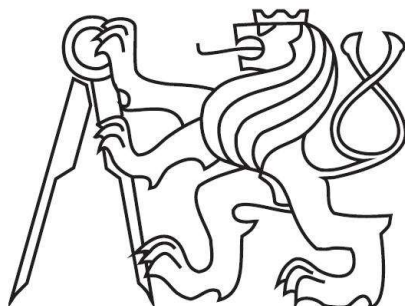


**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Polyfunkční dům Bratislavská
Polyfunctional house Bratislavská

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Petra Soukupová

2020

Studijní program: Budovy a prostředí

Studijní obor: Budovy a prostředí

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Soukupová Jméno: Petra Osobní číslo: 438942Zadávající katedra: K124 - Katedra konstrukcí pozemních stavebStudijní program: Budovy a prostředíStudijní obor: Budovy a prostředí

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Polyfunkční dům BratislavskáNázev diplomové práce anglicky: Polyfunctional house Bratislavská

Pokyny pro vypracování:

Optimalizace budovy dle architektonické studie a její návrh z hlediska stavebně energetické analýzy, environmentálního posouzení a rizika letního přehřívání.

Vypracovat projektovou dokumentaci pro stavební povolení. Budou zpracovány dílčí části PD - C.3 Situace koordinační, D.1.1 Architektonicko stavební řešení, D.1.2 Stavebně konstrukční řešení (předběžný návrh a vybrané výkresy tvaru/skladby), D.1.4 (návrh zdrojů + přípojky, základní trasování, koncepce a dimenze VZT, výkres rozvodů VZT), část D.1.1 doplnit o vybrané stavební detaily (min. 5).

Seznam doporučené literatury:

Konstrukční detaily pro pasivní domy - Juraj Hazucha, Jan Bárta

vyhl. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb

vyhl. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, navazující ČSN (ČSN EN)

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.Datum zadání diplomové práce: 24.9.2019Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020*Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku*

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Petra Soukupová

Název diplomové práce: Polyfunkční dům Bratislavská

Základní část: K124 KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB podíl: 45 %

Formulace úkolů: PLNĚ ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 15.10.2019

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: K125 podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Žuzana Keverková

Formulace úkolů: Koncept větrání polyfunkční budovy - půdorys 1:100, stanovení množství větracího vzduchu, návrh VZT jednotek - rozvážení, výpočet dimenzí rozvodů

Podpis konzultanta: 

Datum: 4.11.2019

3. Část: K133 podíl: 5 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. Hana HANZLOVÁ, CSc.

Formulace úkolů: Rozsaha o nosném systému objektu, předb. návrh hlavních nosných prvků. Sebeúčinné mykrosy střešní jednodílných panelů. Stručná TČ ke statické části

Podpis konzultanta: 

Datum: 4.11.2019

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a všechny podklady jsou uvedené v seznamu použitých zdrojů.

V Praze dne

.....

podpis

Poděkování

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu diplomové práce Ing. Ctislavu Fialovi, Ph.D. za odborné vedení práce, věcné připomínky, rady, vstřícnost a strávený čas při konzultacích během vypracování mé diplomové práce.

Dále děkuji Ing. Zuzaně Veverkové, Ph.D. za konzultace části technického zařízení budov a Ing. Haně Hanzlové, Ph.D. za konzultaci statické části práce.

Anotace

Předmětem diplomové práce je zpracování projektové dokumentace polyfunkčního domu pro stavební povolení. Zadáním byla architektonická studie. V první části práce je proveden návrh budovy dle stavebně energetických požadavků na pasivní budovy, environmentální analýzy a optimalizace okenních otvorů. Tato optimalizace je provedena z hlediska vlivu na stavebně energetickou analýzu, rizika letního přehřívání a denního osvětlení.

Druhá část práce je věnována projektové dokumentaci, která obsahuje architektonicko-stavební řešení, stavebně konstrukční řešení a techniku prostředí staveb.

Projekt se zabývá novostavbou polyfunkčního domu. Budova má jedno podzemní a osm nadzemních podlaží, které jsou dělené dle funkce užívání. V objektu se nachází tři obchodní jednotky, čtyři administrativní jednotky a třicet dva bytových jednotek o velikosti 2+KK či 3+KK.

Klíčová slova: projektová dokumentace pro stavební povolení, polyfunkční dům, pasivní budova, environmentální analýza, optimalizace okenních otvorů

Annotation

The subject of the diploma thesis is preparation of project documentation of a polyfunctional house for a building permit. Preparation of documentation was based on an architectural study. In the first part of the thesis is designed the building according to building energy requirements for passive buildings, then is made an environmental analysis and optimization of window openings. This optimization is made in terms of impact on building energy analysis, risks of summer overheating and daylight.

The second part of the thesis deal with the project documentation itself. The documentation includes design-building solutions, construction solutions and the distribution of the building services systems.

The project deals with construction of a new polyfunctional house. The building has one underground floor and eight above ground floors, which are classified according to their usage. In the building are three commercial units, four administrative units and thirty-two residential units of size 2BR + kitchenette or 3BR + kitchenette.

Keywords: project documentation for a building permit, polyfunctional house, passive buildings, environmental analysis, optimization of window openings

OBSAH

1. NÁVRHOVÁ ČÁST	7
1.1 STAVEBNĚ ENERGETICKÁ ANALÝZA	7
1.2 ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZA	10
1.3 OPTIMALIZACE OKENNÍCH OTVORŮ	14
1.3.1. Stavebně energetická analýza	15
1.3.2. Riziko letního přehřívání	16
1.3.3. Denní osvětlení.....	24
1.3.4. Vyhodnocení optimalizace okenních otvorů.....	31
2. ČÁST PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	
A PRŮVODNÍ ZPRÁVA	
B SOUHRNNÁ TECHNICKÁ ZPRÁVA	
C SITUAČNÍ VÝKRESY	
C.3 Koordinační situační výkres	
D.1 DOKUMENTACE STAVEBNÍHO OBJEKTU	
D.1.1 Architektonicko-stavební řešení	
D.1.2 Stavebně konstrukční řešení	
D.1.4 Technika prostřední staveb	
3. OSTATNÍ	32
3.1 SEZNAM CITACÍ	32
3.2 POUŽITÁ LITERATURA	32
3.3 NORMY A VYHLÁŠKY	32
3.4 WEBOVÉ STRÁNKY	34
3.5 SEZNAM OBRÁZKŮ	35
3.6 SEZNAM GRAFŮ	36
3.7 SEZNAM TABULEK	37
3.8 SEZNAM PŘÍLOH.....	38

1. NÁVRHOVÁ ČÁST

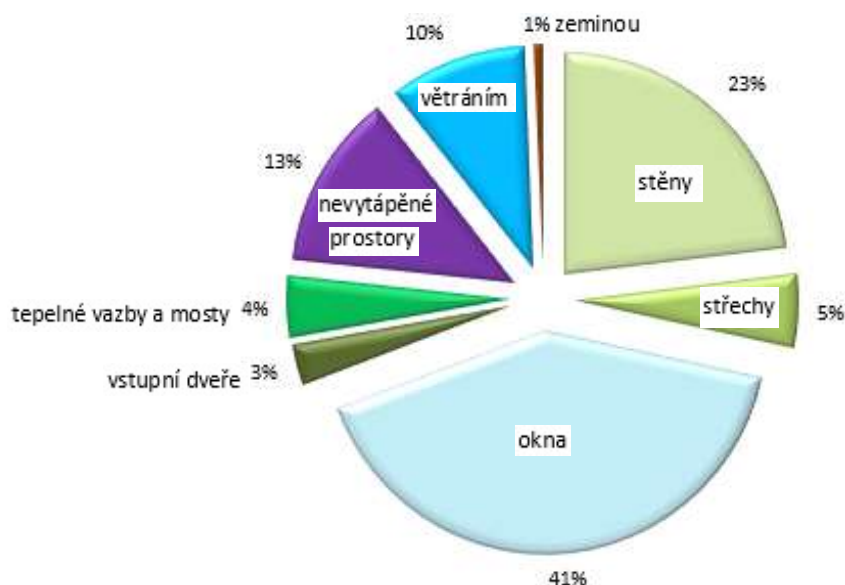
1.1 STAVEBNĚ ENERGETICKÁ ANALÝZA

V prvním kroku návrhu jsem se zabývala stavebně energetickou analýzou, při které jsem se zaměřila na návrh jednotlivých obalových konstrukcí objektu, tak abych splnila požadavky na pasivní dům. Dle ČSN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky jsou pro pasivní budovy doporučené hodnoty pro bytový dům - průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} \leq 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a měrná potřeba tepla na vytápění $E_A \leq 15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ [1].

Jako první variantu této analýzy jsem si zvolila hodnoty součinitelů prostupu tepla konstrukcí obálky na horní hranici doporučených hodnot pro pasivní budovy (Tab. č.1). Pro tyto použité hodnoty jsem vytvořila graf měrných tepelných ztrát obálkou budovy (Graf č.1).

	U [W/(m ² ·K)]		
Obvodová stěna	0,180		
Stěna k terénu	0,220		
Střecha	0,150		
Okna	$U_g = 0,65$	$U_f = 0,80$	$g = 0,60$
Dveře	1,20		
Obvodová stěna suterén/exteriér	0,300		
Vrata suterén/exteriér	1,700		
Stěna k terénu suterén	0,300		
Zelená střecha	0,300		
Stěna suterén/interiér (vytápěný)	0,300		
Dveře suterén/interiér (vytápěný)	1,700		
Strop suterén/interiér (vytápěný)	0,300		

Tab. č.1: Hodnoty součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce obálky budovy na horní hranici doporučených hodnot pro pasivní budovy [1]

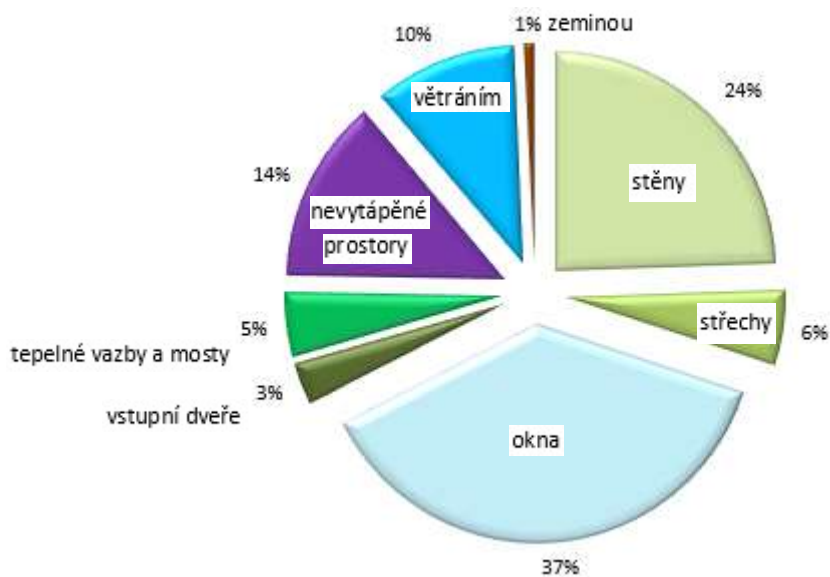


Graf č.1: Měrné tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce obálky budovy na horní hranici doporučených hodnot pro pasivní budovy

Při těchto hodnotách vychází $U_{em} = 0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a $E_A = 18,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Obě hodnoty nevyhovují doporučeným hodnotám pro pasivní budovy, a proto musí dojít ke zlepšení konstrukcí. Z grafu č.1 vyplývá, že největší tepelné ztráty jsou okny, a proto je důležité právě jejich konstrukci zlepšit. Zlepšená hodnota součinitele prostupu tepla pro konstrukci oken je uvedena v tabulce č.2 a s touto hodnotou jsem znovu vytvořila graf měrných tepelných ztrát (Graf č.2).

	U [W/(m ² ·K)]
Okna	$U_g = 0,5$

Tab. č.2: Zlepšení hodnoty součinitele prostupu tepla pro okenní konstrukce

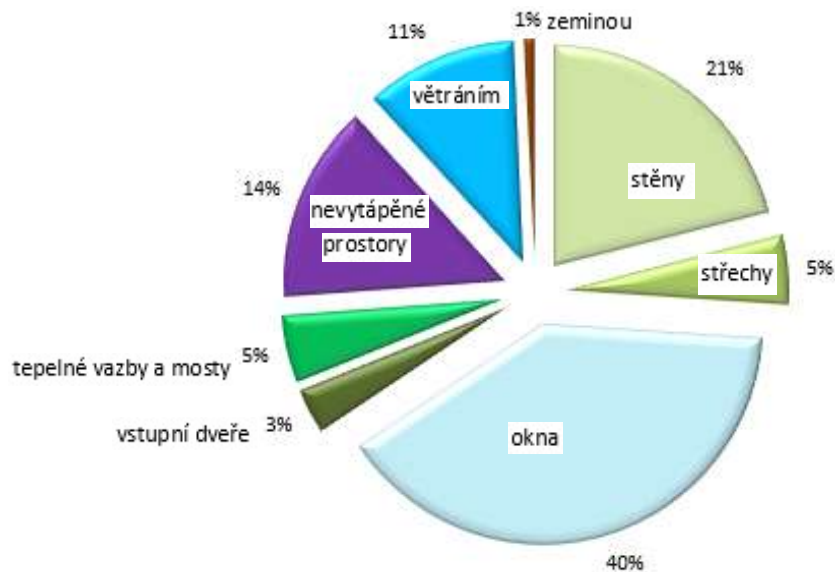


Graf č.2: Měrné tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce obálky budovy při zlepšení okenních konstrukcí

Při zlepšení okenních konstrukcí vychází $U_{em} = 0,33 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a $E_A = 16,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$. Obě hodnoty stále nevyhovují doporučeným hodnotám pro pasivní budovy, a tak jsem na základě grafu č.2 zlepšila konstrukce obvodových stěn a střeš. Pro tyto konstrukce jsem zvolila hodnoty uvedené v tabulce č.3 a vytvořila opět graf měrných tepelných ztrát (Graf č.3).

