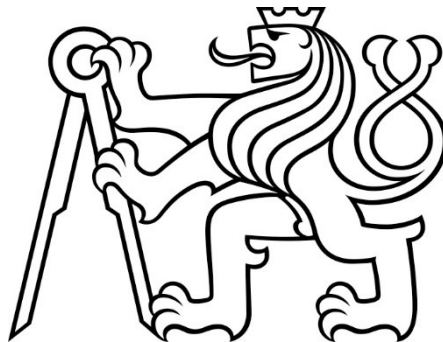


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV**

**VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vypracovala:**

**Bc. Valerie Tlustošová**

**Vedoucí práce:**

**prof. Ing. Karel Kabele, CSc.**

**2021/2022**

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Tlustošová Jméno: Valerie Osobní číslo: 468451  
 Zadávající katedra: K11125 TZB  
 Studijní program: Budovy a prostředí  
 Studijní obor: 3608T006 - Budovy a prostředí

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vytápění bytového domu  
 Název diplomové práce anglicky: Heating of residential building

Pokyny pro vypracování:

Vypracujte koncept TZB zahrnující zásobování teplem, chladem, vodou, elektrickou energií, větrání a likvidaci odpadních vod pro daný objekt. Dále zpracujte projektovou dokumentaci vytápění na úrovni rozšířené dokumentace pro vydání stavebního povolení dle vyhlášky 499/2006 Sb.

Seznam doporučené literatury:

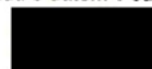
- [1] Kabele, K. a kol.: Energetické a ekologické systémy budov 1 Zdravotní technika Vytápění ČVUT 2005, ISBN 80-01-03327-9
- [2] Kabele, K. a kol.: TZB.Vytápění - podklady pro cvičení, ČVUT 2014, ISBN 978-80-01-05203-7
- [3] Chadderton, D.: Building Services Engineering, Routledge 2013, ISBN 0415699312
- [4] Papež, K., Vyoralová Z., Marková L., Garlík B., Jokl M. Energetické a ekologické systémy budov 2. Vzduchotechnika, chlazení, elektroinstalace, umělé osvětlení. Fakulta stavební, 1. vydání, ISBN: 978-80-01-03622-8, 2007. (NTK TH6021 .P37 2007 z)

Jméno vedoucího diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 20.9.2021 Termín odevzdání diplomové práce: 2.1.2022  
 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“.*

24.9.2021

Datum převzetí zadání



Podpis studenta(ky)

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

V Praze, 16. prosince 2021

podpis:

## **PODĚKOVÁNÍ**

Poděkování bych ráda věnovala vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Karlu Kabelemu, CSc. za vřelé a odborné vedení, a rady při řešení problémů na konzultacích.

## Obsah

1.	ÚVOD:.....	1
2.	POPIS OBJEKTU:.....	1
2.1.	LOKALITA:.....	1
2.2.	KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ:.....	1
2.3.	MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ:.....	1
2.4.	PROVOZNÍ ŘEŠENÍ:.....	2
2.5.	ZÓNOVÁNÍ:.....	2
2.6.	TEPELNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ:.....	2
3.	POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ:.....	3
3.1.	NÁVRHOVÉ TEPLoty.....	3
3.2.	MAXIMÁLNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty PODLAHY.....	4
3.3.	VĚTRÁNÍ.....	4
3.4.	HLUK.....	5
4.	VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ STÁVAJÍCÍCH BYTOVÝCH DOMŮ:.....	6
4.1.	REZIDENCE U MICHELSKÉHO MLÝNA.....	6
4.1.1.	Vytápění:.....	6
4.1.2.	Větrání:.....	7
4.2.	ECOCITY MALEŠICE.....	7
4.2.1.	Vytápění:.....	8
4.2.2.	Větrání:.....	8
4.3.	KOTI HYACINT.....	8
4.3.1.	Vytápění:.....	8
4.3.2.	Větrání:.....	9
5.	KONCEPT TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ BD SAKAŘOVA II.....	10
5.1.	KANALIZACE:.....	10
5.1.1.	Splaškové vody:.....	10
5.1.2.	Dešťové vody:.....	10
5.2.	VODA:.....	10
5.2.1.	Studená voda:.....	10
5.2.2.	Teplá voda:.....	11
5.3.	PLYN:.....	11
5.4.	ELEKTRO:.....	11
5.5.	CHLAZENÍ:.....	11

5.6.	VYTÁPĚNÍ:.....	11
5.7.	VĚTRÁNÍ:.....	12
6.	VYBRANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ:.....	12
6.1.	ZDROJ TEPLA.....	12
6.2.	DISTRIBUČNÍ SOUSTAVA.....	12
6.3.	PRVKY PRO PŘENOS TEPLA.....	13
6.4.	PŘÍPRAVA TV .....	13
6.5.	REGULACE A MĚŘENÍ.....	14
7.	POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY:.....	15
8.	SEZNAM CITACÍ:.....	15
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ: .....	16

## **ANOTACE**

Tato diplomová práce řeší koncept technického zařízení objektu a zpracovává projektovou dokumentaci vytápění bytového domu. Výpočet, regulace a model objektu je zpracován ve výpočetním programu Techcon.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Bytový dům, vytápění, podlahové vytápění, tepelné čerpadlo, centrální příprava teplé vody, koncept

## **ANNOTATION**

This diploma thesis deals with the concept of technical equipment of the building and elaborates the project documentation of the apartment house heating system. The calculation, control, and model of this project are processed in the Techcon computer program.

