytování s hotelovým komfortem. Celý objektu tedy bude stržen a postaven nový na stávajících základových konstrukcích. Skleník bude mimo jiné řešen formou repliky, právě z důvodu zachování základových konstrukcí není možné jiné řešení než dvoutraktový skleník.

Obr. 4 Fotografie stávajícího stavu řešeného objektu



3.2 Umístění stavby

Objekt se nachází v kompaktní zástavbě městské části Praha – Lysolaje. Stavba stojí na pozemku s č.p. 513/110 a je součástí Ústavu experimentální botaniky AV ČR. Při pohledu na obr. 5 – mapa katastru nemovitostí, je patrné přesné umístění budoucí nové rekonstrukce repliky, neboť základová konstrukce se nemění. Je tedy zcela jasné orientování objektu ke světovým stranám. Kde na

severní straně bude umístěna administrativní část budovy a na straně jižní pak dva skleníky.

Obr. 5 Mapa katastru nemovitostí [10]



3.3 Popis stávajícího stavu, zhodnocení

Stávající objekt, se skládá ze dvou prosklených skleníků a k nim přidružené jednopodlažní administrativní budovy. Vzhledem ke špatnému stavu celého objektu se Ústav experimentální botaniky AV ČR rozhodl pro celkovou rekonstrukci formou repliky tak, aby byl co nejmenší zásah do nynějšího konceptu zástavby. Ačkoli je objekt uvnitř udržován je zde stále mnoho “hluchých míst”, které lze využít efektivněji a lépe, co se týká dispozice. Nové řešení vnitřních prostor v administrativní části budovy je jednou z hlavních priorit návrhu rekonstrukce. Tento nový návrh samozřejmě zahrnuje i nové rozvržení otopné soustavy, která je předmětem této diplomové práce a také návrhem vzduchotechnického systému.

Jak již bylo avizováno, budova bude stát na původních základech, tedy se rozměry téměř nezmění, avšak přistaví se zde schodišťový prostor a nástavba ve formě ubytovacího zařízení ve 2.patře administrativní budovy.

3.3.1 Tvarové a dispoziční řešení objektu

Tvar této budovy je jednoduchý se čtvercovým půdorysem a jedním podlažím zastřešeným sedlovou střechou, stejně tak dvoulodní skleníky ve tvaru obdélníku, které se zde nacházejí. Hlavní vchod do budovy vede ze severní strany

skrz venkovní “voliéru“, přístavek o venkovní teplotě postaven z dřevěných rámu s výplní z pletiva. Tímto vchodem se dostáváme do provozní místnosti, která slouží zaměstnancům jako přípravna. Z provozní místnosti vedou dva vchody, každý do jednoho ze dvou skleníků. Ostatní dveře vedou do kanceláře, skladu, kotelny a hygienického zázemí zaměstnanců.

Obr.6 Severní pohled (vlevo kanceláře, vpravo voliéra)



Skleníky jsou vybaveny pohyblivými stoly, které umožňují variabilitu prostoru podle potřeby. Každý z těchto stolů má pod deskou topný okruh, který je možno libovolně zapnout či vypnout pomocí uzavíracích kohoutů, ten je zde a pouze z důvodu přitápění spodní strany desky stolů, na kterých se nacházejí citlivé rostliny, jejichž kořínky mají zapotřebí teplo. Tedy tento topný okruh je zde pouze z důvodu udržování tepla u kořínků rostlin, které to vyžadují, nikoli k pokrytí tepelných ztrát místnosti (přestože v době užití okruhu v malé části k pokrytí tepelných ztrát přispívá).

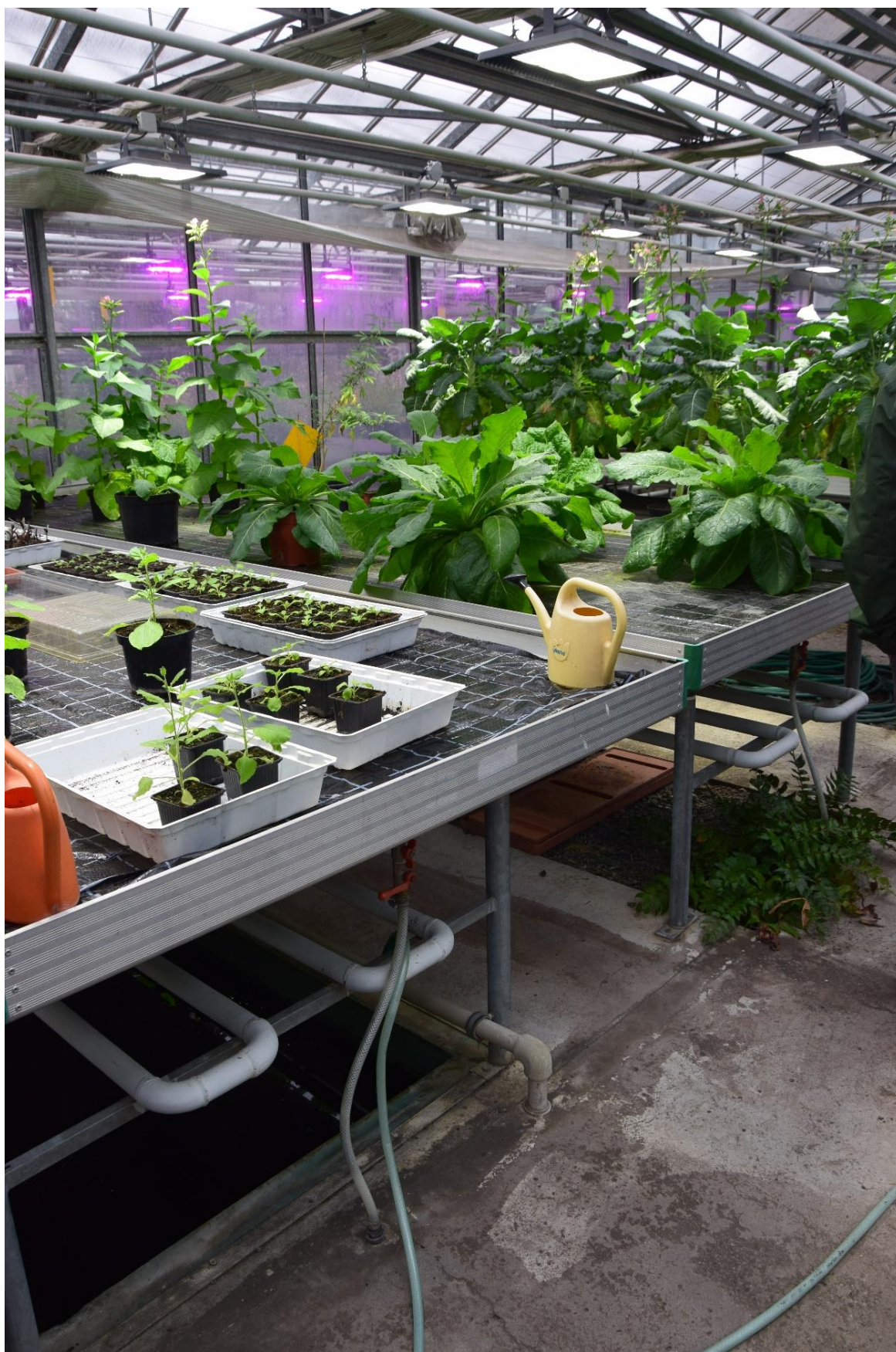
Dalším důležitým prostorem jsou kóje nacházející se v zadní části skleníku, tedy na jižní straně. Tyto kóje se mohou od celkového prostoru skleníku oddělit uzavíratelnými pojezdovými dveřmi v případě, že některé rostliny vyžadují jiné klimatické podmínky.