	U [W/(m ² ·K)]
Obvodová stěna	0,145
Střecha	0,125

Tab. č.3: Zlepšení hodnoty součinitele prostupu tepla pro konstrukce obvodové stěny a střeš



Graf č.3: Měrné tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce obálky budovy při zlepšení konstrukce obvodové stěny a střech

Při tom to zlepšení již budova dosahuje hodnot $U_{em} = 0,30 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ a $E_A = 14,7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$, které obě vyhovují doporučeným hodnotám a není důvod konstrukce dále zlepšovat. Výsledné hodnoty součinitelů pro všechny konstrukce obálky budovy jsou uvedené v tabulce č.4.

	U [W/(m ² ·K)]		
Obvodová stěna	0,145		
Stěna k terénu	0,220		
Střecha	0,125		
Okna	$U_g = 0,5$	$U_f = 0,80$	$g = 0,60$
Dveře	1,20		
Obvodová stěna suterén/exteriér	0,300		
Vrata sut/ex	1,700		
Stěna k terénu suterén	0,300		
Zelená střecha	0,300		
Stěna suterén/interiér (vytápěný)	0,300		
Dveře sut/int	1,700		
Strop sut/int	0,300		

Tab. č.4: Výsledné hodnoty součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce obálky budovy po stavebně energetické analýze

Vyhodnocení variant v rámci stavebně energetické analýzy včetně grafů měrných tepelných ztrát bylo provedeno v programu Potřeba tepla pro Specializovaný projekt oboru Budovy a prostředí.

1.2 ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZA

V rámci environmentálního posouzení jsem připravila následujících 6 variant svislých konstrukcí, které jsem v analýze posoudila:

- 1) reference: železobeton + čedičová vlna
 - 1A) dělicí příčky: broušené cihelné bloky
 - 1B) dělicí příčky: tvárnice z pórobetonu a vápenopískové tvárnice
- 2) výplňové konstrukce v obálce: broušený cihelný blok + čedičová vlna
nosné konstrukce v obálce: železobeton + čedičová vlna
- 3) výplňové konstrukce v obálce: tvárnice z pórobetonu + čedičová vlna
nosné konstrukce v obálce: železobeton + čedičová vlna
- 4) výplňové konstrukce v obálce: vápenopískové tvárnice + čedičová vlna
nosné konstrukce v obálce: železobeton + čedičová vlna
- 5) výplňové konstrukce v obálce: broušený cihelný blok s minerální izolací + čed. vlna
nosné konstrukce v obálce: železobeton + čedičová vlna
- 6) výplňové konstrukce v obálce: tepelněizolační tvárnice + čedičová vlna
nosné konstrukce v obálce: železobeton + čedičová vlna

Jelikož požární výška objektu je vyšší než 22,5 m, musela být ve všech variantách použita čedičová vlna jako izolant A1/A2 na celé ploše obálky [2].

Z důvodu nízkých hodnot vzduchové neprůzvučnosti u pórobetonových tvárnice jsem posoudila i další dílčí varianty, kde jsem z důvodu lepší akustiky a úspory rozměrů zakombinovala vápenopískové tvárnice:

- 3A) bytové příčky akustické (mezi obytnými místnostmi v rámci jednoho bytu):
 - tvárnice z pórobetonu tl. 250 mm
 - akustické stěny (mezi jednotlivými byty):
 - vápenopískové tvárnice tl. 240 mm
- 3B) bytové příčky akustické (mezi obytnými místnostmi v rámci jednoho bytu):
 - vápenopískové tvárnice tl. 175 mm
 - akustické stěny (mezi jednotlivými byty):
 - vápenopískové tvárnice tl. 240 mm

Schématické náčrty a detailní popis všech variant viz Příloha č.1: VARIANTY OBVODOVÝCH STĚN A OSTATNÍCH SVISLÝCH KONSTRUKCÍ PRO ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZU.

V rámci analýzy jsem zpracovala podrobný výkaz výměr všech svislých konstrukcí, které se liší v jednotlivých variantách. Tyto hodnoty jsem zanesla do tabulky a posoudila je na následující environmentální parametry:

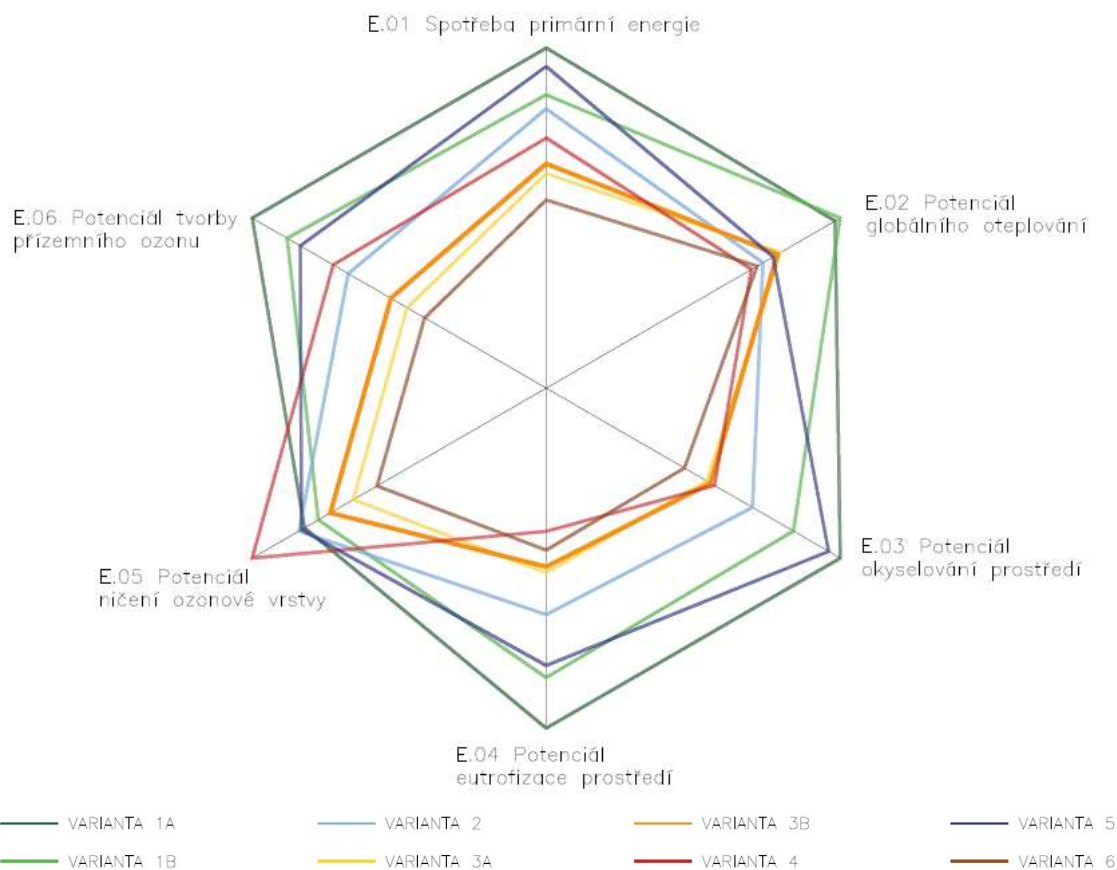
- spotřeba primární energie,
- potenciál globálního oteplování,
- potenciál okyselování prostředí,
- potenciál tvorby přízemního ozónu,
- potenciál ničení ozonové vrstvy,
- potenciál eutrofizace prostředí [3].

Výkazy výměr a strukturované výpočty jednotlivých environmentálních parametrů viz Příloha č.2: DÍLČÍ VÝSTUPY Z ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZY PRO JEDNOTLIVÉ VARIANTY A KRITÉRIA. V tištěné diplomové práci je přiložena pouze část přílohy dílčích výstupů pro výslednou variantou 3B. Ostatní výstupy přílohy jsou pouze v elektronické verzi práce na CD.

Výsledky jsem zanesla do souhrnné tabulky (Tab. č.5.) a paprskového grafu (Graf č.4.), kde každá varianta je znázorněna šestiúhelníkem. Každý vrchol daného šestiúhelníku je jeden z posuzovaných environmentálních parametrů. Čím je plocha šestiúhelníku menší, tím je varianta šetrnější.

	Varianta 1A	Varianta 1B	Varianta 2	Varianta 3A	Varianta 3B	Varianta 4	Varianta 5	Varianta 6	
	ŽB + čedičová vlna (příčky cihelné bloky)	ŽB + čedičová vlna (příčky pórobetonové tvárnice)	Broušený cihelný blok + čedičová vlna	Tvárnice z pórobetonu + čedičová vlna (příčky pórobeton a VPC)	Tvárnice z pórobetonu + čedičová vlna (příčky VPC tvárnice)	VPC cihly + čedičová vlna	Broušený cihelný blok s min.izol. + ČV	TI Tvárnice pórobeton + čedičová vlna (příčky pórobeton a VPC)	
E.01 Spotřeba primární energie	22,09	20,57	20,11	18,01	18,33	19,16	21,49	17,15	[MJ/(m ² a)]
E.02 Potenciál globálního oteplování	2,27	2,29	1,99	2,06	2,05	1,94	2,03	1,97	[kg CO _{2,ekv.} /(m ² a)]
E.03 Potenciál okyselování prostředí	6,01	5,53	5,11	4,65	4,68	4,72	5,89	4,42	[g SO _{2,ekv.} /(m ² a)]
E.04 Potenciál eutrofizace prostředí	2,00	1,85	1,66	1,54	1,52	1,42	1,81	1,47	[g (PO ₄) _{ekv.} /(m ² a)]
E.05 Potenciál ničení ozonové vrstvy	1,13E-04	1,10E-04	1,14E-04	1,03E-04	1,07E-04	1,24E-04	1,14E-04	9,76E-05	[g R-11 _{ekv.} /(m ² a)]
E.06 Potenciál tvorby přízemního ozonu	0,46	0,43	0,38	0,34	0,35	0,39	0,42	0,32	[g C ₂ H _{4,ekv.} /(m ² a)]
	8.	7.	5.	2.	3.	4.	6.	1.	
Plocha šestiúhelníku	0,6071	0,4895	0,3538	0,238	0,257	0,3066	0,4785	0,1839	

Tab. č.5: Souhrnná tabulka výsledků environmentální analýzy



Graf č.4: Paprskový graf výsledků environmentální analýzy

Z environmentální analýzy vyšla nejlépe varianta 6, kterou ovšem není možné realizovat. Tepelněizolační tvárnice z pórobetonu se vyrábí v minimálním rozměru 375 mm, u kterého by se musela použít železobetonová stěna tloušťky 300 mm, aby tento systém konstrukčně fungoval. Tento rozměr ŽB stěny by ovšem zničil podstatu celé této analýzy, kde je použita shodná tloušťka nosné konstrukce a shodný konstrukční systém pro všechny posuzované varianty. U železobetonové stěny tloušťky 300 mm by bylo nutné použít tloušťku izolace

minimálně 230 mm, kde by celková tloušťka obvodové stěny byla 530 mm. Použití této varianty bylo na začátku výhodné právě z důvodu menší tloušťky obvodové stěny, což by ale už neplatilo.

Jako další varianta vyšla obvodová stěna výplňová z pórobetonových tvárnic a dílčí varianta s akustickými příčkami v rámci bytu z pórobetonových tvárnic tloušťky 250 mm. Jelikož se jedná o dispozičně byty malých výměr, přijde mi tato varianta z důvodu úspory místa nevhodná. Tyto příčky jsem nahradila vápenopískovými tvárnicemi tloušťky 175 mm, které mají lepší akustické vlastnosti (varianta 3B). Tuto variantu považuji kvůli těmto všem uvedeným důvodům jako vítěznou.

