

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

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



**VNITŘNÍ KLIMA BUDOVY SE ZAMĚŘENÍM
NA TEPELNOU POHODU**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ing. arch. Jakub Novotný

Vedoucí diplomové práce :

Ing. Roman Musil, Ph.D.

2017/2018



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Novotný Jméno: Jakub Osobní číslo: 396090

Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vnitřní klima budovy se zaměřením na tepelnou pohodu

Název diplomové práce anglicky: Indoor building climate with focus on thermal comfort

Pokyny pro vypracování:

Návrh vzduchotechnického systému budovy Nízkoprahového centra. Předmětem diplomové práce bude návrh vzduchotechnického systému ve stupni rozšířeného stavebního povolení.

Předmětem odevzdávky budou půdorysy M 1:50, řezy VZT strojovnou, řezy svislým potrubím, typové detaily křížení potrubí a technická zpráva.

V rámci prohlubující části práce bude výpočet průkazu energetické náročnosti budovy a posouzení kritických místností v budově na tepelnou stabilitu a přehřívání. Pokud bude nutno je třeba doporučit jaký klimatizační systém bude osazen.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Roman Musil, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 1.3.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 20.5.2018

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“.

1.3.2018

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Čestné prohlášení:

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

Praha, 19.5.2018

.....

podpis

Poděkování:

Těmito řádky bych rád poděkoval rodině, kamarádům za podporu a pomoc během studia. Dále bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Romanovi Musilovi, Ph.D., vedoucímu mé diplomové práce, za vedení, zájem, připomínky a čas, který mi věnoval.

Obsah

OBSAH	5
SEZNAM TABULEK	6
SEZNAM OBRÁZKŮ	7
SEZNAM VZORCŮ	8
ANOTACE	9
KLÍČOVÁ SLOVA	10
1. CÍLE DIPLOMOVÉ PRÁCE	11
2. VNITŘNÍ KLIMA – TEPELNÁ POHODA	11
3. TEPELNÁ STABILITA – PARAMETRY	12
3.1 TEPELNÉ ZISKY	12
3.1.1 Tepelné zisky od osob	12
3.1.2 Tepelné zisky od osvětlení.....	13
3.1.3 Tepelné zisky od technického zařízení objektu	14
3.1.4 Tepelné zisky od slunce (radiální záření)	14
3.2 STAVEBNÍ A TECHNICKÉ ŘEŠENÍ.....	16
3.2.1 Obálka budovy.....	16
3.2.2 Větrání, vzduchotechnické systémy	18
3.2.3 Otopná soustava	19
3.2.4 Chladicí soustava	19
4. HODNOCENÍ TEPELNÉ STABILITY	20
4.1 TEPELNÁ STABILITA V LETNÍM OBDOBÍ	20
4.2 TEPELNÁ STABILITA V ZIMNÍM OBDOBÍ	22
5. VÝBĚR PROSTORU PRO POSOUZENÍ LETNÍ STABILITY MÍSTNOSTI	23
5.1 SEZNÁMENÍ POSUZOVANÉHO OBJEKTU.....	23
5.2 VÝBĚR POSUZOVANÉ MÍSTNOSTI	27
6. PRŮBĚH VÝPOČTU	30
6.1 VSTUPNÍ PARAMETRY – NEPRŮSVITNÉ KONSTRUKCE	30
6.2 VSTUPNÍ PARAMETRY – PRŮSVITNÉ KONSTRUKCE.....	32
6.3 VSTUPNÍ PARAMETRY – TEPELNÉ ZISKY	34
6.4 VSTUPNÍ PARAMETRY – POČASÍ, SOLÁRNÍ ZISKY	36
6.5 VSTUPNÍ PARAMETRY – VĚTRÁNÍ VZT	37
7. VYHODNOCENÍ POSUZOVANÉHO PROSTORU A NÁVRH OPATŘENÍ	38
7.1 VYHODNOCENÍ SIMULACE Č.1	39
7.2 VYHODNOCENÍ SIMULACE Č.2	48
7.3 VYHODNOCENÍ SIMULACE Č.3.....	57
8. NÁVRH CHLADÍCIHO SYSTÉMU	66
9. ZÁVĚR	67
SEZNAM LITERATURY A PODKLADŮ	68

Seznam tabulek

Tabulka 1 - hodnoty metabolismu, zdroj [1]	13
tabulka 2 – tepelná produkce dle iso 7243	13
tabulka 3 - intenzita sluneční radiace procházející oknem pro 21. Duben, zdroj [4]	15
tabulka 4 - obalové konstrukce variant, zdroj [5].....	17
tabulka 5 - porovnání rozdílných výsledků při užití rozdílných metod, zdroj [6].....	20
tabulka 6 - normové požadavky na tepelnou stabilitu místnosti dle čsn 73 0540-2:.....	21
tabulka 7 - normové požadavky na tepelnou stabilitu místnosti dle čsn 73 0540-2:.....	22
tabulka 8 - rozdělení zón pro výpočet tepelné stability, zdroj [vlastní zpracování]	27
tabulka 9 - součinitel prostupu tepla pro obalové konstrukce objektu, zdroj [vlastní zpracování] ...	30
tabulka 10 - parametry průsvitných konstrukcí – okna,lop zdroj [vlastní zpracování].....	32
tabulka 11 - parametry průsvitných konstrukcí – okna, zdroj [vlastní zpracování]	32
tabulka 12 - vnitřní zisky od vybevení, zdroj [vlastní zpracování]	34

Seznam obrázků

Obrázek 1 - výsledná tabulka měření výkonových parametrů jednotlivých zařízení, zdroj [2].....	14
obrázek 2 - množství sluneční energie dopadající na povrch země, zdroj [3]	15
obrázek 3 - výsledky měření pro varianty, porovnání variant, zdroj [5]	18
obrázek 4 - vizualizace vstupního prostoru nízkoprahového centra, zdroj [7]	23
obrázek 5 - půdrys 1.np, zdroj [7]	24
obrázek 6 - půdrys 2.np, zdroj [7]	25
obrázek 7 - řez a-a', zdroj [7]	26
obrázek 8 - vizualizace valu na západní straně nízkoprahového centra, zdroj [7].....	27
obrázek 9 - rozdělení zón pro výpočet tepelné stability, zdroj [vlastní zpracování]	28
obrázek 10 - rozdělení zón pro výpočet tepelné stability, zdroj [vlastní zpracování]	28
obrázek 11 - ukázka funkce stínících prvků pro 3.sprna v 10:00 hod., zdroj [vlastní zdroj].....	33
obrázek 12 - ukázka funkce stínících prvků pro 3.sprna v 14:00 hod., zdroj [vlastní zdroj].....	33
obrázek 13 - ukázka funkce stínících prvků pro 3.sprna v 18:00 hod., zdroj [vlastní zdroj].....	33
obrázek 14 - zadané vnitřní zisky v design builderu, zdroj [vlastní zpracování]	35
obrázek 15 - data pro počasí převzata z design builderu, , zdroj [vlastní zpracování]	36
obrázek 16 - intenzita výměny vzduchu v modelu design builderu, zdroj [vlastní zpracování]	37
obrázek 17 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 1, zdroj [vlastní zpracování]	40
obrázek 18 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 2, , zdroj [vlastní zpracování]	41
obrázek 19 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 3, zdroj [vlastní zpracování]	42
obrázek 20 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 4, zdroj [vlastní zpracování]	43
obrázek 21 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 5, zdroj [vlastní zpracování]	44
obrázek 22 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 6, zdroj [vlastní zpracování]	45
obrázek 23 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 7, zdroj [vlastní zpracování]	46
obrázek 24 - simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 8, zdroj [vlastní zpracování]	47
obrázek 25 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 1, zdroj [vlastní zpracování]	49
obrázek 26 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 2, zdroj [vlastní zpracování]	50
obrázek 27 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 3, zdroj [vlastní zpracování]	51
obrázek 28 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 4, zdroj [vlastní zpracování]	52
obrázek 29 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 5, zdroj [vlastní zpracování]	53
obrázek 30 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 6, zdroj [vlastní zpracování]	54
obrázek 31 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 7, zdroj [vlastní zpracování]	55
obrázek 32 - simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 8, zdroj [vlastní zpracování]	56
obrázek 33 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 1, zdroj [vlastní zpracování]	58
obrázek 34 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 2, zdroj [vlastní zpracování]	59
obrázek 35 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 3, zdroj [vlastní zpracování]	60
obrázek 36 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 4, zdroj [vlastní zpracování]	61
obrázek 37 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 5, zdroj [vlastní zpracování]	62
obrázek 38 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 6, zdroj [vlastní zpracování]	63
obrázek 39 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 7, zdroj [vlastní zpracování]	64
obrázek 40 - simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 8, zdroj [vlastní zpracování]	65

Seznam vzorců

vzorec 01 – Vzorec pro výpočet povrchu lidského těla, zdroj [1].....11

Anotace**Anotace – česky**

Diplomová práce se skládá ze tří projektů, které jsou zpracovány pro objekt Nízkoprahového centra. Jedná se o návrh vzduchotechnického systému ve stupni dokumentace ke stavebnímu povolení (DSP). Dále je zpracována tepelná stabilita pro letní období, vyhodnocení výsledků a v případě přehřívání interiéru bude navrženo chladicí zařízení. Poslední část práce je průkazem energetické náročnosti budov.

Anotace – anglický překlad

The diploma thesis consists of three projects, which are processed for the object of the Low-threshold Center. This is a design of a ventilation system in the building permit documentation (DSP) stage. Furthermore, the thermal stability for the summer season is processed, the results are evaluated and, in the case of overheating, the cooling system will be designed. The last part of the work is proof of energy performance certificate of buildings.

Klíčová slova

Klíčová slova – česky:

Vzduchotechnický systém, vzduchotechnická jednotka, škola, školství, větrání školních zařízení, PENB, průkaz energetické náročnosti budovy, energie v budovách, tepelná stability místnosti

Keywords – anglicky:

Air-conditioning system, air-conditioning unit, school, education, ventilation of school facilities, PENB, building energy performance certificate, energy in buildings, room temperature stability

1. Cíle diplomové práce

Diplomová práce se skládá ze tří projektů, které jsou vypracovány na objektu Nízkoprahového centra. Jedná se o návrh vzduchotechnického větrání ve stupni DSP. Dále je zpracována teorie a projekt tepelné stability místnosti pro letní období a průkaz energetické náročnosti budovy. V této textové části bude dále rozebrána pouze tepelná stabilita místnosti, projekt vzduchotechnického systému a PENB jsou v dalších částech diplomové práce.

2. Vnitřní klima – tepelná pohoda

Vnitřní klima se skládá z mnoha složek ovlivňujících vnitřní prostředí budovy. Posouzení prostředí interiéru je subjektivní, na každou osobu působí složky ovlivňující vnitřní klima rozdílně, kvůli rozdílné výchově a standartu, které byli dané osobě při vývoji zajištěny. Za vhodné vnitřní prostředí interiéru se považuje to, které člověk nemá snahu měnit, nejvíce osob ze skupiny vyjadřuje pohodu (hodnocení dle PMV, PPD), člověk je uspokojený.

Parametry ovlivňující vnitřní pohodu interiéru jsou:

- Osvětlení
- Akustika
- Elektro-magnetické pole
- Psychika (architektonický návrh interiéru, barvy)
- Ovětrání (proudění, CO₂, škodliviny...)
- Teplota a vlhkost
- Sociologie
- Stavební materiály (psychologické působení, uvolňování látek)
- Zařizovací předměty (psychologické působení, uvolňování látek)

Tepelný komfort, pohoda v interiéru je problematika zabývající se teplotami v interiéru se zpětnou reakcí osob v interiéru. Je to subjektivní pocit a je posuzován dle PMV a PPD. Do tepelné pohody je zařazeno i posouzení tepelné stability v letním období, které zajišťuje tepelný komfort přes letní období, zajišťuje provozuschopnost budovy. Tepelnou stabilitou se budeme dále zabývat.

Parametry ovlivňující tepelnou pohodu v interiéru:

- Pohlaví osoby
- Oblečení osoby (CLO)
- Činnost vykonávaná v prostoru
- Věk osoby
- Proudění vzduchu (0,1 – 0,3 m/s dle NV č. 532/202 Sb.)
- Vlhkost vzduchu

3. Tepelná stabilita – parametry

Při dnešním trendu výstavby pasivních domů, dřevostaveb, kde ve velké míře odpadá akumulační složka a tvoří se velké prosklené plochy pro příjem sluneční energie od podzimu do jara, nabývá na významu tepelná stabilita místnosti a to konkrétně v letním období. Pro zimní období tyto nové objekty lépe splňují tepelnou stabilitu kvůli kvalitnímu provedení obálky budovy.

Nejvíce ovlivňují tepelnou stabilitu místnosti prosklené plochy, kterými do interiéru vnikají sluneční paprsky a v zimě jsou to plochy s největšími tepelnými ztrátami. Proto je důležité již při návrhu vhodně navrhnout velikost a rozmístění průsvitných konstrukcí. Neprůsvitnými konstrukcemi a jejich parametry výrazně neovlivňujeme tepelnou stabilitu.

Tepelnou stabilitu rozdělujeme pro letní a zimní období, referenční místnosti jsou odlišně kvůli posuzovaným parametrům.

3.1 Tepelné zisky

Kapitola se bude zabývat tepelnými zdroji, zisky, které dle normy ČSN 73 0540-2:2011 „na nejvyšší denní teplotu vzduchu v místnosti v letním období se vliv vnitřních zisků nezapočítává“, tj. vnitřní zisky se zanedbávají.

Výpočet tepelným zisků je dle normy ČSN 73 0540, ČSN ISO 13792 (tato norma měla platnost do 1.4.2018 a práce je posuzována dle této normy, norma ČSN ISO 13792 byla nahrazena normou ČSN ISO 52017-1).

3.1.1 Tepelné zisky od osob

Jsou závislé na věku, pohlaví, prostředí a vykonávané činnosti v prostoru. Teplo z osob je získáváno z bazálního a svalového metabolismu. Tepelné zisky můžeme vyjádřit v různých jednotkách.

- tepelný výkon standardizované osoby se uvádí ve W
- dle tělesného povrchu W/m^2
- v jednotce met (1 met odpovídá tepelné produkci sedícího člověka, 1met = 58 W/m²)

Čím je osoba starší, tím slábne produkce tepla, novorozeňata mají cca 62 W/m², osoby okolo 20 let mají dle pohlaví rozlišnou produkci tepla, tj. muži 45 W/m², ženy 41 W/m². Čím jsou osoby starší, tím se prohlubuje rozdíl jejich produkce tepla.

Vzorec pro výpočet povrchu lidského těla:

$$A_D = 0,202m^{0,425} \times h^{0,725}$$

m = hmotnost [kg], h= výška osoby [m]

vzorec 01 – Vzorec pro výpočet povrchu lidského těla, zdroj [1]

Tabulka 1 - Hodnoty metabolismu, zdroj [1]

Činnost	Metabolismus	
	(W/m ²)	met
Bazální metabolismus	45	0,8
Sezení odpočívání	58	1,0
Stání, odpočívání	65	1,1
Bežná kancelářská práce	75	1,3
Lehká práce na strojích	150	2,6
Težká manuální práce	250	4,3

Tabulka 2 – Tepelná produkce dle ISO 7243

Fyzická aktivita	Tepelná produkce (W) dle ISO 7243
hluboký spánek	85
sezení v klidu - duševní práce	90-95
čtení potichu, v sodě, bez opory	115
sezení s mírnou aktivitou a uvolněné stání	120-150
velmi lehká práce	120-140
lehká práce	140-200
středně těžká práce	200-260
těžká práce	260-320
velmi těžká práce	nad 320
horolezcu	700 - 1000
krátkodobý max. výkon	1 800

3.1.2 Tepelné zisky od osvětlení

Druh, typ, intenzita osvětlení zaleží na druhu provozu, rozmístění okenních otvorů a požadavků na osvětlení posuzovaných ploch. Ve většině případů je tato rovina ve výšce pracovního stolu. Vhodný návrh osvětlení nejen ušetří energii na osvětlení, ale také energii na chlazení prostoru, proto je vhodné optimalizovat tuto položku.

Pro zjednodušený předpoklad tepelného výkonu je možné uvažovat že veškerý příkon svítidla se promění v tepelnou energii, tímto řešením jsme i na straně bezpečnosti návrhu.

Norma ČSN 73 0548 uvádí 25 až 35 W/m² od svítidel pro administrativní budovy, nicméně v dnešní době se tepelná zátěž pohybuje okolo 20 W/m². Administrativní budovy vyžadují 500lx, což je standardní kvalita osvětlení a odrazový můstek pro odhadované tepelné zisky od osvětlení i pro ostatní provozy.

3.1.3 Tepelné zisky od technického zařízení objektu

V dnešní době, kdy se již bez výpočetní techniky žádný provoz neobejde, nabyly tyto zisky na významu, nejvíce u administrativních a výpočetních center. Dle měření, které bylo provedeno v rámci doktorského studia v Ústavu techniky prostředí na fakultě strojní ČVUT v Praze došli k závěru : „ *Skutečné zisky jsou výrazně nižší nežli štítkové hodnoty instalovaných kancelářských zařízení. Štítkové hodnoty prezentují pouze součet max. příkonů všech komponentů včetně rezervy; skutečný výkon i při plném zatížení je nižší, další snížení nastane vlivem nesoučasnosti a útlumových stavů. Při uvažování jedné osoby na 10 m² a jedné pracovní stanice pro každou osobu lze počítat s výkonem 8-16 W/m² podle použitých výkonů počítačů, monitorů a počtu a parametrů tiskáren a faxů*“. zdroj [2].

Zařízení	Popis	Štítkový výkon [W]	Úsporný režim - spotřeba energie [W]				Provozní režim - spotřeba energie [W]				Ventilátor
			Maximum	Průměr	Radiace	Konekce	Maximum	Průměr	Radiace	Konekce	
Počítač a monitor	Gateway 2000, Pentium-200 Monitor: Gateway 17"	N/A 220	110	51	24%	76%	108	98	27%	73%	ano ne
Počítač a monitor	Pentium-200 Monitor: 17"	575					133	22%	78%	ano ne	
Počítač a monitor	486 DX33 Monitor: 15"	420					125	29%	71%	ano ne	
Počítač a monitor	Dell Pentium-333 Monitor: Dell 19"	N/A 207	111	110	20%	80%	132	130	24%	76%	ano ne
Počítač	Micro Millennia Pentium-200	759	53	35			54	53			ano
Počítač	Gateway 4 DX2-486	450	54	53			54	53			ano
Počítač	Mech Professional Pentium-200	165	39	35			53	52			ano
Počítač	Gateway ATX Tower G6-400 Pentium-400	N/A	46	37	15%	85%	54	54	10%	90%	ano
Kopírka	Canon NP 6012 F132500	690	22	22			476	85*	19%	81%	ano
Kopírka		1320						133*	22%	78%	ano
Kopírka	Canon NP6045 F133900	1440	444	247			1140	1076			ano
Kopírka	Canon NP6545 F137400	1440	463	267			1119	1065			ano
Kopírka	Canon NP6050	1380	558	354			1223	1167			ano
Skenr	SCAN JET 3C C2520A	90	12	12			35	24			ne
Fax	HP Office Jet Lx C2890A	110	16	16	38%	62%	24	21	33%	67%	ne
Fax	Sharp F0-215	140	9	9			32	29			ne
Fax	Panatax UF-312	72	15	12			32	29			ne
Monitor 17"	Acer 56 L	340	58	57	44%	56%	67	65	41%	59%	ne
Monitor 19"	Dell Model D1226H	425	64	64	38%	62%					ne
Monitor 20"	Hitachi Superscan Pro20	565	3	3			86	86	35%	65%	ne
Monitor 14"	1430V/TM	168	51	51			53	53			ne
Monitor 17"	Gateway 2000 CPD17F23 Resolution 1152x864	219					64	64			ne
Monitor 17"	Gateway 2000 CPD17F23 Resolution 640x864	219	7	7			63	62			ne
Monitor 15"	Energy Saver Monitor	220						80	36%	64%	ne
Plotr	HP 7586E-size 8 pen type	<182	86	82			120	112			ne
Plotr	HP 7560A-size 8 pen type	<105	30	30			43	41			ne
Jehličková tiskárna	KXP 1124	420	16	16	32%	68%	56	43	31%	69%	ne
Jehličková tiskárna	Star Gemini-10X	120	16	15			49	44			ne
Jehličková tiskárna	Okidata Microline 182	48	9	8			31	30			ne
Laserová tiskárna	HP Laser Jet III	836						249*	11%	89%	ano
Laserová tiskárna	HP Laser Jet 4 C2001A	704	235	79	8%	92%	332	208	9%	91%	ano
Laserová tiskárna	HP Laser Jet 4P C2005A	242	10	10			180	128	22%	78%	ano
Laserová tiskárna	HP Laser Jet 6P C3980A	419	6	6			266	217			ano
Laserová tiskárna	HP Laser Jet 4M C2039A	770	354	68			529	322			ano
Laserová tiskárna	HP Laser Jet 5 SIMX C3167A	1448	293	124			617	558			ano
Senr	Tangent VL 306166	200					126	125			ano
Senr	SUN Sparc Station 10	680					340	336			ano

Obrázek 1 - Výsledná tabulka měření výkonových parametrů jednotlivých zařízení, zdroj [2]

3.1.4 Tepelné zisky od slunce (radiální záření)

Tyto zisky se dle normy ČSN 73 0540 započítávají do výpočtu a jsou významné především v letních měsících, kdy napomáhají k tepelnému diskomfortu z přehřátého interiéru. Proto je nutné při návrhu objektu navrhovat i kvalitní, ověřené stínící prvky, které jsou rozebrány v kapitole níže. Zisk od slunečního záření nám definuje poloha slunce vůči posuzovanému objektu, tj. deklinace, sluneční časový úhel, výška slunce, azimut slunce. Dalším činitelem ovlivňujícím tepelné zisky je samotné počasí – konkrétněji oblačnost.

Sluneční záření můžeme rozdělit na přímé záření a difúzní záření. Přímé záření nastává při jasné obloze, difúzní záření vzniká odrazem přímého záření od oblačnosti a dalších částic v atmosféře. Na obrázku níže je sluneční mapa s dopadající sluneční energií na povrch země v kWh/m².