Následující fotografie pořízené autorem této práce jsou z interiéru objektu Ústavu experimentální botaniky AV ČR:

Obr. 7 Fotografie interiéru skleníku (uzavíratelné kóje)



Obr. 8 Fotografie interiéru skleníku (topný okruh pod kořínky rostlin)



Obr. 9 Detail fotografie interiéru skleníku (topný okruh pod kořínky rostlin)



Obr. 10 Detail fotografie interiéru skleníku (topný okruh pod stoly – uzavírací ventil)



Obr. 11 Fotografie interiéru skleníku (otopná tělesa)



Obr. 12 Fotografie interiéru provozní místnosti (dva vstupy do skleníku)



3.3.2 Provozní celky

Provozní celky stávajícího stavu objektu jsou zcela patrné z nového dispozičního řešení, jelikož se jedná o rekonstrukci repliky. Přesněji jde o administrativní budovu, ve které se nacházejí kanceláře a u vchodu do skleníku pak provozní místnost, tedy místnost určená výzkumu a přípravy rostlin. Tento prostor zůstává i při nových dispozičních – viz. příloha č. **D.1.4.a.1** Technická zpráva (výkresy) účelně umístěn u vstupů do skleníku, tak aby byl manipulativní prostor mezi skleníkem a výzkumnými pomůckami co nejkratší. Kotelna nacházející se na severní straně objektu, která nyní slouží jako kotelna pro plynná paliva zůstane také na svém místě. Pouze se vnitřní prostor kotelny rozšíří o posun příčky a následného zrušení komínového tělesa. Kotelna je na tomto místě výhodná hned z několika důvodů, jedním z nich je dobrá přístupnost z venkovního prostředí. Zbylé místnosti jako kanceláře, denní m. nebo hygienické zázemí zaměstnanců zůstane téměř na svém místě. Přibude pouze šachta nacházející se uprostřed hygienického zázemí, která je nezbytná pro rozvod VZT - viz. příloha č. **D.1.4.a.1** Technická zpráva (výkresy).

3.4 Popis nového stavu objektu

Nový stav objektu má být replikou objektu starého neboli původního, přičemž celý objekt bude umístěn na stávajících základech v hranici již zastavěného prostoru. Jediná zásadní změna bude navýšení administrativní části budovy o 2.NP s ubytovací funkcí a změna střechy na plochou s možností osazení solárních systémů.

3.5 Tvarové a dispoziční řešení objektu

Tvarové řešení zůstává shodné s původním, pouze se navýší 2.NP o ubytovací část. Zde se bude nacházet pět dvoulůžkových pokojů, každý s vlastním hygienickým zázemím a se společnou kuchyňkou, která je v samém srdci dispozice. Podružné místnosti jako prádelna nebo komora budou přístupné z hlavní chodby spojující prostor kuchyňky a jednotlivých pokojů. Dispozice jsou k vidění viz. příloha č. **D.1.4.a.1** Technická zpráva (výkresy)

3.6 Provozní celky

Objekt, jak již bylo zmíněno, je rozdělen na dvě části, a sice na část administrativní budovy a část skleníku. Přičemž oba tyto objekty jsou využívány celoročně, nikoli sezónně.

Cílem rekonstrukce je zachování provozních i dispozičních celků jako takových s ohledem na rozšíření administrativní budovy o nástavbu ubytovacího zařízení s komfortem hotelových pokojů tak, aby se zde nekřížil provoz. Za účelem zabránění prolínání provozů bude na severním rohu administrativní budovy přistavěn prosklený schodišťový prostor, který bude propojovat 2.NP se zemí, přičemž právě ve 2.NP plní funkci ubytovací, zatímco 1.NP funkci administrativní budovy. Účelem užívání stavby je pak ostatní občanská vybavenost, tedy věda a výzkum.

3.7 Počet osob v objektu

Počet osob, uvažovaných v objektu úzce souvisí s výpočtem a následným návrhem potřeby teplé vody. Konečným číslem v počtu obsazenosti budovy je tedy 20 osob. Přičemž v 1.NP se nacházejí stálý zaměstnanci v počtu osmi osob a ve 2. NP je k dispozici pět dvoulůžkových pokojů. Hodnota 18 osob tedy odpovídá maximální obsazenosti budovy. Dále budou do budovy docházet dva externí zaměstnanci úklidové firmy.

3.8 Konstrukční řešení

Konstrukční řešení je podrobně popsáno ve výpočtové části dokumentace viz. **D.1.4.a.2** a vychází z technické zprávy stavební části projektu, jenž byl podkladem pro vyhotovení tepelných ztrát objektu.

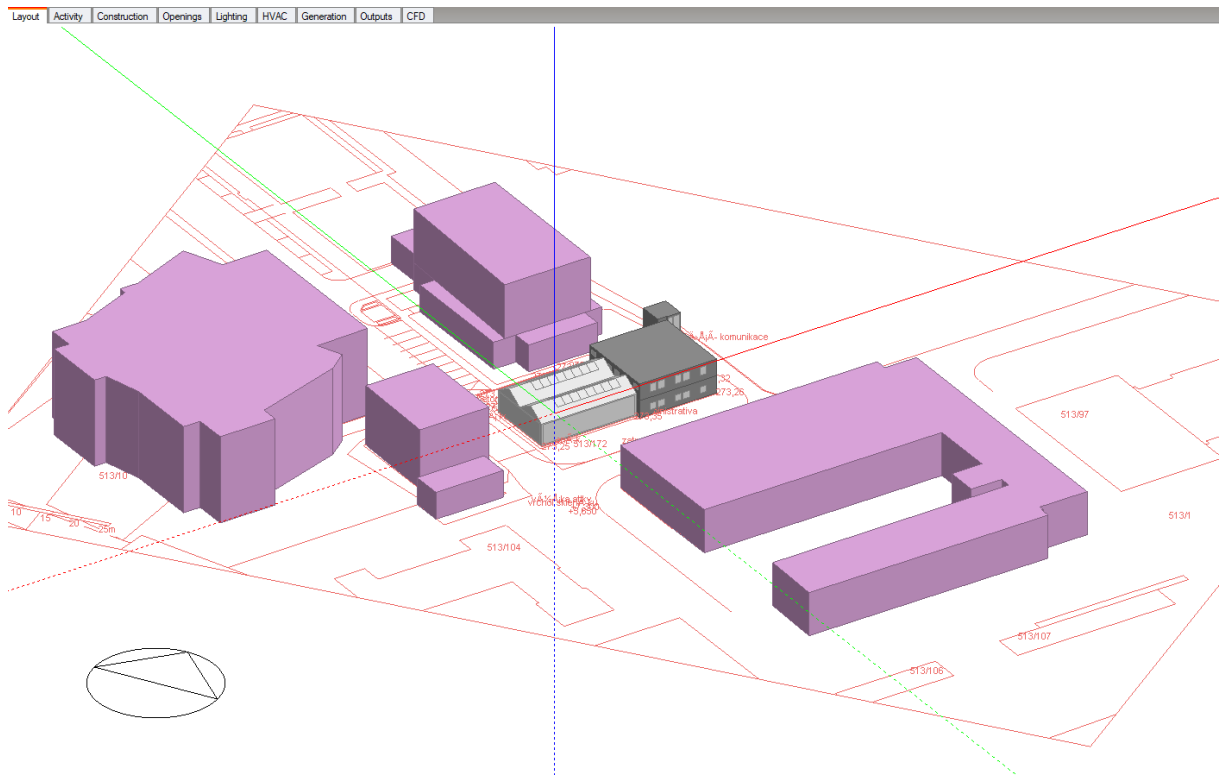
3.9 Software DesignBuilder

Jak již bylo několikrát zmíněno, jedná se o stavbu jejíž provozy jsou odlišné, tedy jejich charakteristika se dá přiřadit jako oblast ubytování, administrativní činnosti a provozu skleníku. Provoz ani budovy nejsou jednotné, zvláště pak provoz uvažující nárazovou obsazenost 2.NP části ubytování. Z toho důvodu bylo rozhodnuto o vytvoření modelu v programu DesignBuilder, který je schopen zaznamenat veškeré informace o objektu (konstrukce, rozdílné provozy,..), a následně vyhodnotit co nejpřesnější výsledky a simulace.