1.3 OPTIMALIZACE OKENNÍCH OTVORŮ

V rámci optimalizace okenních otvorů jsem navrhla následující varianty, kde jsem změnila výšky klasických a francouzských oken a umístění parapetu:

1) **reference ze studie:**

bytová podlaží:	1,65 m (parapet 0,75 m)	a	2,4 m
administrativní podlaží:	2,15 m (parapet 0,75 m)	a	2,9 m
výlohy 1.NP:	2,8 m		

2) **posunutí parapetu do standardní roviny:**

bytová podlaží:	1,5 m (parapet 0,9 m)	a	2,4 m
administrativní podlaží:	2,0 m (parapet 0,9 m)	a	2,9 m
výlohy 1.NP:	2,8 m		

3) **zmenšení výšky oken:**

bytová podlaží:	1,2 m (parapet 0,9 m)	a	2,1 m
administrativní podlaží:	1,7 m (parapet 0,9 m)	a	2,6 m
výlohy 1.NP:	2,5 m		

4) **zvětšení výšky oken:**

bytová podlaží:	1,7 m (parapet 0,9 m)	a	2,6 m
administrativní podlaží:	2,2 m (parapet 0,9 m)	a	3,1 m
výlohy 1.NP:	3,0 m		

5) **všechna okna s parapetem v úrovni podlahy:**

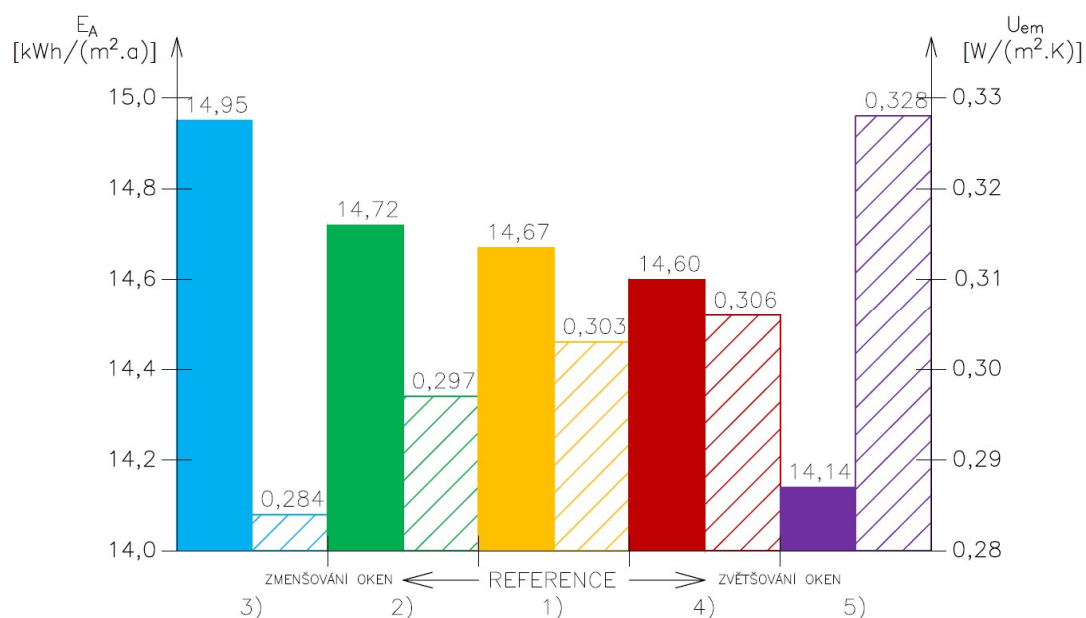
bytová podlaží:	2,4 m (parapet 0,0 m)	a	2,4 m
administrativní podlaží:	2,9 m (parapet 0,0 m)	a	2,9 m
výlohy:	2,8 m		

Tyto varianty jsem postupně posoudila z hlediska vlivu na stavebně energetickou analýzu (konkrétně na hodnoty měrné potřeby tepla budovy E_A a průměrný součinitel prostupu tepla obálkou budovy U_{em} , uvedené v tabulce č.6 a v grafu č.5), riziko letního přehřívání a denního osvětlení rizikových místností. Barevné odlišení variant je pro přehlednost optimalizace použito stejné ve všech posouzeních.

1.3.1. STAVEBNĚ ENERGETICKÁ ANALÝZA

Varianta	$A_{\text{otvorů}}$	E_A	U_{em}	Ztráty otv.	% plochy obvodových stěn	
	[m ²]	[kWh/(m ² ·a)]	[W/(m ² ·K)]	[%]	neprůsvitné	průsvitné
1)	919,5	14,67	0,303	42,9	71,25	28,75
2)	876,6	14,72	0,297	41,9	72,59	27,41
3)	755,1	14,95	0,284	38,6	76,39	23,61
4)	957,5	14,60	0,306	44,1	70,06	29,94
5)	1134,1	14,14	0,328	47,9	64,54	35,46

Tab. č.6: Hodnoty E_A a U_{em} pro pět variant velikosti okenních otvorů v souhrnné tabulce



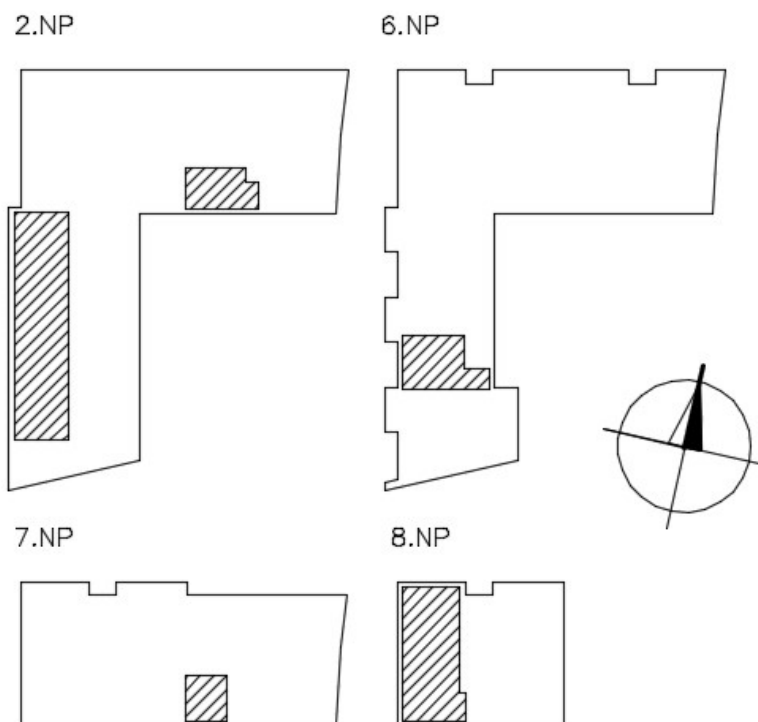
Graf č.5: Hodnoty E_A a U_{em} pro pět variant velikosti okenních otvorů vynesené ve sloupcovém grafu

Je patrné, že při zmenšování oken roste měrná potřeba tepla a klesá průměrný součinitel prostupu tepla obálkou. Naopak při zvětšování oken klesá měrná potřeba tepla a roste průměrný součinitel prostupu tepla obálkou a to i přes doporučenou hodnotu pro pasivní budovy 0,30 W/(m²·K) [1]. Tyto varianty (4 a 5) jsou proto z hlediska stavebně energetické analýzy nevhodné.

1.3.2. RIZIKO LETNÍHO PŘEHŘÍVÁNÍ

Z hlediska rizika letního přehřívání byly posouzeny následující kritické místnosti v objektu, které jsou zvýrazněné v půdorysech na obrázku č.1.:

- kancelář 2.NP (open space),
- kancelář 2.NP (jižní okna),
- obývací pokoj + kuchyňský kout 6.NP,
- obývací pokoj + kuchyňský kout 8.NP,
- ložnice 7.NP (jižní okna).



Obrázek č.1: Orientační poloha posuzovaných místností v objektu

V rámci analýzy byly použity nástroje:

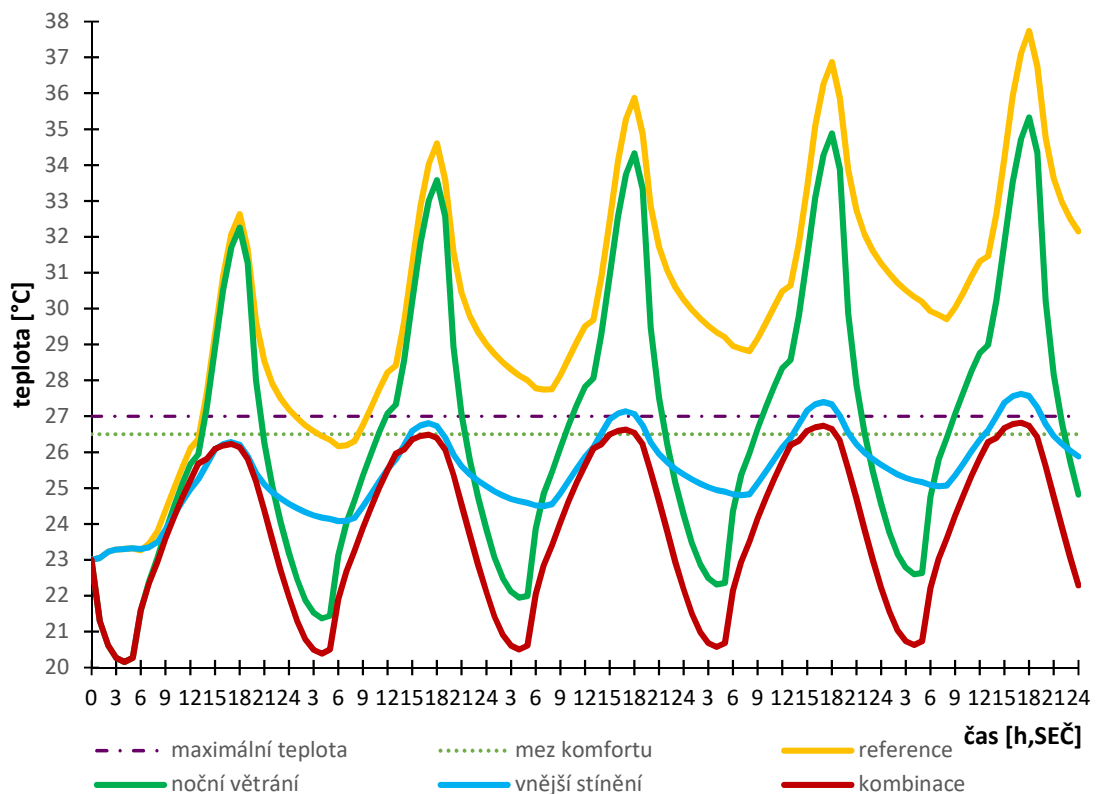
- reference (bez stínění),
- noční větrání – předchlazení budovy (administrativní část),
- vnější stínění všech oken,
- vnitřní stínění oken (obytné místnosti),
- kombinace.

Dále dle specifikace místnosti byla posouzena tato dílčí porovnání:

- vnější stínění bez oken na severu (obývací pokoj 8.NP),
- vliv stínění balkónu (ložnice 7.NP).

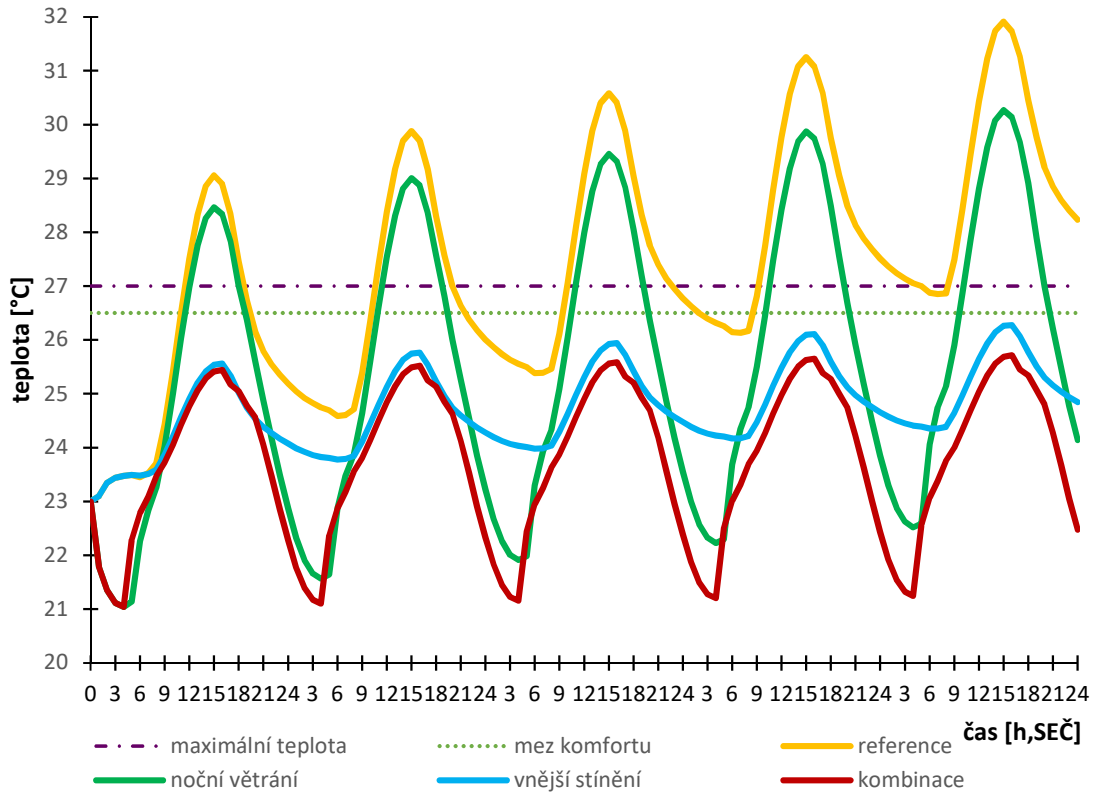
Veškeré místnosti byly pro dané nástroje posouzeny na překročení mezní hodnoty 27 °C a meze komfortu 26,5 °C dle ČSN EN ISO 7730 pro pět po sobě následujících letních dnů (21.8.) [4]. Posouzení proběhlo pomocí aplikace Letní přehřívání autorů Ing. Pavel Kopecký, Ph.D., Ing. Kamil Staněk, Ph.D. a Ing. Kateřina Sojková, Ph.D. Dílčí výstupy posouzení jednotlivých místností viz Příloha č. 3: VÝSTUPY RIZIKA LETNÍHO PŘEHŘÍVÁNÍ. V tištěné diplomové práci je přiložená pouze část přílohy výstupů pro výslednou kombinaci v každé posuzované místnosti. Ostatní výstupy přílohy jsou pouze v elektronické verzi práce na CD.