## **KEY WORDS**

Residential building, heating, floor heating, heat pump, hot water tank, concept

## 1. ÚVOD:

V první části diplomové práce je uveden popis řešeného objektu a požadavky vyplývající z norem a vyhlášek pro vnitřní prostředí, dále shrnutí řešení již existujících objektů stejného typu a jejich způsoby provedení vytápění a větrání. Postupné okomentování koncepčního řešení jednotlivých profesí TZB a následné vyhodnocení vybraného řešení vytápění.

V druhé části je zpracován projekt vytápění v programu Raucad Techcon včetně hydraulického vyvážení podlahového vytápění a celé soustavy. Jsou vypočteny dílčí prvky jako zásobník TV, expanzní nádoba a další. Součástí druhé části je také zpracování technické zprávy, výkresové dokumentace a návrh zdroje tepla.

## 2. POPIS OBJEKTU:

### 2.1. LOKALITA:

Objekt bytového domu je umístěn v blízkém centru krajského města Pardubice. Nachází se asi 1,5 km od historického centra města. Pro návrh vytápění a výpočet tepelných ztrát jsou Pardubice charakterizovány vnějšími okrajovými podmínkami normou ČSN 12 831-1 následovně:

Lokalita (místo měření)	Nadmořská výška	Venkovní výpočtová teplota	Otopné období pro					
			$t_{em}=12^\circ$		$t_{em}=13^\circ$		$t_{em}=15^\circ$	
	h	$t_e$	$t_{es}$	d	$t_{es}$	d	$t_{es}$	d
	[m]	[°C]	[°C]	[dny]	[°C]	[dny]	[°C]	[dny]
Pardubice	223	-12v	3,7	224	4,1	234	5,2	265

Obrázek 1 - vnější okrajové podmínky<sup>(2)</sup>

### 2.2. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ:

Architektonický návrh objektu je tvaru T, konstrukčně řešen jako stěnový obousměrný systém z monolitického betonu, aby byla zajištěna požadovaná zvuková neprůzvučnost mezi jednotlivými byty. Objekt je navržen s jedním podzemním podlažím a 4 nadzemními, kde nejvyšší nadzemní podlaží ustupuje a vytváří prostorné terasy pro střešní byty. Stropní konstrukce jsou taktéž monolitické. Tloušťky betonových konstrukcí jsou 250 mm.

### 2.3. MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ:

Nosné svíslé konstrukce jsou navrženy z monolitického železobetonu, stejně tak jsou navrženy nosné stropní konstrukce. Zateplení stěn v podzemním podlaží, kde se stýkají se zemí je provedeno pomocí extrudovaného polystyrenu, nadzemní podlaží jsou zateplena polystyrenem expandovaným.



Svislé nenosné konstrukce jsou vyzděny z prefabrikovaných dutinových cihelných bloků o tloušťce 115 mm. Jedná se především o dělicí konstrukce v jednotlivých bytových jednotkách. Skladby podlah nebyly v projektu specifikovány.

Střešní konstrukce je monolitická, zateplená expandovaným polystyrenem a vyspádovaná do střešních vpustí. Jako krytina je zvolena asfaltová hydroizolační lepenka s povrchovou úpravou proti degradaci na UV záření.

## 2.4. PROVOZNÍ ŘEŠENÍ:

Do přízemí objektu je vstup zajištěn po schodech, protože 1. NP je umístěno cca 1,5 m nad úroveň upraveného terénu. U vchodu jsou umístěny poštovní schránky pro všechny obyvatele. Na stejné straně je uvnitř dispozice vytvořen komerční prostor kanceláře, aby nebylo narušeno soukromí obyvatelů domu příchozími.

Bytové jednotky jsou rozmístěny po obvodu celého půdorysu tak, aby uvnitř dispozice vznikla hlavní komunikační trasa – chodba o šířce 1,8 m. Ve středu objektu je pak umístěna hlavní svislá komunikační trasa – dvouramenné schodiště a výtah. Ta propojuje podlaží s byty a podzemním parkováním.

## 2.5. ZÓNOVÁNÍ:

Objekt je pro návrh vytápění rozdělen na dvě zóny. Jednu představují bytové jednotky a druhou společné prostory chodby a schodiště. K tomuto rozdělení objektu se přihlíží při návrhu hlavního rozdělovače vytápění.

## 2.6. TEPELNĚ-TECHNICKÉ ŘEŠENÍ:

Jako podklad pro návrh vytápění, resp. pro výpočet tepelných ztrát objektu, nebyly dodány veškeré skladby konstrukcí a z toho důvodu je uvažováno s následujícím: veškeré konstrukce, které mají splňovat požadavky na součinitel prostupu tepla konstrukcí definované ČSN 73 0540-2 jsou brány tak, že tento požadavek splňují minimálně na hodnoty  $U_{pas,20}$

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]		
	Požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní budovy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střechou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střechou bez tepelné izolace)	0,30 <sup>1)</sup>	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině <sup>4), 6)</sup>	0,45	0,30	0,22 až 0,15

Strop a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Strop a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině <sup>6)</sup>	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami <sup>3)</sup>	1,05	0,70	0,5
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,2	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,7	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 <sup>2)</sup>	1,2	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45°, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 <sup>7)</sup>	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně rámu)	1,7	1,2	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,5	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,5	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45° vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	2,6	1,7	1,4

Obrázek 2 - Součinitel prostupu tepla<sup>(1)</sup>

### 3. POŽADAVKY NA VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ:

#### 3.1. NÁVRHOVÉ TEPLoty

Pro výpočet tepelných ztrát objektu a tím pro návrh výkonu otopných ploch do jednotlivých místností je potřeba znát návrhové teploty vzduchu v závislosti na využití místností, abychom, společně s okrajovými venkovními podmínkami, mohli dopočítat tepelný prostup.