3.9.1 Tvorba modelu

Okrajové podmínky, vstupní hodnoty a parametry objektu byly do softwaru DesignBuilder zadávány přesně dle známých informací lokalita, provozy, konstrukce, obsazenost objektu, použité mechanismy, aj. Dále byla z mapy katastrálního území [10] převzata okolní zástavba jako podklad a výšky budov byly odvozeny z pohledu Google Earth dle oken, tedy dle počtu podlaží, aby bylo možné simulovat také zastínění okolní zástavbou. Jediné informace, které z programu nebyly vyhodnoceny (použity) jsou tepelné ztráty budovy – viz. **D.1.4.a.2 - 03**, které jsou samostatně zadány v programu Protech. A dále potřeba teplé vody v objektu-tato kapitola je řešena samostatně – viz. **D.1.4.a.2 - 07** včetně návrhu zásobníku teplé vody.

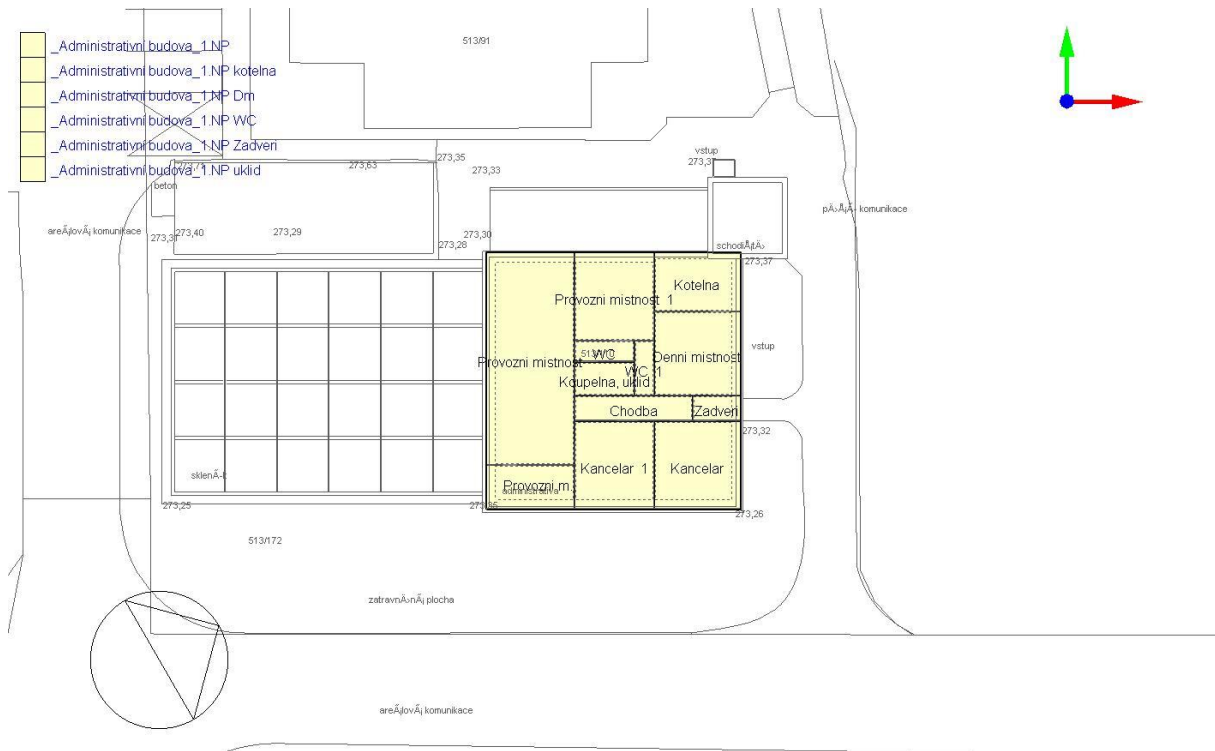
Obr. 13 Layout programu DesignBuilder – okolní zástavba



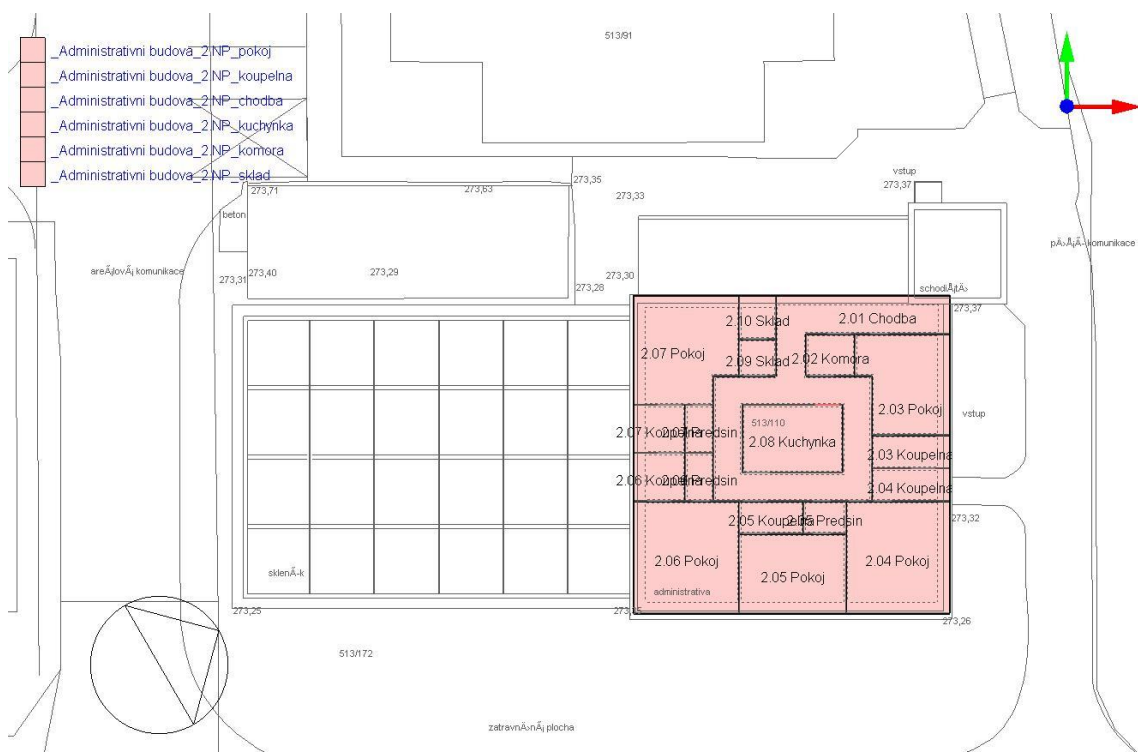
Obr. 14 Layout programu DesignBuilder – okolní zástavba (pohled shora)