Tyto výstupy jsem pro jednotlivé místnosti zanesla do souhrnných grafů (Graf č.6 – č.10).



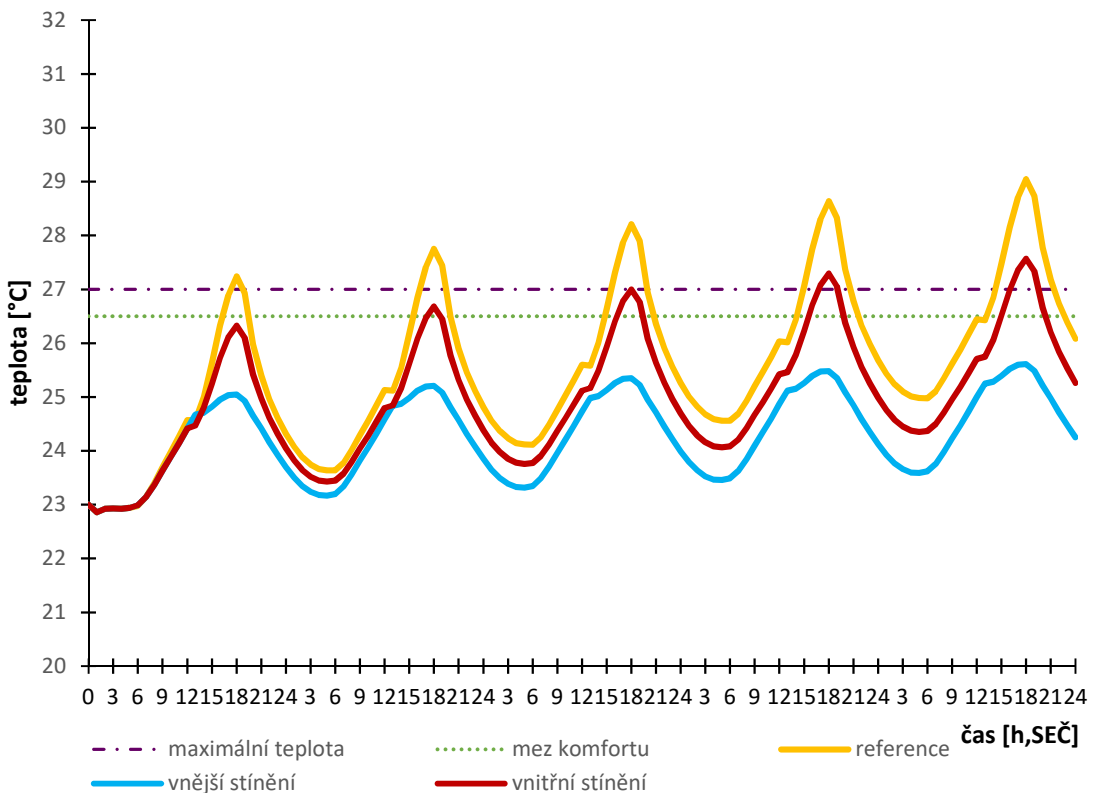
Graf č.6: Souhrnný graf letního přehřívání pro open space 2.NP

Výsledná kombinace je noční větrání intenzitou 4 h⁻¹ a vnější stínění s plným zatažením rolet při slunečním ozáření nad 150 W/m².



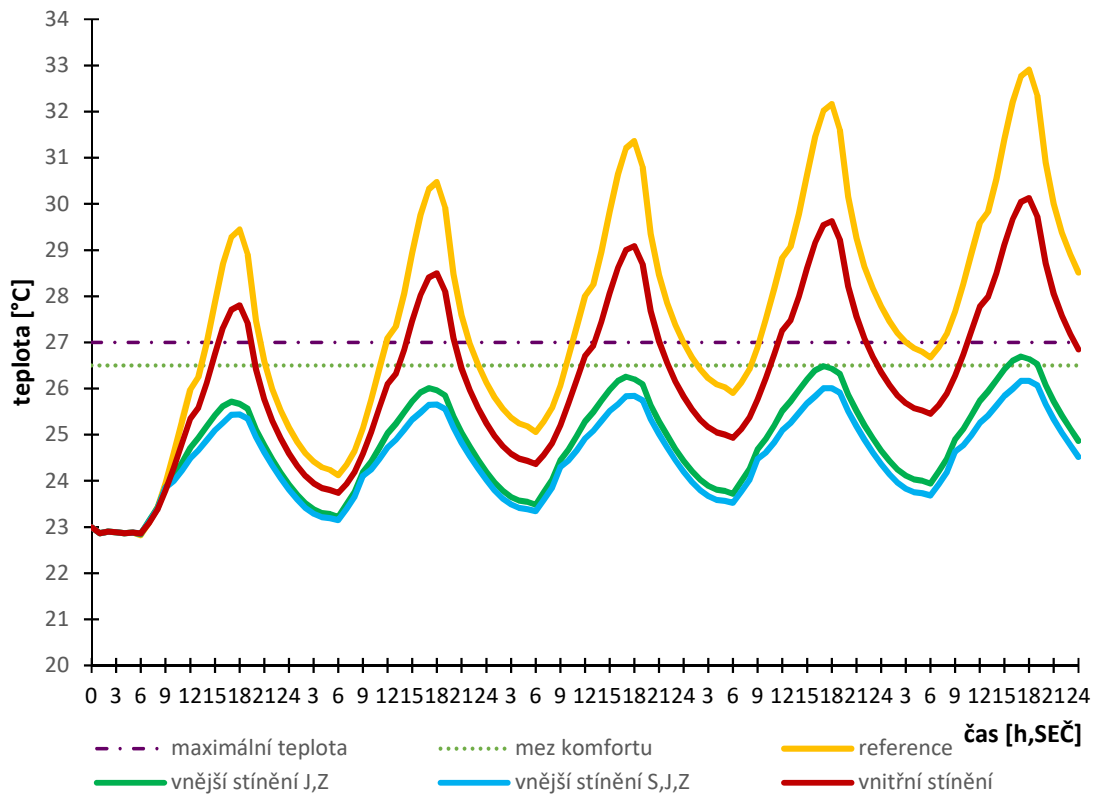
Graf č.7: Souhrnný graf letního přehřívání pro kancelář 2.NP

Výsledná kombinace je noční větrání intenzitou 4 h^{-1} a vnější stínění s plným zatažením rolet při slunečním ozáření nad 150 W/m^2 .



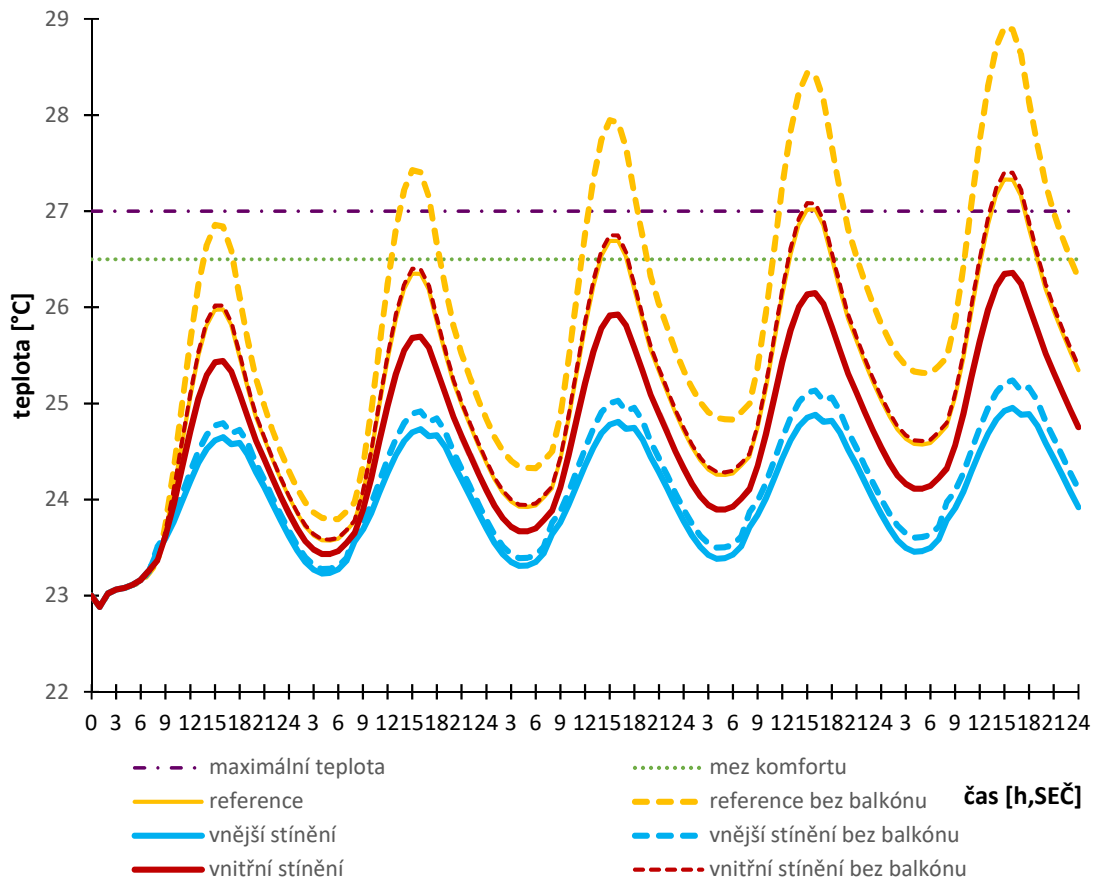
Graf č.8: Souhrnný graf letního přehřívání pro obývací pokoj a kuchyňský kout v 6.NP

Výsledná varianta je vnější stínění s plným zatažením rolet při slunečním ozáření nad 150 W/m^2 .



Graf č.9: Souhrnný graf letního přehřívání pro obývací pokoj a kuchyňský kout v 8.NP

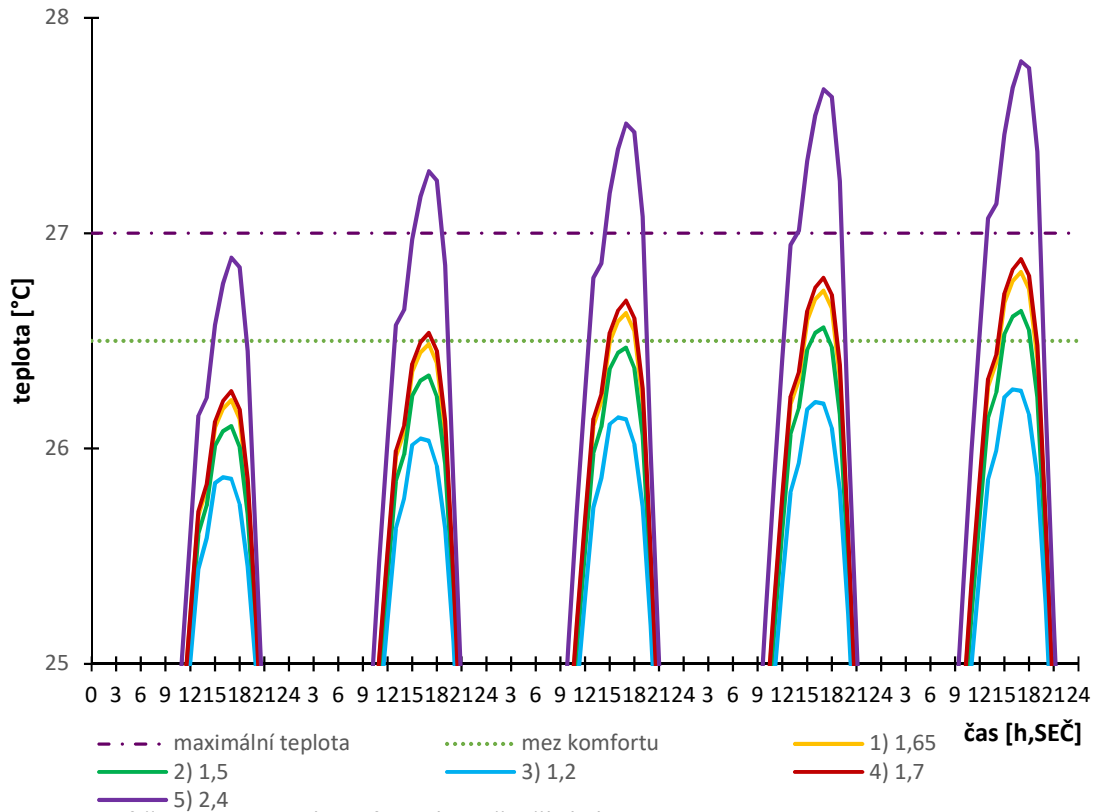
Výsledná varianta je vnější stínění s plným zatažením rolet při slunečním ozáření nad 150 W/m^2 .