Obrázek 2 - Množství sluneční energie dopadající na povrch země, zdroj [3]

Tabulka 3 - Intenzita sluneční radiace procházející oknem pro 21. duben, zdroj [4]

	směr	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ	horiz.
denní doma [h]	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	41	188	230	145	32	32	32	32	60
	7	59	316	476	466	64	59	59	59	169
	8	81	277	566	520	164	81	81	81	317
	9	99	166	536	598	396	99	99	99	463
	10	112	112	408	599	436	114	112	112	576
	11	121	121	229	526	523	222	121	121	652
	12	123	123	123	388	552	388	123	123	676
	13	121	121	121	222	523	526	229	121	652
	14	112	112	112	114	436	599	400	112	579
	15	99	99	99	99	306	598	536	166	463
	16	81	81	81	81	164	520	566	277	317
	17	59	59	59	59	64	366	476	316	169
	18	41	32	32	32	32	145	230	188	60
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

3.2 Stavební a technické řešení

Vhodným návrhem objektu šetříme provozní energie budovy. Proto již při navrhování projektant musí brát v úvahu veškeré problémy, které mohou nastat při provozu budovy a stavebním řešením těmto problémům předcházet. Stavební a technická řešení jsou rozdělena na podkapitoly

3.2.1 Obálka budovy

Neprůsvitnými konstrukcemi neovlivníme tepelnou stabilitu tak výrazně, jako ovlivňují prosklené plochy, které v letním období jsou zdrojem velkých tepelných zisků od sluneční radiace a v zimním období přispívají k rychlejšímu chladnutí prostoru při otopné přestávce.

Při návrhu objektu musíme vhodně navrhnout obálku budovy, tj. vhodně umístit tepelné izolace, navrhnout akumulční hmoty, které vyrovnávají teplotní výkyvy, důležité především pro zimní stabilitu, vhodně umístit prosklené části obálky, vhodně navrhnout stínící prvky, objemový faktor A/V , součinitel prostupu tepla obálky budovy na kvalitní úrovni, nenavrhovat na normové hodnoty.

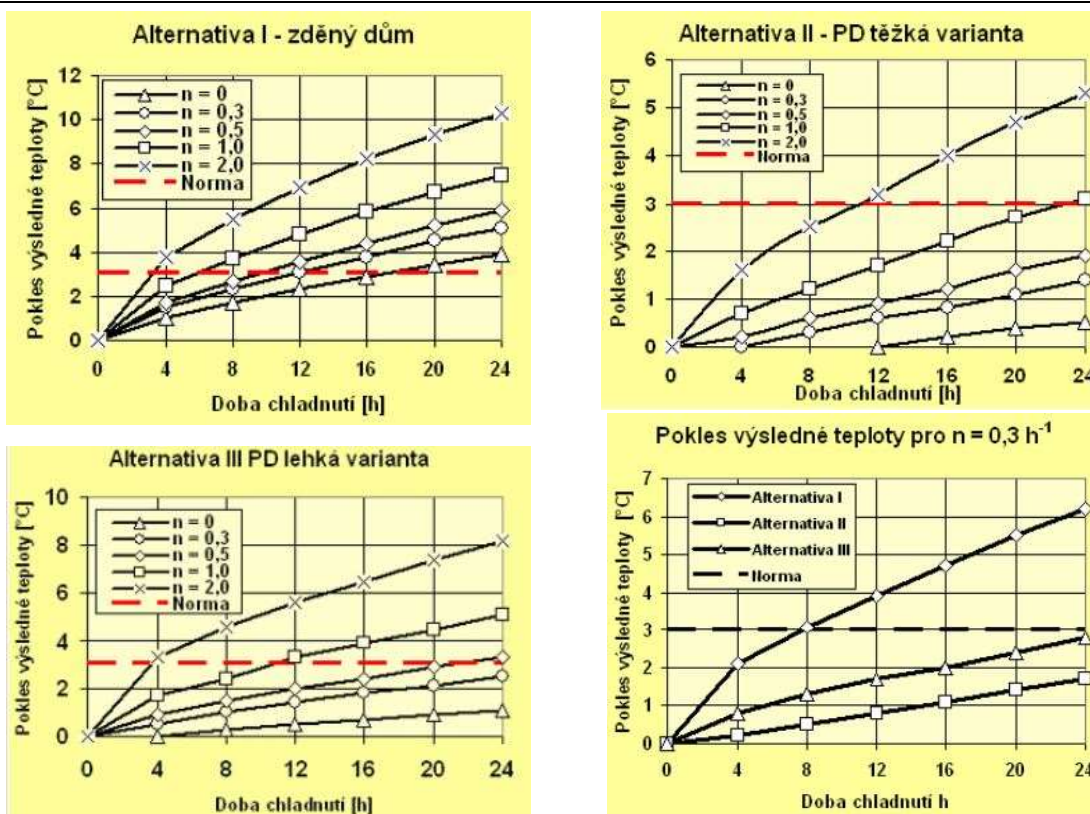
Neprůsvitné konstrukce:

Umístění tepelné izolace je vždy vhodné z exteriéru, jak z důvodu teplotního průběhu ve skladbě konstrukce a tím zamezení kondenzace ve skladbě, tak také kvůli akumulční složce zdiva, která z interiéru akumuluje teplo a vyrovnává teplotní výkyvy v interiéru během dne. Čím hmotnější nosné zdivo, tím větší akumulční složka, která poskytuje prostoru větší tepelnou stabilitu, tj. setrvačnost. Dle studie zpracované na webovém portálu tzb-info.cz, ve které se zabírají tepelnou stabilitou v zimním období a posuzují tři objekty s různou skladbou obvodových stěn. První varianta je standartní zděný dům, druhá varianta je železobetonová konstrukce a třetí varianta je dřevostavba. V tab. 04 jsou definované skladby jednotlivých konstrukcí pro jednotlivé varianty. Pro výpočet výsledků byly zvoleny intenzity větrání, které jsou vyznačeny ve výsledných grafech, obrázek 03.

Z grafů je patrné, že zděný dům má horší parametry pro zimní stabilitu nežli dřevostavba, železobetonová konstrukce díky svým objemovým vlastnostem vychází nejlépe. Měření bylo provedeno na rozdílných parametrech součinitele prostupu tepla, viz tabulka níže.

Tabulka 4 - Obalové konstrukce variant, zdroj [5]

Alt.	Konstrukce	Popis vrstev					U W/(m ² .K)
		Materiál	d m	λ W/(m.K)	c J/(kg.K)	ρ kg/m ³	
I.	Vnější stěna	Omítka + zdivo ²	0,455	0,153	954	840	0,317
		Omítka	0,015	0,99	790	2000	
	Střecha	Železobeton	0,15	1,74	1020	2500	0,208
		EPS	0,2	0,044	1270	20	
		2 x NAIP	0,008	0,21	1470	1125	
	Strop	Vlysy	0,021	0,22	2510	600	0,825
		Beton. Maz.	0,05	1,3	1020	2200	
		Minerální vlákna	0,03	0,041	1150	120	
		Železobeton	0,15	1,74	1020	2500	
	Okno						0,8
II.	Vnější stěna	Železobeton	0,15	1,74	1020	2500	0,141
		Minerální vlákna	0,3	0,044	1150	200	
	Střecha	Železobeton	0,15	1,74	1020	2500	0,107
		EPS	0,4	0,044	1270	20	
		2 x NAIP	0,008	0,21	1470	1125	
	Strop	Vlysy	0,021	0,22	2510	600	0,343
		Beton. Maz.	0,05	1,3	1020	2200	
		Minerální vlákna	0,1	0,041	1150	120	
		Železobeton	0,15	1,74	1020	2500	
	Okno						0,8
III.	Vnější stěna	Dřevo	0,15	0,18	2510	400	0,128
		Minerální vlákna	0,3	0,044	1150	200	
	Střecha	Dřevo	0,2	0,18	2510	400	0,096
		EPS	0,4	0,044	1270	20	
		NAIP	0,008	0,21	1470	1125	
	Strop	Vlysy	0,021	0,22	2510	600	0,246
		Dřevo	0,03	0,18	2510	400	
		Minerální vlákna	0,1	0,041	1150	120	
		Dřevo	0,2	0,18	2510	400	
	Okno						0,8



Obrázek 3 - Výsledky měření pro varianty, porovnání variant, zdroj [5]

Průsvitné konstrukce:

Proskené plochy je nutné při návrhu objektu umisťovat s rozmyslem, kvůli velkým tepelným ziskům od slunečního záření v letním období a v zimním období pro velké tepelné ztráty. Regulovat solární zisky procházející průsvitnými konstrukcemi můžeme stavebním řešením (přesah střechy, konzola, markýza), přidáním stínících prvků (žaluzie, závěsy), typem okna a jeho propustností pro solární radiaci, vložením folie, která reguluje propustnost sluneční radiace.

Účinné stínící prvky jsou ty, které jsou umístěny v exteriéru. Interiérové stínící prvky regulují pouze světelnou pohodu v interiéru, ale tepelné zisky z radiace se dostávají do interiéru a dochází k tzv. skleníkovému efektu mezi stínící plochou a oknem a dochází k přehřívání.

3.2.2 Větrání, vzduchotechnické systémy

Dnešní hygienické požadavky na čerstvý vzduch na jednu osobu jsou odlišné dle provozu. Obecně je uvažováno okolo 30m³/hod, což značně zvyšuje tepelné ztráty objektu. Při dnešních požadavcích na zateplení objektu jsou ztráty prostupem velmi nízké a tepelné ztráty větráním s energií vloženou na ohřev TUV nabývají na významu.

Při návrhu vzduchotechnických systémů je již nutnost jednotky navrhovat s výměníkem ZZT či jinými technologiemi pro získání tepla z odpadního vzduchu, například tepelné čerpadlo, které získává teplo z odpadního vzduchu pro ohřev TUV.

V letním období lze větrání využít také pro předchlazení budovy přes noc, kdy venkovní teploty jsou výrazně odlišné vůči denním teplotám. Na budově s nočním předchlazením je vyžadována masivní konstrukce, kde se bude

akumulovat energii pro pasivní chlazení objektu přes den. Tímto řešením ovlivníme maximální teplotu v interiéru v časové ose, dokonce můžeme snížit maximální teplotu v interiéru a vyhnout se dalším technicky a ekonomicky náročným řešením jako jsou klimatizační jednotky v potřebných prostorech.

3.2.3 Otopná soustava

Je to elementární systém pro získání tepelné pohody v interiéru. Otopnými soustavami jsou objekty standardně vybaveny a na trhu je mnoho variant, jak objekt vytápět. Otopné soustavy můžeme dělit na teplovodní soustavy (nízkoteplotní do 65°C, teplovodní do 115°C a horkovodní nad 115°C), parní soustavy a teplovzdušné vytápění. Pro tepelnou stabilitu jsou důležité předávající elementy tepla do prostoru a medium, které teplo přenáší do koncových elementů.

Otopná soustava ovlivňuje tepelnou stabilitu v zimním období, kdy je soustava v provozu a nastane otopná přestávka, posuzuje se pokles teploty dle normy na časové ose.

Při užití radiátorů, konvektorů dochází při otopné přestávce k postupnému chladnutí těles, proto dochází k pomalejšímu chladnutí prostoru a předpokládá se delší otopná přestávka. Podlahové topení z pohledu tepelné stability v zimním období je nejlepší variantou, jedná se o velkou plochu s velkou tepelnou setrvačností, ovšem nevýhoda tohoto systému je doba náběhu, je delší nežli u jiných otopných soustav kvůli své masivní akumulární hmotě. Opak těchto pomalu chladnoucích soustav může být teplovzdušné vytápění, kde při začátku otopné přestávky dochází k okamžitému zastavení dodávky tepla a prostor dříve dosáhne kritických parametrů pro zimní stabilitu, kladem této soustavy je rychlejší vytopení prostoru na požadovanou teplotu vzduchu, ovšem chybí zde příjemná sálavá složka pro osoby.

3.2.4 Chladicí soustava

Jedná se o nadstandardní řešení pro získávání tepelné pohody a je umísťováno do budov, kde nejsou dosaženy vnitřní parametry pro daný provoz stavebními konstrukcemi, ani úpravami, ani běžnými technickými systémy jako je vzduchotechnický systém či mechanické větrání. Pak je nutnost navrhnout chladicí soustavu. Navržením chladicí soustavy zvyšujeme pořizovací náklady, provozní energie, prodražujeme provoz budovy, ale osobám uvnitř budovy dáváme větší komfort.

Chladicí technologie můžeme dělit na kompresorové, přímé adiabatické chlazení, nepřímé adiabatické chlazení, chladicí tyče pracující na kondenzaci a odparu chladiva a dalšími dostupnými chladicími systémy, které trh nabízí. Jednotlivé chladicí systémy jsou vhodné pro různé druhy objektů a provozu.

Trh nabízí velké množství chladících systémů, nejčastěji jsou užívány SPLIT jednotky, MULTISPLIT jednotky, které je možné do interiéru nainstalovat kdykoliv, díky nízkým prostorovým nárokům. Tyto jednotky chladí pouze prostor, kde jsou osazeny, kde jsou potřeba. Chladicí systém můžeme také umístit do VZT jednotky, ovšem zde dochází k chlazení celého objemu vzduchu a chlazení všech prostorů, i těch, které nejsou potřeba chladit.

4. Hodnocení tepelné stability

Hodnocení tepelné stability místnosti je hodnoceno dle ČSN, kde pro výpočet nejvyšší teploty vzduchu v místnosti v letním období se provádí dle ČSN EN ISO 13 791, ČSN EN ISO 13792, které byly platné do 1.dubna 2018. Tyto normy jsou nahrazeny novou normou ČSN ISO 52017-1 Energetická náročnost budov – Citelné a latentní tepelné zatížení a vnitřní teploty. Postup výpočtu je dle stávajících norem, veškeré užití programy stále využívají stávající neplatnou normu.

Použité normy pro výpočet tepelné stability:

ČSN EN ISO 13 791 Tepelné chování budov - Výpočet vnitřních teplot v místnosti v letním období bez strojního chlazení - Základní kritéria pro validační postupy

ČSN EN ISO 13 792 Tepelné chování budov - Výpočet vnitřních teplot v místnosti v letním období bez strojního chlazení – Zjednodušené metody

Normy ČSN EN ISO 13 791 A ČSN EN ISO 13 792 jsou nahrazeny od 1.4.2018 normou ČSN EN ISO 52 217-1 Energetická náročnost budov – Citelné a latentní tepelné zatížení a vnitřní teploty

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

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Výpočet hodnoty veličiny pro navrhování a ověřování

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody

Pro posouzení tepelné stability je nutné zvolit v objektu kritickou místnost, kterou budeme posuzovat. Pro letní i zimní stabilitu je místnost odlišná kvůli posuzování odlišných výsledných parametrů.

4.1 Tepelná stabilita v letním období

Pro letní stabilitu místnosti můžeme zvolit dva způsoby výpočtu. Klasická metoda je dle ČSN EN ISO 13 792, podle které se v České republice nejvíce posuzuje. Druhý výpočet je založen na dynamickém modelu, který vypočítává teplotu pro každou místnost samostatně. Dle studie vypracované ateliér DEK, zdroj [6], byly tyto metody porovnány, výsledky byly rozdílné jak ukazuje tabulka.

Tabulka 5 - porovnání rozdílných výsledků při užití rozdílných metod, zdroj [6]

Posuzovaná místnost	Podlaží	Teplota vzduchu $T_{ai,max}$ "klasická metoda"	Teplota vzduchu $T_{ai,max}$ "dynamická simulace"
M1	2	37,23	31,06
M2	4	33,37	28

Dle tabulky je patrné, že dynamický model vychází příznivěji nežli klasická metoda. Z toho vyplývají investiční náklady na stínící prvky. Oba výpočty jsou dle ČSN. Výběr výpočtu je na projektantovi a dle výsledků výpočtu je patrné, že většina projektantů by se měla obracet na dynamický model pro investiční úspory na stínících opatřeních.

Hodnotícím kritériem pro tepelnou stabilitu v letním období je maximální dovolená teplota v interiéru, či definování maximálního denního vzestupu teploty. Níže jsou rozebrány parametry, kterými se řídíme při posuzování stability v letním období, tj. správný výběr posuzované místnosti, správné porozumění a posouzení hodnotících kritérií.

Výběr kritické místnosti:

Výběr kritické místnosti je základ pro správné posouzení stability. Vybíráme místnost s největší plochou přímo osluněných průsvitných ploch na Z, JZ, J, JV, V. Obvykle to bývá prostor orientovaný na jih, jihozápad. Vhodné je prostor pod střešní konstrukcí, kde tepelné zisky do místnosti mohou vnikat i přes střešní plášť. Nejvhodnější místností je tedy podkrovní pokoj s velkou plochou průsvitných ploch na J, JZ, Z. Výběr kritické místnosti je vždy na projektantovi.

Požadované hodnoty pro letní období:

Tabulka 6 - Normové požadavky na tepelnou stabilitu místnosti dle ČSN 73 0540-2:

Požadované hodnoty nejvyšší denní teploty vzduchu v místnosti v letním období		
Druh budovy		Nejvyšší denní teplota vzduchu v místnosti v letním období $\Theta_{ai,max,N}$ [°C]
Nevýrobní		27,0
Ostatní s vnitřním zdrojem tepla	do 25 W/m ²	29,5
	nad 25 W/m ²	31,5

- U obytných budov je možné přípustné překročení požadované hodnoty nejvíce o 2°C se souvislou dobou nejvíce 2 hodin během normového dne pokud s tím investor (stavebník, uživatel) souhlasí.
- nejvyšší denní vzestup teploty do 5°C
- v případě užití klimatizačních jednotek musí být při výpadku jednotky dosažena nejvyšší denní teplota 32 °C s maximálním vzestupem teploty o 12°C (při výpočtu nejsou započteny vnitřní zisky od zařízení objektu)
- nesplnění těchto požadavků norma dovoluje při jasném prokázání nesplnitelnosti z ekonomického či technického důvodu.

4.2 Tepelná stabilita v zimním období

Výpočtem tepelné stability místnosti v zimním období posuzujeme pokles teploty dle normových požadavků.

Kritická místnost:

Kritickou místností je prostor s největšími tepelnými ztrátami, tj. nejvyšší průměrný součinitel prostupu tepla, zpravidla to bývá rohová místnost pod střechou s velkými prosklenými plochami. Doporučuje se posoudit i místnosti, kde průměrný součinitel prostupu tepla se od kritické místnosti neliší více jak $0,05 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Pokud dle tabulky 07 je požadavek na více kritérií, musíme splnit ten nejnižší. Výběr kritické místnosti je vždy na projektantovi. Místnost se vždy posuzuje bez osob a vypnuté otopné soustavy.

Požadované hodnoty pro letní období:

Tabulka 7 - Normové požadavky na tepelnou stabilitu místnosti dle ČSN 73 0540-2:

Druh místnosti	Pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období $\Theta_{v,N} (t) [^{\circ}\text{C}]$
S pobytem lidí po přerušení vytápění	
při vytápění radiátory, sálavými panely a teplovzdušně	3
při vytápění kamny a podlahového vytápění	4
Bez pobytu lidí po přerušeném vytápění	
při přerušeném vytápění tepnou přestávkou	
budova masivní	6
budova lehká	8
Bez pobytu lidí po přerušeném vytápění	
při předepsané nejnižší výsledné teplota	$\Theta_i - \Theta_{v,\min}$
při skladování potravin	$\Theta_i - 8$
při nebezpečí zamrznutí vody	$\Theta_i - 1$
Nádrže vody	$\Theta_i - 1$

- Nejnižší výslednou teplotu $\Theta_{v,\min}$ může definovat investor z důvodů provozních, například skladování potravin, techniky...
- Pokud při ověřování dle tabulky 07 je více požadovaných hodnot $\Theta_{v,N} (t)$, pak místnost ověříme pro nejnižší z těchto hodnot

Normové požadavky na tepelnou stabilitu místnosti dle ČSN 73 0540-2 vyžadují, aby kritická místnost na konci otopné přestávky trvající dobu t vykazovala pokles teploty dle tabulky 07 vůči návrhové teplotě v místnosti. Nesplnění těchto požadavků norma dovoluje při jasném prokázání nesplnitelnosti z ekonomického či technického důvodu.