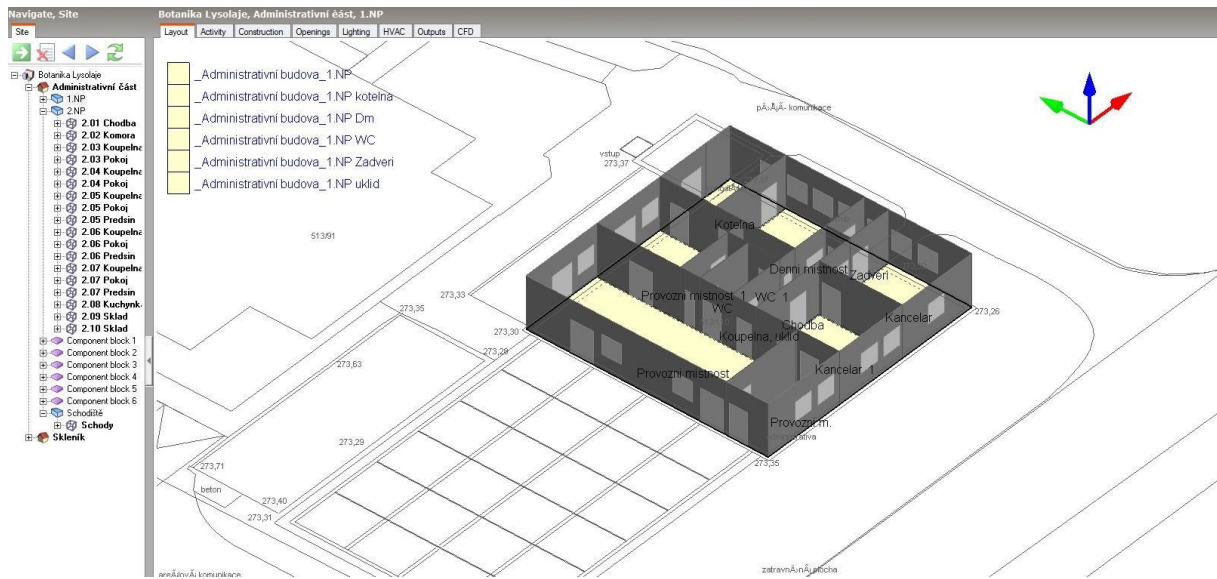
Obr. 15 Layout programu DesignBuilder – 1.NP



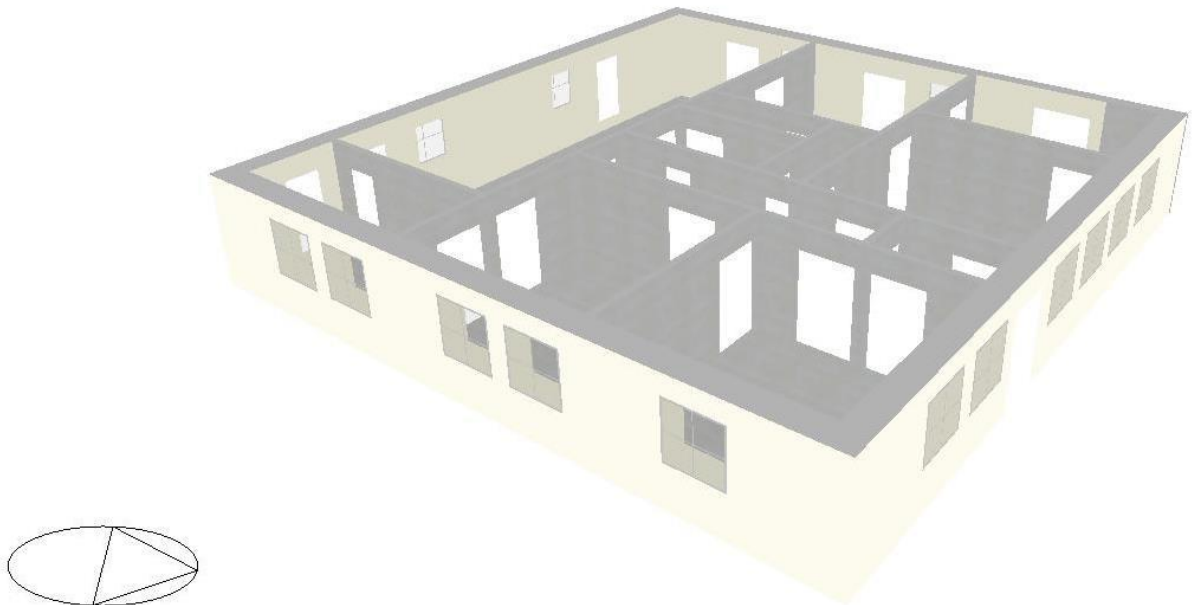
Obr. 16 Layout programu DesignBuilder – 2.NP



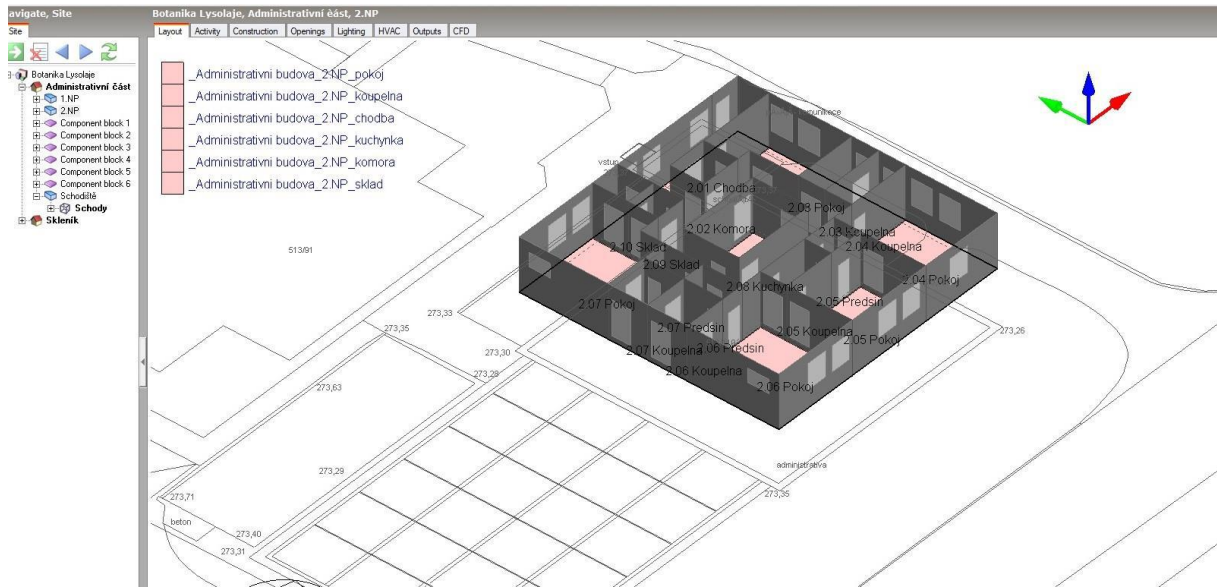
Obr. 17 Layout programu DesignBuilder – 1.NP (administrativní část)