Graf č.10: Souhrnný graf letního přehřívání pro ložnici v 7.NP

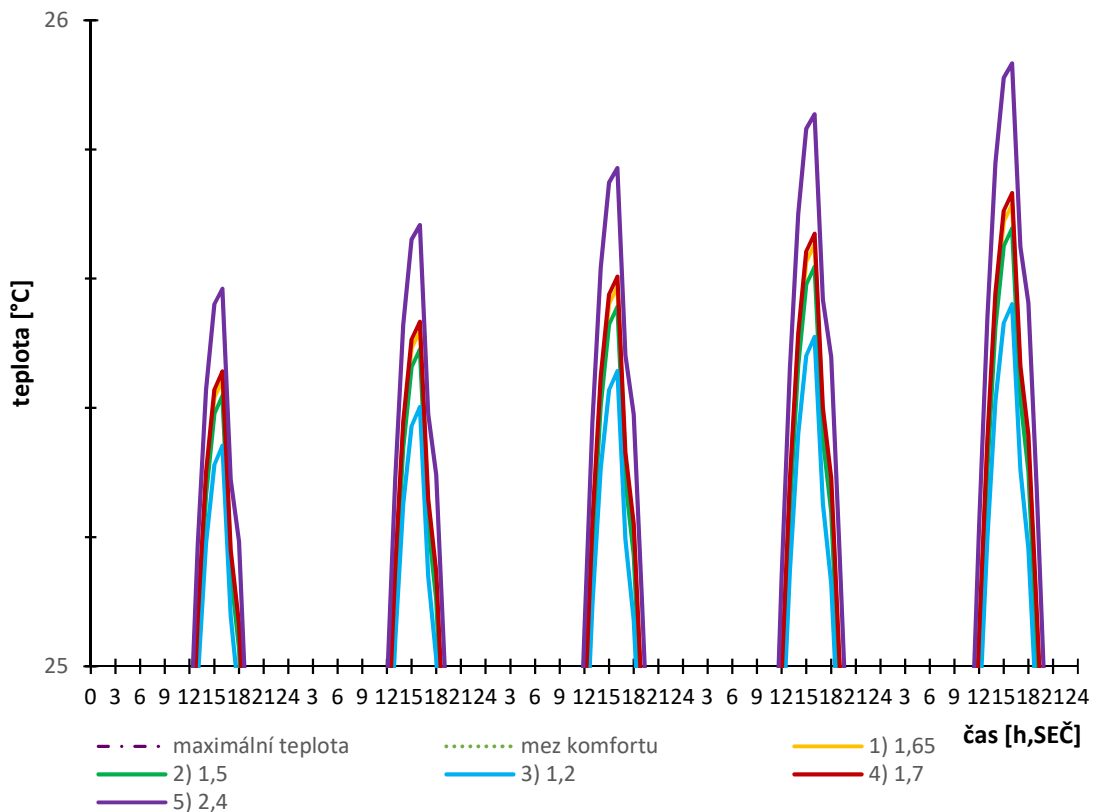
Výsledná varianta je vnější stínění s plným zatažením rolet při slunečním ozáření nad 150 W/m^2 . Vliv stínění balkónů je patrný, u nezastíněné reference je snížení teploty cca o $1,6 \text{ }^\circ\text{C}$, u výsledné varianty cca o $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ve všech místnostech jako optimální varianta vyšla kombinace nočního větrání a vnějšího stínění oken či vnějšího a vnitřního stínění. Tato výsledná kombinace byla vždy v dané místnosti posouzena na 5 uvedených možností změn rozměrů oken v rámci optimalizace. Dílčí výstupy posouzení jednotlivých variant oken pro posuzované místnosti viz Příloha č. 4: VÝSTUPY RIZIKA LETNÍHO PŘEHŘÍVÁNÍ – OPTIMALIZACE OKENNÁCH OTVORŮ. V tištěné diplomové práci je přiložená pouze část přílohy výstupů pro výslednou variantu oken (2. varianta) v každé posuzované místnosti. Ostatní výstupy přílohy jsou pouze v elektronické verzi práce na CD. Výstupy jsem pro jednotlivé místnosti zanesla do souhrnných grafů pro všechny varianty rozměrů oken (Graf č.11 – č.15).



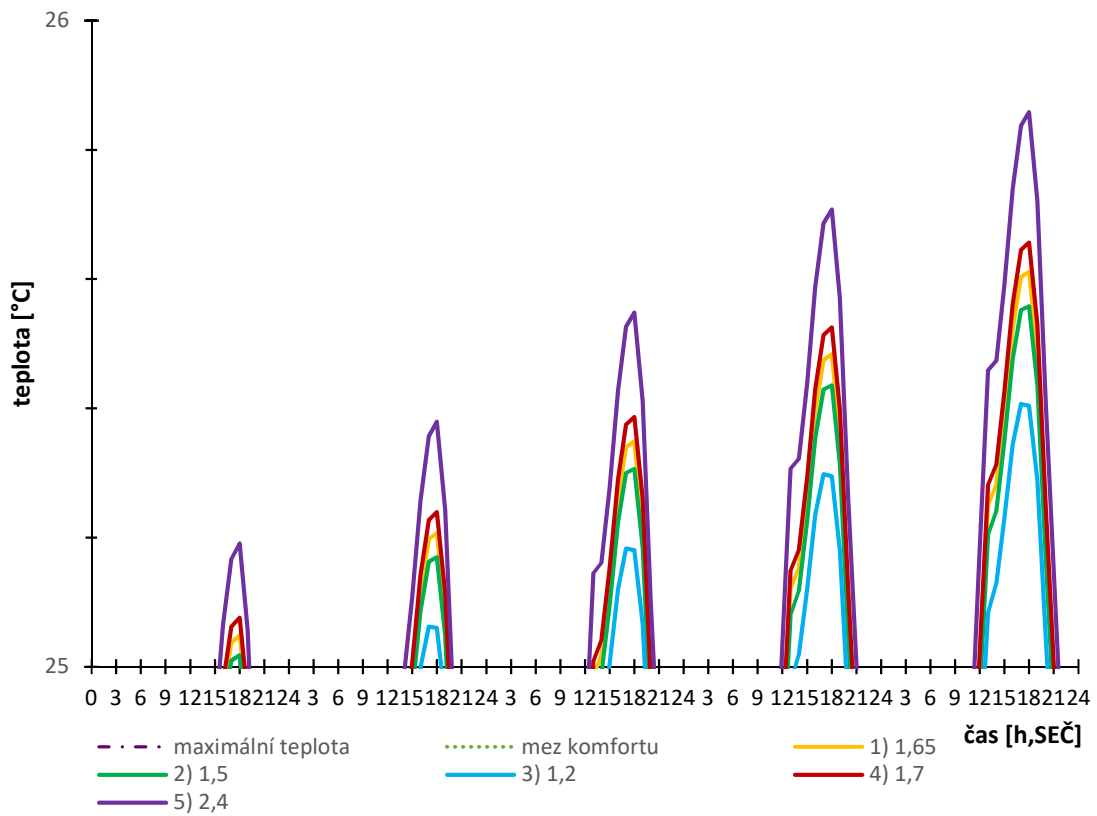
Graf č.11: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro open space 2.NP

Pouze poslední varianta s největší plochou oken nevyhovuje na mezní hodnotu v kanceláři (open space).



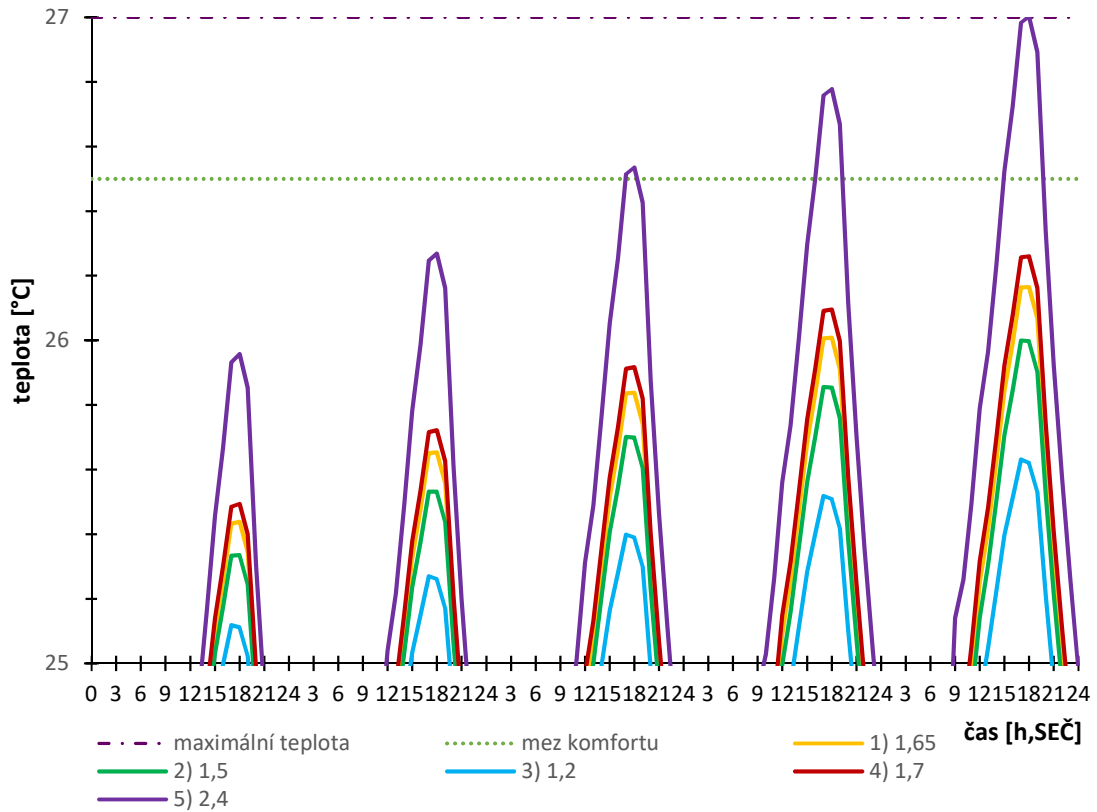
Graf č.12: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro kancelář 2.NP

Všechny varianty rozměrů oken vyhovují na hodnotu meze komfortu (26,5 °C).



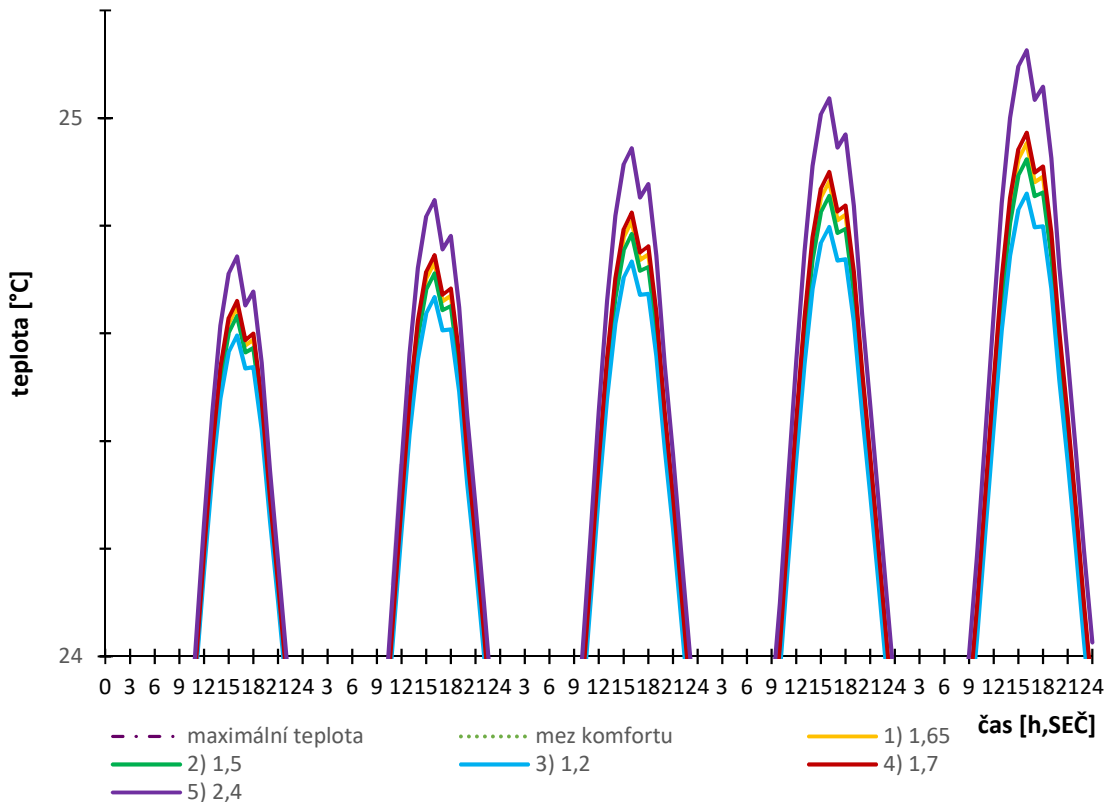
Graf č.13: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro obývací pokoj v 6.NP

Všechny varianty rozměrů oken vyhovují na hodnotu meze komfortu (26,5 °C).