5. Výběr prostoru pro posouzení letní stability místnosti

5.1 Seznámení posuzovaného objektu

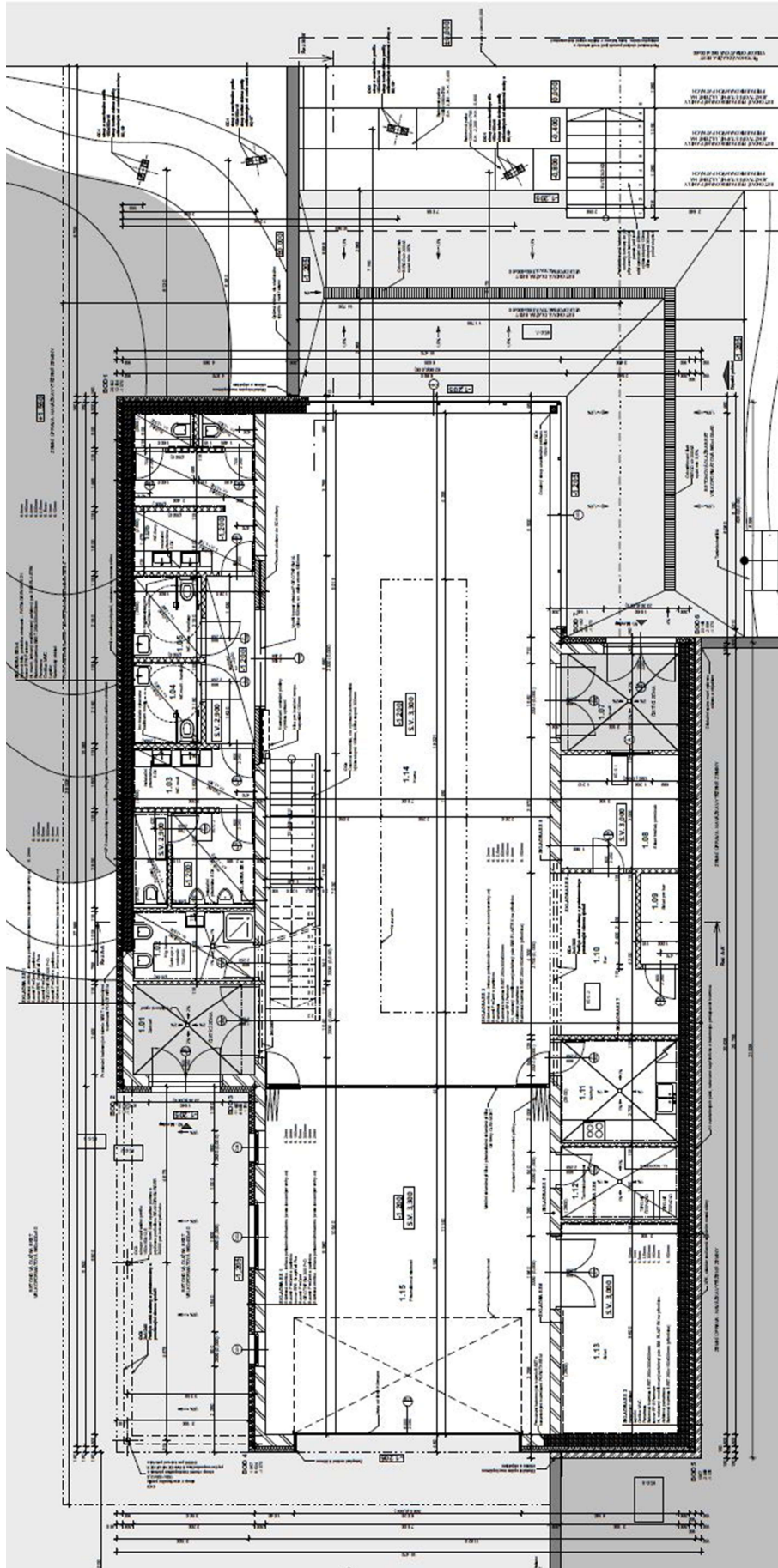
Objekt je dvoupodlažní, s plochou nepochází střechou. První podlaží je oproti stávajícímu terénu zapuštěno o 1200 mm do terénu. Stavba je kvádrového tvaru. Po celém obvodu objektu ke navržen přesah střechy, na jižní fasádě vybíhá plochá střecha do prostoru daleko více. Celá stavba je vysoká cca 7,2 m, bráno od podlahy prvního podlaží. Od stávajícího terénu je stavba vysoká 6,0 m a nepřevyšuje plánovanou okolní zástavbu. Pozemek nízkopražového centra je ve velké míře upravován terénními valy, násypy vytěžené zeminy ze stavby. K samotnému objektu jsou vytvořeny násypy, jenž stavbu vizuálně zmenšují a dále slouží pro využití mládeže (západní val u objektu slouží jako tribuna pro hřiště, severní svažování slouží jako hlediště pro přednáškovou místnost, která je opatřena velkými vraty). Do přízemí můžeme vstoupit dvěma vstupy přes zádveří se zátěžovými koberci. První vstup je z jihu a druhý ze severu, kde je 1.NP ustoupeno a vytváří závětrí pro vstup. V přízemí se nachází herna s přednáškovou místností, jakožto hlavní prostor pro mládež. Herna a přednášková místnost je oddělena skleněnou mobilní příčkou. Po stranách těchto prostorů se na jedné straně nachází hygienické zázemí. Na druhé straně je situována technická místnost, sklad, bar se skladem potravin, skladem hraček a her, sklad pro objekt. Podlaží jsou propojena atriem v herně a ocelovým schodištěm, kde je instalována invalidní plošina.

V druhém podlaží, kde jsou změněny půdorysné rozměry o šířku jednoho traktu podél hlavního prostoru v 1.NP. Hlavní trakt druhého podlaží je otevřený prostor, jenž slouží jako knihovna, studovna, odpočívárna, podlaží je určeno pro klidnější aktivity centra. V druhém traktu je umístěna kancelář pro personál s místností pro pohovory s mládeží. Dále jsou v traktu umístěny dvě učebny, pro rozvoj mládeže, hygienické zařízení.

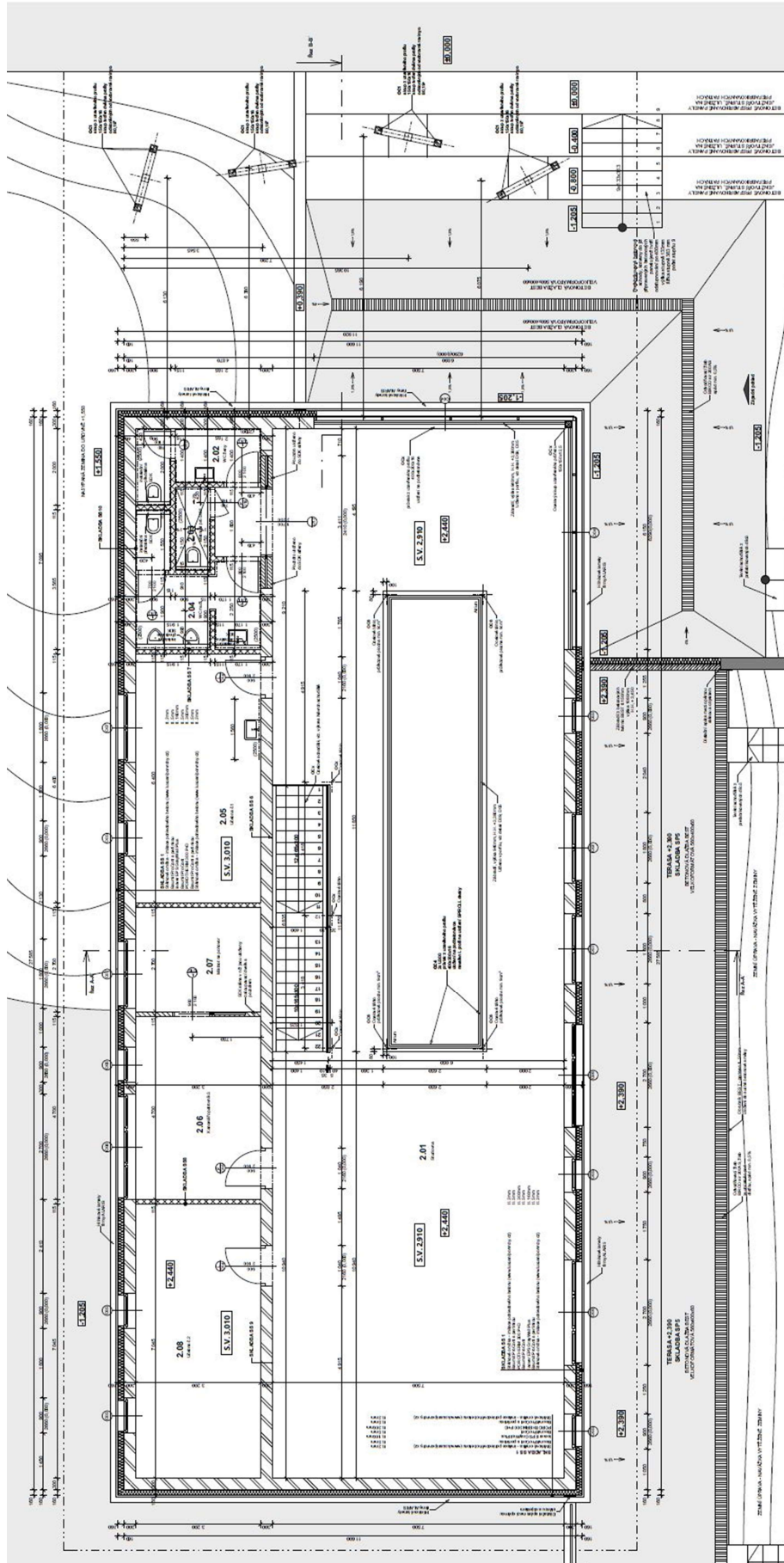
Provozní doba objektu je každý den od 9:00 do 21:00. Maximální obsazenost objektu je 225 osob. Zdrojem tepla je tepelné čerpadlo země/voda, objekt je nuceně větrán přes VZT jednotku se ZZT, ohřivač, chladič a zvlhčovací komoru. Zdrojem chladu v případě překročení limitů pro tepelnou stabilitu bude kompresorová chladicí soustava se vzduchem chlazeným kondenzátorem.



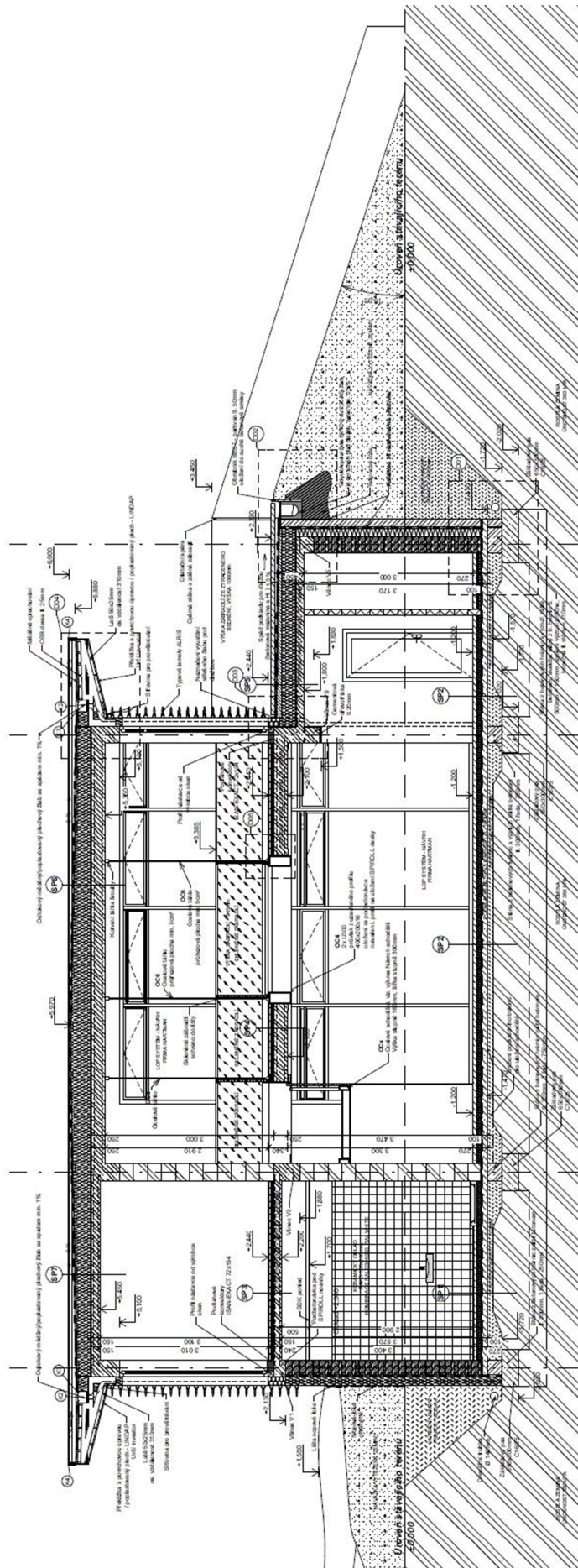
Obrázek 4 - Vizualizace vstupního prostoru Nízkopražového centra, zdroj [7]



Obrázek 5 - Půdrys 1.NP, zdroj [7]



Obrázek 6 - Půdrys 2.NP, zdroj [7]



Obrázek 7 - Řez A-A', zdroj [7]



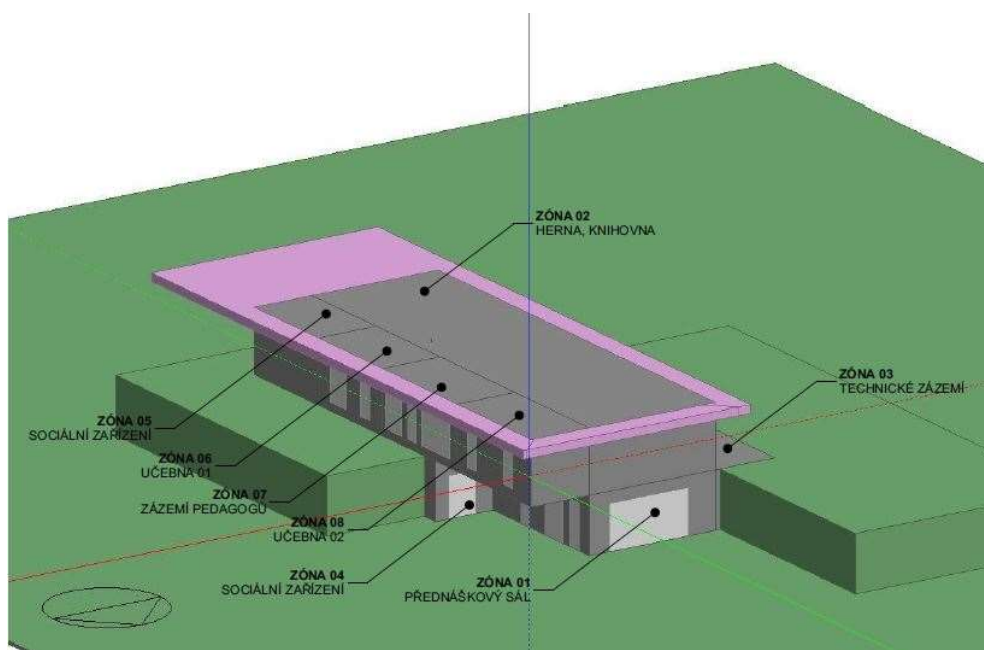
Obrázek 8 - Vizualizace valu na západní straně Nizkoprahového centra, zdroj [7]

5.2 Výběr posuzované místnosti

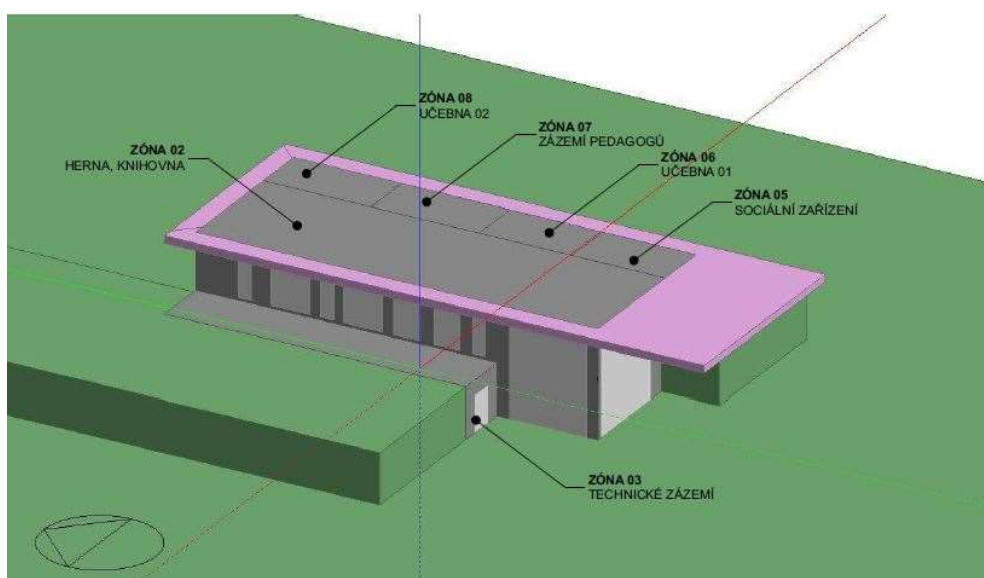
Pro posouzení objektu pro tepelnou stabilitu v letním období byl zvolen dynamický model, který byl vypracován v programu Design Builderu. Objekt byl rozdělen na 8 zón pro vhodné posouzení. Objekt má standartní skladby konstrukcí, nosná svíslá konstrukce je tvořena keramickými tvárnici a vodorovné konstrukce stropními panely SPIROLL, průsvitné plochy jsou vyplněny hliníkovými okny s dvojsklem, jsou nadstandardně stíněna. Okna do exteriéru mají zóny 01, 02, 06, 07, 08, ostatní zóny nemají prosklené plochy. Předpokládá se přehřívání zóny 02 a zóny 06, 07, 08.

Tabulka 8 - Rozdělení zón pro výpočet tepelné stability, zdroj [vlastní zpracování]

Zóna 01 - Přednášková místnost
- Přednášková místnost
Zóna 02 - Herna, Knihovna
- Herna, knihovna
Zóna 03 - Technické zázemí, bar, sklady v 1.NP
- WC muži, WC ženy, WC invalidi, koupelna, zádveří
Zóna 04 - Sociální zařízení 1.NP
- Sklad, Zádveří, Technická místnost
Zóna 05 - Sociální zařízení 2.NP
- WC muži, WC ženy, Úklidová komora
Zóna 06 - Učebna 01
- Učebna
Zóna 07 - Učebny, kabinet
- Kabinet, Místnost pro pohovory
Zóna 08 - Učebna 02
- Učebna



Obrázek 9 - Rozdělení zón pro výpočet tepelné stability, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 10 - Rozdělení zón pro výpočet tepelné stability, zdroj [vlastní zpracování]

Zóna č.02 má situovány prosklené plochy na západ a jih, prosklené plochy jsou stíněny externími žaluziemi, prstencem s horizontálními lamelami pro 2.NP a přesahem střechy, toto opatření zajišťuje nadstandartní stínění. Zóna je přes dvě podlaží.

Zóna 06 a 08, tvoří v půdorysu funkci učebny, orientace místnosti je na východ, kde jsou situovány prosklené plochy, stínění je externími žaluziemi, prstencem s horizontálními lamelami a přesahem střechy, toto opatření zajišťuje nadstandartní stínění, v těchto prostorech se předpokládá malé riziko přehřívání.

Zóna 07 je kabinet a prostor pro pohovory s mladistvými, místnost opět orientována na východ s velkým množstvím prosklených ploch, stínění je externími žaluziemi, prstencem s horizontálními lamelami a přesahem střechy, toto opatření

zajišťuje nadstandardní stínění, v těchto prostorech se předpokládá přehřívání prostorů.

V ostatních zónách se nepředpokládá, že by mělo dojít k přehřívání prostoru či přiblížení vnitřní teploty limitům tepelné stability.

6. Průběh výpočtu

Pro výpočet tepelné stability v letním období byl zvolen výpočetní program Design Builder – version 5.0.3.007. Parametry, které definují model pro simulaci jsou popsány níže. Celkově byly vypočteny 3 simulace s proměnnými vstupními podmínkami, které jsou níže popsány. Simulace je provedena pro summer week, který definuje program na základě zadaných vstupních podmínek v kartě počasí, tj. tento týden je nejkritičtější v letním období a je od 3.srpna do 10.srpna.

6.1 Vstupní parametry – neprůsvitné konstrukce

Součinitele prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce byly vypočteny v programu TEPLO 2010. U všech konstrukcí byla vložena korekce součinitele prostupu tepla $dU = 0,02 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Veškeré konstrukce jsou na konci modelového roku suché.

Pro výpočet byly užity typové skladby, tj. pro skladbu podlahy byla vybrána podlaha s keramickou dlažbou, která bude mít horší tepelné vlastnosti, než skladba podlahy s vinylovými dílci, rozdíl je zanedbatelný, proto je posouzena pouze horší skladba s keramickou dlažbou. Pro všechny simulace jsou totožné podmínky tohoto oddílu.

Tabulka 9 - Součinitel prostupu tepla pro obalové konstrukce objektu, zdroj [vlastní zpracování]

Obvodová konstrukce nad terénem					
D[m]	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]
Baumit Granopo	0.0020	0.7000	920.0	1700.0	121.0
Baumit jemná š	0.0150	0.8000	850.0	1600.0	12.0
Porotherm 30 P	0.3000	0.2500	960.0	900.0	8.0
EPS GrayWall	0.1600	0.0320	1270.0	16.0	10.0
Omítka perlito	0.1500	0.1000	850.0	250.0	7.0
Baumit Granopo	0.0020	0.7000	920.0	1700.0	121.0
Součinitel prostupu tepla konstrukcí $U = 0,147 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Vnitřní povrchová teplota je $T_{si,p} = 19,77^\circ\text{C}$					
V konstrukci nedochází ke kondenzaci během modelového roku.					

Obvodová konstrukce pod terénem					
Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]
Baumit Granopo	0.0020	0.7000	920.0	1700.0	121.0
Baumit jemná š	0.0150	0.8000	850.0	1600.0	12.0
Porotherm 30 P	0.3000	0.2500	960.0	900.0	8.0
Rigips EPS P P	0.1600	0.0340	1270.0	30.0	30.0
Sklodek 40 Sta	0.0040	0.2100	1470.0	1200.0	50000.0
Beton hutný 2	0.1500	1.3000	1020.0	2200.0	20.0
Součinitel prostupu tepla konstrukcí $U = 0,18 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Vnitřní povrchová teplota je $T_{si,p} = 19,50^\circ\text{C}$					
V konstrukci nedochází ke kondenzaci během modelového roku.					

Pochozí terasa					
Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]
Panel SPIRROL	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0
Jutacon N 140	0.0003	0.3900	1700.0	560.0	321514.0
Syntos XPS PRI	0.2500	0.0340	2060.0	30.0	100.0
Beton hutný 2	0.0500	1.3000	1020.0	2200.0	20.0
Fatrafol 814	0.0025	0.3500	1470.0	1350.0	13000.0
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U= 0,151 W/m ² K					
Vnitřní povrchová teplota je T _{si,p} =19,74°C					
V konstrukci nedochází ke kondenzaci během modelového roku.					

Střešní plášť tloušťky SPIROLL panelu 150mm					
Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]
Panel SPIRROL	0.1500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0
Jutacon N 140	0.0003	0.3900	1700.0	560.0	321514.0
Syntos XPS PRI	0.2500	0.0320	2060.0	30.0	100.0
Fatrafol 810	0.0025	0.3500	1470.0	1313.0	24000.0
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U= 0,144 W/m ² K					
Vnitřní povrchová teplota je T _{si,p} =19,80°C					
Na konci modelového roku je zóna suchá.					