Vnitřní návrhové teploty upravuje ČSN EN 12831. Ty jsou odlišné dle typu budovy a způsobu užívání. Pro naše potřeby je zde znázorněna část týkající se budov obytných. Norma také upravuje požadavek na vnitřní relativní vlhkost vzduchu, která se běžně udává 35-65 %, ale v praxi se uvažuje, že ideální relativní vlhkost by se měla pohybovat v rozmezí 45-55 %.

Druh vytápěné místnosti		Výpočtová vnitřní teplota	Relativní vlhkost vzduchu
		$t_i$ [°C]	$\varphi_{ai}$ [%]
1.	<b>Obytné budovy</b>		
1.1	<b>trvale užívané</b>		
	obývací místnosti, tj. obývací pokoje, ložnice, jídelny, jídelny s kuchyňským koutem, pracovny, dětské pokoje	20	60
	kuchyně	20	60
	koupelny	24	90
	klozety	20	60
	vytápěné vedlejší místnosti (předsíň, chodby aj.)	15	60
	vytápěná schodiště	10	60

Obrázek 3 - vnitřní návrhové teploty<sup>(2)</sup>

### 3.2. MAXIMÁLNÍ POVRCHOVÉ TEPLoty PODLAHY

Z hygienického hlediska jsou předepsány maximální povrchové teploty podlahy při použití podlahového vytápění. Tento požadavek předepisuje norma ČSN 1264-2: *Pro obytné místnosti, resp. místnosti s dlouhodobým pobytem lidí je teplota omezena na maximálně 29 °C, v místnostech s krátkodobým pobytem, jako například koupelny a WC může být teplota vyšší a to až 35 °C<sup>(4)</sup>.*

Tyto požadavky jsou mimo jiné jeden z důvodů, proč je tento typ vytápění vhodný k nízkoteplotním zdrojům tepla.

### 3.3. VĚTRÁNÍ

Vnitřní mikroklima je zajištěné mnoha faktory a jedním z nich je i správné větrání prostorů. Tyto požadavky jsou shrnuty v následující tabulce vyjmuté z národní přílohy Z1 k ČSN 15665.

Tab. 8 Požadavky na větrání obytných budov podle národní přílohy Z1 k ČSN EN 15665

Požadavek	Trvalé větrání (průtok venkovního vzduchu)		Nárazové větrání (průtok odsávaného vzduchu)		
	Intenzita větrání [h <sup>-1</sup> ]	Dávka venkovního vzduchu na osobu [m <sup>3</sup> /(h-os)]	Kuchyně [m <sup>3</sup> /h]	Koupelny [m <sup>3</sup> /h]	WC [m <sup>3</sup> /h]
Minimální hodnota	0,3	15	100	50	25
Doporučená hodnota	0,5	25	150	90	50

Obrázek 4 - požadavky na větrání obytných budov<sup>(4)</sup>

Výše popsané požadavky musí být splněny při jakémkoliv druhu větrání prostor. Správné větrání je pro člověka nutné už jen z hlediska přísunu čerstvého vzduchu, kyslíku, tím pádem odvodu CO<sub>2</sub>, které má na člověka nepříznivé účinky. Pomáhá také udržovat příjemné vnitřní prostředí.

Nicméně v tomto projektu neřešíme teplovzdušné vytápění a veškeré tepelné ztráty budou pokryty teplovodním vytápěním. Proto pro nás požadavky na větrání prostor nejsou směrodatné.

### 3.4. HLUK

Na člověka působí každou minutu mnoho různých vlivů. Abychom se snažili předejít dalšímu zatížení a tím zvýšili psychickou pohodu, jsou předepsány i hlukové požadavky. Jedná se o předpis, který upravuje vzduchovou neprůzvučnost konstrukcí, potažmo její útlum od srovnávací hladiny, která odpovídá 40 dB. Toho se dosáhne vhodným technickým řešením detailů napojení konstrukcí a výběrem správných materiálů.

#### Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném vnitřním prostoru staveb

Druh chráněného vnitřního prostoru	Doba pobytu	Korekce v dB
Nemocniční pokoje	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	0
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	-15
Lékařské vyšetřovny, ordinace	po dobu používání	-5
Obytné místnosti	doba mezi 6.00 a 22.00 hodinou	0 <sup>+</sup> )
	doba mezi 22.00 a 6.00 hodinou	-10 <sup>+</sup> )
Přednáškové sítě, učebny a pobytové místnosti škol, jeslí a staveb pro předškolní a školní výchovu a vzdělávání	po dobu používání	+5

Obrázek 5 - hygienické limity hluku<sup>(5)</sup>

## 4. VĚTRÁNÍ A VYTÁPĚNÍ STÁVAJÍCÍCH BYTOVÝCH DOMŮ:

Pro porovnání a inspiraci v řešení problematiky vytápění a větrání bytových domů je dobré se podívat na již realizované objekty a jejich navržené parametry. Níže přikládám dohledanou inspiraci tří bytových domů v Praze.