Graf č.14: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro obývací pokoj v 8.NP

Pouze poslední varianta s největší plochou oken nevyhovuje na komfortní hodnotu.



Graf č.15: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro ložnici v 7.NP

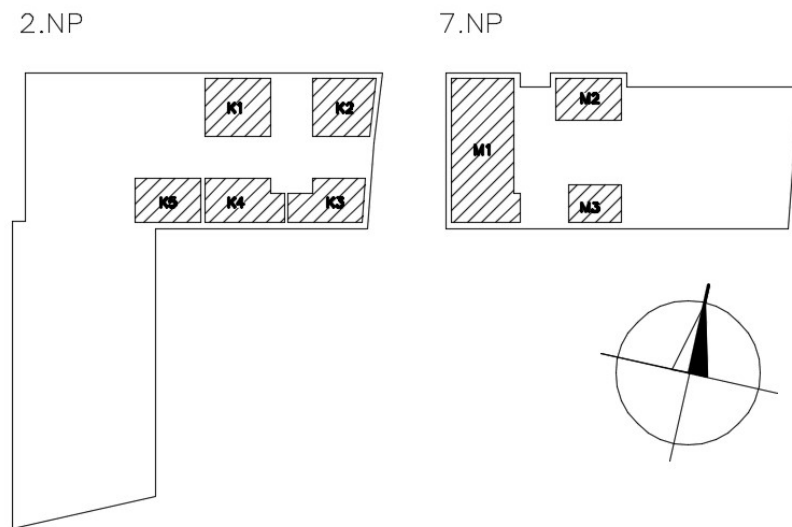
Všechny varianty rozměrů oken vyhovují na hodnotu meze komfortu (26,5 °C).

Z doložených grafů vyplývá, že čím jsou okna větší tím roste riziko letního přehřívání v posuzované místnosti. Ovšem tento nárůst není nijak výrazný, pouze při variantě s největší plochou oken by v kanceláři typu open space byla překročena hraniční hodnota a v obývacím pokoji 8.NP komfortní hodnota.

1.3.3. DENNÍ OSVĚTLENÍ

Z hlediska denního osvětlení byly posouzeny následující kritické místnosti v objektu, které jsou zvýrazněné v půdorysech na obrázku č.2.:

- kanceláře 2.NP (K1-K5),
- obývací pokoj + kuchyňský kout 7.NP (M1),
- ložnice 7.NP (M2),
- pokoj 7.NP (M3).



Obrázek č.2: Orientační poloha posuzovaných místností v objektu

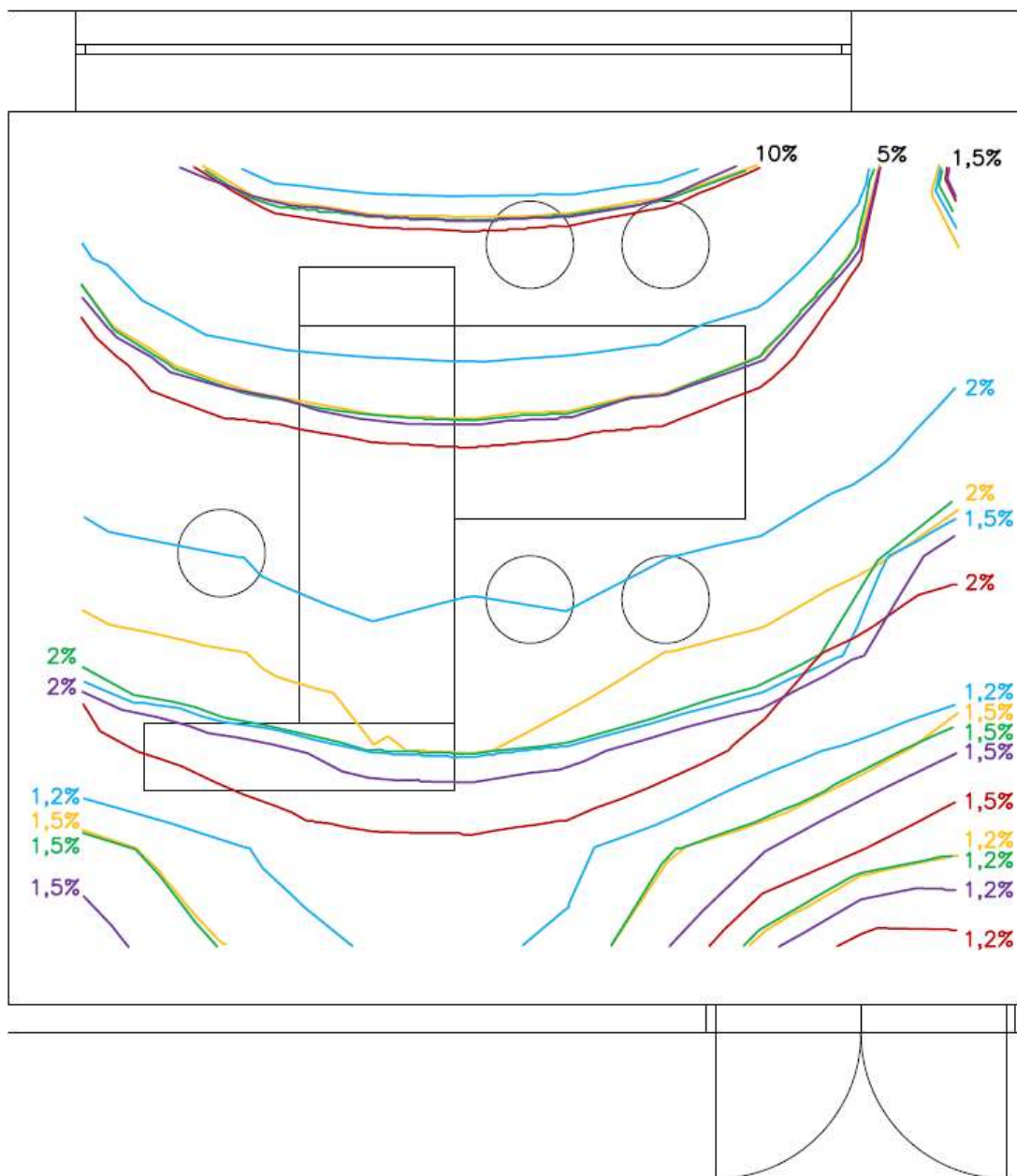
Požadavky na denní osvětlení jsou odlišné pro kanceláře a pro obytné místnosti. V obytných místnostech dle ČSN 73 0580-2 Denní osvětlení obytných budov musí být splněno, že v kontrolních bodech v polovině hloubky obytné místnosti s odstupem 1 m od povrchů bočních stěn musí být hodnota činitele denní osvětlenosti nejméně 0,7 % a průměrná hodnota z obou těchto bodů musí být nejméně 0,9 %.

V kancelářích tento požadavek splněn být nemusí, protože denní osvětlení je možné doplnit či nahradit osvětlením umělým. Ovšem i zde musí být dostatečně vymezené části

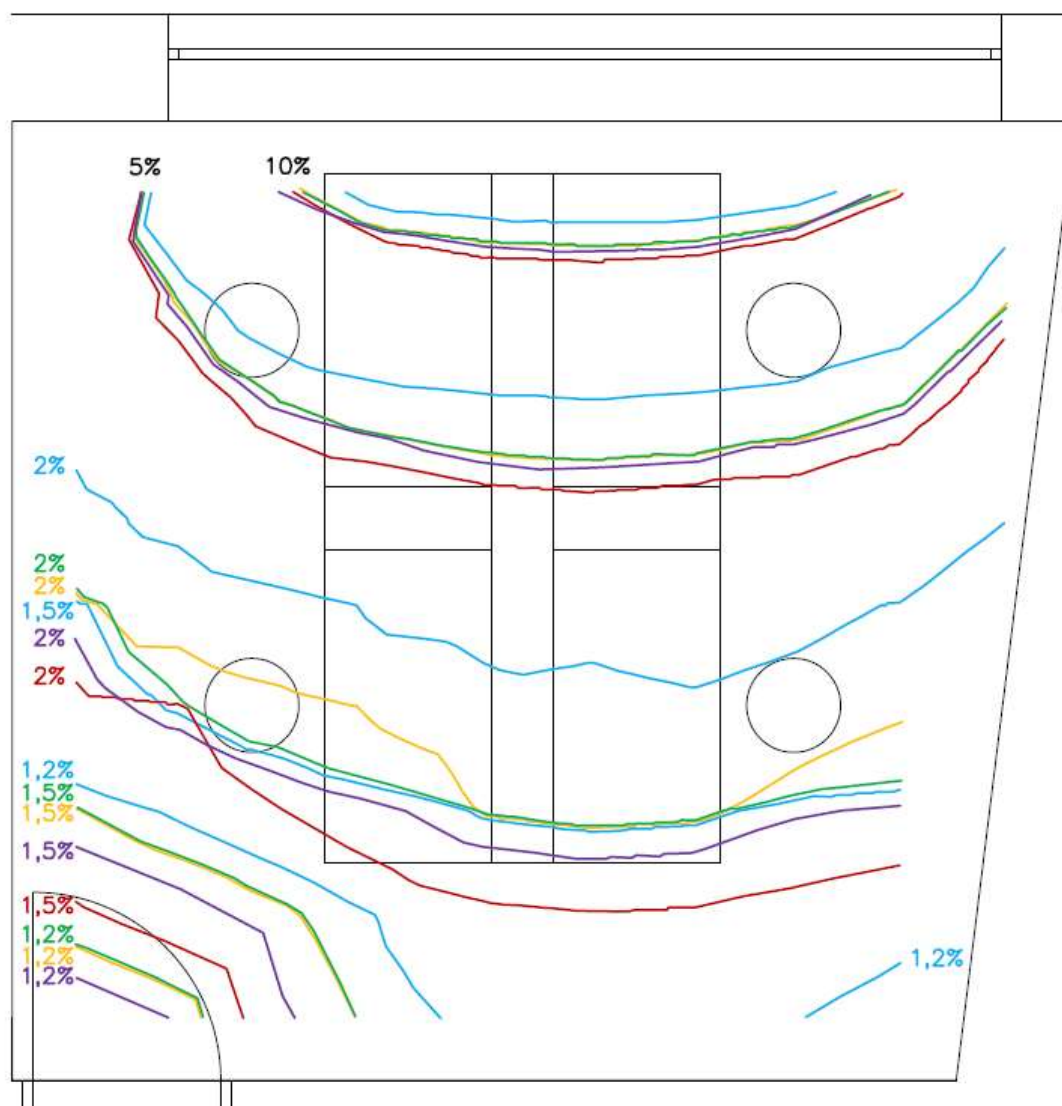
tzv. funkčně vymezený prostor, který splňuje minimální hodnotu činitele denní osvětlenosti dle třídy zrakové činnosti. V administrativních místnostech se většinou jedná o činnost IV. třídy zrakové činnosti, kde minimální požadovaná hodnota činitele denní osvětlenosti ve vymezeném prostoru je 1,5 % [5].

Pro posouzení kritických místností na denní osvětlení byl použit program BuildingDesign.