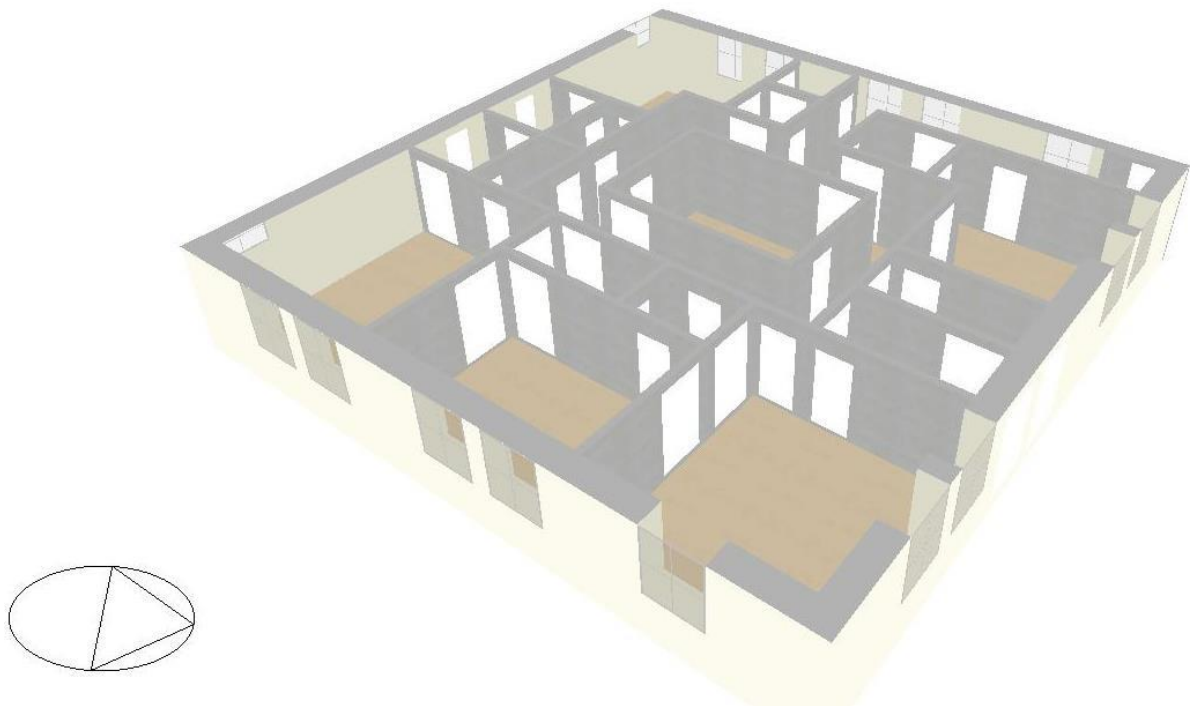
Obr. 18 Vizualizace programu DesignBuilder – 1.NP



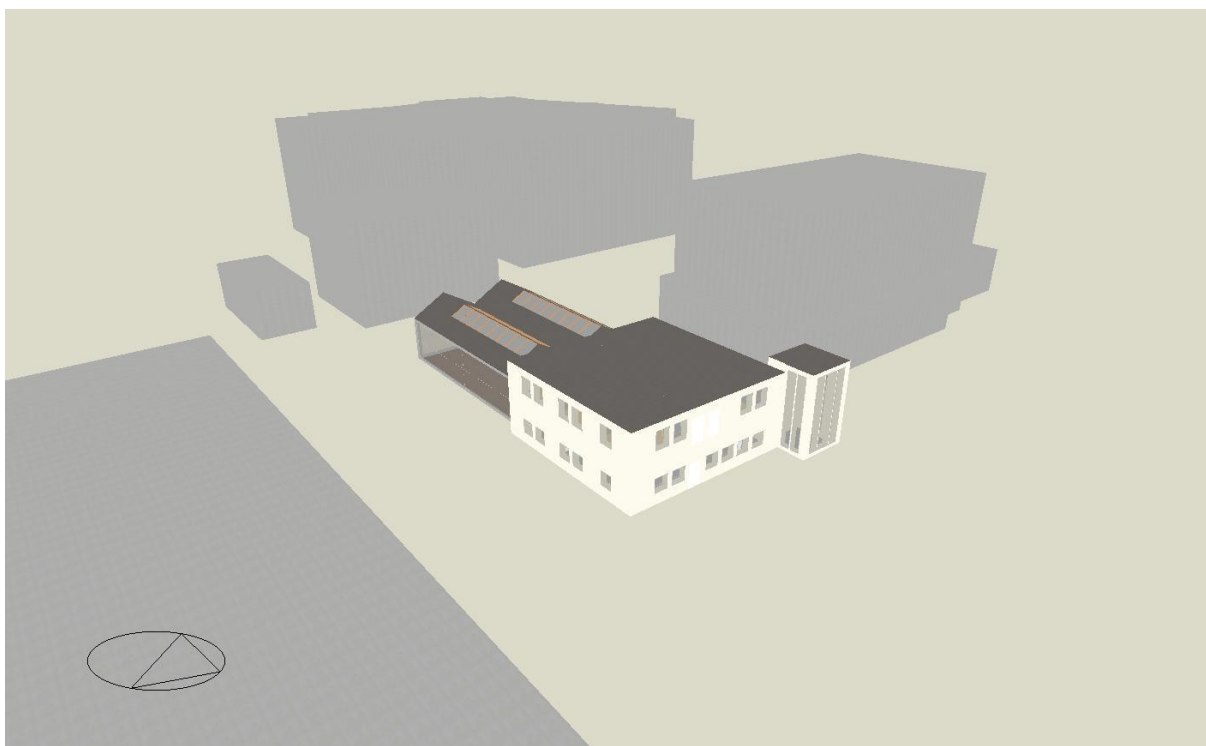
Obr. 19 Layout programu DesignBuilder – 2.NP (ubytovací část)



Obr. 20 Vizualizace programu DesignBuilder – 2.NP



Obr. 21 Vizualizace programu DesignBuilder – celý objekt



3.9.2 Provoz

Provoz v softwaru byl řešen pomocí vlastních profilů užívání jednotlivých místností ("activity template"), kde se zohlednil jak profil užívání náhodného provozu 2.NP v pokojích ("Schedule" vyjádřeno pomocí "Compact schedule" kódem 0 - neobsazeno/ 1 - obsazeno v místnostech stálého provozu jako např. chodba jenž je pravidelně uklížena nebo procentuálním vyjádřením náhodnosti obsazenosti "1-7/12 Schedule" v pokojích a hygienickém zázemí). Taktéž byly vytvořeny profily užívání místností 1.NP a skleníku.

Jedním z hlavních důvodů vytvoření modelu bylo zjištění tepelných zisků v části skleníku. Je zcela patrné, že stavba, jenž je z 90 % tvořena prosklenými plochami bude mít v letním období neuvěřitelně vysoké zisky, zatímco v období zimním velké ztráty, které budou potřeba pokrýt tak, aby byla ve skleníku permanentně udržována teplota 15 °C jenž je nezbytná pro přežití rostlin.