### 4.1. REZIDENCE U MICHELSKÉHO MLÝNA

Bytový komplex, jenž svým architektonickým i technickým řešením získal ocenění Stavba roku 2018. Jedná se o čtyřpodlažní budovu postavenou na chátrajících pozemcích bývalého mlýna. Díky svému zpracování je nyní dominantou okolí a zároveň poskytuje soukromí a klid svým obyvatelům.<sup>(6)</sup>



Obrázek 6 - rezidence u Michelského mlýna<sup>(6)</sup>

#### 4.1.1. Vytápění:

*„Jako zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody navrhli projektanti kompaktní tlakově nezávislou předávací stanici (horká voda – voda) umístěnou v 1.PP, napojenou na horkovod michelské teplárny. Vytápění, regulace vytápění, příprava teplé vody, měření spotřeby tepla a studené vody bylo pro jednotlivé byty vyřešeno bytovými stanicemi s regulací diferenčního tlaku topného okruhu. Ve většině bytů byly osazeny stanice o výkonu 44 kW při ohřevu teplé vody, které jsou pro vytápění řízeny prostorovým bezdrátovým termostatem s týdenním programem a zónovým kombi-ventilem ve stanici. Toto řešení nabízí vysoký uživatelský komfort v individuálním ovládní vytápění a přípravy teplé vody. Systém zároveň umožňuje dálkové měření spotřeby tepla a vody. Jako otopné plochy v bytech byla použita převážně ocelová desková otopná tělesa, v koupelnách pak ocelová trubková tělesa. Otopná soustava je doplněna centrálními akumulacími zásobníky topné vody sloužícími i k vyrovnání odběrových špiček, díky nimž se podařilo snížit požadovaný rezervovaný příkon horkovodní přípojky a tím i náklady na vytápění.“<sup>(6)</sup>*



#### 4.1.2. Větrání:

„Okna jsou navržena převážně jako otevíravá, takže je umožněno přirozené větrání obytných místností. Pro zajištění hygienické výměny vzduchu v interiéru je ve standardních bytech a ubytovacích jednotkách instalován systém bytového větrání s přívodními fasádními prvky – průvětrníky a dvouotáčkovými odtahovými ventilátory v hygienickém zázemí. Ve vybraných bytech v nejvyšším podlaží projektanti navrhli bytové větrání s rekuperací odpadního tepla. Všechny byty a ubytovací jednotky mají zajištěn odtah digestoře samostatným potrubím nad střechu budovy. S ohledem na rozmístění, využití a charakter některých prostor a provozu v nich jsou navržena samostatná, provozně na sobě nezávislá vzduchotechnická zařízení. Odpadní vzduch se vždy odvádí nad střechu objektu. Instalováno je nucené větrání garáží, sklepních kójí, domovních chodeb (části bez oken). Obchodní jednotka má zajištěno nucené větrání prostoru s rekuperací odpadního tepla.

Pro chlazení vybraných bytů slouží jednotlivé split systémy s venkovními jednotkami umístěnými na střeše sekcí. Primární ochrana proti přehřívání je řešena kvalitním zateplením obálky budovy a přípravou pro osazení elektricky ovládaných předokenních žaluzií na všech oknech. Chlazení bylo navrženo též pro odstranění technologického tepla v datové rozvodně v 1.PP“.<sup>(6)</sup>

## 4.2. ECOCITY MALEŠICE

Pět bytových domů rozdělených do dvou stavebních etap a dvou konstrukčních celků propojených podzemním podlažím, kde se odehrává parkovací stání.<sup>(7)</sup>



Obrázek 7 - Ecocity Malešice<sup>(7)</sup>

#### 4.2.1. Vytápění:

*„Bytové jednotky vytápí centrální teplovodní systém. Zdrojem tepla je centrální plynová kotelná umístěná ve společném suterénu (pro každou etapu). Ohřev TV je zajištěn centrálně pomocí nepřímotopných zásobníků umístěných ve společném suterénu budov.“<sup>(7)</sup>*

#### 4.2.2. Větrání:

*„Větrání bytů zajišťuje centrální systém nuceného větrání s rekuperací tepla, větrání bytového domu pak vždy dvě VZT jednotky umístěné na střeše budovy ve vhodné poloze blízko vertikálních instalačních jader, aby se minimalizovaly délky potrubí a tím i tepelné ztráty.“*

*V budovách je navržen centrální systém nuceného větrání s rekuperací tepla. Pro správnou funkci nuceného větrání musí být zajištěna příslušná vzduchotěsnost bytů, ověřená při realizaci blower door testem.“<sup>(7)</sup>*

### 4.3. KOTI HYACINT



Obrázek 8 - Koti Hyacint<sup>(8)</sup>

#### 4.3.1. Vytápění:

*„Ústřední vytápění budovy je napojeno samostatnou větví na předávací stanici v sousední budově. Otopná desková tělesa jsou osazena ventily s termoregulačními hlavicemi. Každý byt má samostatné měření spotřeby tepla.“*

*Na střeše jsou umístěny solární panely pro dohřev teplé vody. Dům je napojen na centrální předávací stanici v sousední budově. V suterénu se nachází centrální rekuperační jednotka s nasáváním čerstvého vzduchu ze střechy domu a strojovna solárního ohřevu.“<sup>(8)</sup>*