Podlaha na terénu					
Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]
Dlažba keramic	0.0200	1.0100	840.0	2000.0	200.0
Beton hutný 1	0.0530	1.2300	1020.0	2100.0	17.0
EPS Grey 100	0.1000	0.0400	1250.0	16.0	40.0
Sklodek 40 Sta	0.0040	0.2100	1470.0	1200.0	50000.0
Železobeton 1	0.1000	1.4300	1020.0	2300.0	23.0
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U= 0,399 W/m ² K					
Vnitřní povrchová teplota je T _{si,p} =17,71°C					
V konstrukci nedochází ke kondenzaci během modelového roku.					

Podlaha nad volným prostorem v 2.NP					
Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]
Dlažba keramic	0.0200	1.0100	840.0	2000.0	200.0
Beton hutný 1	0.0530	1.2300	1020.0	2100.0	17.0
EPS Grey 100	0.1000	0.0400	1250.0	16.0	40.0
Sklodek 40 Sta	0.0040	0.2100	1470.0	1200.0	50000.0
Železobeton 1	0.1500	1.4300	1020.0	2300.0	23.0
EPS GrayWall	0.1600	0.0320	1270.0	20.0	30.0
Součinitel prostupu tepla konstrukcí U= 0,177 W/m ² K					
Vnitřní povrchová teplota je T _{si,p} =19,52°C					
V konstrukci nedochází ke kondenzaci během modelového roku.					

Střešní plášť tloušťky SPIROLL panelu 250mm					
Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]
Panel SPIROLL	0.2500	1.7400	1020.0	2500.0	32.0
Jutacon N 140	0.0003	0.3900	1700.0	560.0	321514.0
Syntos XPS PRI	0.2500	0.0320	2060.0	30.0	100.0
Fatrafol 810	0.0025	0.3500	1470.0	1313.0	24000.0
Součinitel prostupu tepla konstrukcí $U = 0,143 \text{ W/m}^2 \text{ K}$					
Vnitřní povrchová teplota je $T_{si,p} = 19,81^\circ\text{C}$					
Na konci modelového roku je zóna suchá.					

6.2 Vstupní parametry – průsvitné konstrukce

Okna/LOP

Předpokládá se osazení hliníkových oken se součinitelem prostupu tepla okna $U_w = 0,92 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. LOP systém má součinitel prostupu tepla $1,02 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Okna/LOP jsou stíněna externími žaluziemi a horizontálními lamelami v 2.NP, které tvoří prstenec okolo objektu. Externí žaluzie jsou ovládány dle solární radiace, nastaveny na set point 100 W/m^2 . Dále jsou okna/LOP chráněna přesahem střechy 1,4m. Stínící koeficient jednotlivých konstrukcí byl vložen dle stínících prvků užitých pro danou průsvitnou konstrukci.

Pro simulaci č.1 jsou veškeré stínící prvky zanedbány, tj. horizontální lamely, externí žaluzie, přesah střechy je v modelu zachován, jelikož se jedná o hmotu objektu. Pro simulaci č.2 jsou veškeré stínící prvky zadány do modelu, tj. externí žaluzie a statické horizontální lamely. Pro simulaci č.3 jsou vloženy parametry totožné, jako pro simulaci č.2.

Tabulka 10 - Parametry průsvitných konstrukcí – okna,LOP zdroj [vlastní zpracování]

Hliníkové okno – trojsklo / LOP		
Součinitel prostupu tepla U_w - okno	0,92	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
Součinitel prostupu tepla U_w - LOP	1,02	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
Solární propustnost	0,569	
Světelná propustnost	0,711	
Stínící koeficient	-	

Dveře

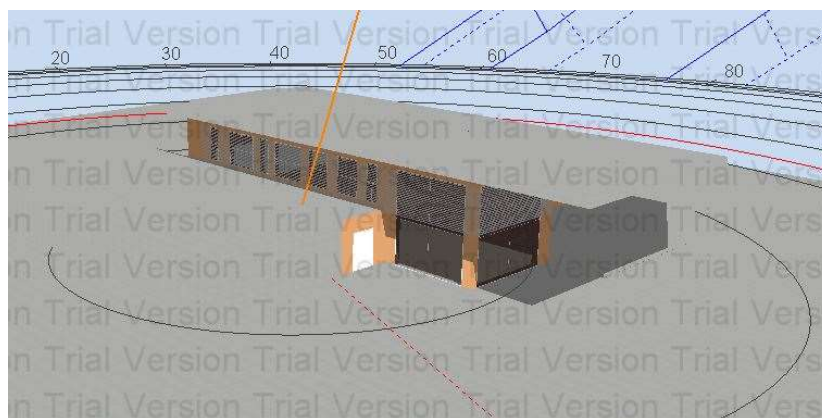
Dveře jsou též hliníkové, součinitel prostupu tepla je navržena v doporučeném standartu dle ČSN 73 0540-2:2011 Tepelná ochrana budov - Část 2, z které vyplívá hodnota $U = 1,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$. Do modelu byly zadány stínící prvky, profily, z kterých model vychází při výpočtu stínění průsvitných ploch. Pro všechny simulace jsou vstupní podmínky totožné. V modelovém prostředí je stínění statické, samotnou hmotou objektu pouze.

Tabulka 11 - Parametry průsvitných konstrukcí – okna, zdroj [vlastní zpracování]

Hliníkové dveře		
Součinitel prostupu tepla U_w	1,2	$\text{W/m}^2 \text{ K}$
Solární propustnost	0,7	
Světelná propustnost	0,8	
Stínící koeficient	-	



Obrázek 11 - Ukázka funkce stínících prvků pro 3.sprna v 10:00 hod., zdroj [vlastní zdroj]



Obrázek 12 - Ukázka funkce stínících prvků pro 3.sprna v 14:00 hod., zdroj [vlastní zdroj]



Obrázek 13 - Ukázka funkce stínících prvků pro 3.sprna v 18:00 hod., zdroj [vlastní zdroj]

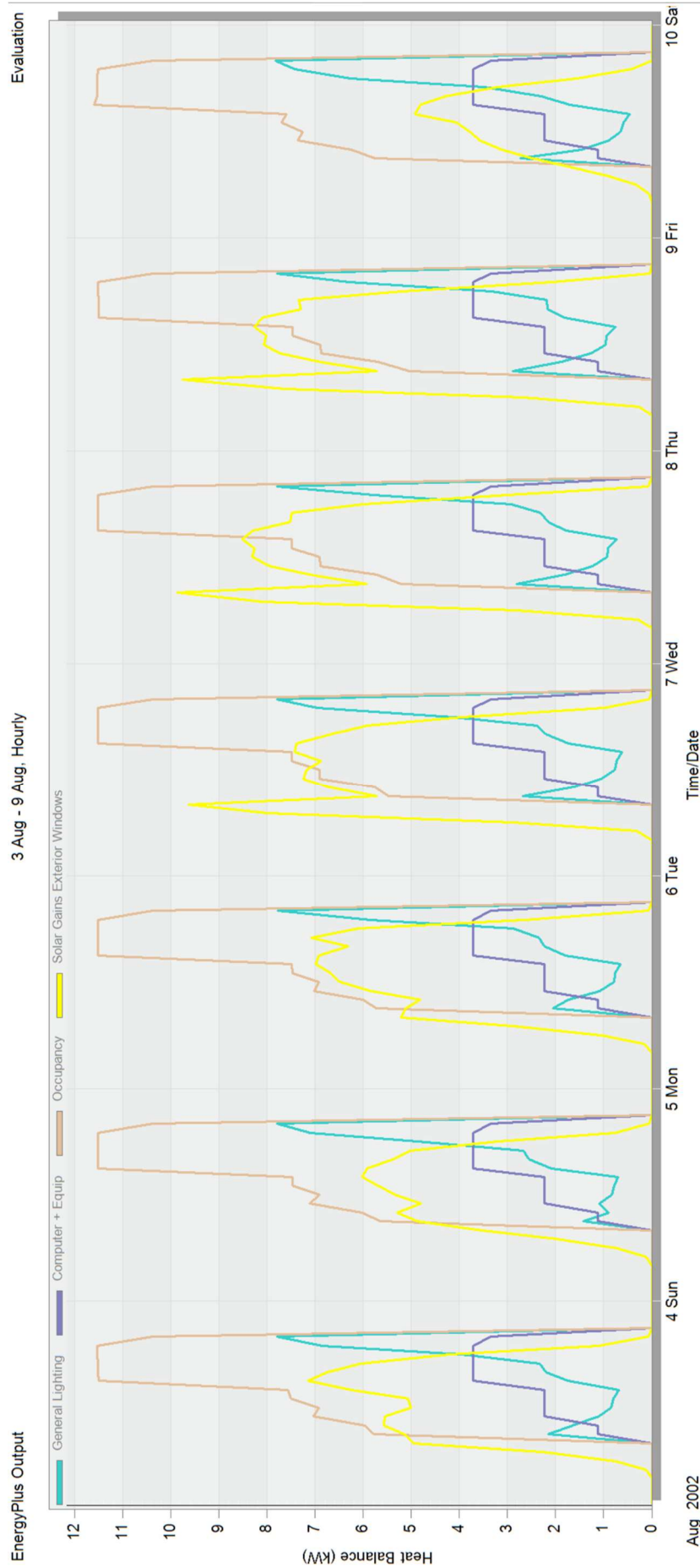
Ze simulací pro zvolené časy je patrné, že statické stínící prvky zřetelně regulují solární energii, která může projít do interiéru skrze prosklenou plochu. Druhým opatřením jsou mobilní externí žaluzie před okny. V čase 10:00 a 14:00 jsou okna stíněna lamelami v ploše 100%. V čase 18:00, kdy slunce klesá, statické stínící prvky postrádají funkci a dochází k přímému dopadu slunečních paprsků na prosklené plochy objektu. Proto jsou navrženy také externí žaluzie, pro zamezení slunečních zisků v pozdních hodinách.

6.3 Vstupní parametry – tepelné zisky

Dle ČSN 73 0540 se posuzuje tepelná stabilita pro letní období bez vnitřních tepelných zisků. Pro reálné posouzení teplot v interiéru je však důležité započítávat vnitřní tepelné zisky do celkové bilance výsledné teploty v interiéru. Proto jsou u vnitřních zisků vloženy okrajové podmínky pro jednotlivé simulace rozdílné. Pro simulaci č.1 a č.2 se zisky nezapočítávají dle normy. Pro simulaci č.3 jsou vloženy do modelu vnitřní zisky typické pro daný provoz, které jsou popsány níže v tabulce. Z obrázku 14 je vidět průběh vnitřních zisků v průběhu dnů, můžeme vyčíst obsazenost objektu a další vnitřní zisky v průběhu dne. Je zřejmé, že vnitřní zisky rostou od otevření, tj. 9:00 hodin a dosahují maximálního zatížení v interiéru. Od 17:00 do 20:00 dosahují vnitřní zisky maxima, v tuto dobu se předpokládá nejvyšší vytížení objektu, následně vnitřní zisky klesají k 21:00 hodině, kdy se předpokládá zavření centra.

Tabulka 12 - Vnitřní zisky od vybavení, zdroj [vlastní zpracování]

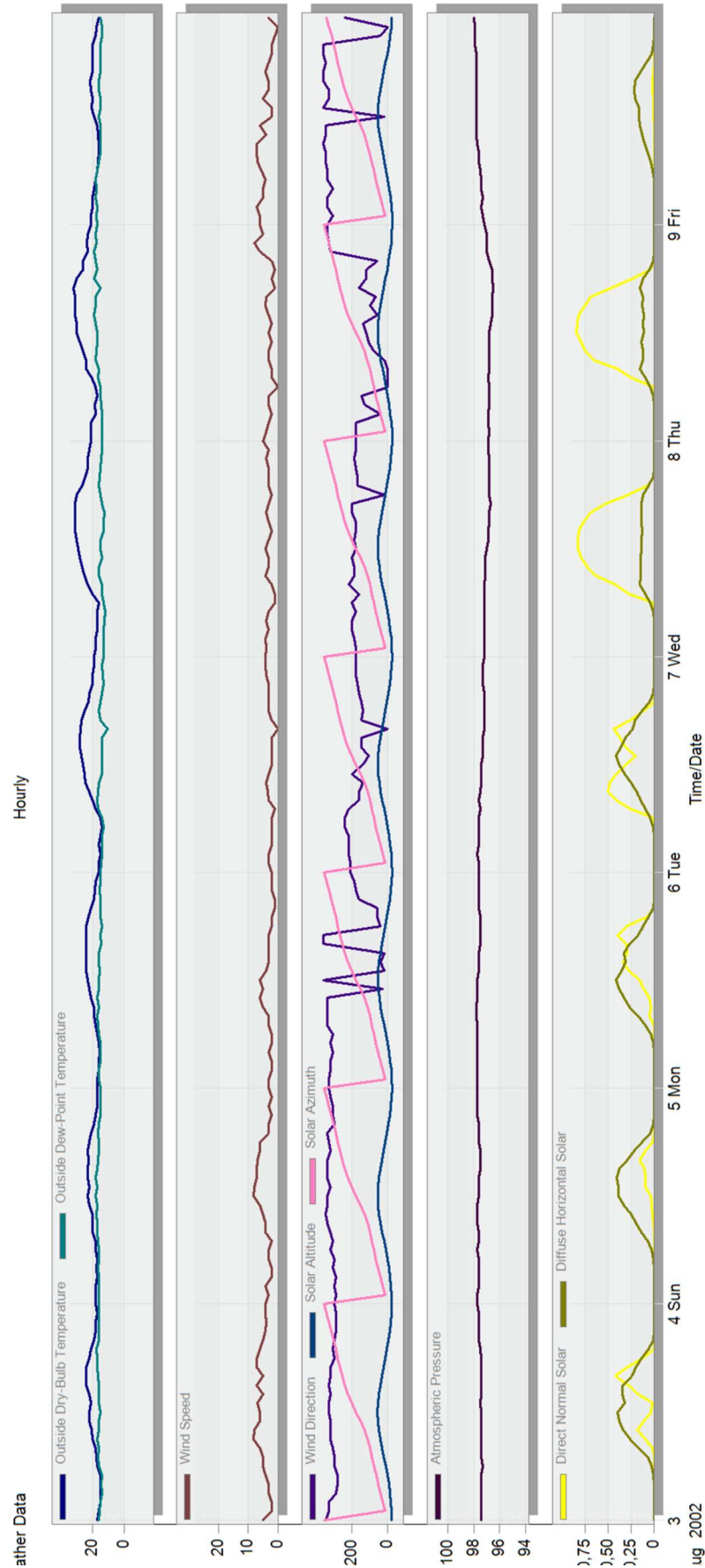
Vnitřní zisky			
	Osoba/m ²	Vnitřní vybavení	Osvětlení
	Osoba = 108W	W/m ²	W/m ² - 100lx
Zóna 01	1	3	5
Zóna 02	0,33	4	5
Zóna 03	0	2	1,5
Zóna 04	0	0	1,5
Zóna 05	0	0	1,5
Zóna 06	0,625	12,25	5
Zóna 07	0,625	15	5
Zóna 08	0,625	60	5



Obrázek 14 - Zadané vnitřní zisky v Design Builderu, zdroj [vlastní zpracování]

6.4 Vstupní parametry – počasí, solární zisky

Data pro počasí jsou převzata z programu Design Builder pro lokalitu Praha. Pro všechny simulace jsou totožné vstupní parametry položky počasí.

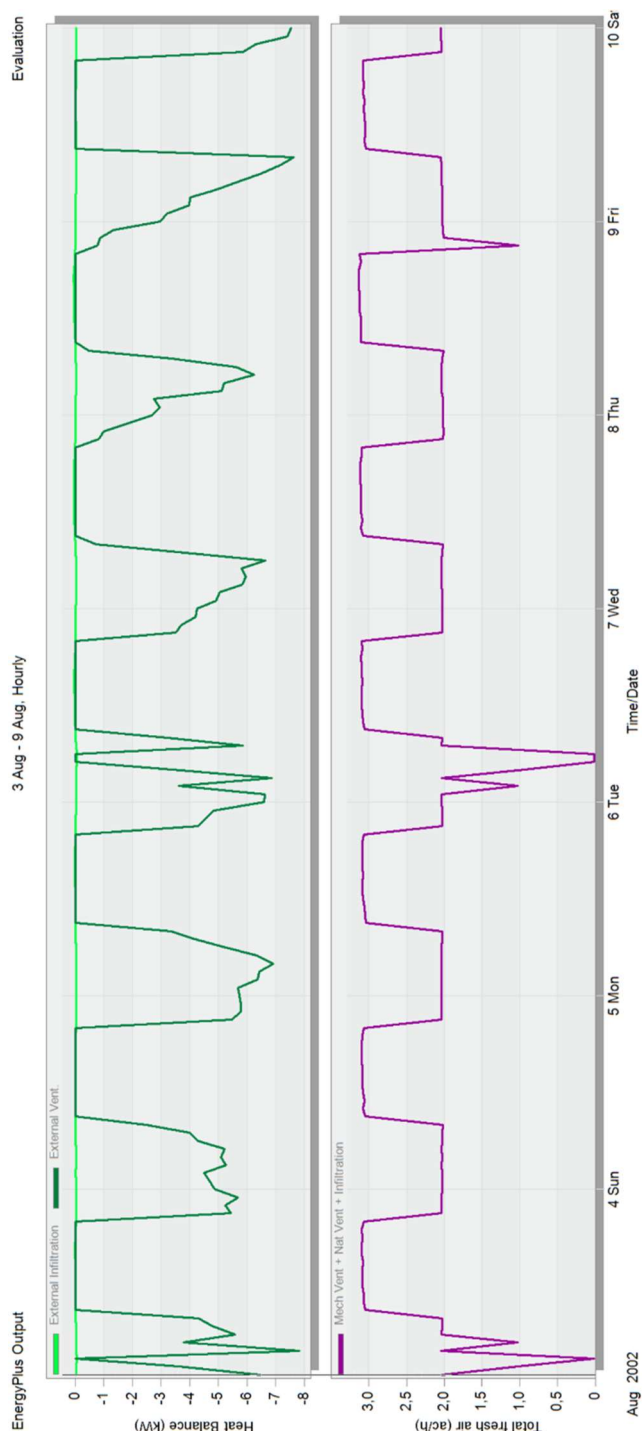


Obrázek 15 - Data pro počasí převzata z Design Builderu, zdroj [vlastní zpracování]

6.5 Vstupní parametry – větrání VZT

Celkový navrhovaný průtok vzduchotechnického systému je 6800 m³/hod v provozní době budovy, tj. od 9:00 do 21:00 hod. To odpovídá výměně vzduchu v prostoru n=3,0 1/h. Je navrženo noční větrání (chlazení objektu) s výměnou vzduchu n=2,0 1/h. Okrajové podmínky pro noční větrání jsou následující - pokud teplota v exteriéru nepřesáhne 24°C a neklesne pod 15°C, budou otevřena okna pro noční větrání. Tyto parametry jsou pro všechny simulace totožné.

Simulace č. 1 a č. 2 proběhnou pouze s výměníkem ZZT ve VZT jednotce. Simulace č.3 proběhne s výměníkem ZZT ve VZT jednotce, přívodní vzduch je chlazen na teplotu vzduchu 24°C.



Obrázek 16 - Intenzita výměny vzduchu v modelu Design Builderu, zdroj [vlastní zpracování]

7. Vyhodnocení posuzovaného prostoru a návrh opatření

Byly provedeny tři simulace na jednoduchém modelu s rozdílnými vstupními podmínkami v programu Design Builder. Všechny simulace proběhly od 3. srpna do 10. srpna. Tento týden simulační program dle klimatických dat vyhodnotil za nejkritičtější.

Simulace č.1

VZT jednotka pouze se ZZT, není zapnuto chlazení

Bez stínících prvků, stíní pouze hmota objektu – přesahy střechy

Bez vnitřních zisků

Simulace č.2 _ parametry pro posouzení tepelné stability dle ČSN 73 0540-2

VZT jednotka pouze se ZZT, není zapnuto chlazení

Vloženy stínící prvky – externí žaluzie, horizontální lamely okolo objektu v 2.NP, hmota objektu

Bez vnitřních zisků

Simulace č.3 _zadány typické hodnoty pro provoz budovy

VZT jednotka se ZZT, chladicí systém

Vloženy stínící prvky – externí žaluzie, horizontální lamely okolo objektu v 2.NP, hmota objektu

Započteny vnitřní zisky od osob a vybavení

7.1 Vyhodnocení simulace č.1

Okrajové parametry pro simulaci č.1

VZT jednotka pouze se ZZT, není zapnuto chlazení, bez stínících prvků, stíní pouze hmota objektu – přesahy střechy, bez vnitřních zisků

Závěr simulace č.1

Ze simulace a grafů níže je patrné, že zóna 2, zóna 6, zóna 7, zóna 8 překračují limity dané normou ČSN 73 0540-2, tj. teplota vzduchu v interiéru do 27°C.

Zóna 2_orientace jih, západ

Maximální teplota pro zónu č.2 je dne 8.srpna v 17:00 hodin dosaženo 32,37°C. Tento den, čili 8. srpna se teplota pohybuje nad 27°C od 11:00 hodin do 21:00 hodin. Další den, kdy dochází k přehřátí je 7.srpna od 11:00 hodin do 20:00 hodin. Dalším dnem je 6.srpna, kdy je prostor přehřátý od 14:00 do 18:00.

Zóna 6_orientace na východ

V zóně 6 je dosaženo maximální teploty dne 8.srpna v 17:00, tj. 28,18°C. Tento den zóna překračuje normové hodnoty od 12:00 do 18:00. Další den, kdy je zóna přehřáta je 7.srpna od 14:00 do 19:00 hodin.