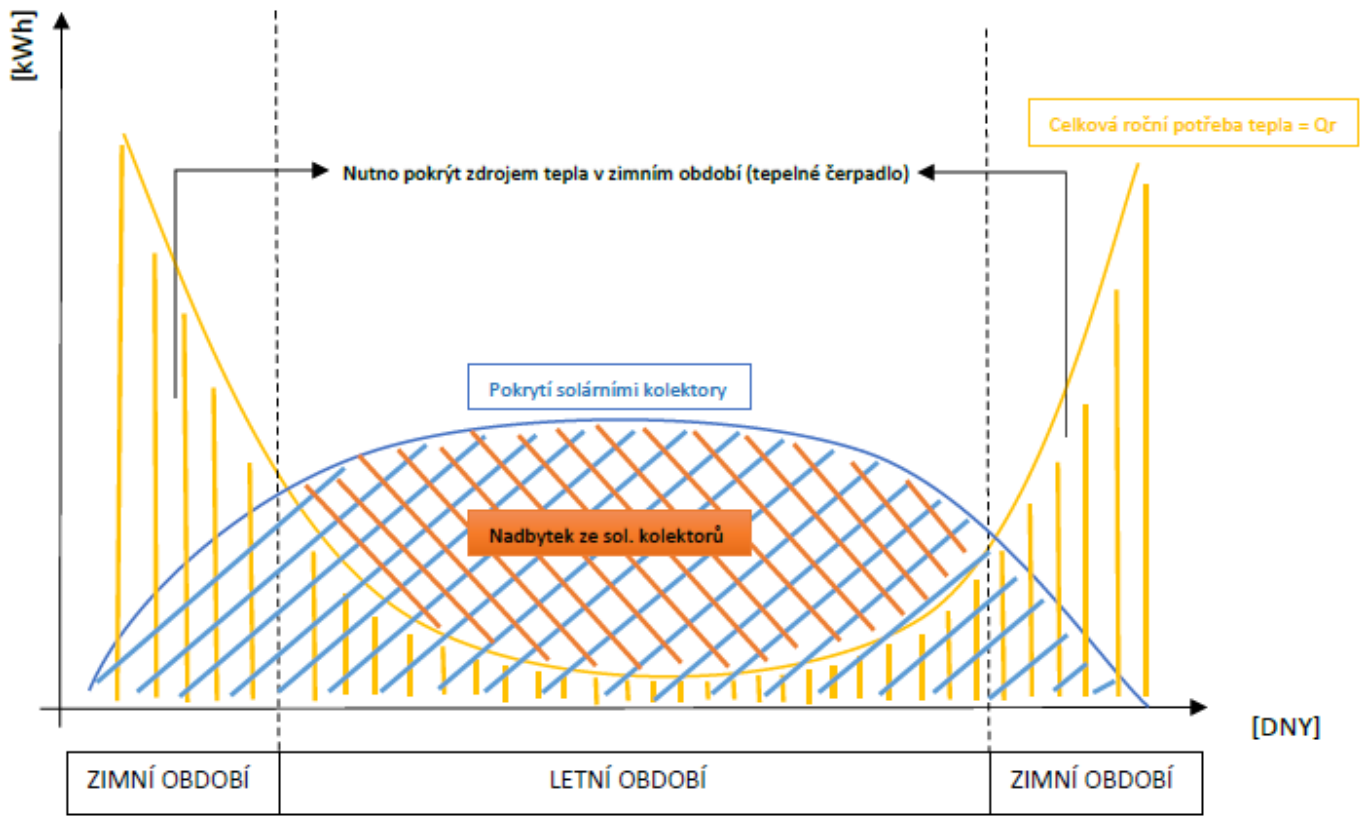
3.9.3 Vnitřní výpočtové teploty

Vnitřní výpočtové teploty byly voleny totožné jako pro program Protech – tepelné ztráty, které jsou k vidění v příloze **D.1.4.a.1 – 01** Technická zpráva.

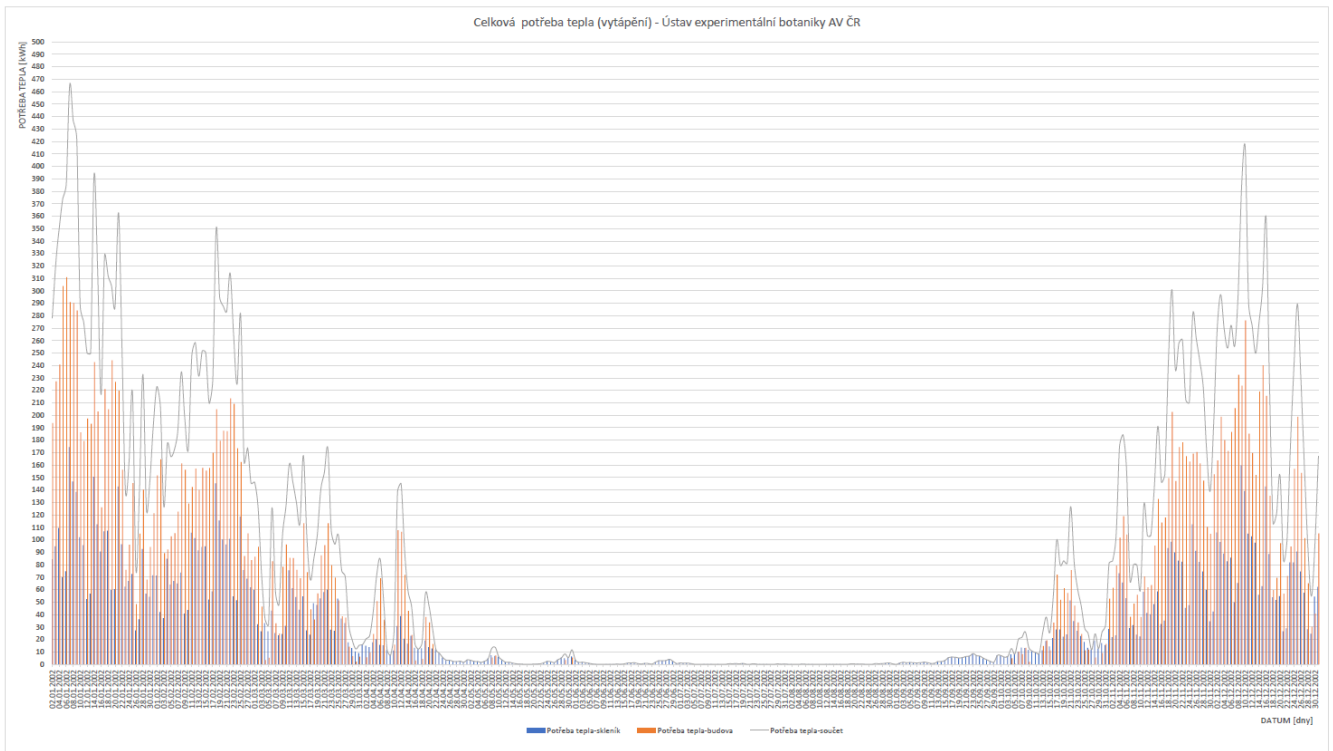
3.10 Vyhodnocení modelu a roční simulace

Cílem modelu bylo získání dat roční potřeby tepla na vytápění a následně tyto hodnoty vyhodnotit, aby bylo patrné, jaké množství energie je nutno pokrýt v zimních měsících a které je naopak schopno akumulace v měsících letních. Celé shrnutí těchto výsledků a následné vyhodnocení návrhu zdroje tepla je obsaženo v samostatné kapitole **D.1.4.a.2 - 01**.