#### 4.3.2. Větrání:

*„Větrání bytů je zajištěno centrální rekuperační jednotkou, která byla preferována před samostatnými rekuperačními jednotkami v bytech. Ovládání a regulace v každém bytě umožňují regulační klapky, které se ovládají bytovým ovládacím panelem. Požadavek se současně přenáší z jednotlivých bytů do centrální rekuperační jednotky v suterénu, která podle toho upraví svůj výkon. Intenzita větrání je automaticky zvýšena v koupelně, na hygienickém zařízení nebo v kuchyni při zapnutí světla nebo příslušného spínače. Rekuperace v bytě je nastavena na minimální výměnu vzduchu i v době dlouhodobé nepřítomnosti osob, větrání lze ovládat dálkově přes webové rozhraní. Čerstvý vzduch se přivádí ze střechy, přičemž přívodní potrubí vedené šachtou do suterénu je důkladně tepelně izolováno včetně parotěsné zábrany. Odvod vyčerpaného vzduchu je směřován do garáží. Potřebné větrání společných sklípků v přízemí budovy zajišťují samostatné ventilátory s rekuperací. Digestoře nelze napojit na rekuperaci a mohou být použity.“<sup>(8)</sup>*



## 5. KONCEPT TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ BD SAKAŘOVA II.



Obrázek 9 - 3D model zpracovávaného objektu

### 5.1. KANALIZACE:

#### 5.1.1. Splaškové vody:

Splašková kanalizace bude řešena běžným způsobem – odkanalizování sanitárních zařízení pomocí připojovacího potrubí z HT systému vedeného v 3% spádu převážně v podlaze nebo instalačních předstěnách, které se napojí na odpadní potrubí, to bude svedeno šachtami pod strop 1. PP. Pod stropem bude vedeno svodné potrubí napojené na revizní šachtu umístěnou na pozemku objektu, z ní bude vedena přípojka splaškové kanalizace na veřejný kanalizační řad umístěný v ulici Ve Lhotkách. Přípojka kanalizace bude vedena v systému KG v minimálním spádu 2 %, skutečný spád bude určen dle výškového umístění kanalizačního řadu.

#### 5.1.2. Dešťové vody:

S ohledem na zákon č. 183/2006 Sb. (stavební zákon), který jako primární způsob řešení odvodu dešťových vod stanovuje zasakování na pozemku, budou dešťové vody zachycovány ze střechy i ze zpevněných ploch přilehlého objektu, svedeny do retenční nádrže a zasakovány na pozemku investora. Pozemek a umístění objektu toto řešení umožňuje, klíčová zde bude koordinace technika ZTI a technika návrhu tepelného čerpadla, jelikož oba budou mít velký požadavek na potřebnou plochu.

### 5.2. VODA:

Objekt bude napojen na vodovodní řad v ulici Ve Lhotkách vodovodní přípojkou. Vodoměrná sestava bude umístěna ve vodoměrné šachtě, jež bude umístěna metr za hranici pozemku.

#### 5.2.1. Studená voda:

Domovní rozvod vody bude zajištěn pomocí PPR trubek, které budou izolované. Do jednotlivých podlaží bude vedeno stoupací potrubí šachtami, kde před vstupem do každého bytu bude umístěn podružný

vodoměr a uzávěr vody. V bytech bude rozvod vody realizován v podlaze, v drážce ve zdivu nebo v instalační předstěně.

### 5.2.2. Teplá voda:

Teplou vodu bychom mohli řešit buď lokálně v každém bytě, nebo centrálním způsobem. Zdrojem tepla bude tepelné čerpadlo, z toho důvodu navrhuji jako lepší řešení centrální přípravu v suterénu objektu pomocí nepřímotopných negativních zásobníků TV s možností připojení elektrické patrony.

V úvahu by mohly přijít bytové předávací stanice, které by téměř kompletně vyřešily problém s bakteriemi Legionella, protože TV připravují průtokově pro každý byt zvlášť. Tím pádem by i odpadly investice na vybudování hlavních rozvodů TV a cirkulačního potrubí. Ovšem vzhledem k nízkoteplotnímu zdroji tepla je to dle mého názoru nešťastná kombinace, jelikož pro přípravu TV průtokovým způsobem je zpravidla potřebný vyšší výkon výměníku.

### 5.3. PLYN:

Objekt má svým umístěním v centru města možnost zhotovení plynovodní přípojky na řad NTL vedený v ulici Ve Lhotkách. Pro účely projektu však není třeba objekt na plyn napojovat.

### 5.4. ELEKTRO:

Přípojka bude provedena z přípojkové skříně umístěné na hranici pozemku na distribuční soustavu NN. Z HDR budou vedeny vnitřní rozvody NN k jednotlivým bytům. Elektroměry budou osazeny jako tři skupiny na chodbě v jednotlivých křídlech domu.

### 5.5. CHLAZENÍ:

Zásobování chladem v objektu bude řešeno pouze pomocí pasivního chlazení, které umožňuje tepelné čerpadlo při svém zpětném chodu. Aktivní chlazení nebude navrženo, protože objekt je umístěn v zástavbě a je vyprojektován v pasivním standardu včetně vnějších stínících prvků. Pro možnost pozdější instalace navrhuji provést přípravu pro umístění klimatizačních jednotek v posledním patře.

### 5.6. VYTÁPĚNÍ:

Vytápění můžeme vyřešit několika způsoby, jedním z nejrozšířenějších řešení u novostaveb jsou tepelná čerpadla, jež se mi jeví jako nejrelevantnější. Zdrojem tepla bude tedy tepelné čerpadlo země/voda s hlubinnými vrty umístěné v technickém zázemí 1. PP. Tepelné čerpadlo upřednostňuji před plynovými kotli nebo kotli na peletky zejména z důvodu nízké náročnosti na údržbu.

Systém je řešen jako otopná soustava se spodním rozvodem pod stropem 1. PP k jednotlivým bytovým šachtám, dvoutrubková soustava s protiproudým zapojením. Toto řešení vyplývá z dispozice objektu, kdy je technická místnost umístěna v podzemním podlaží.