Zóna 7_orientace na východ

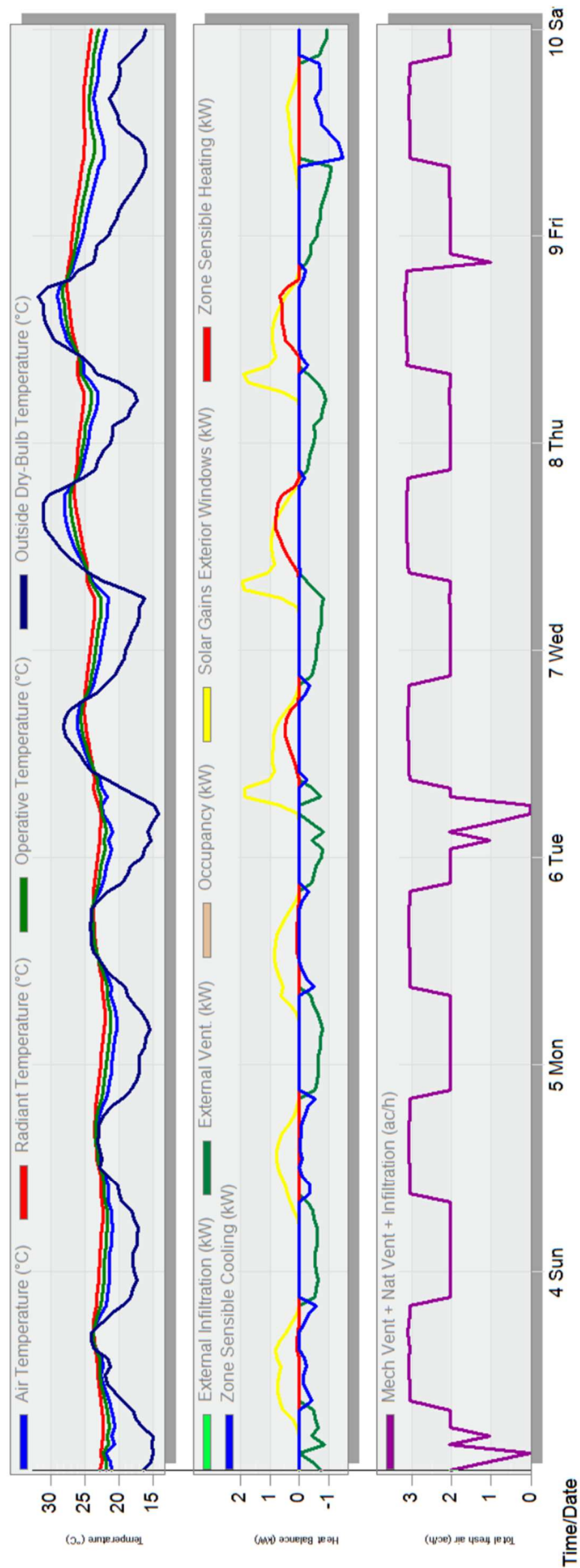
Zóna 7 dosahuje maximální teploty dne 8.srpna v 9:00 hodin, dosaženo 29,09°C. Prostor nesplňuje normové požadavky, tj. teplota je nad 27°C, dne 7.srpna od 8:00 do 19:00 a dne 8.srpna od 8:00 do 23:00 nejsou splněny normové požadavky.

Zóna 8_orientace na východ

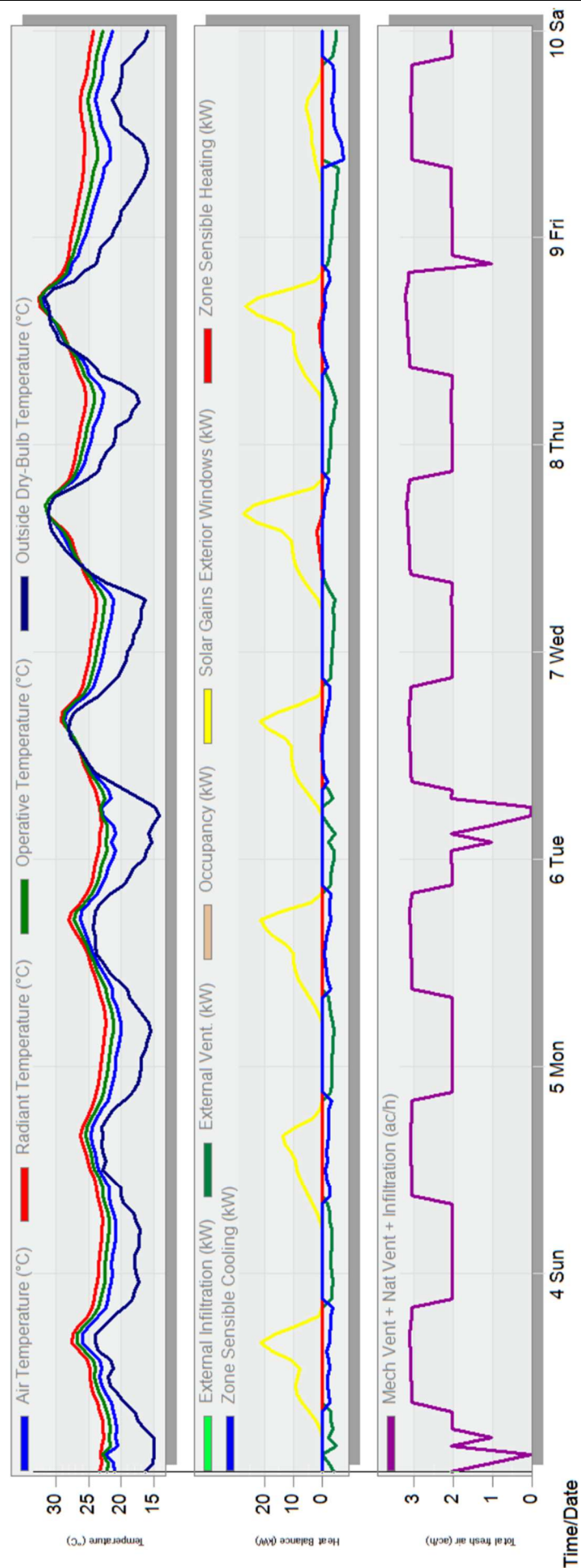
V zóně 8 je dosaženo maximální teploty dne 8.srpna v 17:00, tj. 28,46°C. Tento den zóna překračuje normové hodnoty od 12:00 do 19:00. Další den, kdy je zóna přehřáta je 7.srpna od 14:00 do 18:00 hodin.

Z výsledků je patrné, že dochází k postupné akumulaci tepla v hmotě objektu, které při nočním větráním nedokážeme dostatečně snížit a tím vhodně předchladit budovu pro další den. Nočním větráním pouze regulujeme maximální teplotu a dobu, po kterou jsou překročeny normové požadavky. Proto nastává postupný vzestup maximální teploty vzduchu v průběhu třech po sobě jdoucích dnech, dne 8.srpna jsou dosaženy maximální teploty vzduchu ve všech zónách.

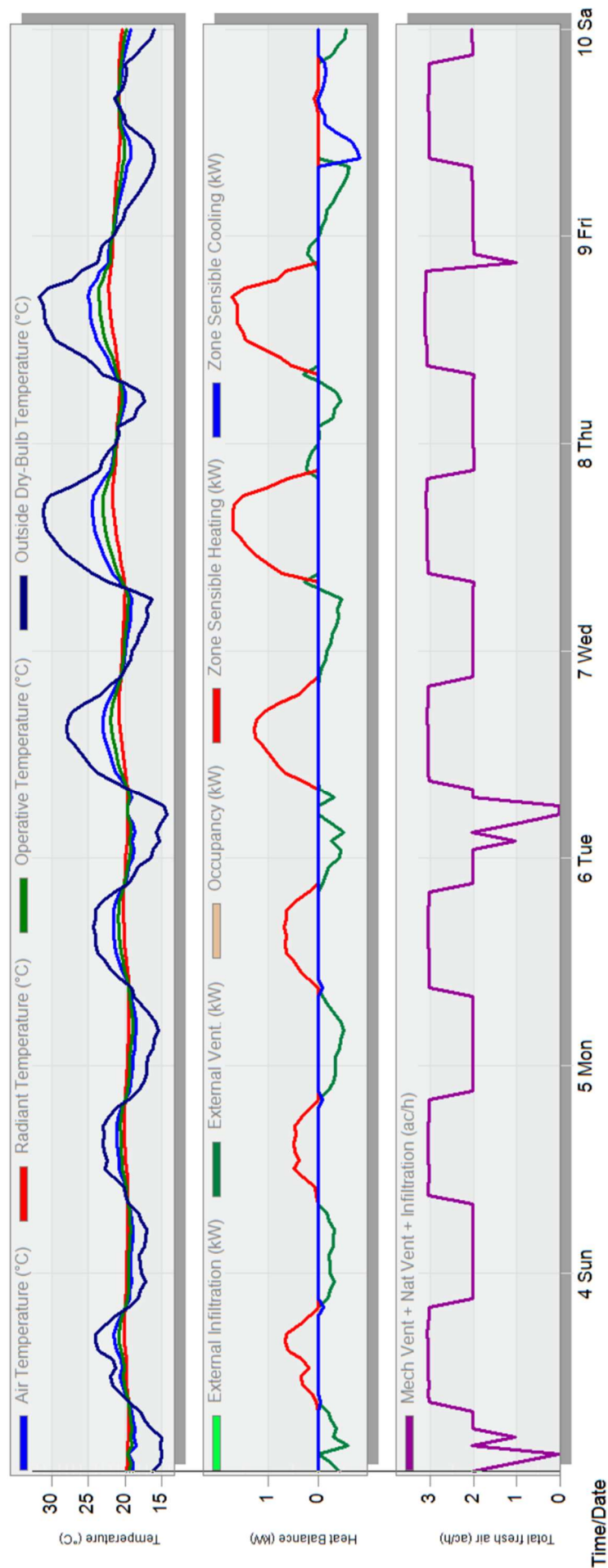
Jedná se o jednoduchý dynamický model, kde se teplo sdílí mezi zónami, proto jsou u východních zón překročeny normové požadavky v odpoledních hodinách. V ranních hodinách je výrazný nárůst teploty, která ale nepřesáhne 27°C. K přehřátí východních zón dojde v odpoledních hodinách. U zóny 7 jsou normové požadavky již překročeny od ranních hodin z důvodů téměř celé prosklené východní fasády. V ostatních východně orientovaných zónách dochází k překročení normových požadavků až v odpoledních hodinách, prosklené plochy jsou zde malé vůči objemu, ale dochází k tepelným ziskům od sdílení tepla ze zóny 2, která se přehřívá v odpoledních hodinách a zóny 7. Při vynechání veškerých stínících prvků na objektu jsou tyto výsledky celkem příznivé.



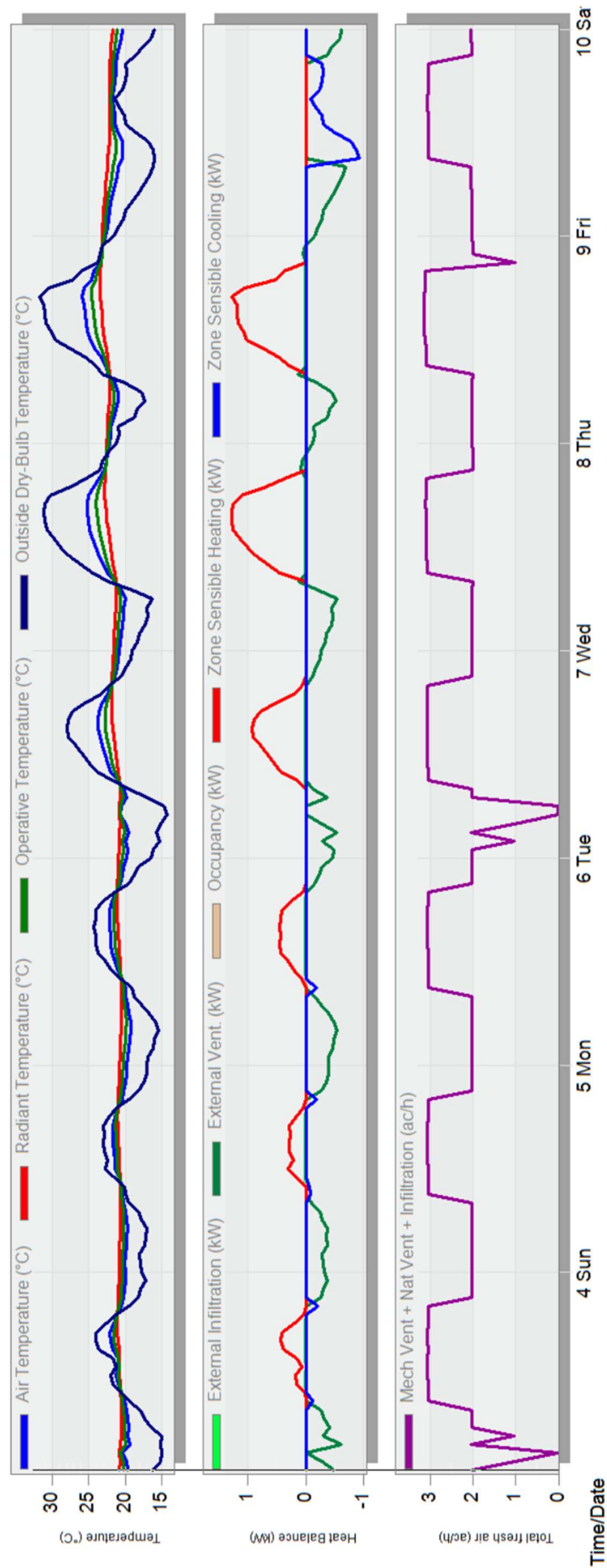
Obrázek 17 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 1, zdroj [vlastní zpracování]



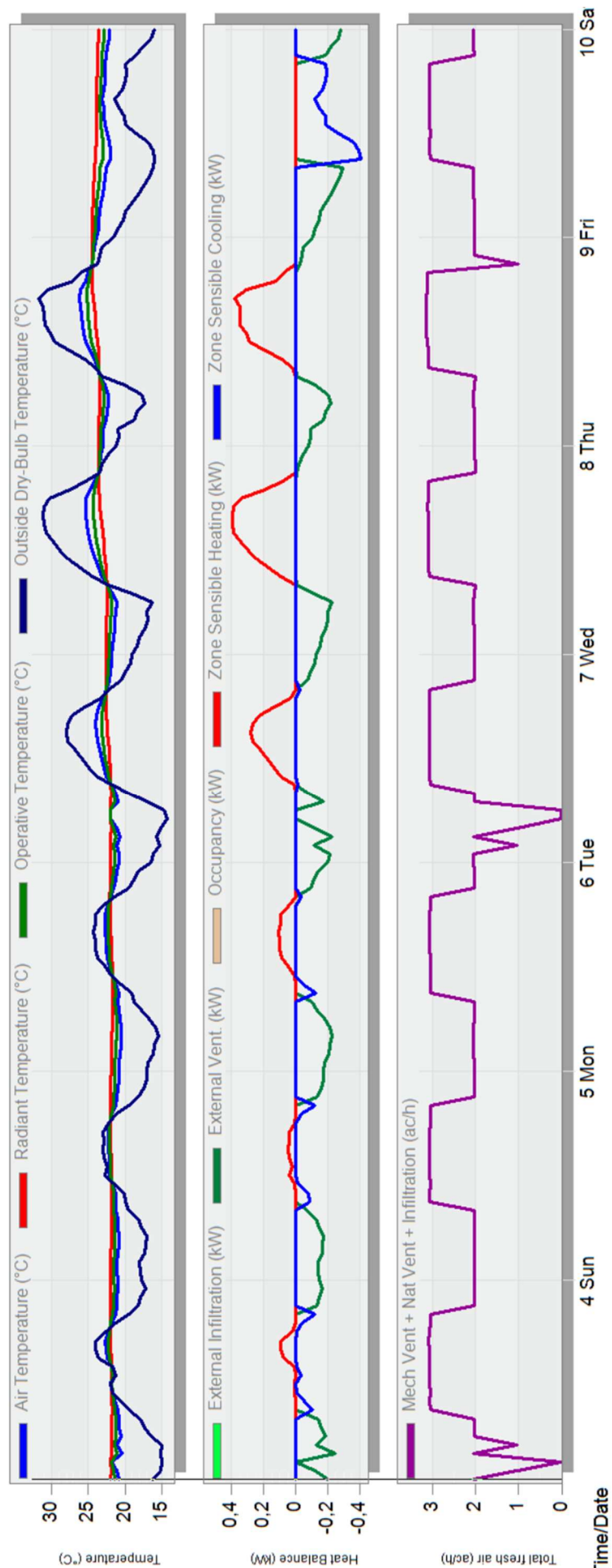
Obrázek 18 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 2, , zdroj [vlastní zpracování]



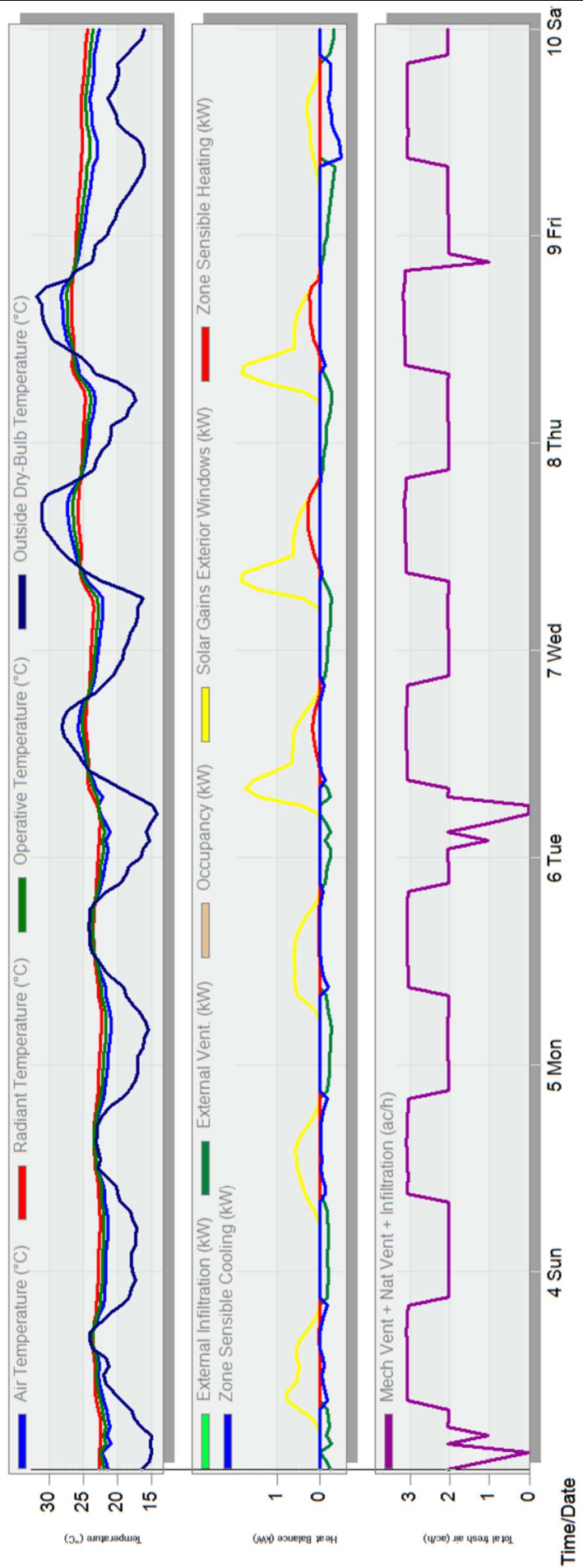
Obrázek 19 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 3, zdroj [vlastní zpracování]



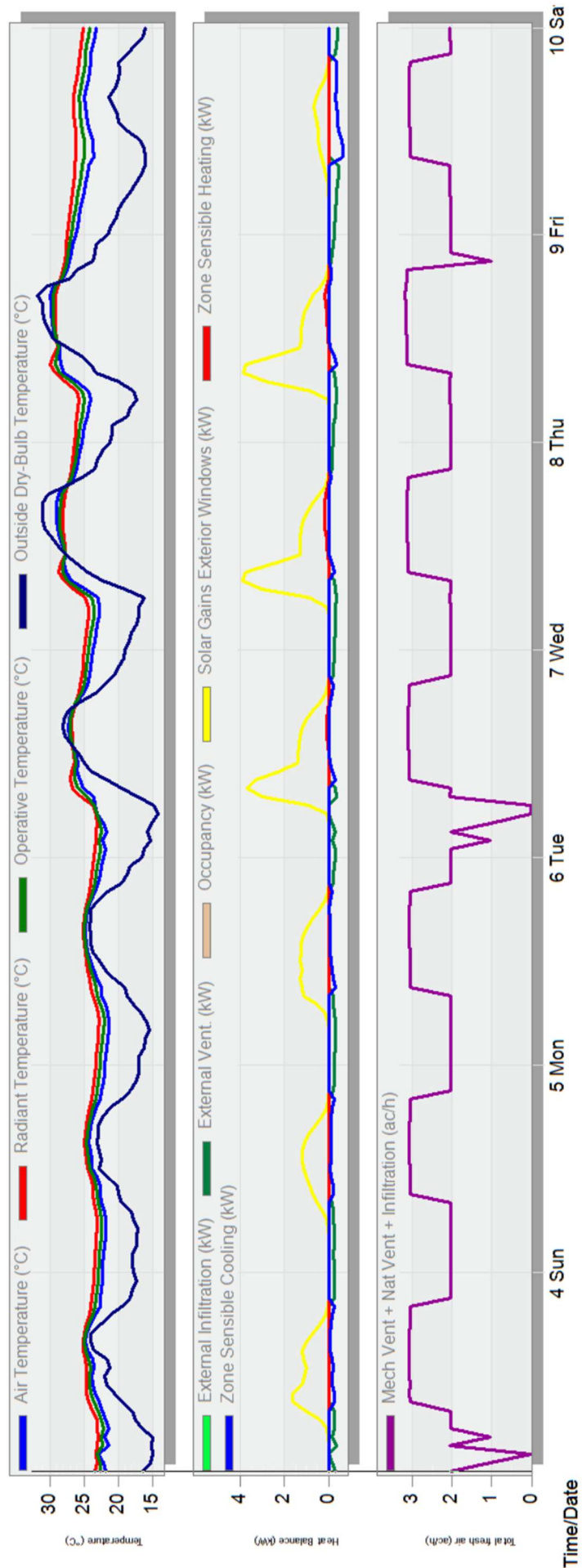
Obrázek 20 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 4, zdroj [vlastní zpracování]