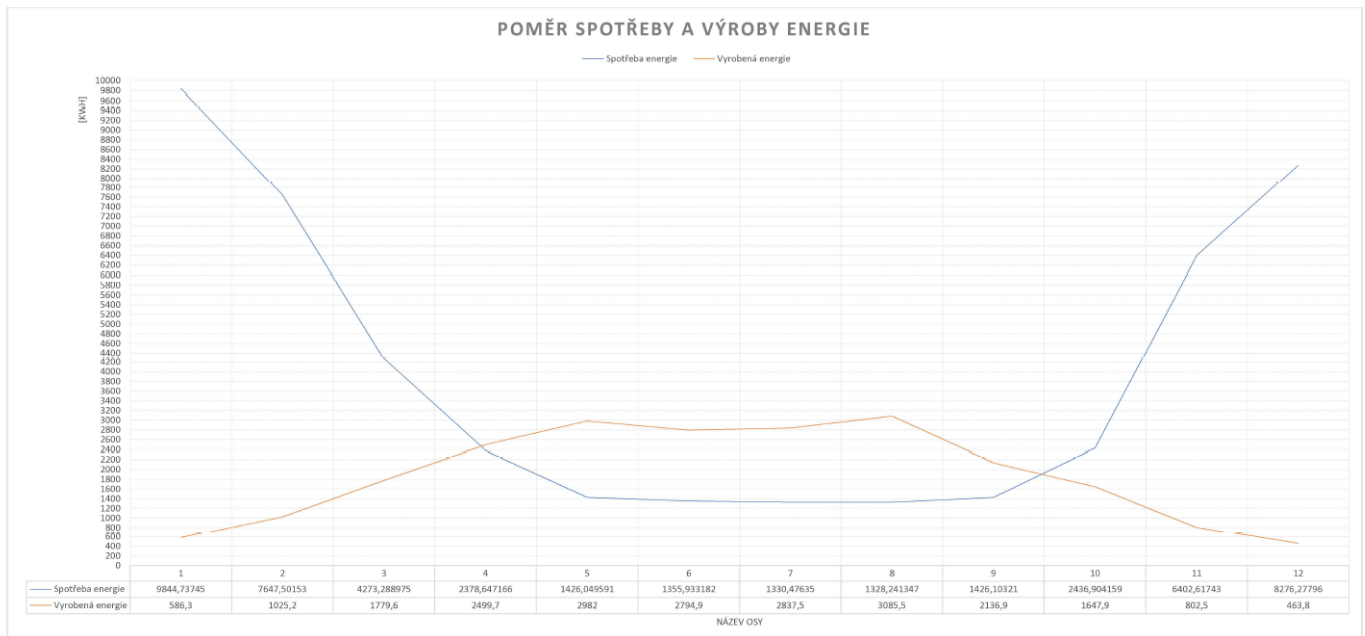
Obr. 22 Předpoklad bilancí



Obr. 23 Reálné hodnoty z programu Design Builder – Celková potřeba tepla (vytápění) objektu (podrobně v příloze D.1.4.a.2 – 01)



Obr. 24 Reálné výsledky vyhodnocení systémů (podrobně v příloze D.1.4.a.2 – 01)



4 VARIANTY NÁVRHU KONCEPTU VYTÁPĚNÍ OBJEKTU

V objektu, dle předstihu informací je patrné, že došlo k volbě solárního systému spolu se systémem tepelného čerpadla země-voda s využitím sezónní akumulace tepla. Jak k tomuto rozhodnutí došlo, a co k němu vedlo bude popsáno právě v této kapitole.

Nutno podotknout, že důležitým faktorem při návrhu systému bylo ekonomické hledisko ve smyslu snahy snížit roční provozní náklady na minimum. Dalším důležitým aspektem bylo po zamítnutí varianty 1 (viz. níže) investorem sestavit takový koncept vytápění, který by využil obnovitelné zdroje energie v maximálním rozsahu bez ohledu na pořizovací náklady. Důvodem této podmínky byl samotný charakter budovy – Skleník (ná vaznost na přírodu). Na přání investora byla tedy sestavena varianta druhá, jejímž předpokladem je šetrné zacházení s přírodou a přispívání ke snížení skleníkových plynů – OZE.

4.1 Varianta 1

Prvním známým faktem o budově v oblasti vytápění byla informace o nynějším zapojení zdroje tepla, a sice plynového kotle. První variantou návrhu vytápění tedy bylo obnovení tohoto systému s novým plynovým kotlem, který by byl navržen na pokrytí tepelných ztrát celého objektu, tedy by pokrýval i nově vzniklou nástavbu 2.NP. Dá se říct, že by šlo o nový návrh v rámci původního "starého" konceptu vytápění.

Tato varianta byla na místě, neboť široká škála moderních plynových kondenzačních kotlů nabízí technologickou i ekonomickou úsporu. Oproti klasickým plynovým kotlům využívají tzv. režim kondenzace vodní páry obsažené ve spalínách. Kondenzační kotel využívá i teplo obsažené ve spalínách, které by jinak odešlo komínem ven. Tyto kotle jsou tedy schopny přijmout 100 % energonositele a vydat téměř 100% tepla, což znamená, že jsou mnohem účinnější než jiné zdroje, které potřebují komín, jímž uniká mnohdy nevyužité teplo. I přes vysokou účinnost ve srovnání s klasickým plynovým kotlem spotřebuje méně energie a obsah škodlivin CO a Nox je snížen na minimum. Právě vytápění plynem patří mezi komfortní zdroje ať už z hlediska nízké spotřeby nebo dobré regulovatelnosti. Avšak i tato soustava má své nevýhody jako jsou např. vyšší pořizovací náklady na kotel nebo závislost na externím dodavateli paliva.

4.2 Varianta 2

Po zamítnutí první varianty z důvodu neobnovitelných zdrojů energie a nutnosti dodávky paliva byl návrh od základů přehodnocen. Po uskutečnění geologického průzkumu bylo jasné, že podloží pod stávajícím objektem je možno využít hned několika způsoby. Prvním oficiálním návrhem v oblasti využití obnovitelných zdrojů energie bylo tepelné čerpadlo země-voda. Další vhodnou energií, pro využití v projektu se jevila energie sluneční. Ta by mohla fungovat dvěma způsoby, buď jako fotovoltaické články, pro výrobu elektrické energie,

kteřá by poháněla celý systém včetně bivalentního zdroje (elektrokotel), avšak i tato varianta má svá úskalí a sice stále nevyřešenou otázku, kam ukládat přebytečnou energii. Druhým způsobem využití sluneční energie byl návrh fototermických solárních panelů. Ty se jevily od počátku jako slibné vzhledem k možnosti instalace na plochou střechu s volbou úhlu a skvěle by zapadly do celého konceptu vytápění. Staly se tedy jasnou volbou a již v prvopočátku vzniku koncepce bylo jasné jejich přednostní využití pro ohřev teplé vody po celou sezónu. Bivalentním zdrojem této varianty byl plynový kotel, avšak ani ten se v projektu nenachází, neboť po konzultaci s vedoucím diplomové práce jsem došla k závěru, že plynový kotel by pouze zabíral místo v kotelně, pořizovací náklady by byly daleko vyšší (přestože nejsou řešeny) a navíc by byl potřeba komín včetně veškeré údržby a revizí. Tedy bivalentním zdrojem se stala elektrická topná vložka, která je součástí jak zásobníku TV, tak akumulční nádrže a je schopna vykrytí špiček v otopném období (pokud by bylo potřeba).