Stoupačí potrubí bude vedené šachtami. Do jednotlivých bytů bude osazeno teplovodní podlahové vytápění, v koupelnách bude navíc osazeno trubkové teplovodní těleso.

Společné prostory budou vytápěny lavicovými konvektory, které budou napojeny na samostatnou otopnou větev.

## 5.7. VĚTRÁNÍ:

Větrání bude nucené s využitím rekuperační jednotky a vodním dohřevem ve VZT jednotce, která bude umístěna na střeše objektu. Okna jsou otevíravá (slouží zároveň jako vchod na balkony) tudíž je zde zachována i možnost přirozeného větrání. Přívod vzduchu bude umístěn do obytných místností, odvod vzduchu bude zajištěn z koupelen, WC a společných chodeb. Pro návrh větrání budou dodrženy požadavky na minimální výměnu vzduchu a intenzitu větrání podle přílohy Z1 k ČSN EN 15665.

Samostatná rekuperační jednotka bude použita pro větrání podzemních garáží.

## 6. VYBRANÉ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ:

### 6.1. ZDROJ TEPLA

V blízkosti objektu není vedeno dálkové teplo, tím se tedy vylučují předávací stanice jako zdroj tepla. V dnešní době, kdy se velmi hledí na ekologii a životní prostředí, a navíc u novostaveb, které jsou velmi pečlivě zateplovány a je jim snižována energetická náročnost jsou varianty tepelných čerpadel vhodným řešením. Ta mají oproti kotlům na tuhá paliva velkou výhodu, že jsou ekologická, lépe regulovatelná a účinnější, ale jejich nevýhoda je závislost na elektrické energii dodávané ze sítě. Dalším limitem u čerpadel typu země/voda je požadovaná plocha pro umístění vrtů nebo plošného kolektoru, tento problém eliminují například čerpadla vzduchová.

Zdrojem tepla je zvoleno tepelné čerpadlo země/voda s hlubinnými vrtů. Primární strana okruhu bude vzhledem k velikosti tepelného čerpadla navržena dodavatelem na základě analýzy podlaží, nicméně pro rozmístění hlubinných vrtů se počítá s celou plochou pozemku, tzn. i pod objektem samotným. Výpočtem tepelných ztrát objektu a požadavkem od VZT jednotky vznikl požadavek na 68 kW výkonu čerpadla. S ohledem na ušetření nákladů jsem zvolila jedno čerpadlo s maximálním výkonem 86 kW místo kaskády dvou menších čerpadel. Vnitřní jednotka čerpadla je umístěná v 1. PP v technické místnosti. Rozdělovač primárního okruhu se nachází v samostatné místnosti za TM, kde je umístěn i hlavní uzávěr objektu vody.

### 6.2. DISTRIBUČNÍ SOUSTAVA

Distribuční soustava, od zdroje tepla k rozdělovačům umístěným v jednotlivých bytech, je navržena jako dvourubková se spodním rozvodem, jenž je veden pod stropem podzemního podlaží. Hlavní rozdělovač topného systému je umístěn v technické místnosti v 1. PP a rozvádí tři otopné větve. Jednu větev pro zajištění ohřevu ve vodním ohříváči VZT, druhou větev pro společné prostory vytápěné lavicovými konvektory a konečně větev třetí pro vytápění bytových jednotek.

Od rozdělovače je bytový okruh pod stropem větven do 14 stoupacích potrubí, které jsou vedeny v průběžných bytových šachtách. Z nich jsou provedeny v každém podlaží přípojky k bytovým rozdělovačům podlahového vytápění.

Okruh společných prostor je z rozdělovače veden pod stropem k obvodové stěně u schodiště, kde přechází do vyšších pater v drážce ve zdivu. V každém podlaží je v úrovni podlahy napojen na otopné těleso.

Okruh pro ohřev VZT je od rozdělovače veden pod stropní konstrukcí 1. PP k výtahu, kde po jeho vnější stěně stoupá až nad střechu k vzduchotechnické jednotce.

Veškeré potrubní rozvody v šachtách i pod stropem 1. PP jsou izolovány.

### 6.3. PRVKY PRO PŘENOS TEPLA

Pro vytápění bytových jednotek jsem zvolila podlahové vytápění. S ohledem na rozložení teplot v místnosti je přirozenější a pohodlnější než běžná otopná tělesa umístěná pod okny. Sálavou složkou ohřívá stěny v místnosti, což přispívá k rovnoměrnému rozložení teploty a díky tomu se vzduch nepřetápí a nevysušuje. Taktéž díky tomu neproudí tolik prachu po místnosti což je lepší pro alergiky. Další výhodou tohoto řešení je teplo u nohou, tím pádem nemá člověk potřebu přetápět vzduch v místnosti, a šetří tím náklady na vytápění.

Nesporná výhoda použití podlahového vytápění také tkví v požadavku na teplotu přívodní vody, která je v porovnání s deskovými tělesy velmi nízká, protože jsme limitováni maximální teplotou povrchu podlahové krytiny (29-35 °C)<sup>(4)</sup>. Svůj „snížený“ výkon daný nižší přívodní teplotou kompenzuje svou velkou plochou. To značí ideální kombinaci podlahových systémů s nízkoteplotními zdroji jako jsou například tepelná čerpadla.

Jako pomocný prvek jsou do každé koupelny osazena trubková tělesa napojená na bytový rozdělovač. Slouží jako druhá plocha pro pokrytí tepelných ztrát a pro zajištění komfortu užívání. Okruhy podlahového vytápění jsou podlahovými přípojkami napojeny skrz chodby do bytových rozdělovačů. Ty jsou řešeny typovým výrobkem s již integrovanou regulační armaturou a krycím boxem. Rozdělovače jsou umístěny v podružných místnostech se zajištěným přístupem a volným prostorem pro případné opravy a výměny, jako například chodby nebo WC.

Naopak pro vytápění společných prostor objektu jsou použity lavicové konvektory, které jsou umístěny před okenní otvory u hlavního schodiště. Podlahové vytápění by pro společné prostory bylo zbytečně nákladné a předimenzované řešení. Konvektory zde slouží převážně pro eliminaci podchlazování chodeb a k zabránění kondenzace na oknech v zimních měsících.

### 6.4. PŘÍPRAVA TV

Centrální příprava je uživatelsky příjemnější a levnější – nemusí se pořizovat zásobník do každého bytu. To je benefit pro obyvatele objektu, jelikož jim v bytech nezabírají místo. Zároveň zásobníková příprava zajišťuje v takto velkém objektu dostatek teplé vody pro každý byt, což by se při průtočné přípravě nemuselo vyplatit s ohledem na výkonový požadavek pro průtočný ohřev TV. Naopak velká výhoda průtočné přípravy je ochrana proti bakteriím legionelly, kdy při tomto způsobu přípravy TV se zde téměř nevyskytuje stojící voda, kde by se mohla tvořit a rozmnožovat. Ale i přes tuto výhodu jsem navrhla centrální zásobníkovou přípravu TV, protože legionellu dnes umíme řešit několika způsoby.

V objektu je teplá voda připravována centrálně v technické místnosti pomocí tepelného čerpadla a čtyř negativních nepřímotopných zásobníků na teplou vodu, které jsou doporučeny výrobcem tepelného čerpadla s ohledem na vzájemnou kompatibilitu a výkon. Každý zásobník je o objemu 750 litrů, celkem je tedy připraveno 3 000 litrů teplé vody pro 176 obyvatel.

Podlaží	Bytů	Obyvatel
1. NP	13 + kancelář	41+5
2. NP	13 + kancelář	41+5
3. NP	13 + kancelář	41+5
4. NP	10 + kancelář	33+5
Celkem:	53	176

Obrázek 10 - výpočet BJ a obyvatel objektu

Rozvody TV jsou vedeny pod stropem 1. PP do průběžných bytových šachet. Společně s teplou a studenou vodou je zde zajištěné zokruhování systému TV pomocí cirkulačního potrubí, které je na potrubí TV napojeno před poslední výtokovou armaturou v posledním patře. Potrubí je izolováno, aby se v maximální možné míře omezily tepelné ztráty.

### 6.5. REGULACE A MĚŘENÍ

Zdroj tepla je regulován na konstantní teplotu, aby se předešlo jeho častému spínání. Krátkodobé výkyvy na požadavek výkonu vytápění budou schopné přenést akumulční nádrže.

K vyregulování individuálních potřeb uživatelů v bytech slouží prostorové termostaty umístěné, podle velikosti bytu, buď v obývací místnosti, nebo u větších bytů, ve všech obytných místnostech. Touto místní regulací budou ovlivňovány termoelektrické hlavice osazené v bytovém rozdělovači na jednotlivých okruzích. Pro zajištění stability celého otopného systému v objektu jsou na patách stoupacích potrubí osazeny vyvažovací ventily s regulátory diferenčního tlaku.

## 7. POUŽITÉ NORMY A VYHLÁŠKY:

- ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky
- ČSN EN 15665 - Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- ČSN EN 12831-1 - Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3
- ČSN EN 1264-2 - Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 2: Podlahové vytápění: Postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami
- Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

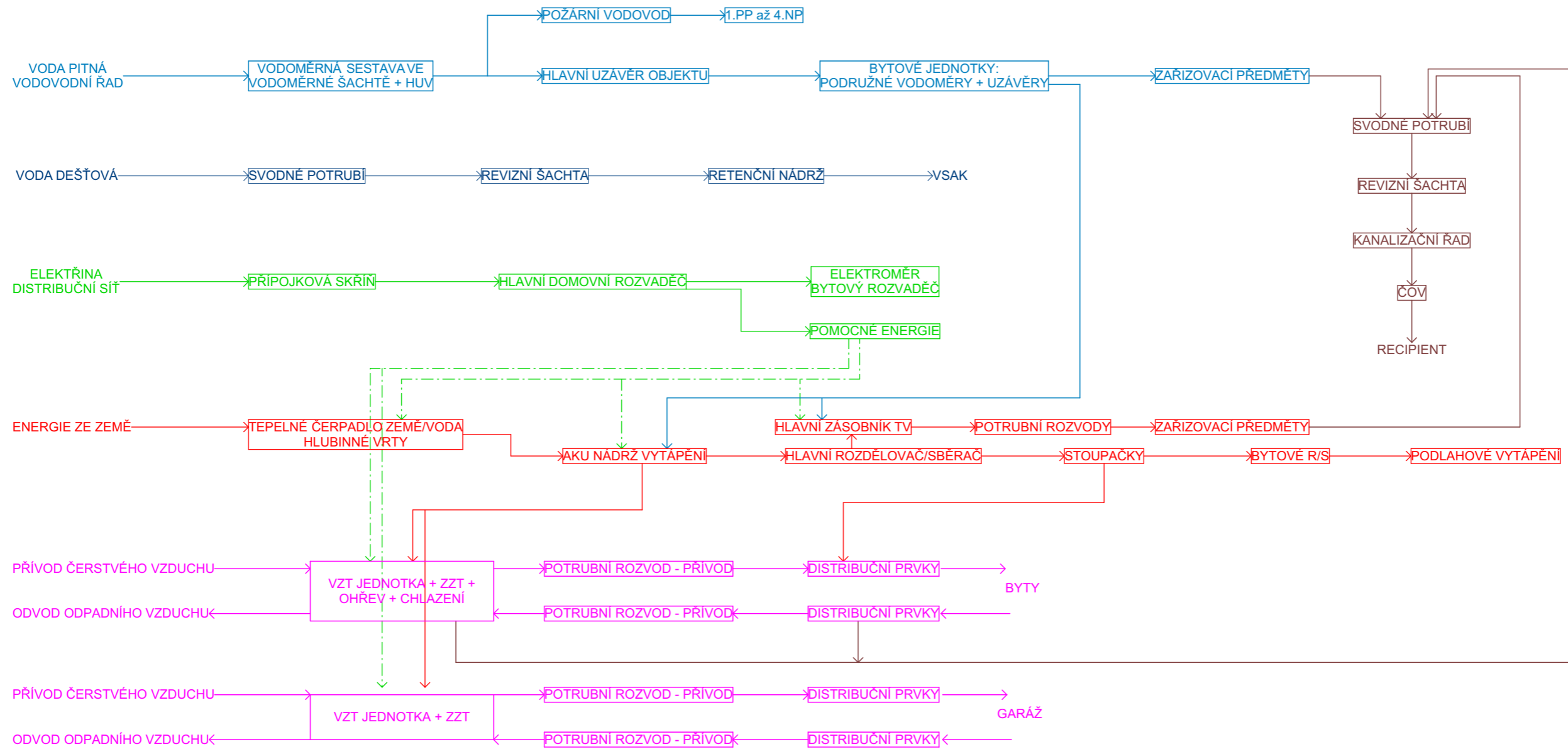
## 8. SEZNAM CITACÍ:


1. ČSN 73 0540-2 - *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*. 2011.
2. ČSN EN 12831-1 - *Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápění, Modul M3-3*. 2018.
3. ČSN EN 1264-2 - *Zabudované vodní velkoplošné otopné a chladicí soustavy – Část 2: Podlahové vytápění: Postupy pro stanovení tepelného výkonu výpočtovými a experimentálními metodami*. 2021.
4. ČSN 15665:Z1 - *Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*.
5. ČESKO. Nařízení vlády č. 272/2011 Sb., o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací. In: <i>Zákony pro lidi.cz</i> [online]. © AION CS 2010-2021 [cit. 18. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-272>
6. CHOUROVÁ, Kateřina. *Rezidence U Michelského mlýna. Časopis stavebnictví: časopis stavebních inženýrů, techniků a podnikatelů* [online]. INFORMAČNÍ CENTRUM ČKAIT, 2019, **2019**(04) [cit. 2021-12-18]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-rezidence-u-michelskeho-mlyna.html>
7. ING. ARCH. PODLIPNÝ, Luděk. *Ecocity Malešice: soubor obytných domů v energeticky pasivním standardu. Časopis stavebnictví: časopis stavebních inženýrů, techniků a podnikatelů* [online]. INFORMAČNÍ CENTRUM ČKAIT, 2016, **2016**(01-02) [cit. 2021-12-18]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-ecocity-malesice-soubor-obytnych-domu-v-energeticky-pasivnim-standardu.html>
8. ING. BEZDĚK, Stanislav. *Bytový dům v pasivním energetickém standardu v komplexu KOTI Hyacint. Časopis stavebnictví: časopis stavebních inženýrů, techniků a podnikatelů* [online]. INFORMAČNÍ CENTRUM ČKAIT, 2016, **2015**(03) [cit. 2021-12-18]. Dostupné z: <https://www.casopisstavebnictvi.cz/clanky-bytovy-dum-v-pasivnim-energetickem-standardu-v-komplexu-koti-hyacint.html>

## 9. SEZNAM OBRÁZKŮ:

Obrázek 1 - vnější okrajové podmínky <sup>(2)</sup> .....	1
Obrázek 2 - Součinitel prostupu tepla <sup>(1)</sup> .....	3
Obrázek 3 - vnitřní návrhové teploty <sup>(2)</sup> .....	4
Obrázek 4 - požadavky na větrání obytných budov <sup>(4)</sup> .....	4
Obrázek 5 - hygienické limity hluku <sup>(5)</sup> .....	5
Obrázek 6 - rezidence u Michelského mlýna <sup>(6)</sup> .....	6
Obrázek 7 - Ecocity Malešice <sup>(7)</sup> .....	7
Obrázek 8 - Koti Hyacint <sup>(8)</sup> .....	8
Obrázek 9 - 3D model zpracovávaného objektu .....	10
Obrázek 10 - výpočet BJ a obyvatel objektu .....	14

# KONCEPT



Zpracovala: Bc. Valerie Tlustošová	Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Karel Kabele, CSc.	Školní rok 2021/2022	 <b>ČVUT</b> ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Diplomová práce - Katedra technických zařízení budov			
Název: <b>VYTÁPĚNÍ BYTOVÉHO DOMU</b>	Datum	01/2022	
Výkres: <b>KONCEPT</b>	Meřítko	A3	
	Formát:	1:50	
	Číslo výkresu	<b>D.1.1.b).1</b>	