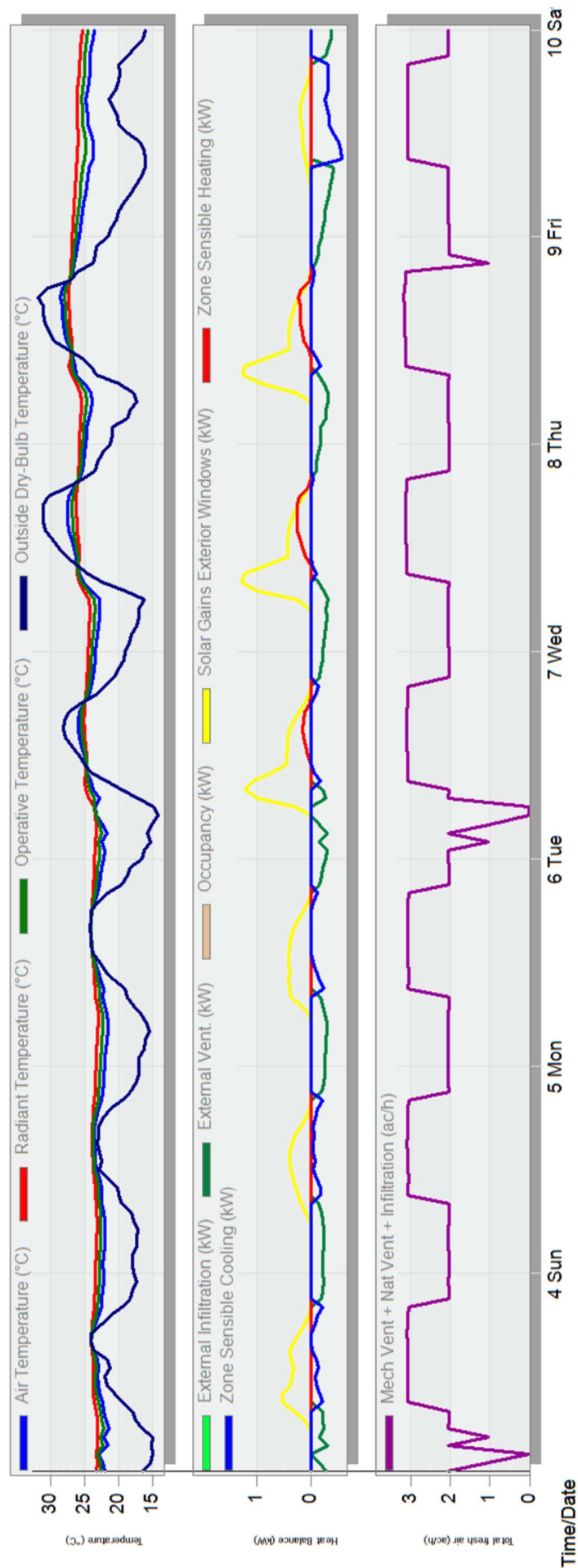
Obrázek 21 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 5, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 22 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 6, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 23 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 7, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 24 - Simulace č.1 týdenního cyklu pro zónu 8, zdroj [vlastní zpracování]

7.2 Vyhodnocení simulace č.2

Okrajové parametry pro simulaci č.2

VZT jednotka pouze se ZZT, není zapnuto chlazení, vloženy stínící prvky – externí žaluzie, horizontální lamely okolo objektu v 2.NP, hmota objektu, bez vnitřních zisků.

Závěr simulace č.2:

Ze simulace a grafů níže je patrné, že zóna č.2 a zóna č.7 překračují limity dané normou pro tepelnou stabilitu v letním období, ČSN 73 0540-2.

Zóna 2_ orientace na jih, západ

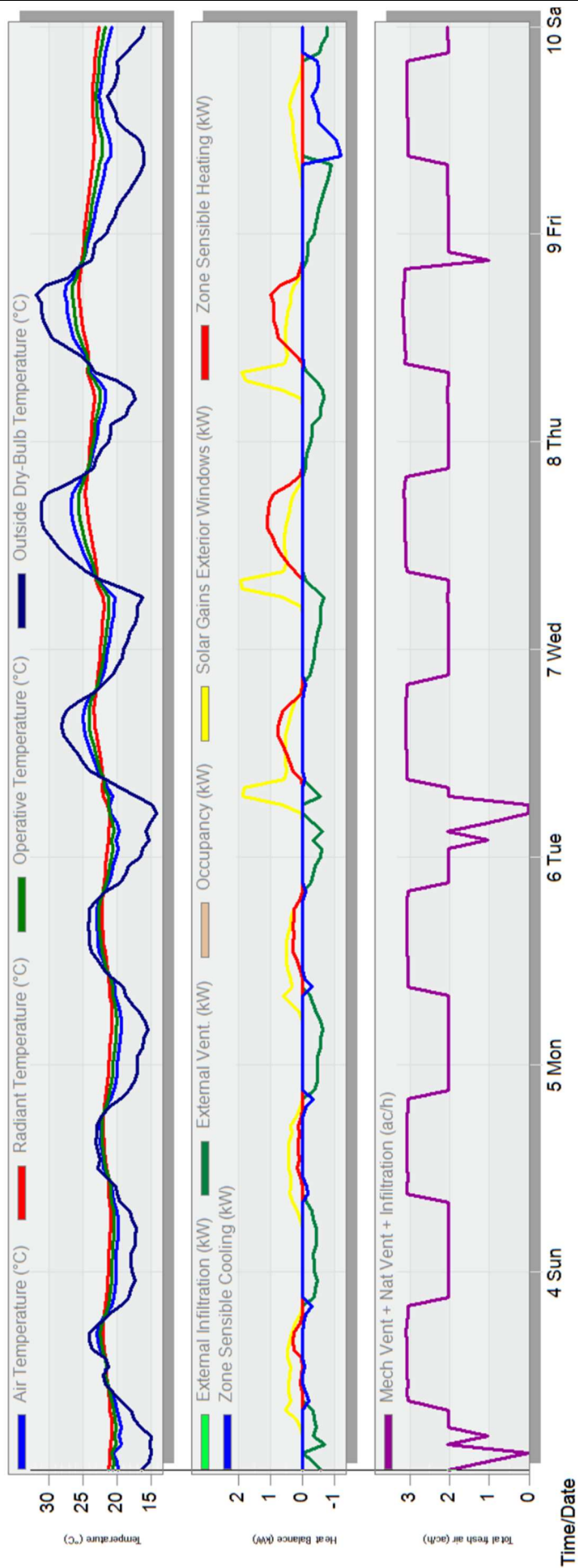
Maximální teplota pro zónu č.2 je dne 8.srpna v 17:00 hodin, dosaženo 29,36°C. Tento den, tedy 8. srpna se teplota pohybuje nad 27°C od 12:00 hodin do 19:00 hodin. Další den, kdy dochází k přehřátí je 7.srpna od 13:00 hodin do 19:00 hodin.

Zóna 7_ orientace na východ

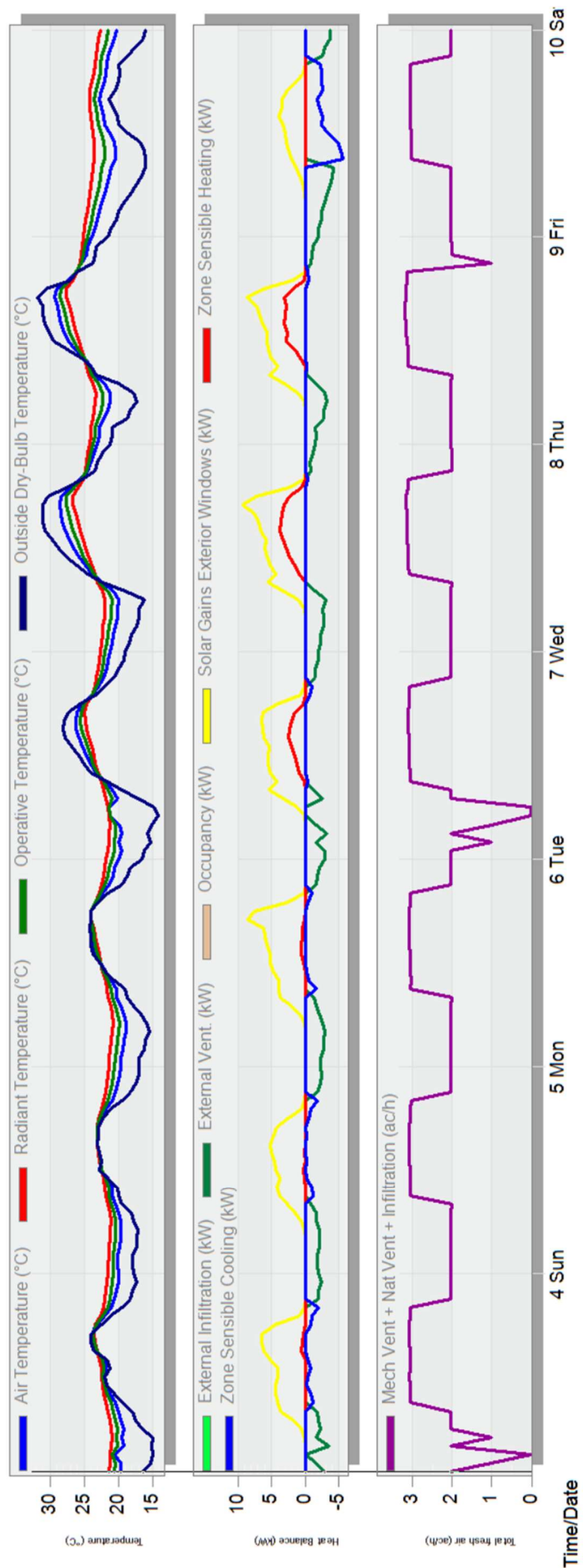
Zóna č.7 dosahuje maximální teploty dne 8.srpna v 17:00 hodin, dosaženo 27,42°C. Prostor nesplňuje normové požadavky, tj. teplota je nad 27°C, dne 7.srpna od 14:00 do 18:00.

Tato simulace je hodnotícím kritériem pro tepelnou stabilitu v letním období, jsou zde zadány stínící prvky, bez vnitřních zisků. Při této simulaci dochází k přehřívání pouze dvou simulačních zón. Zóny 2 a zóny 7. Přehřátí v objektu dochází v odpoledních hodinách, kdy objekt akumuluje teplo a již svou akumulační schopností nedokáže dále redukovat teplotu vzduchu v interiéru. Přehřátí zóny 7 orientovanou na východ je kvůli dynamickému modelu, který umožňuje šíření tepla sdílením mezi jednotlivými zónami a tím dochází k šíření tepla z přehřátého prostoru do prostoru s nižšími teplotami. Zóna 7 má v dopoledních hodinách významný nárůst teploty a pohybuje se pod hranicí 27°C. Sdílení tepla v odpoledních hodinách ze zóny 2 dochází k překročení normových požadavků zóny 7. Přehřívání interiéru v odpoledních hodinách je pro objekty standartním jevem. V zóně 7 dochází k překročení normové teploty vzduchu pro posouzení tepelné stability maximálně o 1°C.

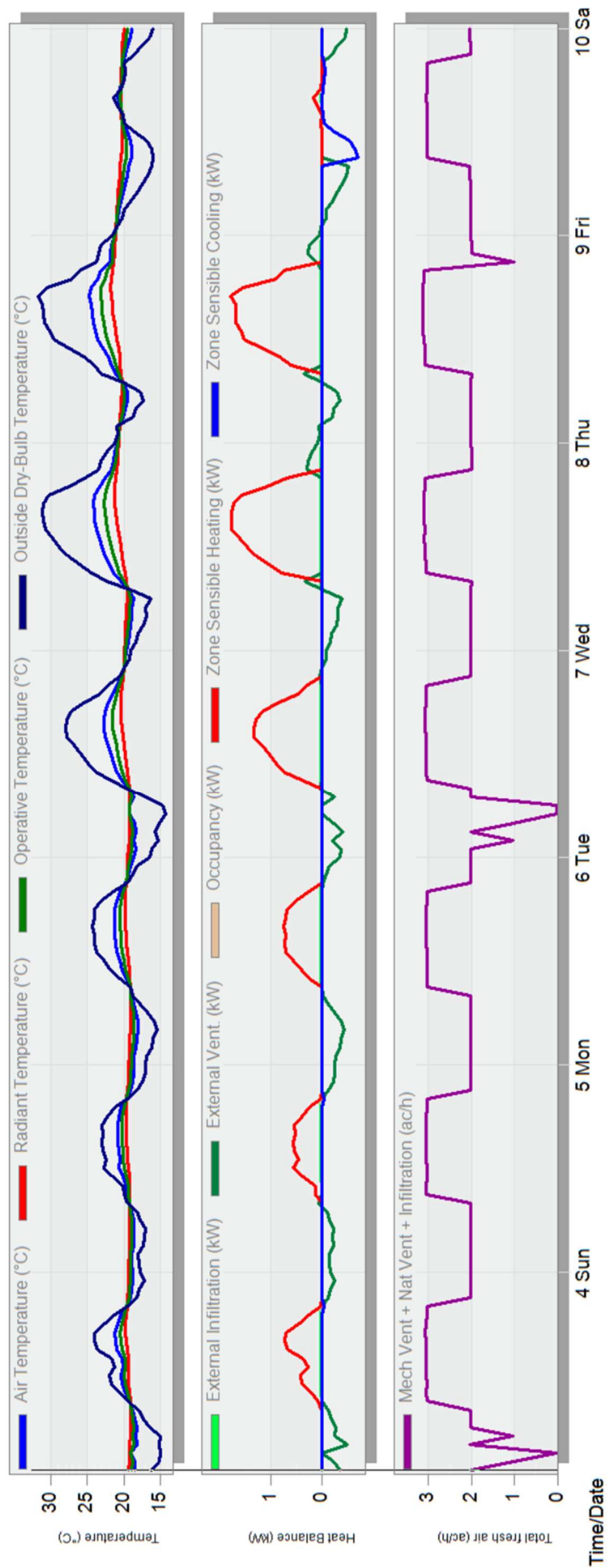
Z této simulace jsou definované prostory, kde je potřeba navrhnout chladicí systémy. Jelikož se jedná pouze o dvě zóny z celého objektu, bude ekonomicky efektivnější do daných prostorů umístit lokální chladicí jednotky, např. SPLIT jednotky.



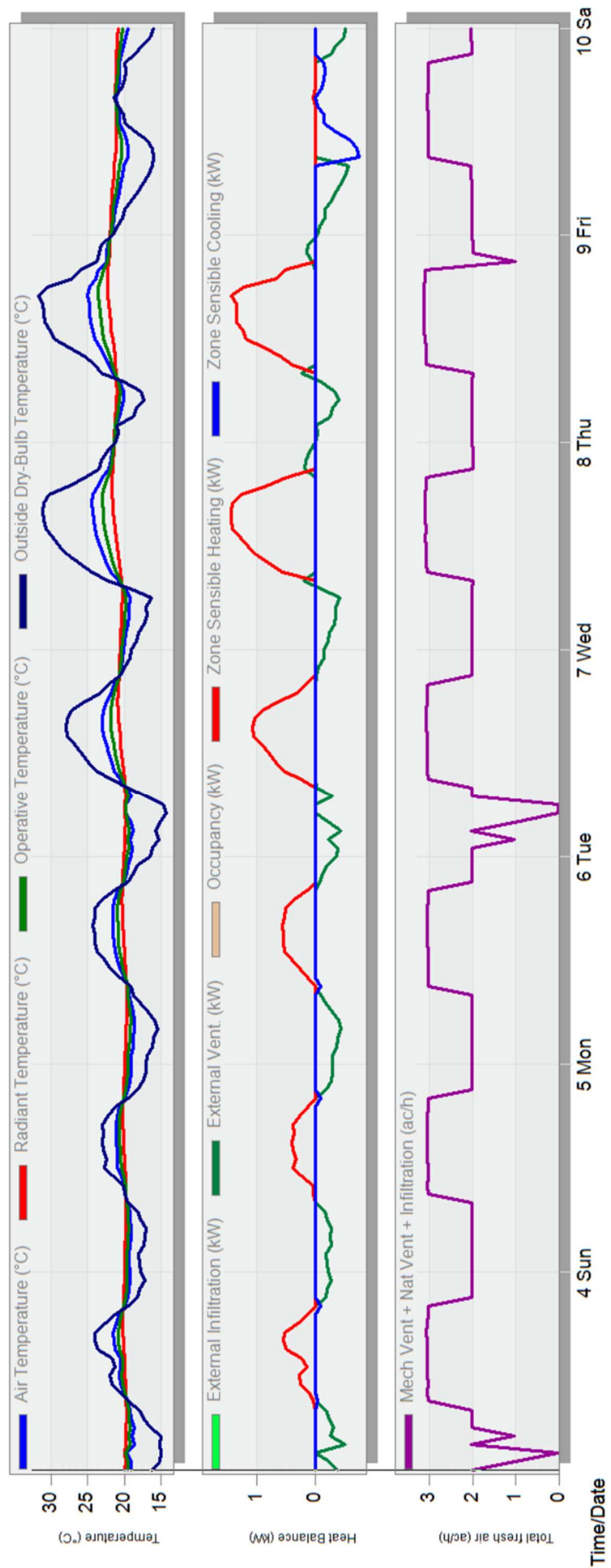
Obrázek 25 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 1, zdroj [vlastní zpracování]



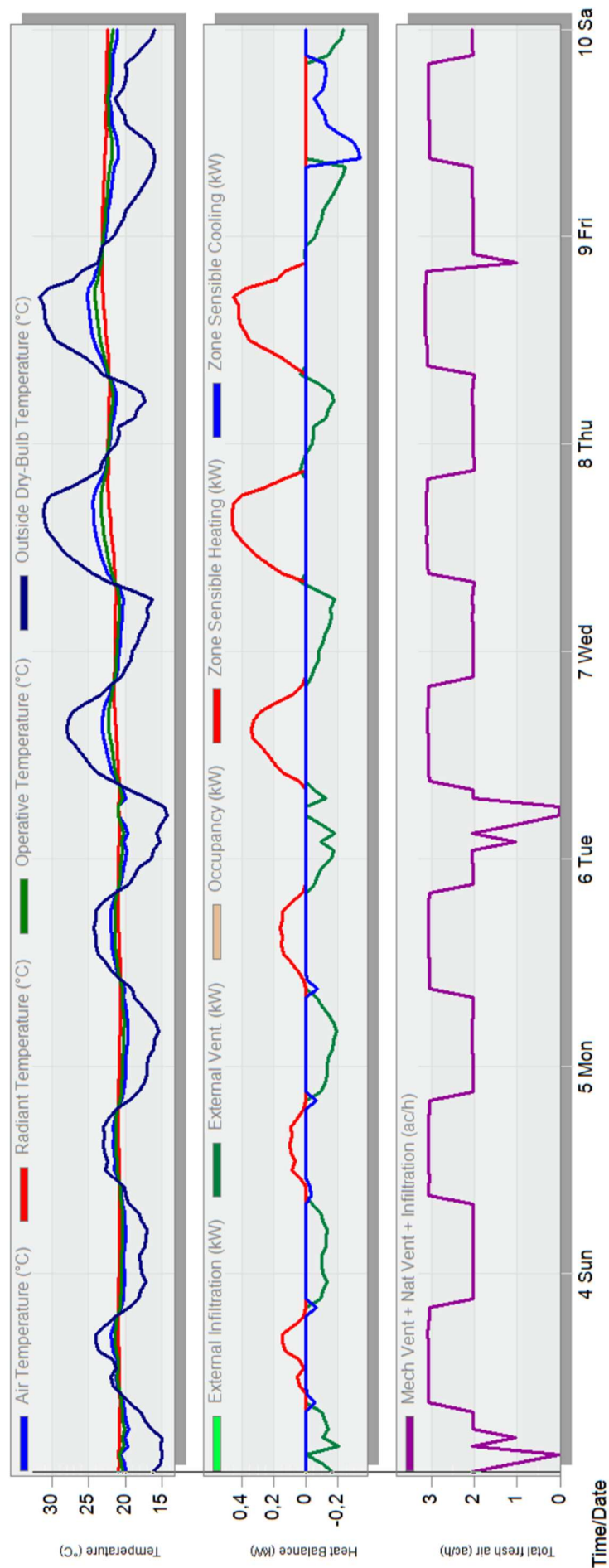
Obrázek 26 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 2, zdroj [vlastní zpracování]