Pokud tedy zhodnotím druhou variantu návrhu výsledkem je využití energie ze země za pomoci tepelného čerpadla země-voda a využití sluneční energie pro přednostní ohřev teplé vody v objektu. Nicméně to stále není všechno, po důkladném přehodnocení konceptu vytápění, tedy i chlazení visela ve vzduchu stále nezodpovězená otázka: Pro nevyřábět pomocí sluneční energie více tepla a sezónně jej neakumulovat? Co by se stalo kdyby bylo vytápění v letním období naddimenzováno a tento přebytek využít v období zimním? Odpovědí na otázku je varianta číslo 3 – finální návrh konceptu vytápění objektu Ústavu experimentální botaniky AV ČR.

4.3 Varianta 3

Poslední a finální variantou návrhu je tedy návrh tepelného čerpadla země-voda, které v režimu chlazení posílá odpadní teplo do akumulčního média. Dále fototermické kolektory s přednostním ohřevem TV a v neposlední řadě akumulace tepla. Sezónní akumulace tepla může opět probíhat několika způsoby. Jak je zmíněno na začátku této práce, akumulovat teplo můžeme například do termálních vrtů nebo do velké nádrže. Nicméně v tomto objektu není prostor pro nadměrně velkou nádrž, a tedy bude akumulace tepla řešena v geotermálních vrtech provedených odbornou firmou v části skleníku.

5 ZHODNOCENÍ NÁVRHU VYTÁPĚNÍ OBJEKTU

V této kapitole je podrobně popsán a řešen koncept vytápění objektu. Koncepčně se tedy jedná o proces, který začíná solární soustavou (32 Ks solár. kolektorů Vitosol 200-TM, typ SPEA), které pokrývají potřebu teplé vody spolu s bivalentní integrovanou topnou elektrickou vložkou v zásobníku teplé vody. Přebytečné teplo ze solárních kolektorů bude akumulováno do země (do vrtů ve skleníku), podloží tak bude fungovat jako obrovský akumulátor tepelné energie. To výrazně zlepší topný faktor tepelného čerpadla země-voda. Podloží na místě stavby je pro účely vhodné – skalnaté podloží s absencí spodní vody (kteřá by akumulované teplo odnášela pryč). Tepelné čerpadlo země-voda bude dále v

letním období chladit a rovněž teplo odebírané z místností bude posíláno zpět do vrtů. Celý koncept tak perfektně ladí s požadavky investora.

6 ZÁVĚR

V této teoretické části byly popsány jak obnovitelné zdroje energie a jejich možnost využití, tak jejich aplikace na řešený objekt. Volba varianty a postup zhotovení konceptu celého vytápění objektu je popsána včetně myšlenkových pochodů autora této práce. Dále bych ráda podotkla, že se z počátku jednalo o jednoduchý projekt, který se dá sestavit u PC, avšak po návštěvě Ústavu experimentální botaniky AV ČR, zejména návštěvě skleníku byl tento závěr přehodnocen. Z fotografií pořízených autorem je patrné, že bez návštěvy a projednání potřeb rostlin s odborníky, zaměstnanci ústavu, by autor této práce nikdy sám nedošel k návrhu otopného okruhu pod stoly (kořínky rostlin), který je pro citlivé rostliny důležitý, ba ani ke správnému určení vnitřní teploty skleníku.

7 SEZNAM PŘÍLOH PROJEKTOVÉ ČÁSTI PROJEKTU

D.1.4.a.1 – Textová část

D.1.4.a.2 – Výpočtová část

D.1.4.a.3 – výkresová část

8 ZDROJE

- [1] [online] Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/obnovitelne_zdroje_energie
- [2] [kniha] Petráš, D. a kolektiv: *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. Bratislava 2008
- [3] [online] Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/16618-obnovitelne-zdroje-v-cr-v-roce-2016>
- [4] [online]. Dostupné z: *Studie autorů – Ing. Aleše Bufky a Ing. Jany Veverkové Ph.D, dostupné na internetu [3]*
- [5] [online] Dostupné z: <https://oze.tzb-info.cz/teorie-obnovitelna-energie/1948-slunce-a-jeho-energie>
- [6] [kniha] Halahyja, M., Valášek, J.: *Solárna energia a jej využitie*. Bratislava: 1983
- [7] [kniha] Cihelka, J.: *Sluneční vytápěcí systémy*. Praha: 1984
- [8] [online]. Dostupné z: <https://publi.cz/books/93/03.html>
- [9] [online]. Dostupná studie: Ing. Jakub Huml, Doc. Ing. Karel Brož, CSc.: *Tepelná čerpadla- využití zemského polomasivu pro ukládání odpadního tepla a sluneční energie*
- [10] [online] Dostupné z: <https://nahlizenidokn.cuzk.cz>

9 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- Obr.1 Rozložení průměrných ročních množství globálního slunečního záření a délky slunečního svitu na území Česka a Slovenska.....5**
[6]
- Obr.2 Schéma plochého slunečního kolektoru se zanesením IC na Plochu.....6**
[2]
- Obr.3 Struktura Země.....8**
[8]

Obr. 4 Foto stávajícího stavu řešeného objektu	1
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 5 Mapa katastru nemovitostí	11
<i>[10]</i>	
Obr.6 Severní pohled (vlevo kanceláře, vpravo voliéra)	12
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 7 Fotografie interiéru skleníku (uzavíratelné kóje)	13
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 8 Fotografie interiéru skleníku (topný okruh pod kořínky rostlin)	14
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 9 Detail fotografie interiéru skleníku (topný okruh pod kořínky rostlin)	15
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 10 Detail fotografie interiéru skleníku (topný okruh pod stoly – uzavírací ventil)	15
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 11 Fotografie interiéru skleníku (otopná tělesa)	16
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 12 Fotografie interiéru provozní místnosti (dva vstupy do skleníku)	16
<i>[fotografie pořízena 11/2019 autorem této práce]</i>	
Obr. 13 Layout programu DesignBuilder – okolní zástavba	19
Obr. 14 Layout programu DesignBuilder – okolní zástavba (pohled shora)	19
Obr. 15 Layout programu DesignBuilder – 1.NP	20
Obr. 16 Layout programu DesignBuilder – 2.NP	20
Obr. 17 Layout programu DesignBuilder – 1.NP (administrativní část) ..	21
Obr. 18 Vizualizace programu DesignBuilder – 1.NP	21
Obr. 19 Layout programu DesignBuilder – 2.NP (ubytovací část)	22
Obr. 20 Vizualizace programu DesignBuilder – 2.NP	22
Obr. 21 Vizualizace programu DesignBuilder – celý objekt	23
Obr. 22 Předpoklad bilancí	24
Obr. 23 Reálné hodnoty z programu Design Builder – Celková potřeba tepla (vytápění) objektu (podrobně v příloze D.1.4.a.2 – 01)	25

Obr. 24 Reálné výsledky vyhodnocení systémů (podrobně v příloze D.1.4.a.2 – 01).....	25
--	----

10 SEZNAM TABULEK

Tab.1 Hrubá výroba tepla z obnovitelných zdrojů [4].....	3
Tab.2 Hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů [4].....	3
Tab.3 Průměrné měsíční množství energie slunečního záření $H_{S,m\acute{e}s,teor}$ (Kwh/m ²) dopadající na různě skloněné plochy orientované na jih pro Prahu [7].....	5
Tab.4 Střední intenzita slunečního záření $IC_{stř} = G_{s\ stř}$. (W/m ²) dopadající na různě skloněné plochy orientované na jih pro Prahu [7].....	6

11 POUŽITÉ PROGRAMY

DesignuBuilder

Autocad, CADKON

GoogleEarth

MS office – excel, word

Protech, DIMOS