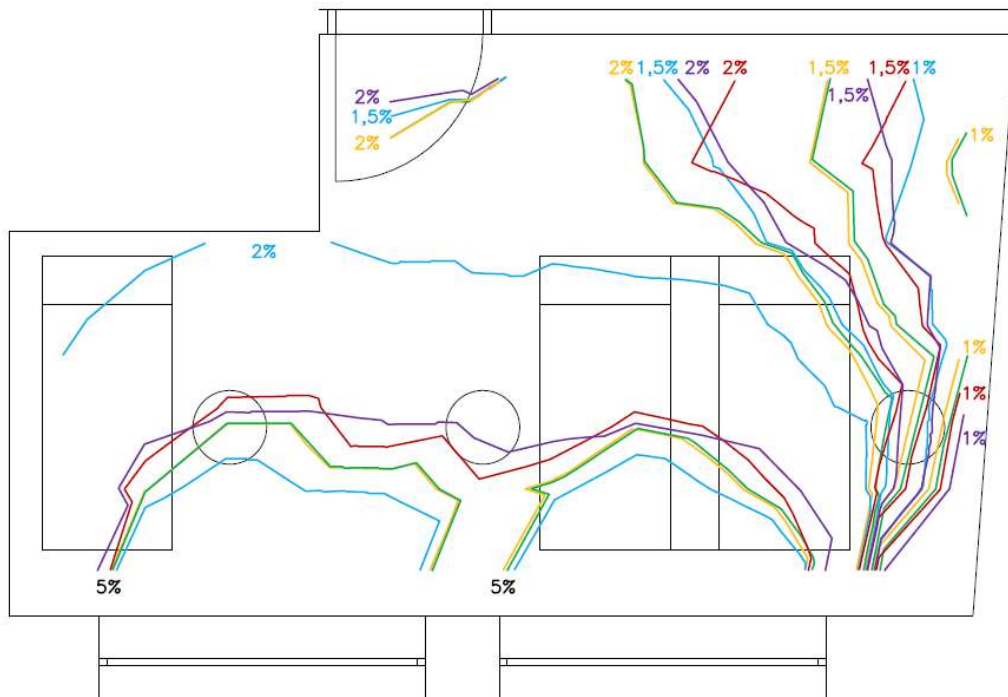
Na následujících obrázcích (Obrázek č.3 – č.7) je vykreslení isočár činitele denní osvětlenosti v posuzovaných místnostech pro varianty velikosti oken. Varianty velikosti oken jsou barevně odlišeny (žlutá – reference, zelená – posunutí parapetu do klasické roviny, modrá – zmenšení plochy oken, červená – zvětšení plochy oken, fialová – všechna okna francouzská).



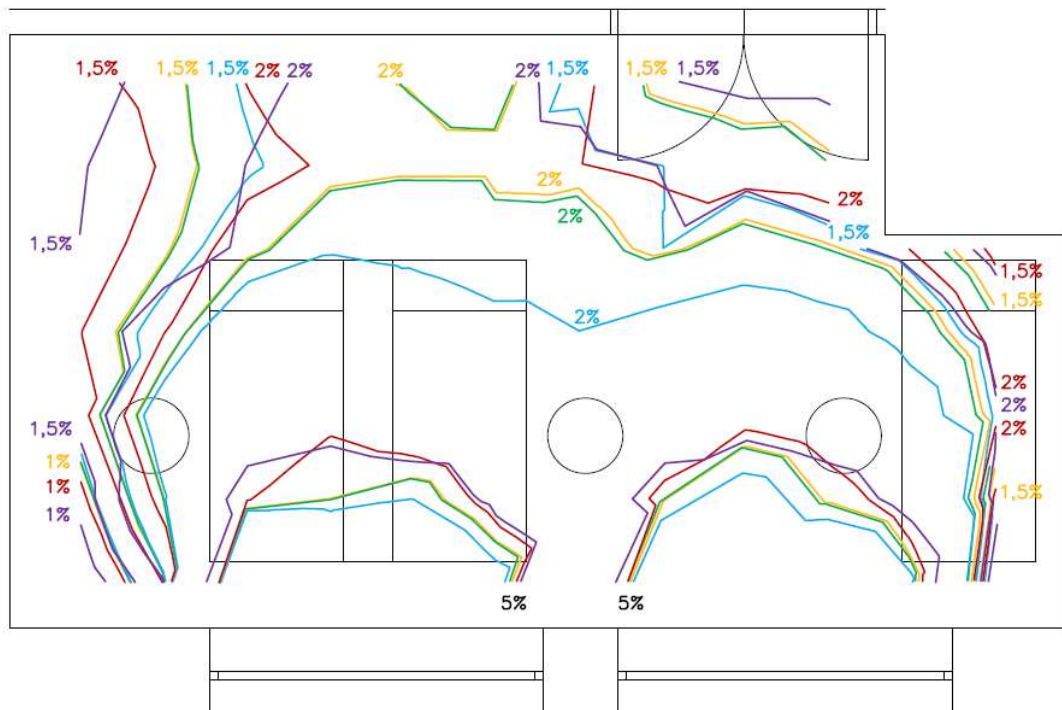
Obrázek č.3: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K1 2.NP



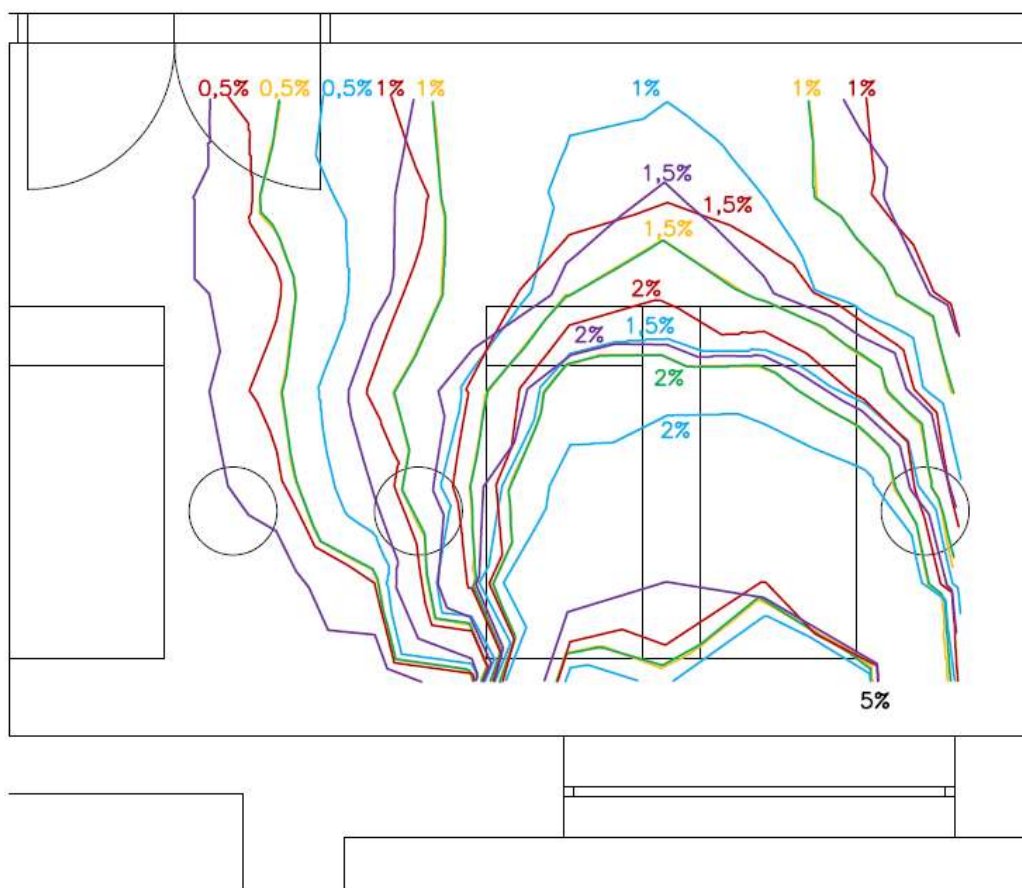
Obrázek č.4: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K2 2.NP



Obrázek č.5: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K3 2.NP

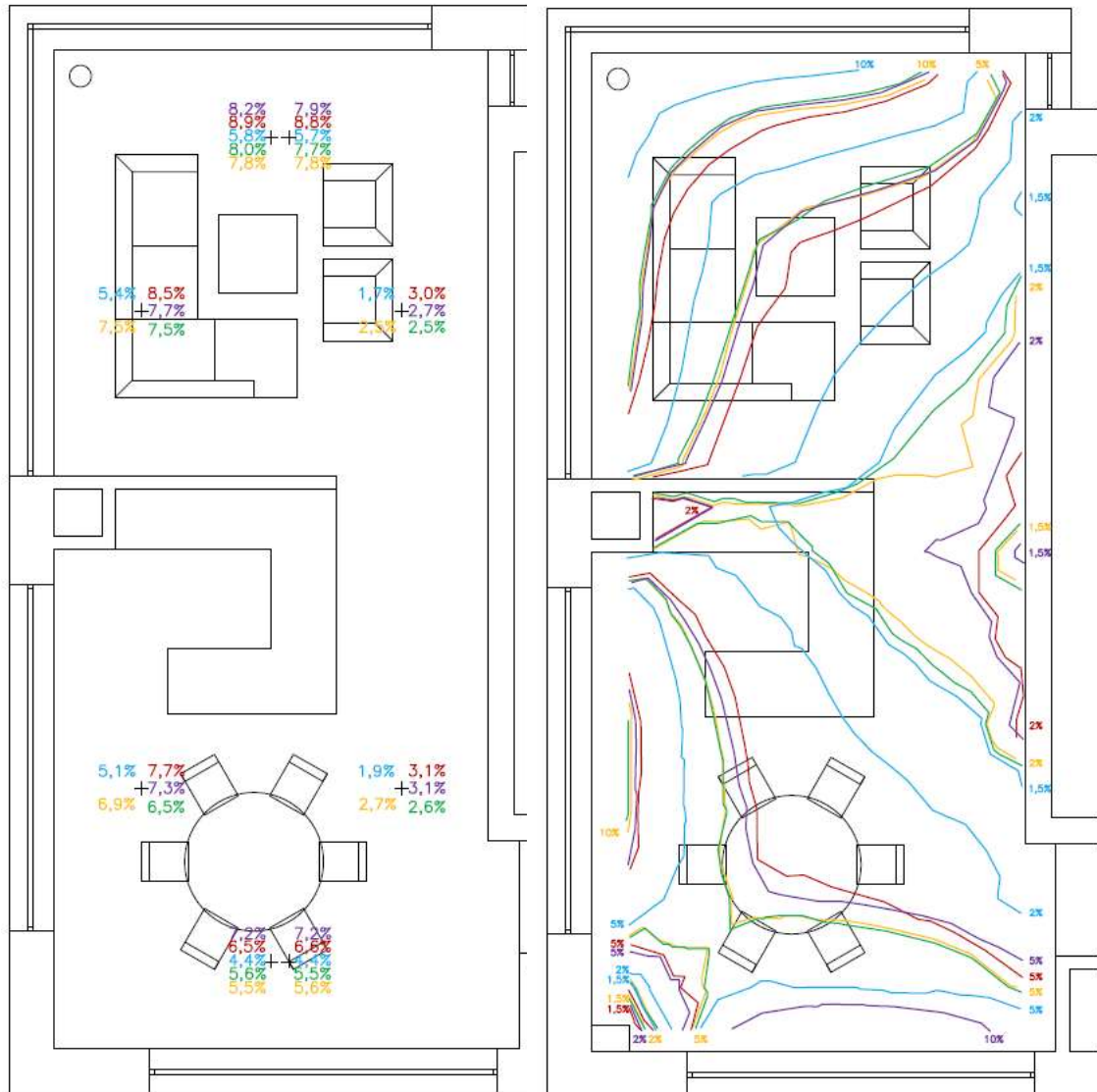


Obrázek č.6: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K4 2.NP

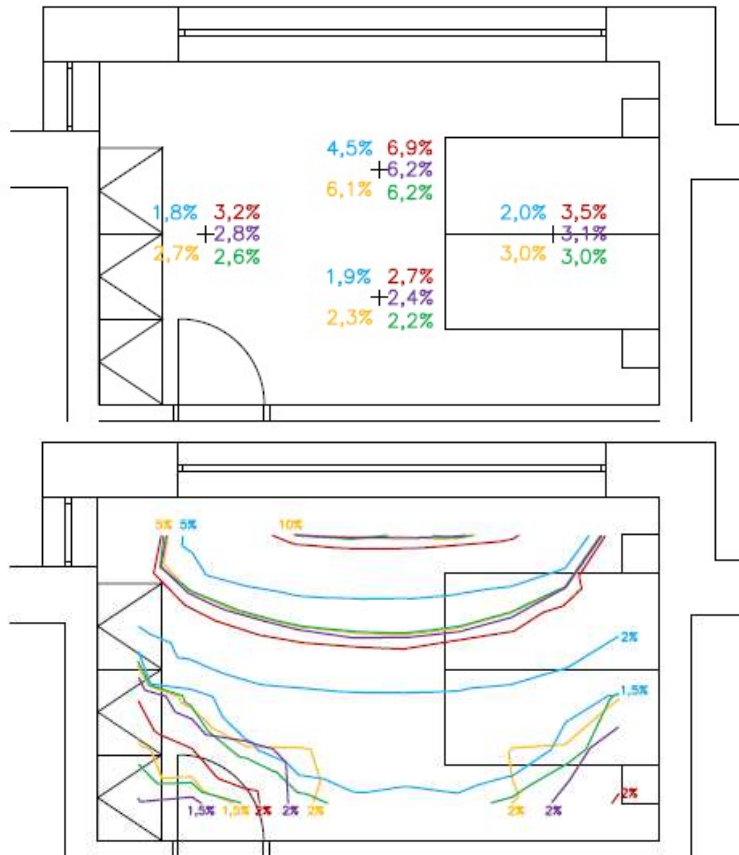


Obrázek č.7: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K5 2.NP

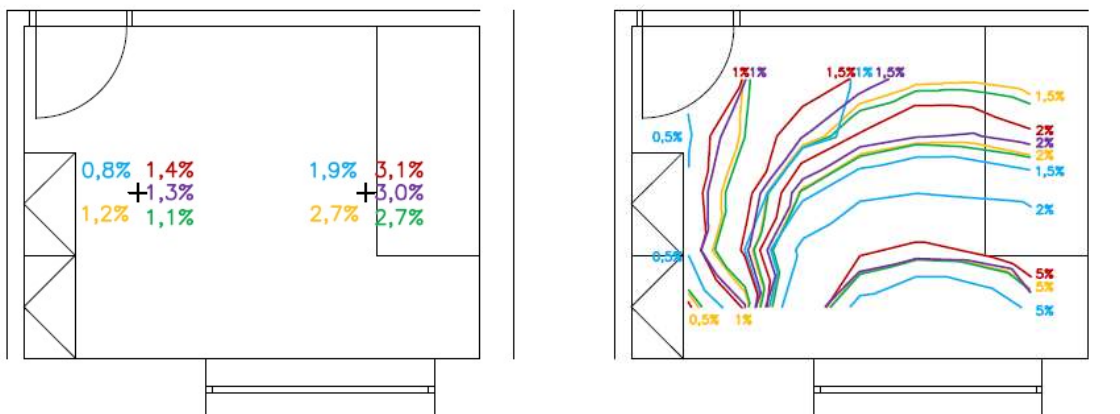
U obytných místností jsou na obrázcích kromě isočár vyneseny také hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech (Obrázek č.8 – č.10).



Obrázek č.8: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech a isočáry v obývacím pokoji a kuchyňském koutě M1 7.NP



Obrázek č.9: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech a isočáry v ložnici M2 7.NP



Obrázek č.10: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech a isočáry v pokoji M3 7.NP

Z výstupů vyplývá, že čím jsou okna větší, tím je denní osvětlení lepší a naopak. V obytných místnostech jsou minimální hodnoty v kontrolních bodech splněny pro všechny varianty velikosti oken. Jelikož se číselník denní osvětlenosti stanovuje v síti bodů na vodorovné pracovní rovině ve výšce 850 mm [5], tak varianty velikostí oken první a druhá, kde dochází pouze k posunu výšky parapetu z 750 mm na 900 mm, jsou téměř totožné.

Při třetí variantě, kdy se značně sníží plocha okenních otvorů, se isočára $D = 1,5 \%$ ve většině kanceláří přiblíží k oknům či dokonce zmenší vymezený prostor pro pracovní činnost (psací či odkládací stůl). Z tohoto důvodu tato varianta není z hlediska posouzení denního osvětlení vhodná. Zvětšení plochy oken ve čtvrté a páté variantě dosahuje podobných výsledků a dochází ke zvětšení vymezeného prostoru téměř na plochu celé kanceláře.

Jediný problém u všech variant nastává u kanceláře K5, která je velmi nevhodně umístěná a z části zapuštěná do objektu. Obvodová stěna není po žádné celé délce jednoho rozměru místnosti a dochází zde k problému dosahu denního osvětlení do zapuštěného rohu místnosti. Jelikož se tento problém vyskytuje i u obytného pokoje v dalším podlaží nad touto kanceláří, navrhuji v tomto pásu místnosti okna posunout co nejbližší na střed místnosti, aby došlo k rovnoměrnému osvětlení a k případnému zmenšení prostoru pro pracovní činnosti a snížení pracovních míst v dané kanceláři.

1.3.4. VYHODNOCENÍ OPTIMALIZACE OKENNÍCH OTVORŮ

Z hlediska stavebně energetické analýzy platí, čím menší okna tím větší měrná potřeba tepla a menší průměrný součinitel prostupu tepla obálkou. Varianty zvětšených oken 4 a 5 nevyhovují na doporučenou hodnotu průměrného součinitele prostupu tepla pro pasivní budovy ($0,30 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$).

Riziko letního přehřívání roste s rostoucí plochou oken. Varianta zvětšených oken 5 nevyhovuje ve dvou posuzovaných místnostech.

Denní osvětlení se také zlepšuje s rostoucí plochou oken. Obytné místnosti splňují minimální hodnoty ve všech kontrolních bodech pro všechny varianty velikosti oken. Zmenšení plochy okna posunutím na standardní výšku parapetu se vymezené plochy pro pracovní činnost výrazně nezmění, a proto tuto variantu považuji za výslednou. Naopak ještě není nutné umístit do otevíravých oken zábradlí (minimální výška parapetu u obytných a pobytových místností je 850 mm [6]), což sníží náklady výstavby budovy.

3. OSTATNÍ

3.1 SEZNAM CITACÍ

1. ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky, 2011
2. POKORNÝ, Marek a Petr HEJTMÁNEK. *Požární bezpečnost staveb: sylabus pro praktickou výuku*. 2. přepracované vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Česká technika-nakladatelství ČVUT, 2018. 113 stran, ISBN 978-80-01-06394-1.
3. VONKA, Martin a kolektiv. *SBToolCZ pro bytové domy*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Česká technika-nakladatelství ČVUT, 2013. ISBN 978-80-01-05125-2.
4. ČSN EN ISO 7730 Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu, 2006
5. TYWONIAK, Jan a kolektiv. *Pozemní stavitelství VI, Stavební fyzika, zdravotní nezávadnost a požární bezpečnost staveb*. Praha: Grada Publishing. 2014. 148 stran, ISBN 978-80-247-5102-3.
6. REMEŠ, Josef a kolektiv. *Stavební příručka, to nejdůležitější z norem, vyhlášek a zákonů*. 2., aktualizované vydání. Praha: Grada Publishing. 2014. 248 stran, ISBN 978-80-247-5142-9.

3.2 POUŽITÁ LITERATURA

- HÁJEK, Petr a kolektiv. *Pozemní stavitelství I, Základní požadavky a konstrukční systémy budov*. Praha: Grada Publishing. 2014. 144 stran, ISBN 978-80-247-5101-6.
- NOVOTNÝ, Jan. Cvičení z pozemního stavitelství pro 1. a 2.ročník: konstrukční cvičení pro 3. a 4. ročník SPŠ stavebních. Praha: Sobotáles, 2007. 100 stran. ISBN 978-80-86817-23-1.
- HAZUCHA, Juraj. *Konstrukční detaily pro pasivní a nulové domy: doporučení pro návrh a stavbu*. Praha: Grada Publishing, 2016. ISBN 978-80-247-4551-0.

3.3 NORMY A VYHLÁŠKY

- Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
- Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby
- Vyhláška č. 398/2009 Sb. o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb

- Vyhláška č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb
- Vyhláška č. 501/2006 Sb. o obecných požadavcích na využívání území
- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- ČSN EN ISO 10456 Stavební materiály a výrobky - Tepelně vlhkostní vlastnosti - Tabelované návrhové hodnoty a postupy pro stanovení deklarovaných a návrhových tepelných hodnot, 2009
- ČSN EN 13164+A1 Tepelně izolační výrobky pro budovy - Průmyslově vyráběné výrobky z extrudovaného polystyrenu (XPS) – Specifikace, 2016
- ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky, 2011
- ČSN EN ISO 7730 Ergonomie tepelného prostředí - Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu, 2006
- ČSN 73 0601 Ochrana staveb proti radonu z podloží, 2019
- ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy - Základní požadavky, 2010
- ČSN 75 6760 Vnitřní kanalizace, 2014
- ČSN EN 12831-1 Energetická náročnost budov - Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápěný prostor, 2018
- ČSN EN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování, 2006
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, 2004
- ČSN EN 13670 Provádění betonových konstrukcí, 2010
- ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, 2006
- ČSN ISO 2394 Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí, 2016
- ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, 2004
- ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, 2018
- ČSN 73 1201 – Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, 2006
- ČSN 73 0202 – Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení, 1995
- ČSN EN 10080 – Ocel pro výztuž do betonu, 2006

3.4 WEBOVÉ STRÁNKY

- <https://www.archiweb.cz/b/polyfunkcni-dum-bratislavska>
- <http://www.livix.cz/uvod>
- <https://www.brno.cz/uvodni-strana/>
- <https://www.cadforum.cz/cadforum/>
- <https://nahlizenidokn.cuzk.cz/>
- <https://www.wienerberger.cz/>
- <https://www.ytong.cz/>
- <https://www.isover.cz/>
- <https://www.propasiv.cz/>
- <https://www.tzb-info.cz/>
- <https://www.viessmann.cz/>
- <https://www.atrea.cz/>
- <http://www.mandik.cz/>
- <http://tzb.fsv.cvut.cz/?mod=podklady>
- <http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/rpmt2015>
- <https://www.schlueter.cz/>
- <https://www.schoeck-wittek.cz/cs/home>
- <https://www.schindler.com/cz/internet/cs/home.html>
- <http://www.taranisinvest.com/>
- http://luxfery.net/2015_www/
- <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz>
- <http://www.podlahyprovas.cz/ast-systems/>

3.5 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č.1: Orientační poloha posuzovaných místností v objektu.....	16
Obrázek č.2: Orientační poloha posuzovaných místností v objektu.....	24
Obrázek č.3: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K1 2.NP	25
Obrázek č.4: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K2 2.NP	26
Obrázek č.5: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K3 2.NP	27
Obrázek č.6: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K4 2.NP	27
Obrázek č.7: Isočáry činitele denní osvětlenosti v kanceláři K5 2.NP	28
Obrázek č.8: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech a isočáry v obývacím pokoji a kuchyňském koutě M1 7.NP.....	29
.....	30
.....	30
Obrázek č.9: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech a isočáry v ložnici M2 7.NP	30
Obrázek č.10: Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech a isočáry v pokoji M3 7.NP	30

3.6 SEZNAM GRAFŮ

Graf č.1: Měrné tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce obálky budovy na horní hranici doporučených hodnot pro pasivní budovy	7
Graf č.2: Měrné tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce obálky budovy při zlepšení okenních konstrukcí.....	8
Graf č.3: Měrné tepelné ztráty pro jednotlivé konstrukce obálky budovy při zlepšení konstrukce obvodové stěny a střech	9
Graf č.4: Paprskový graf výsledků environmentální analýzy.....	12
Graf č.5: Hodnoty E_A a U_{em} pro pět variant velikosti okenních otvorů vynesené ve sloupcovém grafu	15
Graf č.6: Souhrnný graf letního přehřívání pro open space 2.NP	17
Graf č.7: Souhrnný graf letního přehřívání pro kancelář 2.NP.....	18
Graf č.8: Souhrnný graf letního přehřívání pro obývací pokoj a kuchyňský kout v 6.NP	18
Graf č.9: Souhrnný graf letního přehřívání pro obývací pokoj a kuchyňský kout v 8.NP	19
Graf č.10: Souhrnný graf letního přehřívání pro ložnici v 7.NP	20
Graf č.11: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro open space 2.NP .	21
Graf č.12: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro kancelář 2.NP	21
Graf č.13: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro obývací pokoj v 6.NP	22
Graf č.14: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro obývací pokoj v 8.NP	23
Graf č.15: Souhrnný graf letního přehřívání pro varianty velikosti oken pro ložnici v 7.NP	23

3.7 SEZNAM TABULEK

Tab. č.1: Hodnoty součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce obálky budovy na horní hranici doporučených hodnot pro pasivní budovy [1].....	7
Tab. č.2: Zlepšení hodnoty součinitele prostupu tepla pro okenní konstrukce.....	8
Tab. č.3: Zlepšení hodnoty součinitele prostupu tepla pro konstrukce obvodové stěny a střeš 8	
Tab. č.4: Výsledné hodnoty součinitelů prostupu tepla pro jednotlivé konstrukce obálky budovy po stavebně energetické analýze.....	9
Tab. č.5: Souhrnná tabulka výsledků environmentální analýzy	12
.....	12
Tab. č.6: Hodnoty E_A a U_{em} pro pět variant velikosti okenních otvorů v souhrnné tabulce.....	15

3.8 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č.1: VARIANTY OBVODOVÝCH STĚN A OSTATNÍCH SVISLÝCH KONSTRUKCÍ PRO ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZU

Příloha č.2: DÍLČÍ VÝSTUPY Z ENVIRONMENTÁLNÍ ANALÝZY PRO JEDNOTLIVÉ VARIANTY A KRITÉRIA

Příloha č. 3: VÝSTUPY RIZIKA LETNÍHO PŘEHŘÍVÁNÍ

Příloha č. 4: VÝSTUPY RIZIKA LETNÍHO PŘEHŘÍVÁNÍ – OPTIMALIZACE OKENNÍCH OTVORŮ