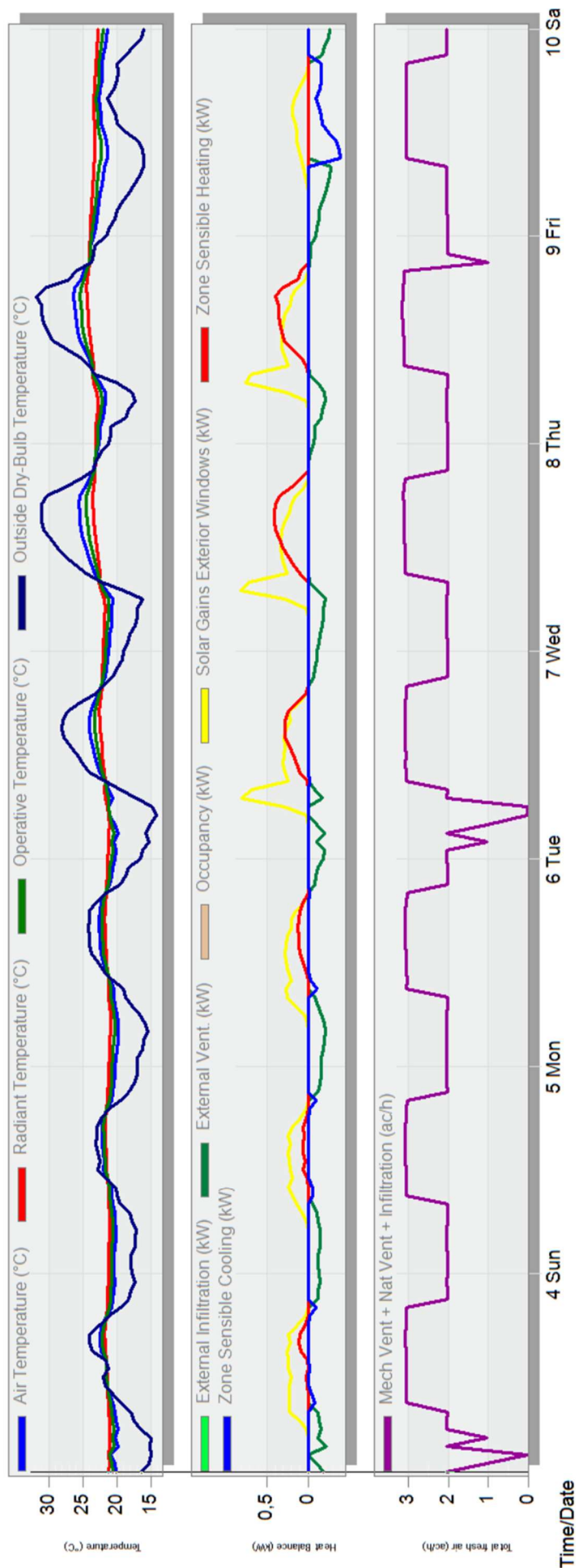
Obrázek 27 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 3, zdroj [vlastní zpracování]



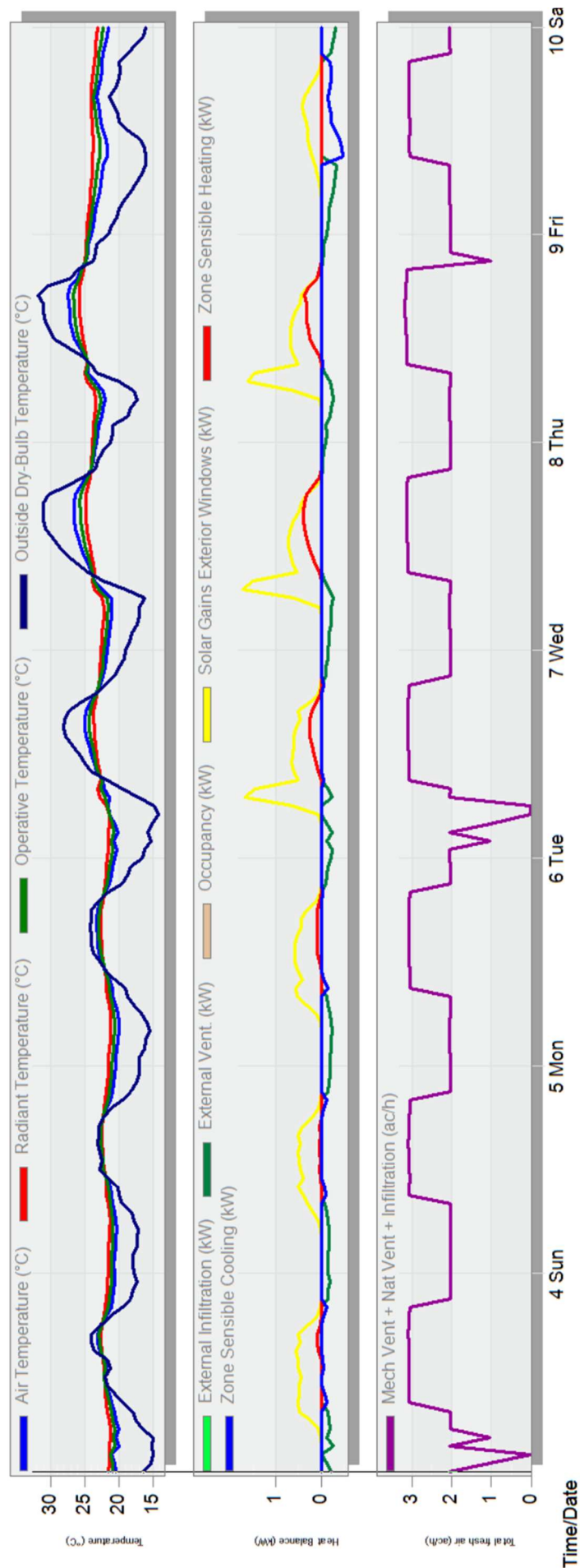
Obrázek 28 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 4, zdroj [vlastní zpracování]



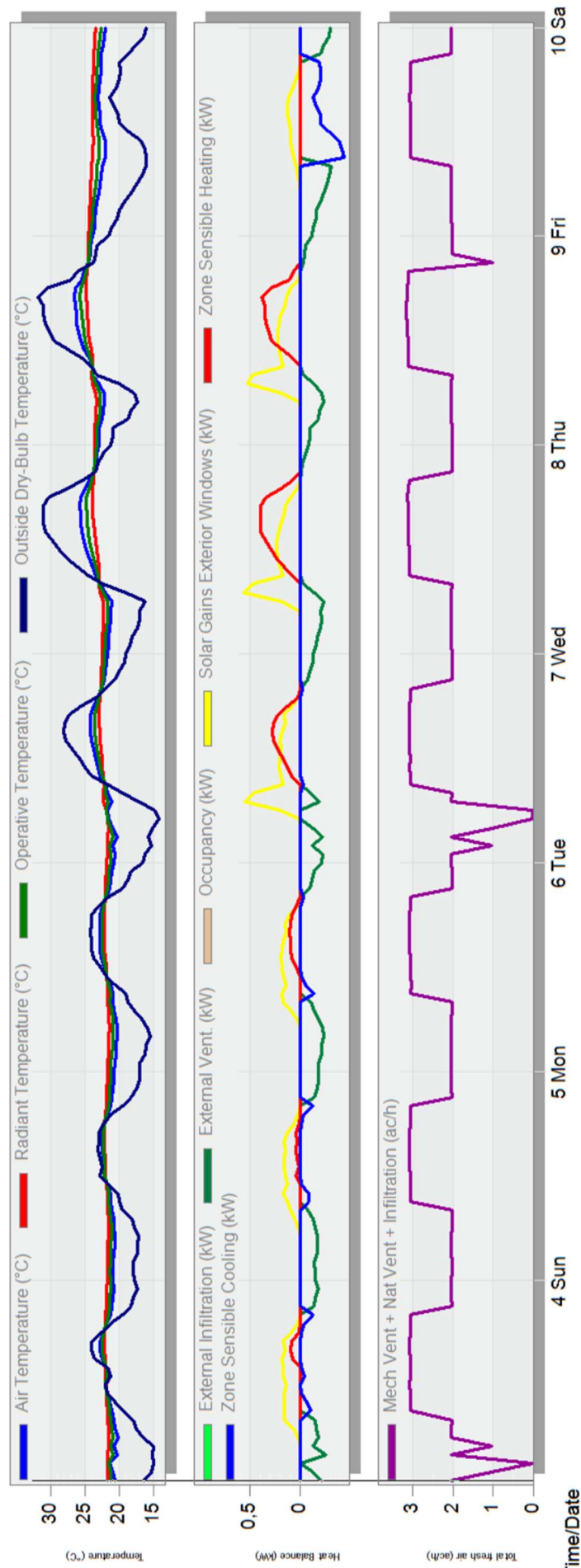
Obrázek 29 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 5, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 30 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 6, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 31 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 7, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 32 - Simulace č.2 týdenního cyklu pro zónu 8, zdroj [vlastní zpracování]

7.3 Vyhodnocení simulace č.3

Okrajové parametry pro simulaci č.2

VZT jednotka se ZZT, zapnuto chlazení, vloženy stínící prvky – externí žaluzie, horizontální lamely okolo objektu v 2.NP, hmota objektu, vnitřní zisky.

Závěr simulace č.3:

Simulace č.3 je definována okrajovými podmínkami, které simulují předpokládaný provoz budovy. Do zón 01, 02, 06, 07, 08 je potřeba dodávat chladící výkon kvůli překročení normové teploty vzduchu, tj. 27°C. Do prostoru je přiváděn vzduch o teplotě 24°C. Ostatní zóny splňují normové hodnoty pro tepelnou stabilitu v letním období.

Zóna 1_ orientace na sever, východ

Do zóny 01, kde jsou významné zisky od osob je potřeba dodávat chladící výkon o hodnotě 5,28 kW, dne 8. srpna v 19:00 hodin, kdy je dosažen maximální výkon pro chladící zdroj.

Zóna 2_ orientace na jih, západ

Do zóny 02, je potřeba dodávat chladící výkon o hodnotě 9,84 kW, dne 8. srpna v 17:00 hodin, kdy je dosažen maximální výkon pro chladící zdroj.

Zóna 6_ orientace na východ

Do zóny 06, je potřeba dodávat chladící výkon o hodnotě 1,2 kW, dne 8. srpna v 18:00 hodin, kdy je dosažen maximální výkon pro chladící zdroj.

Zóna 7_ orientace na východ

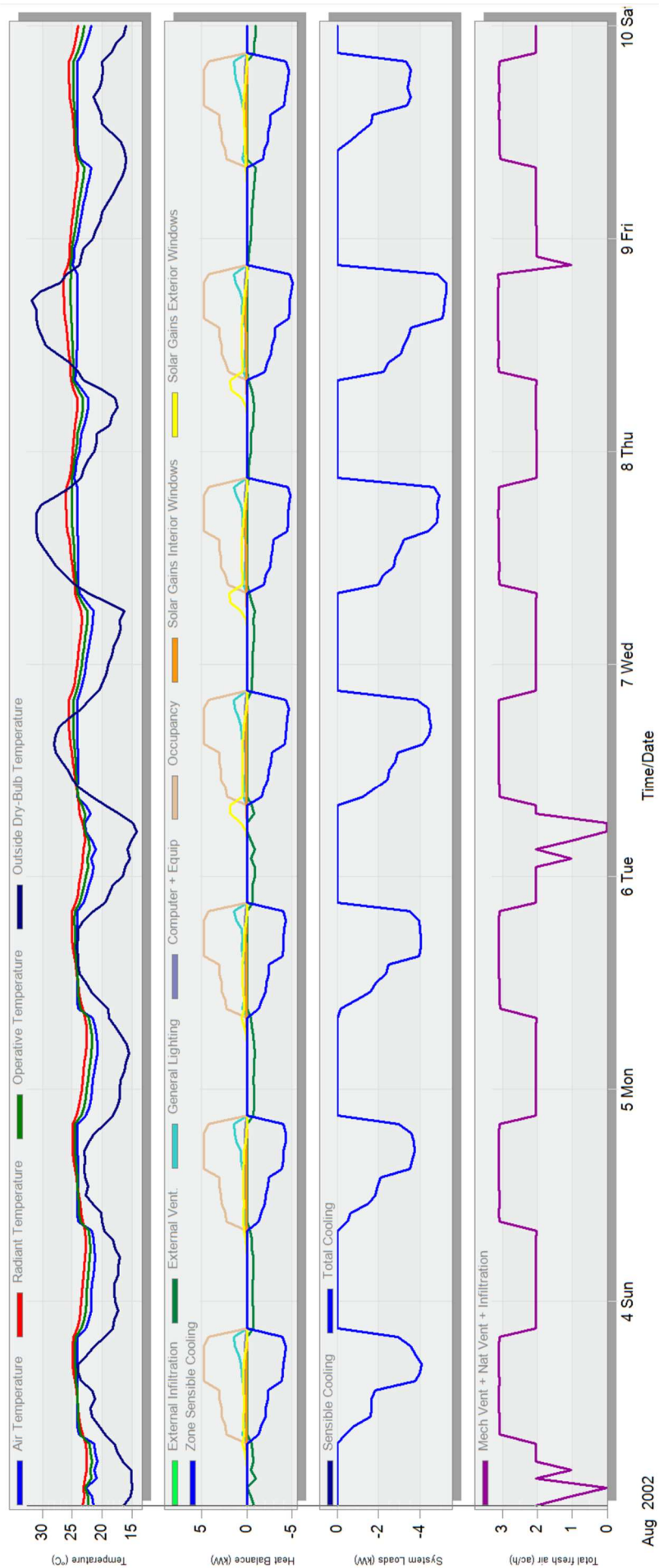
Do zóny 07 je potřeba dodávat chladící výkon o hodnotě 1,15 kW, dne 8. srpna v 16:00 hodin, kdy je dosažen maximální výkon pro chladící zdroj.

Zóna 8_ orientace na východ

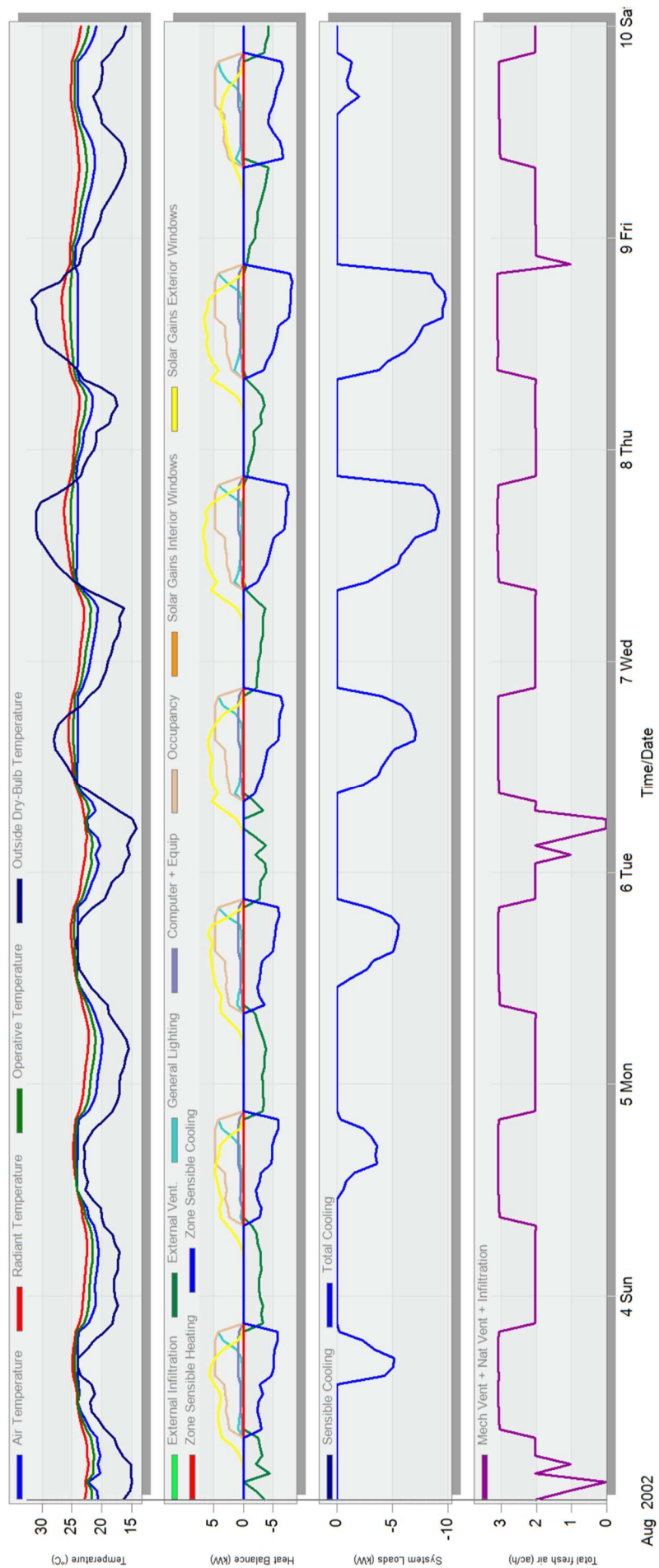
Do zóny 08, kde převládají tepelné zisky od vybavení je potřeba dodávat chladící výkon o hodnotě 2,44 kW, dne 8. srpna v 18:00 hodin, kdy je dosažen maximální výkon pro chladící zdroj.

Při započítání vnitřních zisků vzrostl počet zón, které je potřeba chladit. Celkový chladící výkon, který musíme do budovy vložit je 19,91 kW. Zóny, které bychom měli chladit jsou pobytovými zónami a prostory, kam se přivádí čerstvý vzduch. Proto je možné zdroj chladu umístit do VZT jednotky. Dalším možným řešením je umístění SPLITT jednotek do jednotlivých místností s požadovaným chladícím výkonem.

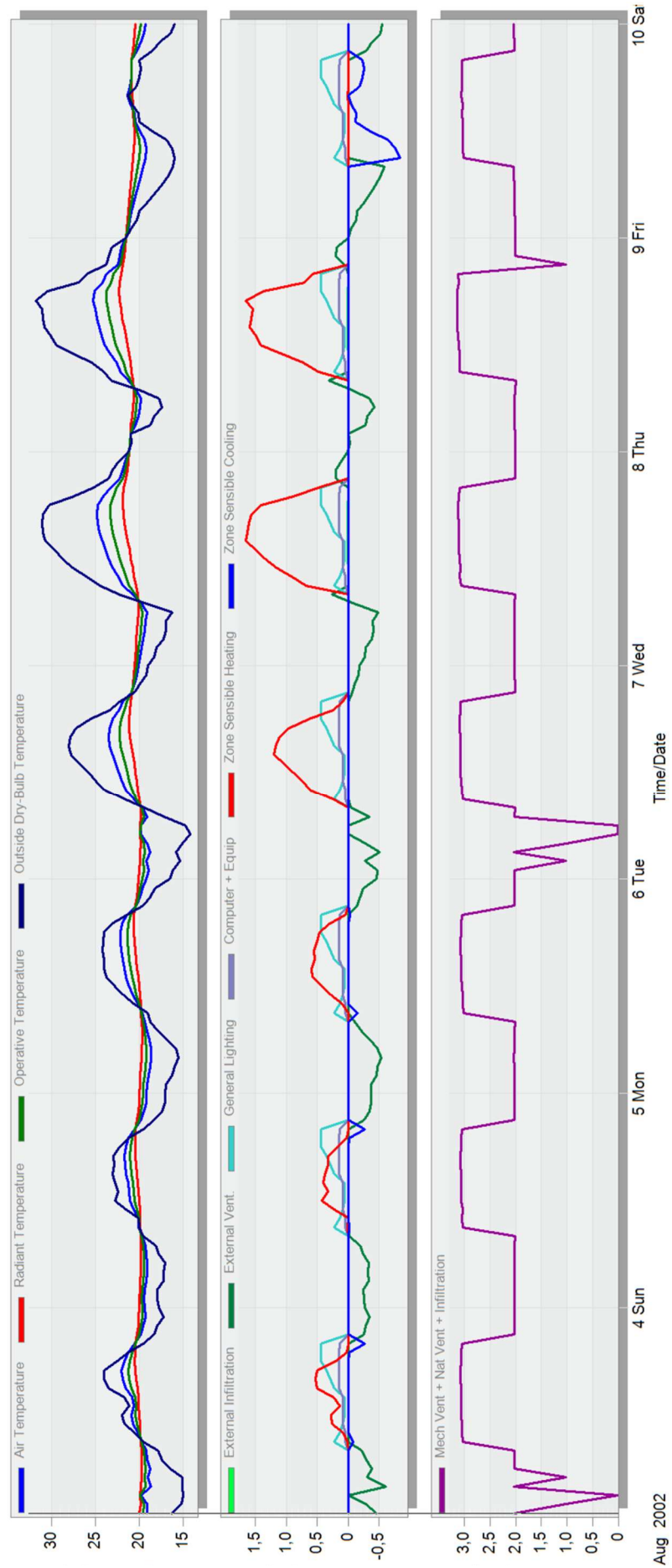
Tato simulace se neprovádí, při posouzení tepelné stability místností v letním období a prostorů, kde jsou překročeny normové požadavky ČSN 73 0540-2. Simulace zohledňuje požadavky na návrh chladícího systému pro komfort uživatelů.



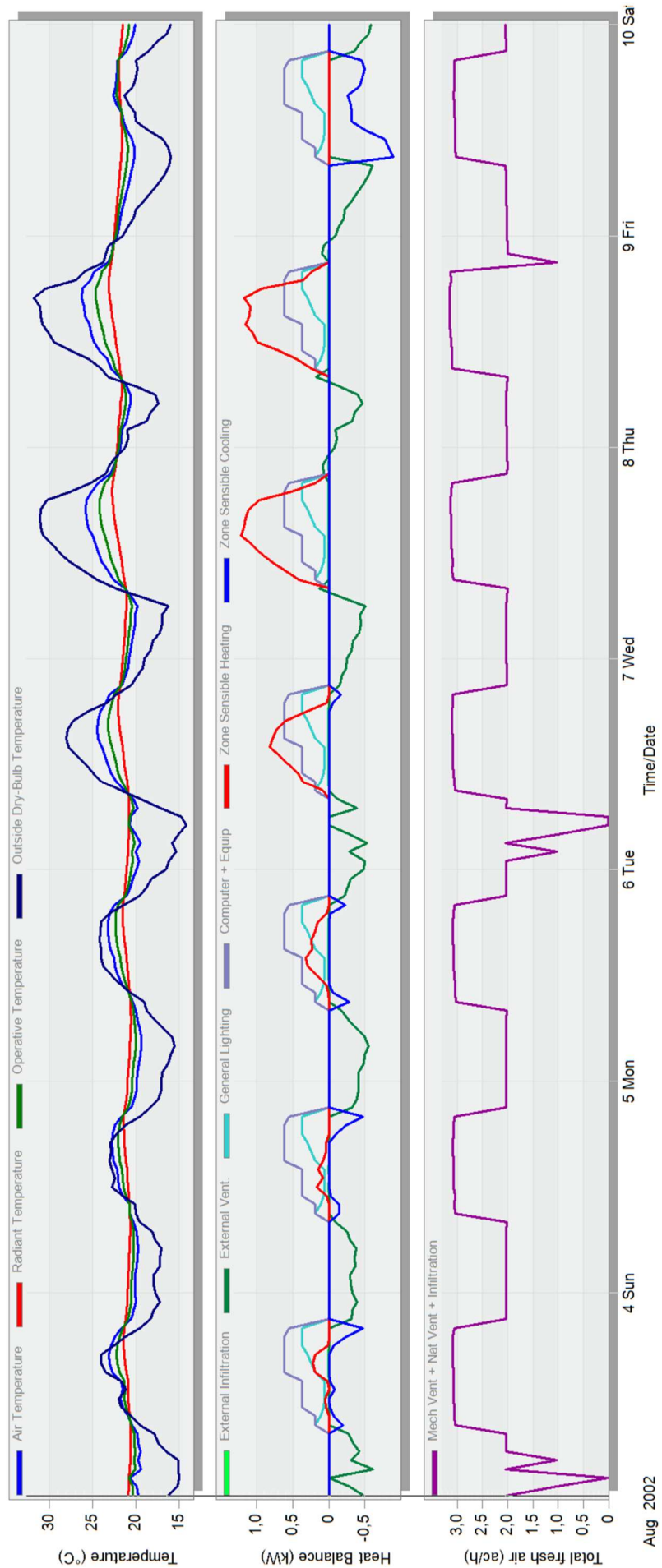
Obrázek 33 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 1, zdroj [vlastní zpracování]



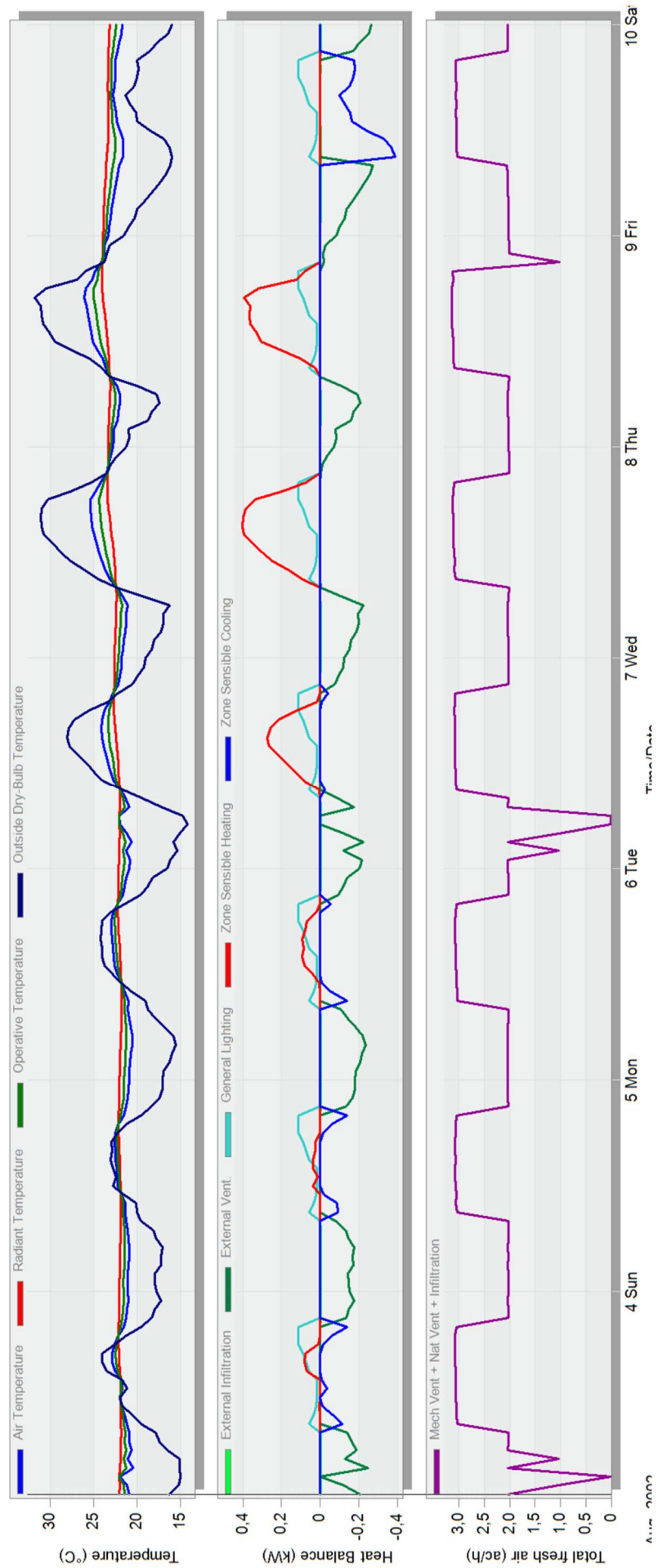
Obrázek 34 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 2, zdroj [vlastní zpracování]



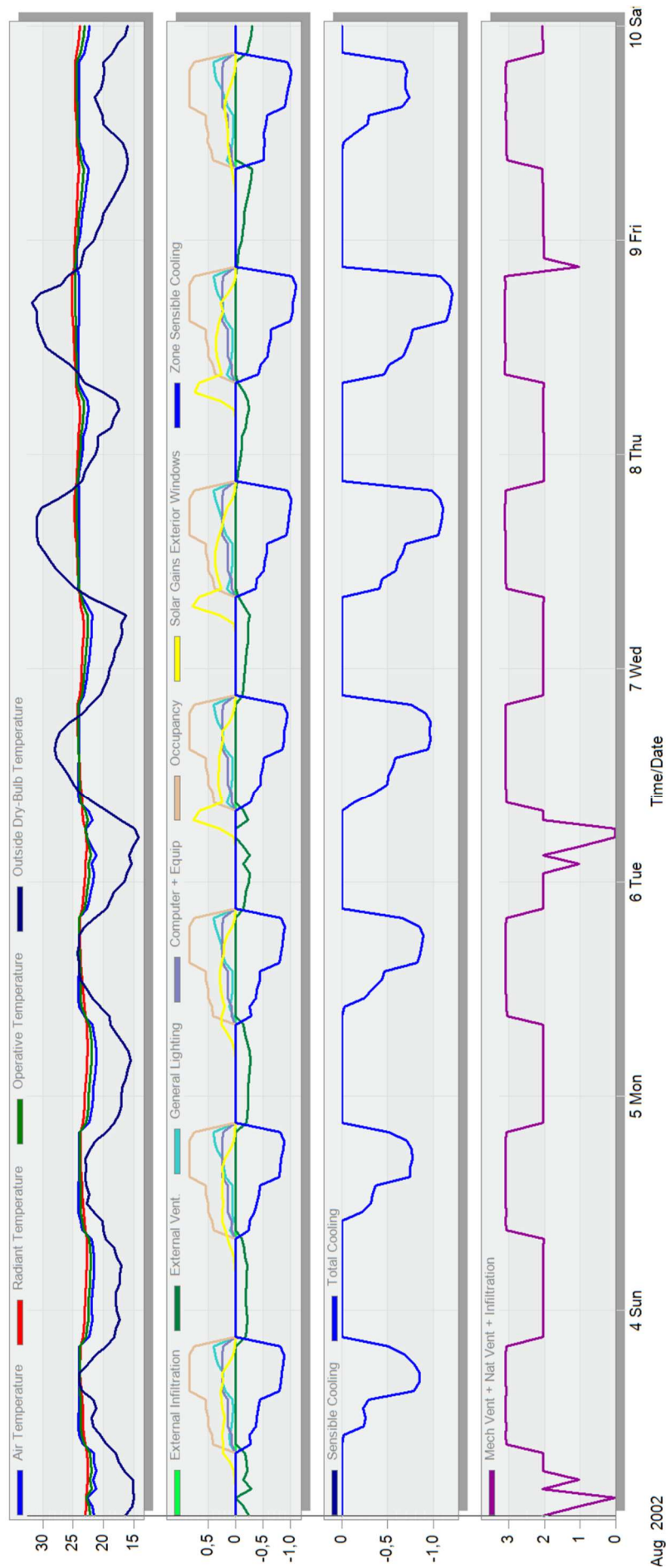
Obrázek 35 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 3, zdroj [vlastní zpracování]



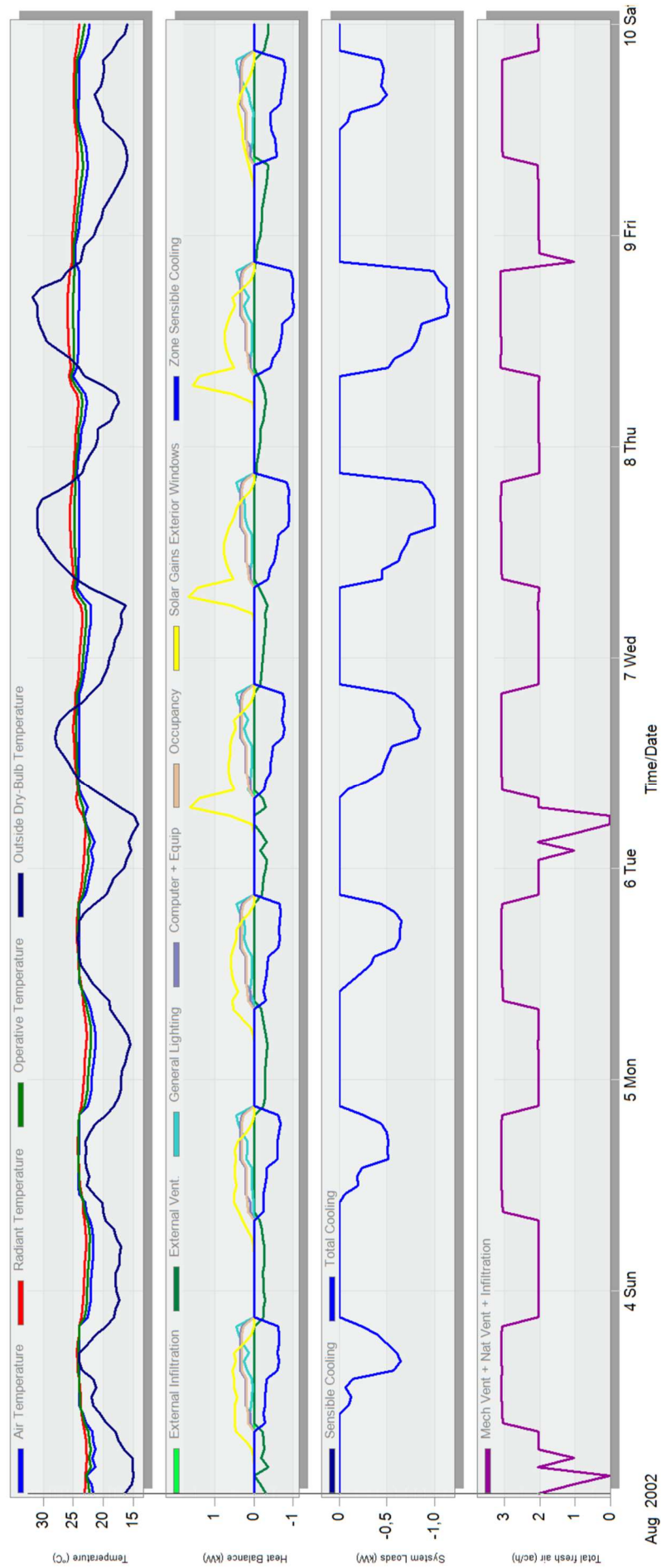
Obrázek 36 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 4, zdroj [vlastní zpracování]



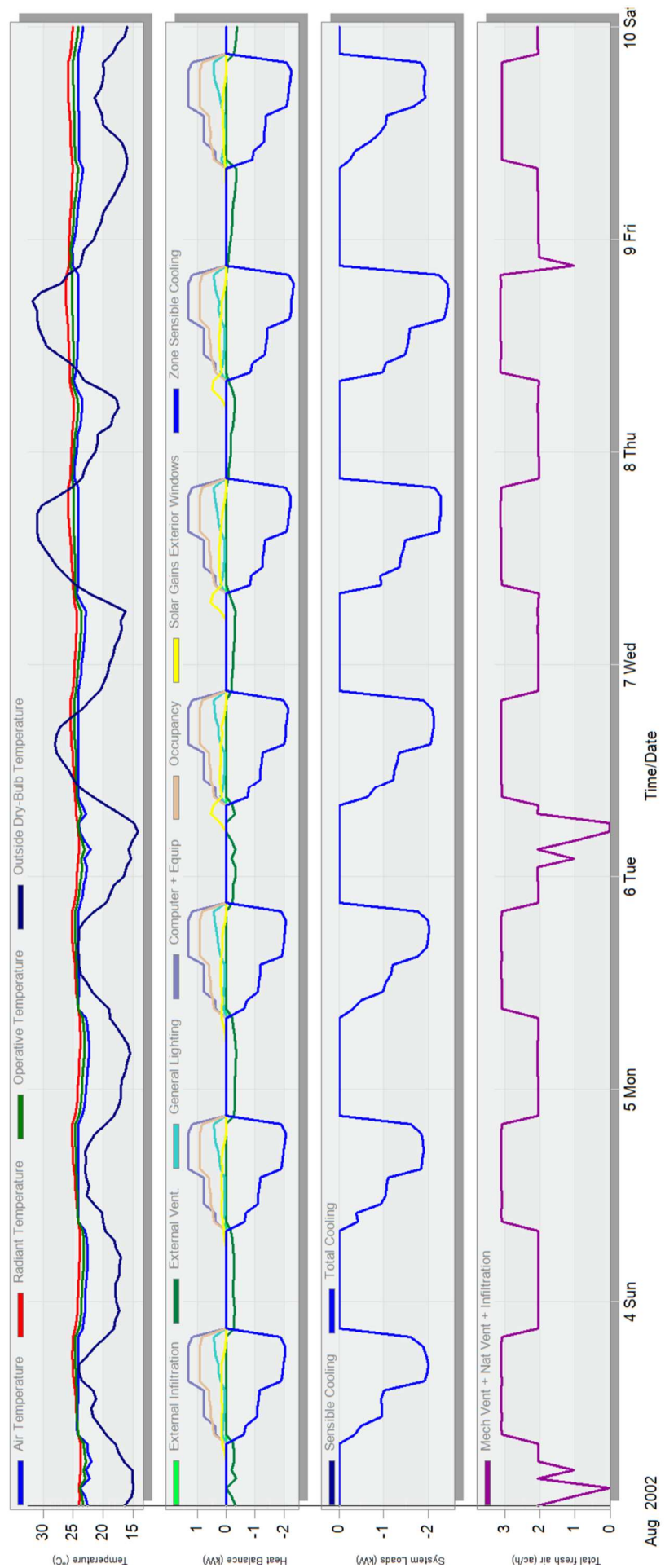
Obrázek 37 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 5, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 38 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 6, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 39 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 7, zdroj [vlastní zpracování]



Obrázek 40 - Simulace č.3 týdenního cyklu pro zónu 8, zdroj [vlastní zpracování]

8. Návrh chladicího systému

Dle simulace č.2, která posuzuje tepelnou stabilitu místnosti dle norem jsou definované prostory, které se přehřívají a je zapotřebí navrhnout chladicí systém.

Simulace č.3 se započítáním vnitřních zisků se počet zón, které je potřeba chladit rozrostl. Pro simulaci byl spočítán potřebný chladicí výkon, který činí 19,91kW.

Navrhovaný zdroj chladu je od firmy REMPO, typ KWL 220, který má chladicí výkon o hodnotě 21,8 kW. Pro primární okruh je užito chladivo R407C. Provozní medium se skládá z vody, max. 35%, ethylenglykol, max. 35%, propylenglykol. Výstupní teplota vody pro chlazení v chladicí komoře ve VZT jednotce je od +4°C do +18°C. Sekundární okruh má teplotní spád vody 9/15°C, dle technického listu vzduchotechnické jednotky. Umístění CHILLERU vzduchem chlazeným pro chladicí soustavu je možno umístit na střechnu objektu. Provozní teplota pro provoz chladicí soustavy je od +15°C do +45°C.

9. Závěr

Byly provedeny tři simulace s rozdílnými vstupními podmínkami. Dle zadaných vstupních podmínek byly výsledky a rozdíly jednotlivých simulací předpokládány. Simulace č.1 a č.2 proběhla dle normových požadavků pro tepelnou stabilitu s odlišným stíněním průsvitných konstrukcích. Simulace č.2 je přímé posouzení tepelné stability, jsou zde zadány veškeré stínící prvky bez vnitřních zisků.

U výsledků simulace č.1 dochází k přehřívání čtyř zón, kde zóny 6,7,8 jsou orientovány na východ a zóna č.2, kde jsou dosaženy maximální teploty a přehřátí interiéru tvoří nejdelší interval, je orientována na jih a západ. Simulační model je dynamický, proto v objektu dochází ke sdílení tepla mezi zónami a u východně orientovaných zón dochází k překročení normových hodnot v odpoledních hodinách z důvodů sdílení tepla mezi nejvíce přehřívanou zónou 2 a hmota objektu již nedokáže redukovat teplotu. Výjimku tvoří zóna č.7, kde jsou velké prosklené plochy a maximální teplota je dosažena v brzkých ranních hodinách ze sluneční radiace.

U simulace č.2 dochází k přehřívání pouze zóny č.2 a zóny č.7. Tento výsledek je možné odhadnout ze simulace č.1, kde oba prostory překračovaly normové hodnoty v nejdelším intervalu.

Vložení stínících prvků do modelového prostředí dochází ke snížení počtu přehřívávaných zón a snížení dosažených maximálních teplot v interiéru. Rozdíl v dosažených maximálních teplotách mezi simulacemi č.1 a č.2 v zóně 2 a zóně 7 jsou mezi 2 - 3°C. Z výsledků vyplývá, že vhodně navržené stínící prvky zvyšují investiční náklady, nicméně dochází k velkým úsporám při provozu budovy a zvyšujeme komfort osob pohybujících se v budově.

Simulace č.3, která se nejvíce blíží reálnému provozu ukazuje, že je zapotřebí navrhnout chladicí systémy do všech pobytových zón. Při započítání vnitřních zisků, které nejsou zanedbatelné dochází k výraznému vzrůstu teploty vzduchu nad normové hodnoty. Je potřeba chladit zónu 1, zónu 2, zónu 6, zónu 7, zónu 8.

Při zhodnocení všech simulací vyplývá, že je vhodné posuzovat prostory i se započítáním vnitřních zisků, i když normy pro posouzení stability ČSN 73 0540, ČSN EN ISO 13792 zanedbávají vnitřní zisky. Výpočtem dle normových požadavků dosáhneme menších teplot v interiéru a tím máme větší pravděpodobnost splnit parametry pro tepelnou stabilitu. Ušetříme náklady investorovi, ale budova se v letních měsících může stát neobyvatelná, nekomfortní pro osoby. Při provozu, kdy se zjistí přehřívání prostoru, jsou investiční náklady pro zlepšení vnitřních parametrů nákladnější než při samotné realizaci objektu. Proto je vhodnější, i když to norma nevyžaduje posuzovat prostory s vnitřními zisky pro získání reálné teploty vnitřního vzduchu a před realizací objektu stanovit potřebné chladicí výkony. Zvýšíme investiční náklady, provozní náklady, ale zvýšíme již od začátku provozu budovy komfort osob a vyhneme se doplňujícím investicím pro zajištění tepelné pohody v interiéru v letním období. Posouzení a zvolení vhodné varianty je vždy na spolupráci projektanta a investora.

Seznam literatury a podkladů

zdroj [1]

CENTNEROVÁ, Lada. Hodnota metabolismu. *Vetrani.tzb-info.cz* [online]. 2001, , 1 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitрни-prostredi/569-hodnota-metabolismu>

zdroj [2]

DUŠKA, Michal, , Miloš LAIN a František DRKAL, Tepelné zisky z vnitřních vybavení administrativních budov. *Vetrani.tzb-info.cz* [online]. 2005, , 1 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://vetrani.tzb-info.cz/vnitрни-prostredi/2566-tepelne-zisky-z-vnitrnich-vybaveni-administrativnich-budov>

zdroj [3]

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM [online]. Europe commission, 2017 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html

zdroj [4]

TECHNICKÝ PRŮVODCE - VĚTRÁNÍ A KLIMATIZACE, Jaroslav CHYSKÝ a Karel HEMZAL "ET AL". Intenzity sluneční radiace procházející oknem. *Vytapeni.tzb-info.cz* [online]. 1993 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/64-intenzity-slunecni-radiace-prochazejici-oknem>

zdroj [5]

CHYBÍK, Josef. Pasivní domy a tepelná stabilita v zimním období. *Tzb-info.cz* [online]. , 1 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/3627-pasivni-domy-a-tepelna-stabilita-v-zimnim-obdobi>

zdroj [6]

MORÁVKOVÁ, Nicole. Výpočet letní tepelné stability místnosti klasickou metodou a s využitím dynamické simulace. *Atelier-dek.cz* [online]. 2015 [cit. 2018-05-13]. Dostupné z: <https://atelier-dek.cz/v%C3%BDpo%C4%8Det-letn%C3%AD-tepeln%C3%A9-stability-m%C3%ADstnosti-klasickou-metodou-s-vyu%C5%BEit%C3%ADm-dynamick%C3%A9-simulace-672>

zdroj [7]

NOVOTNÝ, Jakub. Nízkoprahoví centrum. Praha, Čvut, FSv, 2013. Architektonické navrhování malé občanské výstavby, studentský projekt. ČVUT, Fsv, obor Architektura a stavitelství. Vedoucí práce Luboš Knytl.

JOKL, Miroslav. Teorie vnitřního prostředí budov. Praha: Praha, ČVUT, 1991.

ostatní zdroje

ČSN EN ISO 13 791 Tepelné chování budov - Výpočet vnitřních teplot v místnosti v letním období bez strojního chlazení - Základní kritéria pro validační postupy

ČSN EN ISO 13 792 Tepelné chování budov - Výpočet vnitřních teplot v místnosti v letním období bez strojního chlazení – Zjednodušené metody

Normy ČSN EN ISO 13 791 A ČSN EN ISO 13 792 jsou nahrazeny od 1.4.2018 normou ČSN EN ISO 52 217-1 Energetická náročnost budov – Citelné a latentní tepelné zatížení a vnitřní teploty

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

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 3: Výpočet hodnoty veličiny pro navrhování a ověřování

ČSN 73 0540-3 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody